

REGIONE CAMPANIA

Acqua Campania S.p.A.

UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE
DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO E
POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE
POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Stralcio Allegato IV D.L. 31.05.2021 n.77 - L. di conversione 21.07.2021 n.108

Responsabile Unico del Procedimento
Dirigente Ciclo Integrato delle Acque della G.R. della Campania
Ing. Rosario Manzi

Il Concessionario
Acqua Campania S.p.A.
Direttore Generale
Area Tecnica
(Ing. Gianluca Maria SALVIA)


I Progettisti



Coordinatore responsabile della
Integrazione delle Prestazioni
Specialistiche

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
1	Febbraio 2022	Integrazioni richieste dal Comitato Speciale (DPCM 4/11/2021)			
0	Dicembre 2021	EMISSIONE PER VIA			
TITOLO : RELAZIONE TECNICA - IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE - RELAZIONE TECNOLOGIA E PROCESSO			Progettazione:  VIANINI LAVORI S.p.A.  FINALCA ingegneria srl		
Allegato	ED.02.9.02		Revisione:	1	Scala:

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. QUALITÀ DELL'ACQUA GREZZA.....	4
2.1 Portate	4
2.2 Carichi inquinanti	5
2.3 Periodi operativi	7
2.4 Strategie di trattamento degli inquinanti.....	8
2.5 Rimozione Ferro / Manganese.....	9
2.5.1 Rimozione cariche microbiologiche	9
2.6 Parametri attivatori del processo di rimozione di specifici inquinanti.....	10
3. SCHEMA DI IMPIANTO	10
4. DESCRIZIONE DEL PROCESSO – LINEA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE	13
4.1 Torrino di distribuzione acqua grezza	13
4.2 Chiari-flocculazione accelerata a fiocchi zavorrati (BFHRC).....	14
4.2.1 Vasca di coagulazione	15
4.2.2 Vasca di flocculazione	15
4.2.3 Vasca di sedimentazione	16
4.2.4 Estrazione fanghi	17
4.3 Adsorbimento su Carbone Attivo in Polvere (PAC) e suo recupero mediante chiari-flocculazione accelerata.....	19
4.4 Post coagulazione.....	21
4.5 Filtrazione Dual Media	21
4.6 Disinfezione finale con sistema misto UV e dosaggio di Biossido di Cloro ..	24
4.6.1 Sistema UV	24
4.6.2 Sistema con Biossido di cloro	25
4.7 Controllo acqua trattata.....	26
5. DESCRIZIONE DEL PROCESSO – LINEA DI TRATTAMENTO DEI FANGHI.....	27
5.1 Introduzione alla linea di trattamento dei fanghi.....	27
5.2 Base di progettazione della linea di trattamento fanghi.....	27

5.3	Vasca raccolta fanghi diluiti	28
5.4	Ispessitore a pacchi lamellari	28
5.5	Serbatoio di stoccaggio fanghi ispessiti	30
5.6	Unità di disidratazione dei fanghi	30
5.7	Stoccaggio dei fanghi disidratati	33
5.8	Linea acque reflue	33
6.	CONSUMI E PRODUZIONE FANGHI	35
6.1	Dosaggi reattivi linea acque e fanghi	35
6.2	Consumo reattivi e produzione fanghi.....	36
6.3	Produzione fango.....	38
6.4	Consumi Energia Elettrica	38

1. PREMESSA

Il presente elaborato ha lo scopo di illustrare la struttura e i criteri di dimensionamento delle sezioni impiantistiche individuate per la potabilizzazione delle acque raccolte nella diga di Campolattaro, parte integrante di un progetto di più ampio respiro che coinvolge aspetti anche irrigui, produzione di energia elettrica, posa di condotte forzate, il tutto finalizzato al convogliamento dell'acqua ai suoi diversi destini.

Il presidio di trattamento, oggetto del presente elaborato, è a servizio dell'Acquedotto Campano ed è posizionato a valle della centrale di produzione energia idro-elettrica, con la quale condivide l'area a loro dedicata. La potenza erogata dalla centrale è sempre superiore alle necessità energetiche dell'impianto di trattamento stesso, eccellente concretizzazione di utilizzo di energie rinnovabili per un'economia circolare e di sviluppo sostenibile.

Il processo depurativo adotta le tecnologie più recenti disponibili sul mercato, anche perchè il contenimento dell'ingombro a terra è stato uno dei criteri ispiratori delle scelte non solo per limitare al massimo l'impatto visivo dei manufatti nei confronti dell'ambiente circostante ma anche per ridurre il consumo di territorio a scopi industriali, in questa zona a forte vocazione agro-enologica. Grande impegno è stato, infatti, profuso durante la fase progettuale per raggiungere detti obiettivi: le strutture sono state quindi pensate quasi completamente interrato e, al contempo, molte coperture sono state previste "a verde" per completare e ampliare le aree verdi a terra di cui l'infrastruttura è riccamente dotata.

Lo schema di trattamento previsto ha il compito di assicurare una distribuzione di acqua potabile all'utenza conforme alle richieste di legge (D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e s.m.i.) e si basa sui seguenti stadi principali, meglio descritti e analizzati successivamente:

- 1) chiari-flocculazione accelerata;
- 2) adsorbimento mediante dosaggio di PAC (Carbone Attivo in Povere) e suo recupero mediante chiari-flocculazione accelerata;
- 3) filtrazione multistrato (Dual Media Filters - DMF);
- 4) disinfezione finale con sistema misto UV e dosaggio di Biossido di Cloro.

La filiera di trattamento si articola su due linee in parallelo indipendenti, a loro volta composte di due semilinee tra loro completamente interdipendenti, tranne che per alcune minori utenze comuni.

La portata nominale di acqua potabile da erogare è stata definita in 2,8 m³/s, (ca. 242.000 m³/d), quella massima in 3,0 m³/s, ma si è dimensionata ciascuna delle 4 semilinee per una capacità massima fino a 800 L/s (ca. 276.500 m³/d), per tener conto con larghezza delle perdite idriche dell'impianto, localizzate nella linea fanghi. La quantità di tali flussi dipende essenzialmente dal grado d'inquinamento dell'acqua afferente all'impianto, ma è stata mantenuta sempre inferiore al 2-3%. Il loro contenimento è ottenuto anche grazie a ricircoli interni di recupero, per minimizzare lo spreco di risorsa idrica, anche se è doveroso considerare che una certa aliquota di acqua non possa essere mantenuta all'interno del trattamento generale, ma deve essere scaricata in corpo idrico superficiale a termini di legge.

La configurazione di trattamento così articolata offre una grande flessibilità in termini sia quantitativi sia qualitativi; è così possibile, da un lato, produrre acqua potabile

anche a portate molte inferiori, fino al 10%, senza alcuna difficoltà operativa e, dall'altro, affrontare eventuali picchi inquinanti particolarmente gravosi, continuando a produrre acqua potabile in conformità alle norme vigenti.

La disposizione planimetrica ha tenuto conto del profilo idraulico generale dell'impianto e dell'orografia del sito prescelto per la sua costruzione. Si è così progettato il sistema in modo da evitare qualsiasi rilancio mediante pompaggio dell'acqua tra i vari stadi di trattamento ma di alimentarli a gravità.

A completamento di quanto citato, è prevista una linea fanghi per il trattamento dei solidi rimossi dalle acque, composta da:

- a) ispessimento a pacchi lamellari
- b) disidratazione meccanica mediante filtro-pressatura
- c) trattamento acque reflue

La linea fanghi, organizzata su due linee parallele indipendenti, è quindi stata attrezzata non solo in modo da ottenere un prodotto solido con il minor tenore di acqua possibile ma anche un refluo liquido che, dopo trattamento dedicato, sia scaricabile in corpo idrico superficiale ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., normativa che regola questo smaltimento.

2. QUALITÀ DELL'ACQUA GREZZA

2.1 PORTATE

La portata massima di acqua potabile da erogare è stata definita in 2,8 m³/s, ma si è preferito dimensionare ciascuna delle citate quattro semi-linee per capacità massima di 800 L/s, corrispondenti a una potenzialità di trattamento di 3,2 m³/s (ca. 276.500 m³/d), per tener conto, come accennato, delle perdite idriche dell'impianto.

Questa situazione è relativa al periodo estivo, quando la domanda di acqua potabile nel comprensorio raggiunge il suo picco massimo. Negli altri periodi dell'anno, la richiesta si riduce decisamente e, sulla base di questo contesto, è stata definito di realizzare l'impianto in modo che possa produrre una portata minima erogata di 500 L/s, senza per questo incontrare alcuna difficoltà operativa o funzionale.

Considerando i recuperi di acqua all'interno del potabilizzatore, cioè il ritorno del surnatante dall'ispessitore lamellare (Paragrafo 5.4), si evidenziano nelle tabelle sotto le portate in gioco per le due condizioni operative tipiche (20 NTU e 200 NTU, vedi oltre).

Torbidità: 20 NTU

Unità di processo	Unità	Portata alimentata allo stadio	Portata effluente dallo stadio	Perdita d'acqua
BFHRC*	m ³ /d	276,462	269,857	2.39%
BFHRC* Carb	m ³ /d	269,857	267,707	0.80%
Filtro DMF	m ³ /d	267,707	259,200*	3.18%
Totale	m ³ /d	276,462	259,200*	6.24%
Recupero dalla linea fanghi**	m ³ /d	14,507	NA	NA
Acqua grezza necessaria	m³/d	261,955	259,200	1.05%

* BFHRC: Chiarificazione accelerata a fiocchi appesantiti

** vedi par. 5.4

Torbidità: 200 NTU

Unità di processo	Unità	Portata alimentata allo stadio	Portata effluente dallo stadio	Perdita d'acqua
BFHRC*	m ³ /d	283,067	269,857	4.67%
BFHRC*-Carb	m ³ /d	269,857	267,707	0.80%
Filtro DMF	m ³ /d	267,707	259,200*	3.18%
Totale	m ³ /d	283,067	259,200*	8.43%
Recupero dalla linea fanghi**	m ³ /d	19,217	NA	NA
Acqua grezza necessaria	m³/d	263,850	259,200	1.80%

* BFHRC: Chiarificazione accelerata a fiocchi appesantiti

** vedi par. 5.4

2.2 CARICHI INQUINANTI

Dall'Agosto 2019 a oggi è stata svolta una campagna analitica che ha portato all'emissione di nove relazioni tecniche per il rilevamento delle caratteristiche qualitative delle acque del lago di Campolattaro per permetterne la classificazione come fonte di produzione di acqua potabile ai sensi del D.lgs. 152/06. Il risultato finale è stato variabile a seconda dei periodi analizzati e, considerando i soli casi peggiori (3 su 9), la fonte idropotabile è stata classificata come di classe A3. Le acque appartenenti a questa classe devono, secondo quanto indicato nella sezione A dell'allegato 2 alla Parte III del Decreto Legislativo 152/06, essere sottoposte a trattamento fisico e chimico spinto, affinamento e disinfezione.

Anche sulla base di queste prescrizioni si è definito e sviluppato lo schema di trattamento del potabilizzatore come indicato precedentemente.

Successivamente, dall'autunno 2020, contestualmente alla campagna di cui sopra, sono state aggiunte rilevazioni analitiche anche dei parametri riportati nella normativa vigente sulla potabilità dell'acqua (D.lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e s.m.i.), dato che non tutti questi parametri erano compresi nel precedente monitoraggio. Si sono rese così disponibili sei caratterizzazioni complete dell'acqua grezza.

Considerando anche queste informazioni, il parametro operativo principale per il dimensionamento del potabilizzatore, oltre alla portata idraulica, sono i Solidi Sospesi, indicati in via indiretta dalla torbidità espressa in NTU (Unità Nefelometriche di Torbidità).

Anche se nelle analisi rilevate non si sono mai superati i 15 mgSS/L (corrispondenti a 11,5 NTU), nella tabella sottostante si riportano altri valori caratteristici, selezionati per descrivere i possibili scenari che l'impianto deve affrontare per questi parametri, con i relativi valori corrispondenti in uscita del trattamento. Si consideri che si è aggiunta appositamente una condizione eccezionale, caratterizzata da 1.000 NTU in ingresso, per verificare la risposta del sistema a questo evento che potrebbe derivare da una proliferazione algale di dimensioni anomale.

Scenari inquinanti previsti in termini di Torbidità

Acqua grezza	Torbidità in ingresso	Torbidità in uscita (95° percentile)	Torbidità in uscita (massimo)
Ottima qualità	5 NTU	0,3 NTU	1 NTU
Buona qualità/Normale	20 NTU	0,3 NTU	1 NTU
Pessima qualità/Occasionale	200 NTU	0,3 NTU	1 NTU
Verifica evento eccezionale	1.000 NTU	1 NTU	3 NTU

A questo parametro è doveroso associarne anche un altro che influisce decisamente sugli aspetti operativi e gestionali del potabilizzatore: il tenore di sostanze organiche, espresse come TOC (Carbonio Organico Totale). Si tenga presente che la legislazione vigente non richiede particolari efficienze di rimozione di questo parametro, limitandosi a prescrivere che il suo tenore nell'acqua potabile sia, se paragonato con quella in ingresso, "senza variazioni anomale". Peraltro, una presenza importante di questo materiale potrebbe comportare odori e/o sapori sgradevoli oppure portare a una, se pur lieve, colorazione: da qui l'importanza del suo controllo e rimozione che, nel caso in oggetto, è garantita dalla possibilità di dosare Carbone Attivo in Polvere (PAC).

Scenari inquinanti previsti in termini di TOC

	TOC in ingresso	TOC uscita
Senza dosaggio PAC	< 5 mg/L	senza variazioni anomale
Con dosaggio PAC	> 5 mg/L	< 5 mg/L

Per quanto riguarda tutti gli altri parametri previsti, le analisi disponibili assicurano che la loro concentrazione è inferiore ai limiti previsti dalla normativa vigente già nell'acqua grezza e quindi non sono da prevedere particolari unità di trattamento dedicate.

Unica eccezione sono i parametri microbiologici, spesso presenti, per i quali si è deciso di fornire una sezione finale di disinfezione particolarmente articolata, potente e robusta.

In sintesi, nella tabella sottostante si riportano i valori minimi, medi e massimi degli altri parametri presi in considerazione per il dimensionamento del depuratore, misurati o attesi.

Condizione	Unità	Ingresso acqua grezza			Requisiti qualità dell'acqua
		Minimo	Medio	Massimo	
Temperatura ambiente ¹⁾	°C	0	20	35	--
Temperatura dell'acqua	°C	4	15	27	--
pH	--	6,5	7,0	8,5	6,5-9,5
Alcalinità	mg CaCO ₃ /L	150	317	400	--
Durezza ¹⁾	mg CaCO ₃ /L	115	158	200	--
Ossigeno disciolto	mg/L	6	7	8	--
COD	mg/L	5	15	30	--
TOC	mg/L	1,25	3,75	7,5	--
Fe totale	mg/L	--	--	298	200

Condizione	Unità	Ingresso acqua grezza			Requisiti qualità dell'acqua
		Minimo	Medio	Massimo	
Fe disciolto	mg/L	--	--	48	--
Coliformi totali (37°C)	UFC/100 ml	--	--	250	0
Colonie (22°C)	UFC/100 ml	--	--	--	Senza variazioni anomale
Coliformi fecali	UFC/100 ml	--	--	60	--
Streptococchi fecali	UFC/100 ml	--	--	70	--
E. Coli	UFC/100 ml	--	--	--	assenti
Enterococchi	UFC/100 ml	--	--	--	assenti
Clostridium perfringens (comprese le spore)	UFC/100 ml	--	--	--	assenti
Alghie	--	--	--	--	assenti

1) valori assunti

2.3 PERIODI OPERATIVI

Come anticipato (par. 2.1), l'impianto in oggetto non è destinato a produrre acqua potabile alla sua massima potenzialità per l'intero anno, in continuo, ma si possono distinguere due regimi idraulici, uno estivo di 122 giorni e uno per i restanti 243.

Per avere una fotografia più completa del funzionamento del presidio depurativo si suddivide il periodo estivo in due spezzoni, caratterizzati da un diverso tipo di qualità dell'acqua grezza da sottoporre a trattamento, ottenendo gli scenari descritti di seguito; questa articolazione si è resa necessaria per ottenere una valutazione dei costi gestionali e dell'impegno di risorse più vicina alla realtà operativa.

- Condizioni operative minime, cioè con produzione di acqua potabile di 500 L/s e acqua grezza da trattare di buona qualità (20 NTU), condizione tipica del periodo invernale, per 243 giorni;
- Periodo di operatività che può definirsi tipica per l'alta stagione, in estate, per 100 giorni dove sono prodotti 2.800 l/s ma avendo in ingresso ancora un'acqua di buona qualità (20 NTU);
- Condizione peggiore, in cui l'acqua influente è di pessima qualità (200 NTU), durante il periodo in cui la produzione è massima (2.800 l/s), per un totale di circa 3 settimane (22 giorni) non continuative.

La seguente tabella illustra meglio la situazione descritta:

Periodi operativi

Periodo	acqua potabile prodotta [L/s]	Torbidità in ingresso [NTU]	TOC [mg/L]	Giorni
Invernale	500	≤ 20	≤ 5	243
Estivo	2.800	≤ 20	≥ 5	100
Estivo	2.800	≤ 200	≥ 15	22

Con queste tempistiche, il presidio di potabilizzazione in oggetto permetterà un'erogazione di oltre 40 milioni di m³ all'anno, di cui il 75% nei mesi estivi.

Si noti come non si sia preso in considerazione un periodo in cui l'influente è di elevatissima qualità (NTU < 5), anche se le analisi hanno rivelato che questa situazione sia presente in modo significativo. Si è infatti preferito un approccio più conservativo per la valutazione dei costi gestionali, accorpendo questo periodo al primo scaglione, fino a 20 NTU. Si pensi che con questo scenario così favorevole, l'impianto potrebbe evitare i primi due stadi di trattamento e avviare l'acqua direttamente ai filtri a sabbia e successiva disinfezione.

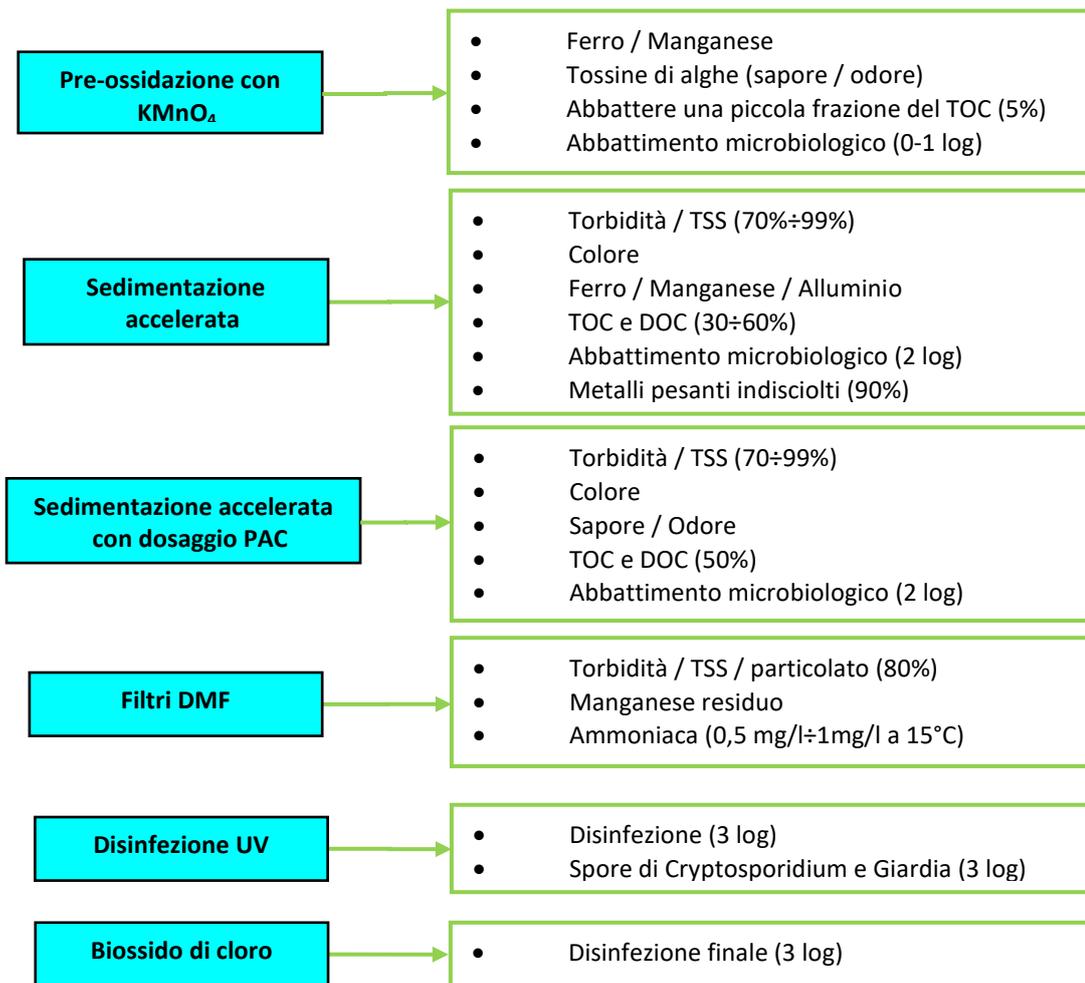
Analogamente, non si è sviluppato in dettaglio il caso di acque decisamente pessime, fino a 1.000 NTU, verificando solo, positivamente, che la linea acque fosse in grado di affrontare questa situazione, restituendo un prodotto adatto alla distribuzione in rete da un punto di vista quali-quantitativo.

Sola la linea fanghi ne viene decisamente influenzata e si è preferito progettare il primo stadio (ispessimento) in modo adeguato a questo scenario, mentre la disidratazione dei fanghi viene mantenuta adatta per una torbidità di 200 NTU. È stato definito questo criterio per non appesantire eccessivamente, a causa di una situazione remota, il valore dell'investimento. In realtà, alla fine, sono possibili due soluzioni: attraverso i previsti punti di connessione di evacuazione dei fanghi ispessiti, si potrà smaltire il prodotto liquido oppure, quando questa soluzione diventa operativamente difficile, si dovrà ridurre la portata di acqua trattata in modo da produrre un quantitativo di fango compatibile con la capacità della sezione di disidratazione.

2.4 STRATEGIE DI TRATTAMENTO DEGLI INQUINANTI

In base alla prevista concentrazione degli inquinanti e agli obiettivi richiesti sull'acqua trattata del presidio in oggetto, vengono proposti i processi sotto elencati e di essi si riporta la normale efficienza di rimozione ottenibile.

Peraltro, quanto previsto può rimuovere anche altri inquinanti che, a oggi, non si sono rivelati presenti nelle acque in oggetto ma potrebbero esserlo in un futuro; in questo senso, infatti, gli stadi di depurazione previsti sono da considerarsi come guardia, di emergenza, di altri parametri specifici (in particolare Ferro, Manganese, Ammoniaca, Metalli Pesanti) sulla base delle loro possibili inaspettate variazioni. Anche di questi si riportano le normali efficienze di rimozione.



2.5 RIMOZIONE FERRO / MANGANESE

Una delle principali funzioni della pre-ossidazione applicata all'inizio del potabilizzatore è quella di coadiuvare alla rimozione di ferro e manganese.

Le reazioni chimiche della loro ossidazione e successiva rimozione per separazione solido/liquido, sono le seguenti:

- $2\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{MnO}_2 + 2\text{H}^+$
- $\text{Mn}^{2+} + \text{MnO}_4^- \rightarrow 2\text{MnO}_2\downarrow$

Con le reazioni di cui sopra, le il dosaggio raccomandato risulta:

- 1,4mg (KMnO₄) / mg(Fe)
- 4,0 mg (KMnO₄) / mg (Mn)

2.5.1 Rimozione cariche microbiologiche

Un dosaggio di raggi UV di 40 mJ/cm², accoppiato a un 90% di trasmittanza della massa liquida, garantiscono non solo una disinfezione batterica di 2-3 log ma anche la rimozione di circa 3 log delle spore di Cryptosporidium e Giardia.

Come anche descritto nello schema precedentemente riportato, le riduzioni dei costituenti microbiologici (coliformi totali, coliformi fecali e altri agenti patogeni) sono le seguenti:

- ✦ Pre-ossidazione: 0-1 log
- ✦ Chiarificazione accelerata: 2 log
- ✦ Chiarificazione accelerata con additivazione di PAC: 2 log
- ✦ Filtri DMF: 0 log
- ✦ Disinfezione UV: 2-3 log
- ✦ Disinfezione ClO₂: 3 log

2.6 PARAMETRI ATTIVATORI DEL PROCESSO DI RIMOZIONE DI SPECIFICI INQUINANTI

I processi proposti sono sicuri, adattabili e flessibili nel loro funzionamento; per l'ottimizzazione dei costi operativi, la loro attivazione va basata su un loro inserimento nella filiera di trattamento con principio "alla bisogna", cioè della loro reale necessità, come schematicamente riportato in seguito.

- Pre-ossidazione: in funzione solo se il Ferro disciolto (Fe²⁺) è maggiore di 0,3 mg/L e/o se il Manganese disciolto (Mn²⁺) è maggiore di 0,02 mg/L e/o se il TOC (DOC) è maggiore di 5-10 mg/L e/o l'acqua si presenta con sapore o sgradevoli;
- Solo quando la pre-ossidazione è in funzione, il pH viene regolato per essere mantenuto nell'intorno di 7,0-7,2 grazie alla prevista possibilità di dosare calce;
- L'inserimento del dosaggio di Carbone attivo in polvere è attuato solo se TOC (DOC) è maggiore di 5-10 mg/L.
- Quando viene aggiunto PAC, il pH all'ingresso può essere regolato a valori nell'intorno di 6,5 grazie alla possibilità di dosare di Acido Solforico: questa operazione si renderebbe necessaria solo se fossero da rimuovere anche alcuni specifici microinquinanti emergenti, oggi non rilevati.

Il principale parametro (TOC/COD) di attivazione dei vari trattamenti è monitorato attraverso strumentazione online, all'ingresso dell'acqua grezza.

I restanti parametri (come Ferro e Manganese) sono da campionare in base alla procedura di campionamento e alla relativa frequenza selezionata dal gestore, tipicamente giornaliera, sia nell'acqua grezza sia in quella acqua trattata dopo filtrazione.

3. SCHEMA DI IMPIANTO

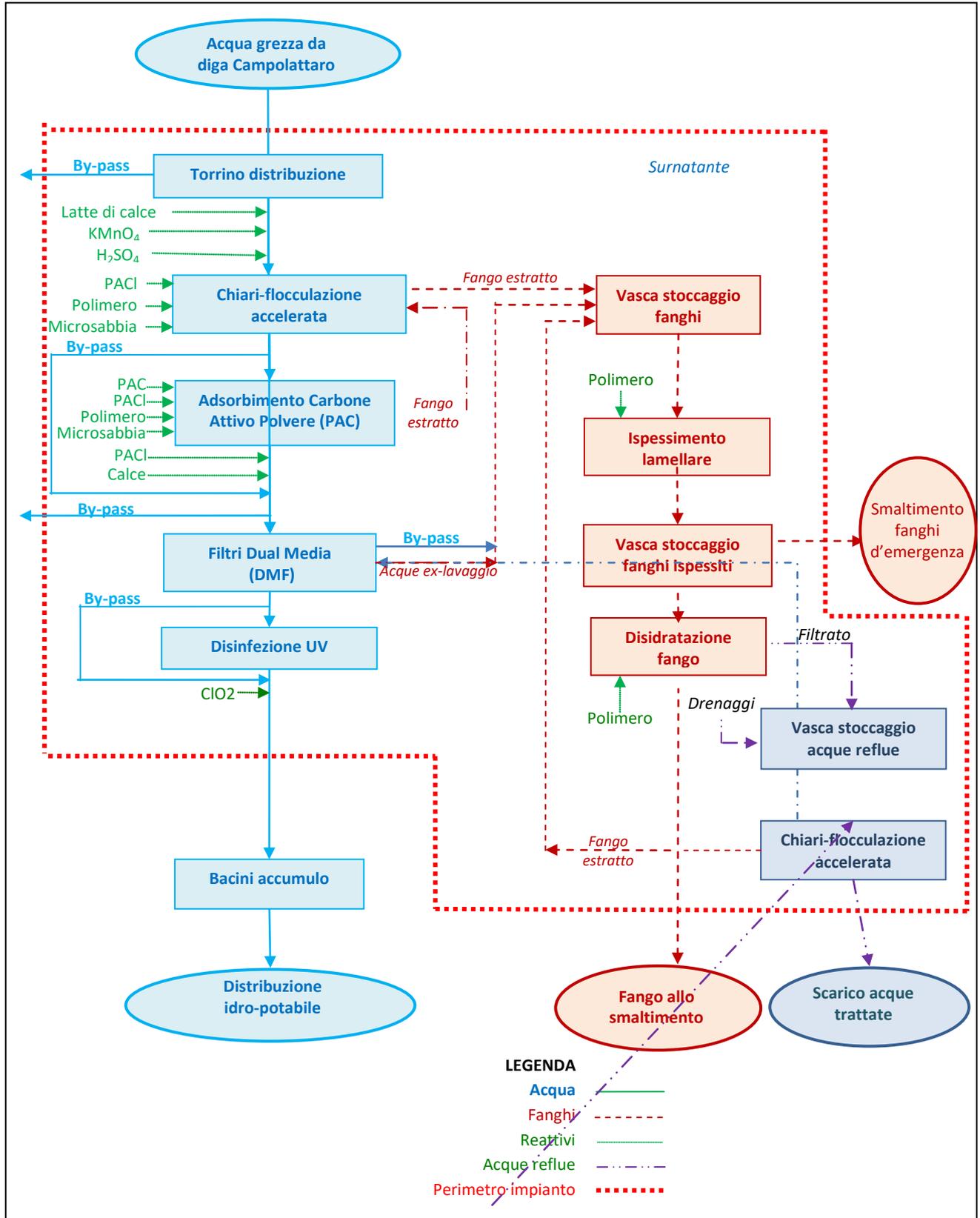
Lo schema di trattamento previsto ha il compito di assicurare una distribuzione di acqua potabile all'utenza conforme alle richieste di legge (D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e s.m.i.) e si basa sui seguenti stadi principali, meglio descritti e analizzati successivamente:

- 1) chiari-flocculazione accelerata a fiocchi appesantiti;
- 2) adsorbimento mediante dosaggio di PAC (Carbone Attivo in Povere) e suo recupero mediante chiari-flocculazione accelerata;
- 3) filtrazione su filtri multistrato (Dual Media Filters - DMF);
- 4) disinfezione finale con sistema misto UV e dosaggio di Biossido di Cloro.

La filiera di trattamento si articola su due linee in parallelo indipendenti, a loro volta composte di due semilinee tra loro interdipendenti, tranne che per alcune utenze in comune. Le quattro uscite dello stadio 2) citato precedentemente sono riunite tra loro per poi essere suddivise di nuovo in due flussi uguali, alimentati al successivo stadio 3), per rendere la filiera delle singole semilinee ancor più intercambiabile e molto più flessibile.

Inoltre è prevista la possibilità di by-passare lo stadio 2) alimentando direttamente, dopo la chiari-flocculazione 1), i filtri a sabbia per evitare il dosaggio del carbone e dei relativi composti chimici in tutti quei periodi che si rende inutile, con intuibili vantaggi gestionali.

Schema a blocchi potabilizzatore



4. DESCRIZIONE DEL PROCESSO – LINEA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE

4.1 TORRINO DI DISTRIBUZIONE ACQUA GREZZA

L'acqua grezza proviene dalla centrale idroelettrica tramite una condotta DN 1400, a valle di una sezione di grigliatura là ubicata che elimina i materiali solidi di medie dimensioni, cioè maggiori di 25 mm. La griglia è di tipo a nastro, con capacità massima di 3.200 L/s, installata in canale da 2,4 m; ulteriori dettagli costruttivi sono rilevabili nella Tavola DP.02.02.

Prima di entrare nella prima vasca di distribuzione, viene misurato il flusso in ingresso e una valvola di regolazione a fuso, posta a valle, ne permette la regolazione al valore impostato desiderato.

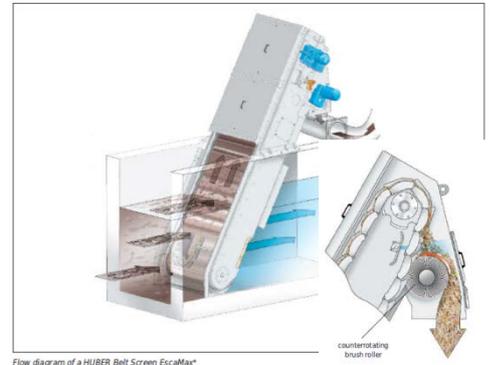
Sono previsti anche la serie di strumenti di controllo continuo della qualità dell'acqua in ingresso, con rilevazione dei seguenti parametri: Torbidità, DO, NH_4^+ , TOC, pH, Conducibilità, ORP, NO_3^- .

Tale rilevazioni multi-parametriche sono ridondate nel pozzo di interconnessione appena a valle della presa iniziale. In tal modo si potranno avere informazioni sulle caratteristiche qualitative di quanto in arrivo al potabilizzatore con un anticipo di un paio d'ore, situazione che permetterà alla gestione di avere del tempo per mettere in atto contromisure atte ad affrontare eventi potenzialmente negativi. Per esempio, una variazione significativa, al rialzo, del tenore di organico necessita la messa in servizio della sezione di adsorbimento su carbone che potrebbe essere inattiva vista l'ottima qualità di quanto in arrivo fino a quel momento. Questo avviamento, tipicamente, è dell'ordine di 40-50 minuti e, di conseguenza, quando il picco di TOC raggiunge l'impianto, trova già in esercizio e in condizioni stazionarie la relativa sezione trattamento.

La vasca di distribuzione della portata è dotata di:

- quattro stramazzi a regolazione automatica (larghezza 5 m ciascuno) che dividono il flusso in 4 correnti;
- quattro paratoie di fondo per l'isolamento (1000x1000 mm), nella tubazione a valle di ogni citato stramazzo per escludere il primo stadio di trattamento;
- una canaletta di sfioro, posta nella vasca di carico dei 4 stramazzi, collegata a una condotta di evacuazione DN 500, che consente una capacità di sfioro superiore a 1.200 m³/h per eventuali by-pass di emergenza.

Stramazzo a regolazione automatica



Nella camera a valle, su ciascuna linea, sono previsti non solo i punti di dosaggio di calce, $KMnO_4$ e H_2SO_4 (usati tutti in condizioni di emergenza), ma anche del Policloruro di Alluminio, agente coagulante del successivo stadio di chiari-flocculazione accelerata.

Le caratteristiche del separatore di flusso sono riportate nella tabella seguente.

Torrino distribuzione	
Portata massima in entrata	12.500 m ³ /h
Numero di stramazzi	4
Lunghezza stramazzo	5 m

4.2 CHIARI-FLOCCULAZIONE ACCELERATA A FIOCCHI ZAVORRATI (BFHRC)

Dopo la distribuzione del flusso, l'acqua fluisce in quattro unità di chiarificatori a flocculazione zavorrata (BFHRC), dove la maggior parte dei solidi sospesi e della torbidità sono rimossi con fasi di coagulazione, flocculazione e sedimentazione.

Fondamentalmente, come evidente, il processo BFHRC è molto simile alla tecnologia convenzionale di trattamento delle acque. Sia il processo BFHRC che il processo convenzionale utilizzano un coagulante per la destabilizzazione delle cariche elettriche di superficie dei colloidi e un polimero flocculante per l'aggregazione di particelle/solidi sospesi, in seguito rimosse mediante sedimentazione a gravità.

Il principale miglioramento ottenuto nel processo BFHRC è l'aggiunta ai fiocchi, formati come detto, di supporti di zavorra, come microsabbia o altri materiali, che agiscono da "semi" per la formazione di conglomerati fioccosi caratterizzati da un'alta densità. Il risultato è un insieme che può essere facilmente rimosso mediante sedimentazione a gravità anche a carichi idraulici elevati, consentendo quindi l'adozione di un sedimentatore con tempi di ritenzione idraulici molto brevi. Ciò si traduce in un sistema estremamente compatto, con un ingombro molto ridotto, fino a 10 volte inferiore rispetto ad altri processi di chiarificazione convenzionale di identica capacità.

Meccanismo di zavorramento nel processo di BFHRC

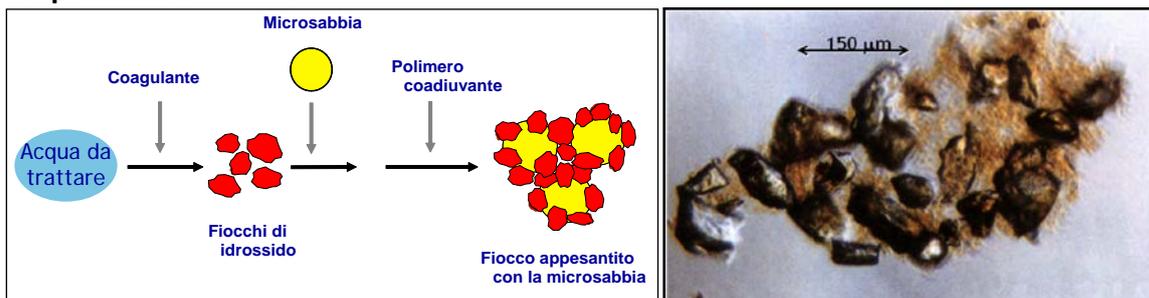
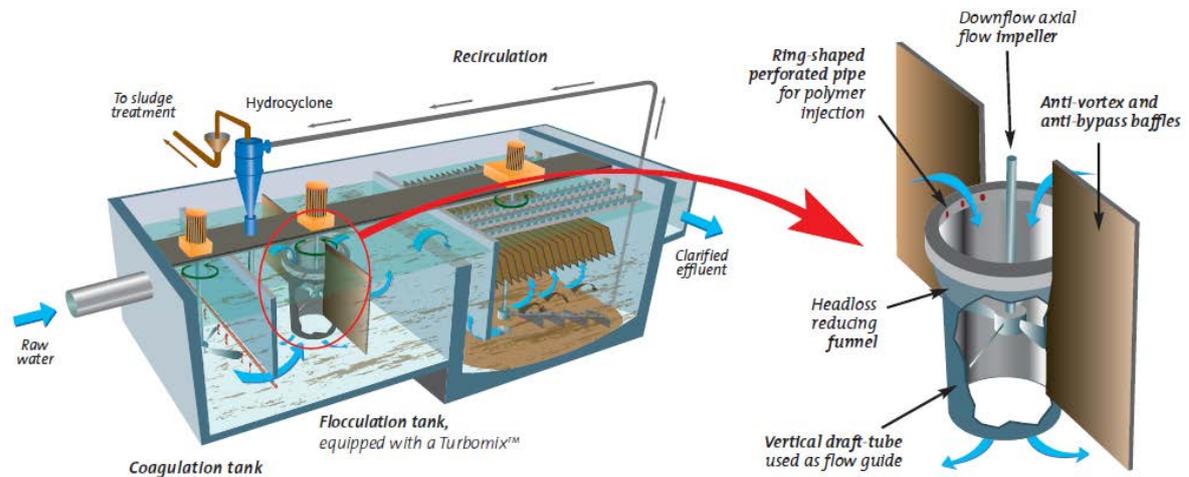


Immagine al microscopio del fiocco di fango aggregato alla microsabbia, che costituisce un supporto pesante, facilmente sedimentabile

Schema tipico sedimentatore a fiocchi appesantiti



4.2.1 Vasca di coagulazione

Le particelle naturali colloidali (solidi sospesi) che causano torbidità sono caratterizzate dal possedere una carica tipicamente negativa, cui consegue una reciproca repulsione, e quindi un'elevata stabilità nell'acqua. Per essere rimosse, queste particelle devono subire una prima fase di destabilizzazione, che viene ottenuta mediante l'utilizzo di un coagulante, tipicamente un sale di Ferro o Alluminio; nel caso in oggetto si è adottato il Policloruro d'Alluminio (PACl).

Il criterio base per la scelta del punto di dosaggio di questo prodotto è quello di individuare una zona a monte della vasca di reazione, il più lontano possibile, ad elevata turbolenza, soluzione finalizzata all'ottimizzazione della sua dissoluzione in acqua. Il flusso così pre-condizionato entra nel dedicato bacino di coagulazione propriamente detto, dove sono previste condizioni di miscelazione rapida tali da finalizzare la veloce e completa dispersione della sostanza chimica nel liquido e un intimo contatto con le particelle da trattare; un miscelatore ad asse verticale, a velocità fissa, montato nella parte superiore, mantiene dette necessarie condizioni di turbolenza.

4.2.2 Vasca di flocculazione

Nella fase successiva, la flocculazione, la miscelazione è lenta per consentire la formazione di aggregati più grandi, pur mantenendo la sospensione dei fiocchi; viene così installato un miscelatore lento, a velocità variabile, ad asse verticale. Per garantire l'omogeneizzazione e la completa miscelazione delle sostanze chimiche, si prevede anche un Tubo Convogliatore (Draft Tube) in Aisi 304, con crociera di fondo, il tutto per ottimizzare l'idraulica nella vasca stessa. Tra il tubo e le pareti della vasca vengono costruiti deflettori antivortice, progettati per garantire non solo che la velocità dell'acqua che scorre all'interno del compartimento e dei deflettori, non causi la rottura dei fiocchi ma anche che siano evitati corti circuiti ingresso/uscita.

Nella vasca di flocculazione viene inoltre aggiunta microsabbia o altro materiale zavorrante, con una dimensione media delle particelle da 90 a 110 μm circa, che svolge diversi ruoli importanti nel processo BFHRC:

- l'elevato rapporto superficie/volume specifico delle particelle funge da "seme" per la formazione del fiocco;
- zavorra e polimeri favoriscono l'intrappolamento delle particelle con conseguente formazione di grandi fiocchi stabili;
- il peso specifico relativamente elevato della zavorra forma fiocchi che sono significativamente più densi e robusti di quelli prodotti dal solo processo convenzionale, permettendo velocità di sedimentazione notevolmente più elevate e consentendo carichi idraulici significativamente più elevati; questi fattori si traducono poi in consistenti riduzioni di volume e d'ingombri planimetrici.
- l'elevata concentrazione di zavorra all'interno del processo BFHRC contrasta molto efficacemente gli effetti, anche repentini, dei cambiamenti nella qualità dell'acqua grezza in ingresso;
- la zavorra, chimicamente inerte, non reagisce con la chimica di processo, consentendone l'efficace rimozione dai fanghi chimici e il suo continuo riutilizzo.

4.2.3 Vasca di sedimentazione

Dopo la flocculazione, le particelle vengono rimosse dall'acqua nella vasca di sedimentazione finale. La separazione viene migliorata, oltre che dall'uso di materiale zavorrante, dall'adozione di pacchi lamellari che hanno la funzione di smorzamento della turbolenza, di raddrizzare i filetti fluidi in modo da ottenere un moto il più possibile laminare e di contribuire a utilizzare l'intera superficie orizzontale disponibile.

La superficie coperta da pacchi è pari a quella totale del decantatore al netto del canale d'ingresso, del canale centrale di raccolta chiarificato e della zona occupata dalla proiezione della parte finale dei pacchi che, grazie al telaio di supporto in Aisi 304, possono poggiare direttamente su travi di cemento.

Per l'ispezione e la manutenzione ordinaria delle lamelle, è prevista una valvola manuale di scarico, appena sotto il pacco lamellare, per drenare l'acqua chiarificata nella parte superiore della vasca.



L'acqua fluisce nel comparto di sedimentazione sotto i moduli di pacchi lamellari e scorre poi verso l'alto attraverso i canali di cui sono costituiti questi pacchi. Le particelle e i fiocchi depositati sulle lamelle scivolano verso il basso per gravità. L'uso combinato di un'elevata velocità allo specchio, associata all'inclinazione delle lamelle (60°), consente una continua pulizia, minimizzando così l'accumulo di fiocchi sulle piastre.

La maggior parte dei fiocchi, però, precipita già nella zona d'ingresso della sedimentazione, prima di poter risalire fino alla zona dei pacchi lamellari; questi ultimi, quindi, non vengono interessati significativamente dal materiale se non da una sua quota minima. Questo fenomeno è dovuto sia alla buona coagulazione e flocculazione realizzate a monte sia alla loro progettazione ottimizzata.

Il surnatante chiarificato viene raccolto da un sistema superiore di canalette, collegate a un canale centrale principale da cui l'acqua chiarificata gravita verso il successivo stadio di trattamento.

4.2.4 Estrazione fanghi

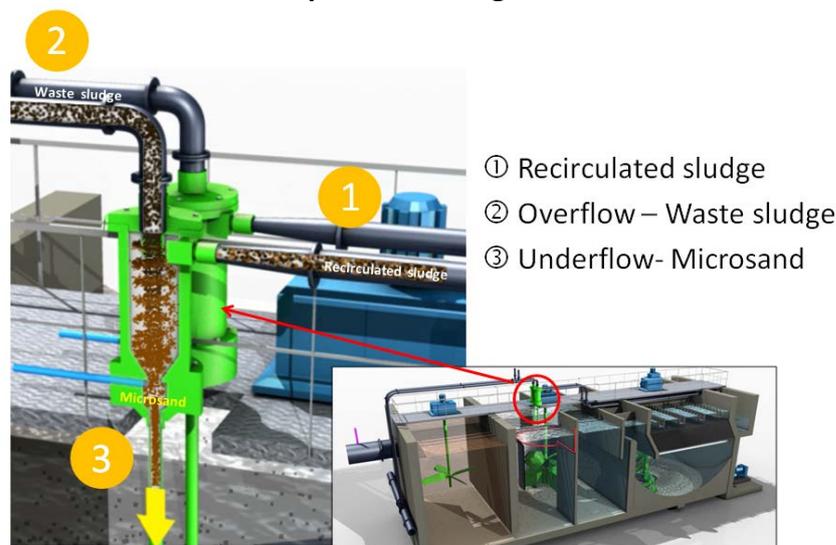
I fanghi sedimentati (miscela di solidi fioccosi e zavorra) vengono accompagnati nella fossa centrale del manufatto mediante un carroponete rotante, a velocità variabile, dotato di raschie di fondo. Quanto raccolto è poi rilanciato da 4 circuiti di ricircolo indipendenti verso idrocycloni per la separazione della zavorra dai fanghi propriamente detti; le unità operative lavorano in continuo per mantenere la corretta concentrazione di zavorra nel sistema.

Le pompe di ricircolo dei fanghi sono installate nella stazione di pompaggio adiacente alla zona di sedimentazione. Il tasso totale di ricircolo è il 12% del flusso massimo in ingresso (3% per ogni circuito) per meglio seguire le variazioni quantitative e qualitative dell'alimentazione, come meglio evidenziato nella tabella successiva.

Oltre alla possibilità di flussare in automatico i circuiti, operazione da fare a ogni arresto e partenza degli stessi, sono previste valvole di lavaggio manuali per lo spurgo d'emergenza delle tubazioni.

Gli idrocycloni sono progettati per utilizzare la forza centrifuga per separare la zavorra dai fanghi. Gli idrocycloni sono installati sulla parte superiore della vasca di flocculazione e la zavorra viene recuperata nel flusso inferiore e riciclata direttamente nella vasca di flocculazione, mentre i fanghi escono superiormente e alimentano per gravità il serbatoio di stoccaggio a loro dedicato.

Schema funzionamento separazione fango-sabbia con idrociclone



Data l'elevata efficienza di separazione dell'idrociclone, solo una piccola porzione di zavorra va persa durante la separazione e deve essere compensata periodicamente.

È previsto un sistema dedicato di dosaggio automatico della nuova zavorra necessaria per compensarne le perdite, i cui componenti chiave, per ciascuna linea, comprendono un silo di 5 m³ accessorato con celle di carico per conoscere il peso di quanto contenuto, un filtro a maniche contro le emissioni di polvere durante il carico e coclee di dosaggio nella parte inferiore. La zavorra viene consegnata da autocisterne, le cui pompe a vuoto convogliano la zavorra nel silo.

In totale, sono previsti quattro gruppi, totalmente indipendenti, che immettono la zavorra nella vasca di flocculazione secondo la necessità di ciascuna linea.



Stoccaggio zavorra, sistema di trasporto e dosaggio con coclee

Il dimensionamento del chiarificatore BFHRC è illustrato nella tabella seguente:

Chiari-flocculazione accelerata (BFHRC)			
Condizioni operative	Media (20 NTU)	Punta (200 NTU)	Eccezionale (1000 NTU)
Portata di progetto	11,519 m ³ /h	11,794 m ³ /h	12,522 m ³ /h
Vasca di coagulazione	Quantità: 4 celle Tempo di ritenzione: 2,6 min Volume utile: 121,5 m ³ Dimensioni = 4,5 x 4,5 x 6,0 m	Tempo di ritenzione: 2,5 min	Tempo di ritenzione: 2.3 min
Vasca di flocculazione	Quantità: 4 celle Tempo di ritenzione: 6,2 min Volume utile: 292,8 m ³ Dimensioni = 8,0 x 6,1 x 6,0 m	Tempo di ritenzione: 6.0 min	Tempo di ritenzione: 5.5 min
Vasca di sedimentazione	Numero: 4 celle Diametro: 10 m Lunghezza ingresso: 1,5 m Profondità dell'acqua: 6,0 m Diametro canali: 40 mm Lunghezza canali: 1,0 m Velocità di risalita: 36,9 m/h Tempo di sedimentazione: 11,5 min	Velocità di risalita: 37,8 m/h Tempo di sedimentazione: 11,2 min	Velocità di risalita: 37,5 m/h Tempo di sedimentazione: 10,4 min
Ricircolo	Tasso di ricircolo: 3% Portata per linea: 86 m ³ /h N. di linee in servizio: 1	Tasso di ricircolo: 5,8% Per linea: 86 m ³ /h N. linee in servizio: 2	Tasso di ricircolo: 11% Per linea: 86 m ³ /h N. linee in servizio: 4
Fanghi estratti	Quantità: 11,170 kg/d Concentrazione SS: 1,69 g/l Volume fanghi: 6.605 m ³ /d	Quantità: 75,464 kg/d Concentrazione: 5,71 g/l Volume: 13.210 m ³ /d	Quantità: 368.846 kg/d Concentrazione: 13,96 g/l Volume: 26.419 m ³ /d

4.3 ADSORBIMENTO SU CARBONE ATTIVO IN POLVERE (PAC) E SUO RECUPERO MEDIANTE CHIARI-FLOCCULAZIONE ACCELERATA

Dopo il confronto con il processo di inter-ozonizzazione, riportato nella relazione generale, si è deciso di adottare come fase di trattamento per la rimozione della materia organica e similari un processo di adsorbimento su Carbone Attivo in Polvere e suo recupero mediante chiari-flocculazione accelerata (BFHRC-Carb)

L'effluente da ciascuna unità BFHRC descritta in precedenza fluisce a gravità nella corrispondente unità BFHRC-Carb e, quindi, anche per questa applicazione sono proposte quattro (4) unità in parallelo; scopo della sezione è la rimozione dei seguenti inquinanti:

- composti organici in generale;
- cattivi odori/sapori e colore;
- torbidità e solidi sospesi.

I singoli stadi di trattamento che compongono ciascuna unità sono i seguenti:

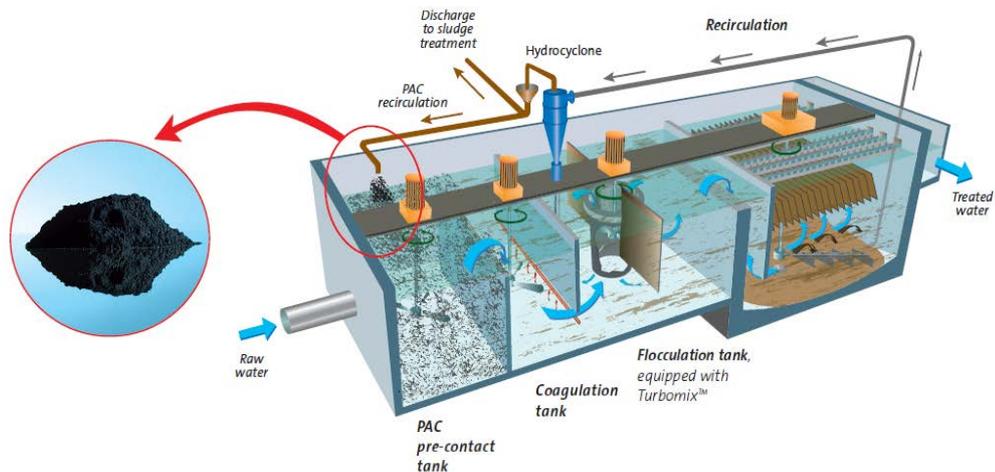
- Vasca di contatto PAC
- Vasca di coagulazione
- Vasca di flocculazione
- Zona di sedimentazione

Ogni unità BFHRC-Carb è dotata, come primo stadio, di una vasca di contatto PAC, dosato al suo ingresso insieme quello recuperato in sedimentazione e qui ricircolato. Per garantire l'omogeneizzazione e la completa miscelazione delle sostanze, è previsto un miscelatore lento, ad asse verticale e velocità variabile, accessorio con un Tubo Convogliatore (Draft Tube) in Aisi 304 con crociera di fondo. Tra il tubo e le pareti della vasca vengono costruiti deflettori antivortice, progettati per impedire corto circuiti ingresso/uscita e quindi assicurare il corretto tempo di contatto tra PAC e fluido.

A valle, è prevista una vasca di coagulazione dove il reattivo chimico (ancora Policloruro di Alluminio) viene dosato e miscelato grazie a un agitatore veloce ad asse verticale, a velocità costante.

L'acqua così condizionata sfiora nella vasca di flocculazione, dove viene installato un miscelatore lento, sempre ad asse verticale ma a velocità variabile. Per garantire l'omogeneizzazione e la completa miscelazione delle sostanze chimiche, è anche qui previsto un Tubo Convogliatore (Draft Tube) in Aisi 304, con crociera di fondo per ottimizzare l'idraulica nella vasca stessa. Tra il tubo e le pareti della vasca vengono costruiti deflettori antivortice, progettati per garantire che la velocità dell'acqua che scorre all'interno del compartimento e dei deflettori non causi la rottura dei fiocchi.

Schema tipico adsorbimento su Carbone Attivo in Polvere (PAC) e suo recupero mediante chiari-flocculazione accelerata



L'acqua scorre sopra la parete divisoria ed entra nella zona di sedimentazione in modo uniforme, per tutta la larghezza della vasca; il flusso poi scorre verso l'alto attraverso il pacco lamellare e il surnatante chiarificato viene raccolto da un sistema superiore di canalette, collegate a un canale centrale principale da cui l'acqua chiarificata gravita verso le successive unità di filtrazione.

I moduli a lamelle e il loro telaio di supporto poggiano su travi di cemento nella zona di sedimentazione. Per l'ispezione e la manutenzione ordinaria delle lamelle, è prevista una valvola manuale di scarico, appena sotto il pacco lamellare, per drenare l'acqua chiarificata nella parte superiore della vasca.

In ogni unità viene installato un carroponete centrale, a velocità variabile, per la raccolta dei fiocchi che si depositano sul fondo della vasca, per trasferirli verso una tramoggia centrale.

La tubazione di estrazione dei fanghi sedimentati dalla tramoggia è collegata alle pompe di ricircolo dei fanghi installate nella stazione di pompaggio adiacente alla zona di sedimentazione; il tasso totale di ricircolo è circa il 10% del flusso massimo trattabile.

Oltre alla possibilità di flussare in automatico i singoli circuiti, operazione da fare a ogni arresto e partenza dello stesso, sono previste valvole di lavaggio manuali per lo spurgo d'emergenza delle tubazioni.

Il ricircolo totale in ogni vasca è suddiviso in due linee: il 9% viene convogliato alla vasca di contatto PAC e l'1% viene estratto dalla vasca di sedimentazione verso un idrociclone per la separazione della zavorra da fanghi rimossi (principalmente chimici, dovuti al dosaggio di Alluminio, e quota di PAC). La prima è recuperata e re-immessa nel sistema mentre i secondi, data la loro scarsa concentrazione, sono inviati in testa del primo stadio di chiari-flocculazione dove i solidi saranno poi rimossi in questa unità e da qui avviati alla linea fanghi; in tal modo non solo si evita un appesantimento idraulico della linea fanghi ma si ottiene anche un importante recupero di acqua.

Quando una delle unità BFHRC-Carb è fuori servizio, il suo flusso può essere bypassato direttamente alla successiva filtrazione multistrato.

Il dimensionamento del BFHRC-Carb è illustrato nella tabella seguente:

Adsorbimento Carbone in Polvere e recupero mediante chiari-flocculazione accelerata		
	20/200 NTU	1000 NTU
Portata di progetto	11.244 m ³ /h	11.421 m ³ /h
Vasca di contatto PAC	Tempo di ritenzione: 10,0 min Volume vasca: 505,8 m ³ Dimensioni = 8,5 x 8,5 x 7,0	Tempo di ritenzione: 9,8 min
Vasca di coagulazione	Tempo di ritenzione: 2,4 min Volume utile vasca: 121,5 m ³ Dimensioni = 4,5 x 4,5 x 6,0 m	Tempo di ritenzione: 2,4 min
Vasca di flocculazione	Tempo di ritenzione: 5,6 min Volume utile vasca: 292,8 m ³ Dimensioni = 8,0 x 6,1 x 6,0 m	Tempo di ritenzione: 5,6 min
Vasca di sedimentazione	Diametro: 10 m Lunghezza zona di ingresso: 1,5 m Profondità dell'acqua: 6,5 m Diametro canali: 40 mm Lunghezza canali: 1,0 m Velocità di risalita: 37,2 m/h Tempo di ritenzione: 10,7 min	Velocità di risalita: 37,8 m/h Tempo di ritenzione: 10,6 min
Ricircolo	Tasso di ricircolo: 10% Portata: 280 m ³ /h per linea Interno: 252 m ³ /h per linea	Tasso di ricircolo: 10% Portata: 280 m ³ /h per linea Interno: 252 m ³ /h per linea
Ingresso idrociclone	Portata: 28 m ³ /h (1%) per linea	Portata: 28 m ³ /h (1%) per linea
Ricircolo verso primo stadio	Portata: 22,4 m ³ /h	Portata: 22,4 m ³ /h

4.4 POST COAGULAZIONE

Dopo il trattamento con le fasi di chiarificazione BFHRC e BFHRC-Carb, il coagulante viene dosato anche nella canaletta che alimenta il successivo stadio di filtrazione, per eliminare i polimeri residui ed evitare il possibile intasamento da loro causato.

Il tasso di dosaggio teorico varia da 2 a 5 mg/L di soluzione anche se il dosaggio operativo viene determinato durante la messa in servizio.

4.5 FILTRAZIONE DUAL MEDIA

La filtrazione è un processo per separare i solidi sospesi fini dall'acqua mediante passaggio attraverso un mezzo granulare fine. Per questa applicazione vengono proposti filtri a gravità multistrato, con due strati filtranti (DMF) propriamente detti e uno strato lapideo grossolano di supporto. Si tratta di filtri a flusso discendente, che operano a livello e flusso costante con la classica modalità di controlavaggio (mediante aria e acqua), utilizzando acqua filtrata per il lavaggio e l'allontanamento dei solidi intrappolati nel processo operativo.

La batteria di filtrazione del progetto viene dotata di venti filtri identici, disposti in due blocchi da dieci filtri, affiancati a formare 2 linee indipendenti. I DMF sono progettati

per soddisfare una velocità di filtrazione massima quando un filtro per ogni blocco è fuori servizio per il periodico lavaggio.

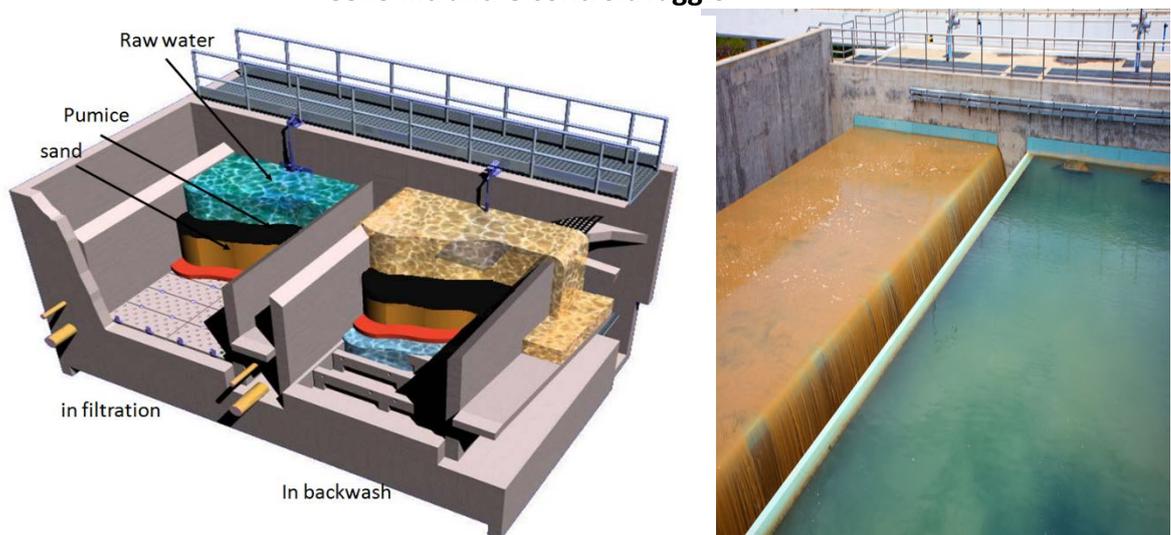
L'acqua chiarificata proveniente dalle unità BFHRC-Carb fluisce a gravità verso le unità di filtrazione. Viene installato un sensore di livello a ultrasuoni per mantenere un livello di acqua definito al di sopra del mezzo filtrante.

Ogni filtro è costituito da uno strato superiore di antracite adagiato su uno strato di sabbia fine. L'antracite è grossolana e ha una maggiore capacità di trattenere solidi rispetto alla sabbia, il che può rendere più efficiente la rimozione della torbidità per valori anomali; per il secondo strato vengono utilizzati quarzo a grana dura o sabbia silicea. Detta stratificazione filtrante Dual Media è supportata da un ulteriore strato di ghiaia che fornisce una distribuzione adeguata e uniforme dell'acqua e dell'aria di controlavaggio. La profondità dello strato di ghiaia è di 100 mm, mentre la profondità totale dello strato filtrante è di 1.300 mm.

L'acqua che passa attraverso i filtri entra nel sistema di drenaggio situato sul fondo del filtro. Il sistema di drenaggio raccoglie l'acqua filtrata e distribuisce uniformemente aria di lavaggio e acqua di controlavaggio attraverso la cella del filtro durante la fase di controlavaggio. I componenti principali di questo sistema sono pavimenti flottanti associati a set di ugelli che vengono utilizzati come supporto per i mezzi filtranti. Il pavimento flottante è realizzato in cemento armato prefabbricato con piastre di dimensioni tipiche di 994 mm x 1200 mm x 120 mm (spessore). Gli ugelli vengono inseriti nel pavimento flottante e il numero di ugelli filtranti è di circa 50 per m². Gli ugelli sono realizzati in PP con fessure di idonea dimensione.

I pavimenti flottanti sono progettati per essere fissati saldamente alla struttura per evitare il sollevamento durante il controlavaggio e la pressione durante la filtrazione. Tutto il materiale di fissaggio all'interno dei filtri deve essere non corrosivo.

Celle filtranti e controlavaggio



Viene installato un sensore di pressione per ogni uscita del filtro per il controllo del flusso. In caso di ostruzione del mezzo filtrante, la pressione varia di conseguenza. Per mantenere il valore preimpostato, il segnale in tempo reale dal sensore viene utilizzato per modulare la valvola di uscita dell'acqua filtrata.

Il controlavaggio del filtro comprende tre fasi principali:

- ✓ Lavaggio con aria: portata d'aria di 50 Nm³/m²/h.
- ✓ Controlavaggio simultaneo e lavaggio con aria: per il controlavaggio viene utilizzata acqua filtrata con una portata di 10 m³/m²/h e la portata d'aria è di 50 Nm³/m²/h.
- ✓ Risciacquo con sola acqua con un minimo di 50 m³/m²/ora di acqua filtrata.

Ci sono due sistemi di controlavaggio indipendenti, ciascuno per ogni blocco di 10 filtri.

Il sistema di lavaggio ad aria per la filtrazione è costituito da tre (2+1 riserva comune) soffianti e sistemi di tubazioni per il convogliamento dell'aria a tutti i filtri. Le soffianti, di tipo a lobi, con cabina insonorizzante vengono posizionate nella sala ventilatori. Il livello sonoro previsto a un metro di distanza dalla sala ventilatori è inferiore a 85 dB. I set point del lavaggio ad aria (flusso e durata) vengono impostati dall'operatore sul sistema SCADA.

Le principali funzioni dei DMF sono le seguenti:

- Rimozione di torbidità e solidi sospesi;
- Rimozione di ferro ossidato, manganese (mediante trattamento a monte con KMnO₄)

Filtrazione Dual Media		
Tipo di filtro	Filtro DMF con riciclatore	
Configurazione scelta	Superficie di ciascun filtro 74,8 m ² Mezzi: antracite e sabbia silicea Altezza antracite: 800 mm Altezza sabbia: 500 mm Altezza ghiaia: 100 mm	
Condizione	20/200 NTU	1000 NTU
Ciclo di controlavaggio	36 ore	24 ore
Flusso acqua in ingresso	11.133 m ³ /h	11.299 m ³ /h
Numero filtri	2x10	
Velocità di filtrazione	7,5 m/h (N) 8,3 m/h (N-2)	7,6 m/h (N) 8,4 m/h (N-2)
Velocità aria di controlavaggio	50 Nm/h	
Flusso aria di controlavaggio	3.740 Nm/h	
Capacità soffianti (complessiva)	3.740 Nm ³ /h, tipo a 3 lobi	
Numero	2+1	
Capacità unitaria	3.740 Nm ³ /h	
Pressione di erogazione	500 mbar	
Velocità acqua di controlavaggio	10 m/h (acqua + aria) 50 m/h (solo acqua)	
Flusso acqua di controlavaggio	748 m ³ /h (acqua + aria) 3.740 m ³ /h (solo acqua)	

Filtrazione Dual Media		
Durata	1 min (solo aria) 8 min (acqua + aria) 8 min (solo acqua)	
Capacità pompe (complessiva)	7.480 m ³ /h (2)	
Numero pompe Capacità unitaria	6+2 1.247 m ³ /h	
Consumo acqua (ex-lavaggio)	599 m ³	
Produzione complessiva acque ex-lavaggio	8.507 m ³ /d	12.760 m ³ /d

4.6 DISINFEZIONE FINALE CON SISTEMA MISTO UV E DOSAGGIO DI BLOSSIDO DI CLORO

4.6.1 Sistema UV

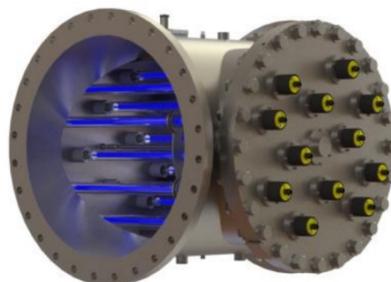
L'acqua filtrata dal DMF fluisce nel sistema di disinfezione UV prima della disinfezione mediante biossido di cloro per soddisfare i più rigorosi requisiti di qualità. Le spore di *Cryptosporidium*, *Giardia* e *Clostridium P.* vengono inattivate in questa fase. Per questa applicazione viene proposto il tipo a tubo (in linea) a media pressione.

La luce ultravioletta policromatica a media pressione (UV) è altamente efficace per inattivare parassiti e anche batteri e virus, oltre che per ossidare le specie organiche nell'acqua.

La disinfezione ultravioletta consiste in un processo fisico, privo di sostanze chimiche, che attacca direttamente il DNA vitale dei batteri e dei microrganismi. La tecnologia UV è avanzata al punto da poter facilmente migliorare la disinfezione e l'ossidazione di un'ampia varietà di applicazioni.

La lampada prevista ha una regolazione automatica dell'energia dal 30 al 100% di massima potenza per il risparmio energetico. Vengono inoltre forniti un sistema tergi lampade e monitoraggio automatico per facilitare il funzionamento e la manutenzione.

Unità di disinfezione UV



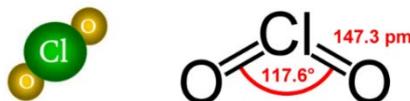
UV	
Portata di progetto	10.800 m ³ /h
Numero unità	4
Dimensione unitaria	900 mm diametro x 1.210 mm lunghezza
Dose UV	40 mJ/cm ²
Trasmissione	90%
Rimozione log	3

4.6.2 Sistema con Biossido di cloro

Per la massima sicurezza sulle caratteristiche dell'acqua potabile, al fine di prevenire le malattie che possono essere trasmesse attraverso questo veicolo, si ritiene opportuno eseguire una ulteriore disinfezione per eliminare gli eventuali organismi patogeni sopravvissuti al precedente stadio. Per questa disinfezione viene utilizzato biossido di cloro, la cui efficacia disinfettante dipende dalla durata del contatto che deve essere come minimo di 30 minuti.

Il biossido di cloro (ClO₂) è un forte ossidante con eccellenti proprietà battericide, virucide, sporicide e algicide. A temperatura ambiente è un gas giallo-verdastro, più denso dell'aria, con un'eccellente solubilità in acqua.

Formula strutturale del biossido di cloro



Poiché il biossido di cloro è un gas molto instabile, non può essere compresso e liquefatto e deve essere prodotto in loco mediante generatori specifici. Per motivi di sicurezza, va evitato l'uso di cloro gassoso ed è stato selezionato il metodo acido/clorito caratterizzato dalla seguente reazione:



Questa reazione avviene in condizioni di vuoto per massimizzare la resa e la sicurezza della reazione nel generatore. Il sistema di alimentazione viene anche controllato automaticamente dal vuoto non solo per garantire la completa sicurezza operativa, ma anche per consentire il prelievo continuo dei reagenti senza necessità di alcuna pompa. I reagenti utilizzati per produrre biossido di cloro sono il clorito di sodio (NaClO₂) e l'acido cloridrico (HCl), utilizzati nelle concentrazioni disponibili in commercio.

In caso di funzionamento manuale, le velocità di alimentazione dei reagenti e quindi la quantità di biossido di cloro sono controllate da valvole manuali.

I regolatori di pressione differenziale stabilizzano i flussi di reagente. I reagenti e una quantità controllata di acqua, necessaria per ottimizzare la reazione, vengono aspirati nella torre di contatto, costruita per sviluppare la massima resa produttiva. La soluzione di biossido di cloro in uscita dalla torre passa attraverso un indicatore a occhio di bue, che consente di stimare la qualità del prodotto dal colore.

Generatore di biossido di cloro



Dosaggio di biossido di cloro	
Portata di progetto	10.800 m ³ /h
Numero di punti di dosaggio	1
Tasso di dosaggio (mg/l ClO ₂)	3 max
Luogo di dosaggio	Nella camera di uscita UV
Tempo di ritenzione	30 min

4.7 CONTROLLO ACQUA TRATTATA

L'acqua clorata viene inviata al serbatoio a valle che si trova a circa 600 m di distanza dall'impianto di trattamento tramite una tubazione DN 1500.

Prima di lasciare l'impianto di trattamento, il flusso viene misurato e contabilizzato mediante un misuratore di portata magnetico oltre alla rilevazione di una serie di parametri analitici che ne controllano la qualità. Gli strumenti online previsti sono: Torbidità, DO, NH₄⁺, TOC, pH, Conducibilità, ORP, NO₃⁻.

5. DESCRIZIONE DEL PROCESSO – LINEA DI TRATTAMENTO DEI FANGHI

5.1 INTRODUZIONE ALLA LINEA DI TRATTAMENTO DEI FANGHI

Per ridurre il volume, i fanghi, provenienti dai chiarificatori BFHRC, dalle unità BFHRC-Carb e l'acqua di controlavaggio proveniente dai DMF, vengono ispessiti dagli ispessitori a pacchi lamellari e quindi inviati a un serbatoio di ritenzione apposito. Al fine di ottenere il contenuto solido richiesto pari al 35% del pannello di fango, i fanghi ispessiti vengono inviati a un filtro pressa per la disidratazione prima dello smaltimento finale.

Il sistema di trattamento dei fanghi comprende le seguenti unità di processo:

- serbatoio di ritenzione dei fanghi diluiti ricevuti dai chiarificatori BFHRC e dal controlavaggio DMF;
- ispessitore dei fanghi a pacchi lamellari;
- stoccaggio dei fanghi ispessiti con possibilità di evacuazione d'emergenza tramite autocisterne;
- unità di disidratazione dei fanghi mediante filtri pressa a telaio;
- area di stoccaggio dei fanghi disidratati;
- serbatoio di stoccaggio delle acque reflue che non è possibile ricircolare;
- trattamento acque reflue mediante unità BFHRC compatta.

5.2 BASE DI PROGETTAZIONE DELLA LINEA DI TRATTAMENTO FANGHI

L'ispessimento dei fanghi viene progettato in base alla torbidità eccezionale di 1000 NTU, mentre la disidratazione dei fanghi viene progettata in base alla torbidità saltuaria di 200 NTU. Sono previsti punti di connessione di evacuazione dei fanghi ispessiti per la rimozione degli stessi quando la torbidità è maggiore di 200 NTU.

La produzione di fanghi dalla linea di trattamento acque è definita come segue:

Condizione	Processo	Produzione giornaliera di fanghi (kg/d)	Concentrazione (g/l)	Volume (m3/d)
Minimo (5 NTU)	BFHRC	2013	0,30	6605
	Filtro sabbia	1100	0,13	8507
	Fanghi misti	3113	0,20	15.112
Normale (20 NTU)	BFHRC	8229	1,25	6605
	Filtro sabbia	1100	0,13	8507
	Fanghi misti	9329	0,62	15.112
Occasionale (200 NTU)	BFHRC	88.206	6,68	13.210
	Filtro sabbia	1100	0,13	8507
	Fanghi misti	89.206	4,11	21.717
Eccezionale (1000 NTU)	BFHRC	368,846	13,96	26,419
	DMF	1,142	0,09	12,760
	Mixed Sludge	370,125	9,45	39,179

5.3 VASCA RACCOLTA FANGHI DILUITI

È previsto un serbatoio di stoccaggio fanghi, in calcestruzzo, per quanto proveniente dai chiarificatori BFHRC e dall'acqua di controlavaggio DMF. La vasca è costituita da due compartimenti, con una saracinesca che li divide per poterli mettere in comunicazione se necessario. In ogni serbatoio sono installate due (1+1R) pompe sommergibili per l'invio dei fanghi misti all'ispessitore a pacchi lamellari. Per garantire una corretta miscelazione nel serbatoio e mantenere i solidi in sospensione, sono previsti all'interno dei miscelatori sommergibili.

Vasca raccolta fanghi diluiti	
Portata di progetto	39.179 m ³ /d; 1.632 m ³ /h
Numero di compartimenti	2
Dimensione di ogni serbatoio	21,4 m x 16,0 m x 3,5 m (H)
Volume utile totale	2.396 m ³
N. di miscelatori	2 per serbatoio
Tempo di ritenzione	1,4 ore

5.4 ISPESSITORE A PACCHI LAMELLARI

L'ispessitore lamellare è dimensionato per una torbidità dell'acqua grezza in ingresso di 1000 NTU (condizione del tutto eccezionale). Dopo l'ispessimento, i fanghi vengono immagazzinati in un apposito serbatoio di stoccaggio, da dove sono inviati al sistema di disidratazione per la loro disidratazione, oppure possono essere evacuati all'esterno utilizzando autocisterne, in emergenza.

Per l'ispessimento dei fanghi sono previsti ispessitori a pacchi lamellari. Questo tipo di ispessitore comprende unità di flocculazione e sedimentazione. L'involucro dei pacchi lamellari e i suoi supporti, posizionati nella zona di sedimentazione, devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione. Il tempo di funzionamento previsto è di 24 ore al giorno per sette giorni alla settimana.

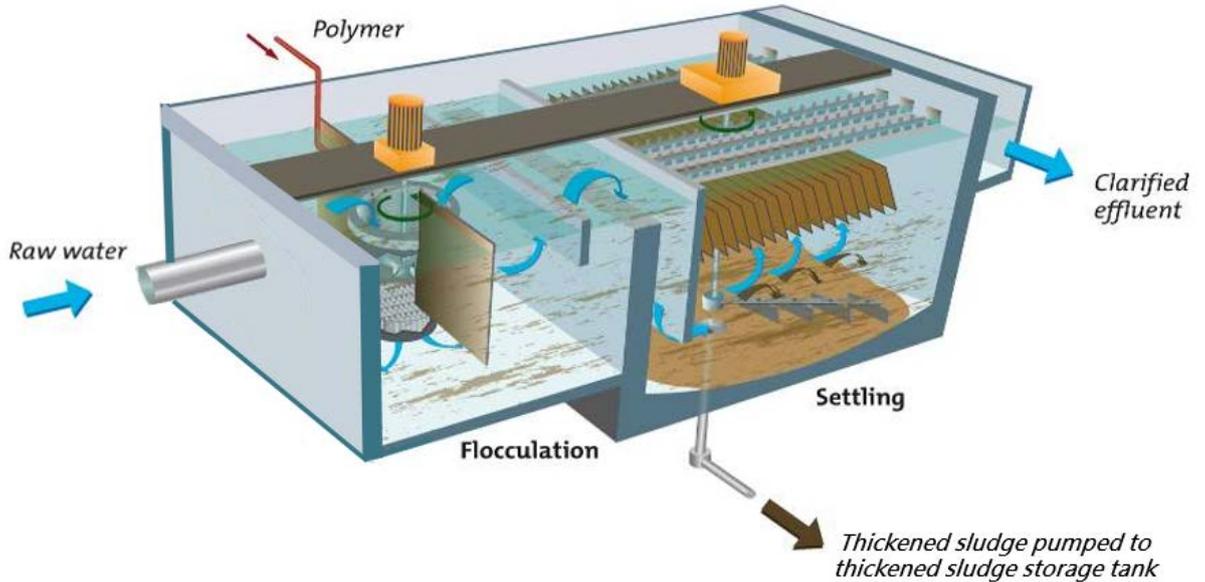
Se necessario il polimero viene dosato nella vasca di flocculazione per aumentare le performance dell'ispessitore. In ogni vasca di flocculazione viene installato un miscelatore lento montato sulla parte superiore. È prevista l'installazione di una saracinesca all'ingresso di ogni vasca di flocculazione. La vasca è progettata per garantire la corretta velocità dell'acqua attraverso i compartimenti e fare in modo che i deflettori non provochino la rottura dei fiocchi. Dopo la flocculazione, i fanghi entrano nella zona di sedimentazione dell'ispessitore in modo uniforme, su tutta la larghezza della vasca e il surnatante scorre verso l'alto attraverso le lamelle, dove i fiocchi si depositano sul fondo della vasca. Il diametro idraulico dei canali formati dalle lamelle è di 80 mm e la lunghezza è di 1.500 mm, con una pendenza del 60° rispetto all'orizzontale.

In ogni ispessitore viene installato un carroponete raschia-fango centrale per la raccolta dei fanghi. I fanghi sedimentati vengono così raccolti e alimentati alla tramoggia centrale dell'ispessitore. Tutti i fanghi sono scaricati nell'apposito serbatoio per lo stoccaggio temporaneo prima della disidratazione.

In ogni tramoggia viene installata una tubazione di estrazione per i fanghi ispessiti, collegata, con valvole di sezionamento, a pompe monovite (due di riserva). Sono previste

valvole di lavaggio, azionate manualmente, per la pulizia delle tubazioni. I fanghi ispessiti vengono poi trasferiti al serbatoio di stoccaggio dei fanghi ispessiti.

Schema di ispessitore lamellare



Ispessitore lamellare		
	20 NTU	200/1000 NTU
Portata di progetto	125.112 m ³ /d; 630 m ³ /h	39.179 m ³ /d; 2.354 m ³ /h
Vasca di flocculazione	Quantità: 1 cella Tempo di ritenzione: 14,48 min Volume serbatoio: 125 m ³ Dimensioni = 5 x 5 x 5 (H)	Quantità: 2 celle Tempo di ritenzione: 6,97 min
Vasca di sedimentazione	Numero: 1 cella Diametro: 12 m Lunghezza ingresso sedimentazione: 1,8 m Profondità dell'acqua: 8,7 m Diametro canali: 80 mm Lunghezza canali: 1,5 m Velocità di risalita: 4,85 m/h Velocità di Hazen: 0,48 m/h Tempo di sedimentazione: 139 min	Numero: 2 celle Velocità di risalita: 9,09 m/h Velocità di Hazen: 0,84 m/h Tempo di sedimentazione: 67 min
Fanghi estratti	Quantità fanghi: 12.108 kg/d Concentrazione SS: 20 g/l Volume fanghi: 605 m ³ /d	Quantità fanghi: 76.402~370.125 kg/d Concentrazione SS: 20-50 g/l Volume fanghi: 1.528~7.403 m ³ /d
Surnatante	Concentrazione surnatante: <100mg/l Volume surnatante: 14.704 m ³ /d	Concentrazione surnatante: <100 mg/l Volume surnatante: 19.217~30.239 m ³ /d

Il surnatante viene raccolto mediante canaline montate nella parte superiore della zona di sedimentazione. Queste canaline sono collegate al canale centrale in calcestruzzo

e al successivo serbatoio di stoccaggio del surnatante. Il surnatante è pompato al torrino di distribuzione all'ingresso del potabilizzatore per il suo recupero, al fine di ridurre la perdita d'acqua dell'intero impianto.

Vasca surnatanti	
Portata di progetto	31.776 m ³ /d, 1.324 m ³ /h max
Numero di unità	1
Dimensioni	16,55 m x 3,05 m x 6,3 m (H)
Volume utile totale	318 m ³
HRT	5,5 min
Numero di pompe	2
Capacità totale pompe	1.260 m ³ /h

5.5 SERBATOIO DI STOCCAGGIO FANGHI ISPESSITI

I fanghi ispessiti provenienti dall'ispessitore lamellare vengono trasferiti in un'apposita vasca di ritenzione, dove miscelatori sommergibili garantiscono una miscelazione omogenea. Il serbatoio dei fanghi ispessiti è costituito da due compartimenti, con una saracinesca che li divide. Sono installate tre pompe monovite (due in servizio e una riserva comune). Quindi, i fanghi ispessiti vengono trasferiti a due filtri pressa a telaio utilizzando due pompe a cavità progressiva. La calce residua con concentrazione del 2,5%~3%, proveniente dai relativi saturatori, quando operativi, è inviata a intermittenza al serbatoio di ritenzione dei fanghi ispessiti, per essere smaltita con i fanghi disidratati e migliorare così il grado di secchezza finale del pannello di fango.

Vasca di ritenzione dei fanghi ispessiti	
Portata di progetto	200 NTU: 1.528 m ³ /d 1.000 NTU: 7.403 m ³ /d
Numero di unità	1 (2 compartimenti)
Dimensioni di ogni compartimento	14 m x 15 m x 6,0 m (H.)
Volume utile totale	2.520 m ³
Numero di miscelatori	2 per compartimento
Tempo di ritenzione	1,6 d per 200 NTU (8 ore per 1.000 NTU)

5.6 UNITÀ DI DISIDRATAZIONE DEI FANGHI

La potenzialità della sezione di disidratazione dei fanghi si basa su una torbidità dell'acqua grezza in ingresso di 200 NTU. Per raggiungere un'elevato grado di secco, pari al 35%, viene proposto un gruppo di filtro-presses a piastre.

Filtro pressa

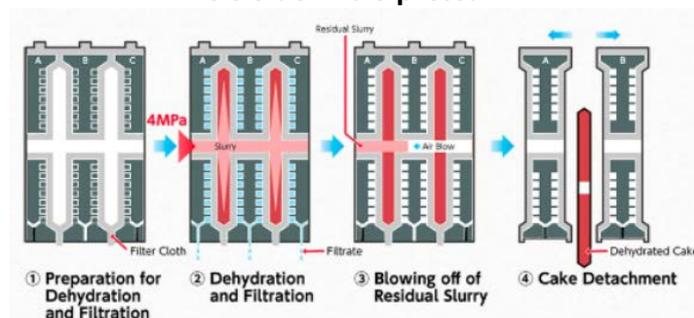


Le presse di questa tipologia producono pannelli di fango molto concentrati (anche fino al 50%), che riducono sensibilmente i costi di smaltimento dei fanghi.

In generale, ogni ciclo di filtrazione delle piastre è costituito dalle seguenti fasi.

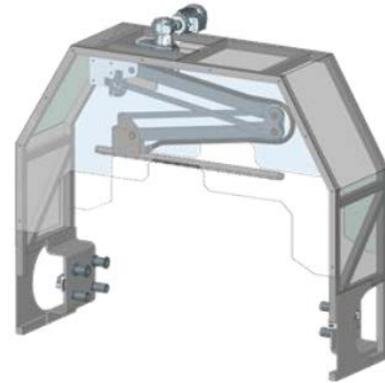
- Flocculazione: il polimero cationico viene introdotto in una vasca di flocculazione dove viene miscelato con i fanghi ispessiti (fase di condizionamento dei fanghi), prima di trasferirli alla pressa.
- Alimentazione dei fanghi: i fanghi vengono trasferiti all'unità di disidratazione. L'unità proposta alimenta i fanghi da entrambe le estremità del filtro per ridurre il tempo di avanzamento.
- Disidratazione: grazie all'elevata pressione, l'acqua dei fanghi viene separata dalle camere, passando attraverso le tele filtranti per poi essere evacuata dalla macchina di disidratazione.
- Distacco del pannello di fango: al termine del ciclo di pressatura, i pannelli di fango si staccano dall'unità di disidratazione quando le piastre vengono allontanate una dall'altra (apertura). Le unità proposte prevedono un sistema di scuotimento delle piastre con controllo del peso, per garantire che tutto il pannello di fango venga rimosso dall'unità.

Ciclo del filtro pressa



Dopo diversi cicli di pressatura, si prevede anche un sistema di lavaggio ad alta pressione delle tele, per rimuovere eventuali impurità bloccate all'interno del pacco piastre. Il sistema, azionato dal dispositivo di spostamento, lava le due tele di una camera per mezzo di un carrello orizzontale con ugelli che spruzzano acqua ad alta pressione.

Sistema di lavaggio panni
ad alta pressione



- Le caratteristiche progettuali dei filtri previsti comprendono:
- Dispositivo di chiusura del pacco piastre: operazioni di apertura e chiusura del pacco piastre estremamente affidabili.
 - Lavaggio delle tele ad alta pressione: dispositivo appositamente progettato per eseguire il lavaggio in modo più efficiente ed efficace, al più alto livello di automazione.
 - Dispositivo di spostamento delle piastre: le piastre vengono spostate una per una molto velocemente, mediante due carrelli dotati di ganci automatici.
 - Paranco di sollevamento piastre: procedure di manutenzione estremamente semplici.
 - Barriere di sicurezza a fotocellula: utilizzo dei sistemi più moderni e avanzati per la protezione e la sicurezza dell'operatore.
 - Sistema di controllo del peso delle piastre: accesso rapido di un operatore attraverso le barriere fotoelettriche laterali senza arrestare la macchina.

Sezione disidratazione	
Portata di progetto	1.528 m ³ /d; 76.402 kgSS/d
Tempo di funzionamento	24 h/d, 6 d/settimana
Flusso e carico regolati	1.783 m ³ /d; 89.136 kgSS/d
Vasca di miscelazione polimero	Numero: 2 unità Dimensioni: 3,175 m x 3,25 m x 3,0 m (H.) Volume totale vasca: 62 m ³
HRT	30 min
Filtro pressa	Numero: 2 unità Tipo: a piastre Ciclo di pressatura: 2 h Cicli al giorno: 11 per macchina Dimensioni telaio: 2.000 mm x 2.000 mm Numero di camere per macchina = 129 Spessore pannello di fango: 25 mm Volume utile per macchina = 10,63 m ³
Secco fango prodotto	35% DS
Tasso di cattura	99%
Portata filtrato	1.554 m ³ /d, 600 mg/L

5.7 STOCCAGGIO DEI FANGHI DISIDRATATI

I fanghi disidratati vengono immagazzinati in un'area aperta con capacità sufficiente per uno stoccaggio almeno di due settimane in condizioni medie. Per l'utilizzo in quest'area è necessaria una pala caricatrice.

Area di stoccaggio dei fanghi disidratati



Stoccaggio dei fanghi disidratati	
Fanghi umidi (35%)	39.958 kg/d (20 NTU); 277.340 kg/d (200 NTU)
Densità apparente	800 kg/m ³
Volume	50 m ³ /d (20 NTU); 315 m ³ /d (200 NTU)
Numero di unità	1
Ingombro	26,75 m x 20,5 m
Altezza massima	1,5 m
Capacità	823 m ³
Tempo di ritenzione	16 giorni (20 NTU); 2,6 giorni (200 NTU)

5.8 LINEA ACQUE REFLUE

Le acque reflue generate dal processo di potabilizzazione devono essere trattate prima del loro scarico in conformità alla normativa vigente più volte citata per acque reflue industriali sversate in corpi idrici superficiali.

Le acque reflue prodotte sono esaminate nella tabella seguente:

Unità	Concentrazione massima (mg/l)	Volume stimato (m ³ /d)	Note
Filtro pressa	600	1.554	@200 NTU

Il surnatante proveniente dai filtri pressa, insieme con altri elementi di scarico del processo, viene raccolto in un serbatoio di ritenzione delle acque reflue, in calcestruzzo. Tutti i flussi di scarto vengono miscelati completamente nella vasca e trattati mediante un'unità BFHRC compatta, tipicamente un prodotto standard prefabbricato in officina, con vasca in acciaio al carbonio verniciato e accessori in Aisi 304.

Il serbatoio di ritenzione delle acque reflue è dimensionato nella seguente tabella:

Stoccaggio acque reflue	
Portata di progetto	1.554 m ³ /d; picco di 140 m ³ /h
Numero di unità	1
Dimensioni di ogni vasca	10 m x 8 m x 5,4 m (H)
Volume utile totale	432 m ³

Stoccaggio acque reflue	
Tempo di ritenzione	3,6 ore
Numero di miscelatori	2 per vasca

Il trattamento è basato ancora su una chiara flocculazione accelerata con zavorra di appesantimento dato che i parametri da rimuovere sono solo Torbidità e Solidi Sospesi colloidali sfuggiti dalla filtro pressa a piastre. Il coagulante e polielettrolita da usare sino gli stessi della linea acqua principale ma la cui preparazione, stoccaggio e dosaggio sono dedicati a questa sezione.

Il fango estratto è avviato direttamente alla vasca di stoccaggio fanghi generale, vista in precedenza.



Unità compatta di trattamento acque reflue

Unità trattamento acque reflue	
Portata di progetto	140 m ³ /h
Vasca di coagulazione	Quantità: 1 cella Tempo di ritenzione: 3,7 min Volume utile: 8,57 m ³ Dimensioni = 1,9 x 1,52 x 2,97(H) m
Vasca di flocculazione	Quantità: 1 cella Tempo di ritenzione: 11 min Volume utile: 25,8 m ³ Dimensioni = 2,85 x 3,05 x 2,97(H) m
Vasca di sedimentazione	Numero: 1 cella Diametro: 3,05 m Profondità dell'acqua: 2,96 m Diametro canali: 80 mm Lunghezza canali: 0,8 m Velocità di risalita: 54,3 m/h
Ricircolo	Tasso di ricircolo: 8,6% Portata per linea: 6 m ³ /h N. di linee in servizio: 2
Fanghi estratti	Quantità: 806 kg/d Concentrazione SS: 3,5 g/L Volume fanghi: 230 m ³ /d

6. CONSUMI E PRODUZIONE FANGHI

In questo capitolo si riportano i dosaggi dei reattivi chimici e i relativi consumi medi, la produzione fanghi disidratati e l'energia elettrica consumata. I valori riportati sono basati sui periodi operativi descritti nel paragrafo 2.3.

6.1 DOSAGGI REATTIVI LINEA ACQUE E FANGHI

Reattivo	Soluzione commerciale	Dosaggio minimo (mg/L)	Dosaggio medio (mg/L)	Dosaggio massimo (mg/L)	Commento
Ingresso acqua grezza					
Permanganato di Potassio	Puro KMnO_4	0	1	2	Dosato quando presenti alghe, Fe^{++} , Mn^{++} in concentrazioni elevate
Acido Solforico	Soluzione al 96% - H_2SO_4	0	81 ¹⁾	148 ²⁾	Dosato solo se presenti microinquinanti emergenti e sostanza organica in concentrazione elevata (es. TOC > 15 mg/l).
Calce idrata	Polvere al 95% - Ca(OH)_2	0	0	49.3 ³⁾	Dosato quando pH < 7.2 e quando dosato KMnO_4
Chiari-flocculazione accelerata FBHRC					
PoliCloruro di Alluminio	Soluzione liquida al 10%	15	27	82	In coagulazione. Dosaggio in accordo alla torbidità, concentrazione di TOC e portata in ingresso
Polimero Anionico	Principio attivo	0.1	0.3	0.5	In flocculazione. Dosaggio in accordo alla torbidità e portata in ingresso
Zavorra	Pura	3	3	5	In flocculazione. Rabbocco temporizzato e/o dopo periodica verifica del suo livello nel ricircolo
Adsorbimento con carbone attivo in polvere (PAC) - FBHRC-Carb					
Carbone Attivo Polvere	Puro	0	10	20	Nella vasca contatto. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso
PoliCloruro di Alluminio	Soluzione liquida al 10%	0	10	20	In coagulazione. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso
Polimero Anionico	Principio attivo	0	0.5	0.5	In flocculazione. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso
Zavorra	Pura	0	1	3	In flocculazione. Rabbocco temporizzato e/o dopo periodica verifica del suo livello nel ricircolo
Post-coagulazione Sezione sempre operativa					
Latte di calce	Ca(OH)_2 , 5%	0	4.2 ⁴⁾	9.5 ⁴⁾	In post-coagulazione. Dosato quando dosato H_2SO_4 ; dosaggio in funzione del valore di pH
PoliCloruro di Alluminio	Soluzione liquida al 10%	1	2	5.7	In post-coagulazione. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso

Regione Campania – Acqua Campania S.p.A.
 UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Reattivo	Soluzione commerciale	Dosaggio minimo (mg/L)	Dosaggio medio (mg/L)	Dosaggio massimo (mg/L)	Commento
Vasca contatto biossido di Cloro Sezione sempre operativa					
Biossido di Cloro	Soluzione al 1-2 g/l ClO ₂	0.8 [ClO ₂]	0.8 [ClO ₂]	0.8 [ClO ₂]	Nella vasca di contatto. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso. Possibile controllo da rilevatore di ClO ₂ installato nella vasca di accumulo
Ispessitore lamellare Sezione sempre operativa					
Polimero anionico	Principio attivo	1.0	1.0	1.0	In flocculazione. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso
Disidratazione con Filtro presse Sezione sempre operativa					
Polimero anionico	Principio attivo	4 [g/kg SS]	4 [g/kg SS]	4 [g/kg SS]	In flocculazione. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso
Trattamento eluati - package Chiari-flocculazione accelerata BFHRC per filtrato dalla disidratazione Sezione sempre operativa					
PoliCloruro di Alluminio	Soluzione liquida al 10%	30	30	40	In coagulazione. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso
Polimero anionico	Principio attivo	1	1	1	In flocculazione. Dosaggio fissato da operatore e proporzionale alla portata in ingresso
Zavorra	Pura	3	3	3	In flocculazione. Rabbocco temporizzato e/o dopo periodica verifica del suo livello nel ricircolo.

- 1) Nel caso si dovessero rimuovere microinquinanti emergenti, per ottimizzare i rendimenti del BFHRC Carb, il pH deve essere portata a 6.5; il dosaggio riportato è calcolato assumendo un pH in ingresso di 7.0 e un'alcalinità di 317 mg CaCO₃/L; nei consumi il quantitativo non è considerato.
- 2) Come al punto precedente, assumendo un pH di 8.5 in ingresso e un'alcalinità di 400 mg CaCO₃/L
- 3) Latte di calce per portare il pH a 7.2 quando dosato H₂SO₄ e KMnO₄, qualora si volesse ottimizzare l'ossidazione; valore calcolato considerando i valori minimi di pH, alcalinità e durezza. Nei consumi il quantitativo non è considerato.
- 4) Quando dosato H₂SO₄ a monte del BFHRC Carb, per riportare il pH da 6,5 a 7,0. Nei consumi il quantitativo non è considerato

6.2 CONSUMO REATTIVI E PRODUZIONE FANGHI

Il consumo dei reattivi chimici, calcolati sulla base dei dosaggi medi evidenziati nel precedente paragrafo, sono riportati nella successiva tabella.

Regione Campania – Acqua Campania S.p.A.
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

Reattivo	Soluzione commerciale	Consumo annuo
Ingresso acqua grezza		
Permanganato di Potassio	Puro KMnO ₄	37 t/a
Acido Solforico	Soluzione al 96% - H ₂ SO ₄	.
Calce idrata	Polvere al 95% - Ca(OH) ₂	.
Chiari-flocculazione accelerata FBHRC Sezione sempre operativa		
PoliCloruro di Alluminio	Soluzione liquida al 10%	1.334 t/a
Polimero Anionico	Soluzione liquida al 45%	26 t/a
Zavorra	Pura	140 t/a
Adsorbimento con carbone attivo in polvere (PAC) - FBHRC-Carb		
Carbone Attivo Polvere	Puro	372 t/a
PoliCloruro di Alluminio	Soluzione liquida al 10%	372 t/a
Polimero Anionico	Soluzione liquida al 45%	47 t/a
Zavorra	Pura	43 t/a
Post-coagulazione		
Latte di calce	Polvere ventilata 95%	161 t/a
PoliCloruro di Alluminio	Soluzione liquida al 10%	95 t/a
Vasca contatto biossido di Cloro		
Acido Cloridrico	Soluzione liquida al 32%	138 t/a
Clorito di Sodio	Soluzione liquida al 25%	155 t/a
Ispessitore lamellare		
Polimero anionico	Soluzione liquida al 45%	6 t/a

Disidratazione con Filtro presse		
Polimero cationico	Soluzione liquida al 45%	306 kg/d
Produzione fango		
Fango disidratato	Pannello al 35%di secco	29 t/a
Trattamento eluati - package Chiari-flocculazione accelerata BFHRC per filtrato dalla disidratazione		
PoliCloruro di Alluminio	Soluzione liquida al 10%	4 t/a
Polimero anionico	Soluzione liquida al 45%	130 kg/a
Zavorra	Pura	400 kg/a

6.3 PRODUZIONE FANGO

I fanghi prodotti sono costituiti dai solidi naturalmente presenti nell'acqua grezza, da quelli generati dai dosaggi medi dei reattivi chimici di cui ai paragrafi precedenti e dalle perdite di zavorra dagli stadi dove ne è prevista la presenza. Anche in questo caso il calcolo è basato sui periodi operativi descritti nel paragrafo 2.3.

Produzione fango		
Fango disidratato	Pannello al 35%di secco	29 t/a

6.4 CONSUMI ENERGIA ELETTRICA

IL consumo medio annuale di energia elettrica, sempre con riferimento ai periodi di funzionamento descritti, è di:

Consumo energia elettrica		
Consumo annuale	kWh/anno	3.175.000