



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale

IMPIANTO DI RECUPERO DI RIFIUTI NON PERICOLOSI COSTITUITI DA MATERIALI DI DRAGAGGIO

VOLUME 2 PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

BILANCIO DI MASSA/ENERGIA

FILE
vol2-elaborato2.pdf

CODICE
Vol.2-Elaborato 2

Rev.	Data	Causale
0	Gen 2023	Emissione
1		
2		
3		

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Giulia Minghetti


AGGIUDICATARIO

RENCO

APPALTO INTEGRATO – PREVIA ACQUISIZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO IN SEDE DI OFFERTA - PER L’AFFIDAMENTO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA, REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO DI “IMPIANTO DI TRATTAMENTO MATERIALE DI ESCAVO” SULLA BASE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA NELL’AMBITO DELL’INTERVENTO “HUB PORTUALE DI RAVENNA - FASE II, 4° STRALCIO”



BILANCIO DI MASSA/ENERGIA

0	12/09/2022	Emissione per gara	Cogede/Baioni /Aqseptence	Gagliardi	Arcangeletti
Rev.	Data		Preparato	Verificato	Approvato
		Aggiudicatario	Renco SpA		
		Rif. proposta	W036		
		No.documento	Vol.2-Elaborato 2		

DIMENSIONAMENTO DELLE COMPONENTI DEGL'IMPIANTI DI SOIL WASHING

PREMESSA

Si premette che, nel seguente elaborato che è dedicato alla valutazione del dimensionamento delle varie infrastrutture impiantistiche, per comodità di esposizione descrittiva degli impianti di: Soil Washing, di Trattamento Acque Reflue, di Disidratazione Fanghi e di Trattamento Metalli Pesanti, saranno denominati rispettivamente ISW, ITAR, IDF e ITMP.

In questo elaborato saranno descritti i calcoli dimensionali giustificativi, relativi a tutte le fasi del processo depurativo dei materiali di dragaggio.

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI LAVAGGIO E SEPARAZIONE MATERIALI PROVENIENTI DAL DRAGAGGIO DEL FONDALE DEL PORTO DI RAVENNA (ISW)

Il dimensionamento della vasca di calma mod. **BAISAR 8** è stato calcolato per assolvere unicamente allo scopo di rallentare il flusso della torbida e consentirne la distribuzione uniforme ai due vagli rotativi.

Nella tabella seguente vengono riportate le caratteristiche della vasca:

Dato	Unità di misura	Valore
Materiale di costruzione	Acciaio sabbiato e zincato	
Diametro	mm	1600
Altezza	mm	4500
Volume utile	mc	8

Quando necessario in tale vasca vengono aggiunti chemicals per abbattere eventuali inquinanti presenti.

I due vagli rotativi mod. **VLR250** sono formati da due reti cilindriche concentriche, la rete interna ha il compito di alleggerire il carico sulla rete esterna.

Caratteristiche tecniche del vaglio:

Dato	Unità di misura	Valore
------	-----------------	--------

Misure cil. lavatore	mm	Ø 2000 x 1500 (L)
Misure cil. vagliante luce 2 mm	mm	Ø 2500 x 7000 (L)
Misure cil. vagliante luce 20 mm	mm	Ø 2000 x 7500 (L)
Superficie rete 2 mm	mq	55
Superficie utile rete 2 mm (30%)	mq	18,3
Capacità vagliante rete 2 mm	mc/mq	2
Quantità massima sabbia vagliata	mc/h	36,6
Portata idraulica massima	mc/h	600
Potenza installata	kw	22

La pompa centrifuga orizzontale e i due cicloni del **GRF3/80/80** sono correttamente dimensionati per trattare i 755 mc/h di torbida in arrivo, il vaglio sgocciolatore è sovradimensionato per essere in grado di far fronte ad un eventuale aumento di sabbia da recuperare.

Le caratteristiche delle macchine componenti il gruppo sono le seguenti:

Dato	Unità di misura	Valore
Pompa centrifuga mod.10/8 AH		
Potenza installata	kw	110
Rivestimento girante	Metallo duro	
Portata acqua	mc/h	840
Idrocicloni C800		
Portata massima	mc/h	420
rivestimento	Gomma anti-abrasione	
Vaglio sgocciolatore VO36/15		
Misure piano vagliante	mm	3600x1500
Potenza installata	kw	12
Materiale piano vagliante	Pannelli inti-intasanti in poliuretano	
Portata	mc/h	90

Dopo la prima ciclonatura la sabbia viene inviata ad un tramoggia che funge da “polmone” per alimentare (tramite alimentatori dosatori a nastro) le celle d'attrizione mod. **BCA1500**.

Anche in questo caso non è previsto un lungo periodo di residenza della sabbia in tramoggia in quanto la funzione di quest'ultima è quella di distribuire il materiale uniformemente alle celle sottostanti.

Nella tabella seguente vengono riportate le caratteristiche della vasca:

Dato	Unità di misura	Valore
Materiale di costruzione	Acciaio sabbiato e zincato	
Misure	mm	4500x2800
Altezza	mm	1200
Volume utile	mc	15

Come indicato ogni cella d'attrizione è in grado di trattare fino a 6-8 mc/h, da qui la scelta di inserirne 5 nel ciclo (la quantità totale di sabbia da trattare dovrebbe essere infatti 34 mc/h come da parametri ricevuti)

Di seguito le caratteristiche delle celle d'attrizione:

Dato	Unità di misura	Valore
Volume cella	lt	1500
Potenza installata	kw	22x2
Materiale rivestimento	vasche rivestite in gomma, alberi a 3 giranti con pale intercambiabili in materiale antiusura.	
Portata	mc/h	6-8

Il ciclone finale mod **GRF2/65B** è correttamente dimensionato per la portata d'acqua proveniente dalle celle d'attrizione sommata all'acqua di lavaggio (224 mc/h)

Le caratteristiche delle macchine componenti il gruppo sono le seguenti:

Dato	Unità di misura	Valore
Pompa centrifuga mod.6/4 D-AH		
Potenza installata	kw	30
Rivestimento girante	Metallo duro	
Portata acqua	mc/h	300
Idrocicloni C650B		
Portata massima	mc/h	300
rivestimento	Gomma anti-abrasione	
Vaglio sgocciolatore VO27/12		
Misure piano vagliante	mm	2700x1200

Potenza installata	kw	7,3
Materiale piano vagliante	Pannelli inti-intasanti in poliuretano	
Portata	mc/h	50

La vasca di accumulo e rilancio torbida è dotata di pompa idonea a rilanciare tutta la torbida dell'impianto verso l'impianto di trattamento acque:

Dato	Unità di misura	Valore
Materiale di costruzione	Acciaio sabbiato e zincato	
Volume utile	mc	6
Pompa	kw	110
Portata acqua	mc/h	1000

Nella tabella seguente elenchiamo, infine, i nastri presenti con le relative caratteristiche:

Nastro	Dato	Valore
NT80/11	Potenza (kw)	7,5
	Portata (mc/h)	190
	Lunghezza (mm)	11000
	Larghezza telo (mm)	800
NT50/24	Potenza (kw)	4
	Portata (mc/h)	60
	Lunghezza (mm)	24000
	Larghezza telo (mm)	500
AND50/1,6	Potenza (kw)	1,5
	Portata (mc/h)	60
	Lunghezza (mm)	1600
	Larghezza telo (mm)	500
NT50/24	Potenza (kw)	4
	Portata (mc/h)	60
	Lunghezza (mm)	24000
	Larghezza telo (mm)	500

Trattamento di superficie/finitura comune a tutte le macchine:

Tutte le parti metalliche subiscono un processo di sabbiatura completa al grado SA 2,5 (ISO 8501-1:2007) con profilo di rugosità pari a ISO Comparator Medium (G).

- Carpenterie metalliche, strutture di sostegno e nastri trasportatori: processo di zincatura a caldo secondo normativa UNI EN ISO 1461.
- Macchine: processo di verniciatura con ciclo epossidico/poliuretanico secondo ISO 12944 CICLO C3. Applicazione a spruzzo airless di primer epossidico spessore minimo a secco 100 μ , in seguito finitura delle superfici metalliche con applicazione a spruzzo airless di smalto poliuretanico spessore minimo a secco 50/60 μ .

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE PROVENIENTI DALL'ISW

STOCCAGGIO E DOSAGGIO PRODOTTI CHIMICI

I serbatoi saranno costruiti in vetroresina, ciascuno sarà dotato di regolatore di livello a ultrasuoni per evidenziare i consumi e la dinamica dello svuotamento, al fine da predisporre l'approvvigionamento in tempo utile.

Per ragioni di sicurezza, ciascun serbatoio sarà dotato di serbatoio di sicurezza.

Per quelli destinati a contenere i prodotti chimici che svilupperanno gas tossici, in particolare quelli destinati allo stoccaggio dell'acido cloridrico e del policloruro di alluminio, sarà prevista una guardia idraulica. Questo serbatoio, che sarà riempito con dell'acqua, avrà la funzione di assorbire i gas che si generano all'interno del serbatoio, i quali altrimenti si disperderebbero in aria.

Il loro volume sarà di 20 m³ per rispettare il carico massimo di un camion cisterna che trasporti un liquido con peso specifico massimo di 1.400 kg/t.

N.B.: Per le caratteristiche dei serbatoi si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

CONTROLLO DEI PARAMETRI CHIMICO/FISICI IN INGRESSO

In ingresso al trattamento saranno installati degli strumenti idonei per la misura di alcuni parametri sensibili, quali

- Misuratore di solidi sospesi
- Misuratore di pH
- Misuratore di portata a induzione elettromagnetica

N.B.: Per le caratteristiche della strumentazione si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

COAGULAZIONE, OMOGENEIZZAZIONE, NEUTRALIZZAZIONE CON ACIDI E BASI INORGANICHE E PRE-FLOCCULAZIONE

Il dimensionamento della vasca di omogeneizzazione e per l'attuazione dei restanti processi è stato calcolato in base al tempo di ritenzione più lungo attribuibile a ciascun trattamento specifico.

Nel nostro caso, si è stabilito che il tempo di contatto di riferimento sia quello della omogeneizzazione, poiché più il periodo risulta lungo migliore sarà la omogeneizzazione. Di norma i tempi di contatto per la neutralizzazione e la pre-flocculazione sono stabiliti in cinque minuti poiché le reazioni sono abbastanza veloci.

Conseguentemente alle due linee idrauliche, le vasche di omogeneizzazione reazione sono due. Con l'applicazione di quanto sopra esposto, il volume della vasca di omogeneizzazione è calcolato con la seguente espressione matematica:

$$V_r = Q \text{ m}^3/\text{h} / Q \text{ m}^3/\text{min} \cdot t \text{ min} / nv$$

Dove:

V_r = volume di ritenzione per la fase di coagulazione, di neutralizzazione espresso in m^3 , riferita a ciascuna vasca:

Q = portata idraulica espressa in m^3/min ($\frac{1}{2} Q \text{ m}^3/\text{h} / 60 \text{ min}$)

t = tempo di ritenzione o contatto espresso in min

nv = numero di vasche

Applicando i dati di progetto si ottiene:

$$V_r = 19,58 \text{ m}^3/\text{min} \cdot 30 \text{ min} / 2 = 293,7 \text{ m}^3$$

Le vasche possiedono un volume utile di 280 m^3 e avrà un tempo di ritenzione per la omogeneizzazione pari a circa 29 min, valore più che accettabile.

Per soddisfare i tempi di ritenzione per le fasi di coagulazione e neutralizzazione si applica la medesima espressione matematica precedente, applicando alla quale i dati di progetto relativi a queste fasi, si ha

$$V_r = 9,79 \text{ m}^3/\text{min} \cdot 5 \text{ min} = 49 \text{ m}^3$$

Le vasche possedendo, pertanto, un volume di 280 m^3 avrà un tempo di ritenzione, per queste fasi, nettamente superiore a quello di progetto pari a 5 min.

Le vasche di reazione hanno le caratteristiche riportate nella tabella seguente:

<i>Vasca di omogeneizzazione, neutralizzazione e pre-flocculazione</i>		
<i>Dato</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Diametro	m	9,17
Altezza al bordo	m	4,5
Altezza battente idraulico	m	4,3
Volume utile	m^3	280
Materiale di costruzione	Acciaio al carbonio Fe	
Rivestimento delle superfici a contatto con l'acqua marina	Zincatura a caldo integrale Rivestimento interno: dopo leggera sabbiatura, uno strato di aggrappante di $50 \mu\text{m}$, e tre mani di vernice epossidica di $450 \mu\text{m}$	

N.B.: Per le caratteristiche dell'elettroagitatore si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

Dosaggio Policloruro di alluminio al 18%

Il dosaggio del coagulante si prevede sia effettuato in linea sulle tubazioni provenienti dal lavaggio e separazione materiali, con dosaggio proporzionale alla portata idraulica, la formazione dei micro-coaguli è rapidissima.

Dimensionamento pompe dosatrici a pistone:

Nella tubazione d'arrivo dal Soil Washing, verso la vasca di reazione iniziale, sarà aggiunto il coadiuvante di flocculazione. Esso sarà dosato su due linee all'arrivo dell'acqua torbida, in modo proporzionale alla portata idraulica in ingresso alla vasca di omogeneizzazione/neutralizzazione, il dosaggio sarà regolato automaticamente da un misuratore di portata

In impianti simili, per il dosaggio del coagulante si è riscontrato un dosaggio medio di circa 70 g/m³ di prodotto chimico Si fa riferimento a questo dato per il dimensionamento delle pompe dosatrici a pistone.

$$Q_{\text{pompa dosatrice}} = Q_{\text{impianto}} \cdot D_{\text{coagulante}} / \gamma / np$$

Dove:

$Q_{\text{pompa dosatrice}}$ = portata della pompa dosatrice espressa in L/h

Q_{impianto} = portata di progetto espressa in m³/h

$D_{\text{coagulante}}$ = quantità di coagulante specifica espressa g/m³

γ = peso specifico PAC al 18%

np = numero di pompe

$$Q_{\text{pompa dosatrice}} = 1.157 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 70 \text{ g/m}^3 / 1,35 \text{ kg/L} / 2 = 30 \text{ L/h di PAC al 18\% (ciascuna pompa dosatrice)}$$

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe dosatrici si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

Neutralizzazione primaria:

Per il dimensionamento delle pompe dosatrici, nella neutralizzazione primaria, si sono considerati i massimi valori di pH da neutralizzare che potrebbero riscontrarsi durante la fase operativa. Per un ambiente acido si è considerata l'ipotesi di un pH 3 mentre per quello basico pH 11.

Dimensionamento delle pompe a pistone per dosaggio di Acido solforico al 50%:

Per portare il pH da un valore di 11 a un valore di 8,0 e con una portata di 579 m³/h, con ciascuna pompa, necessiteranno dosare i seguenti litri di H₂SO₄ in soluzione commerciale al 50%.

10⁻³ moli/litro di OH⁻ saranno neutralizzati da 10⁻³ moli/litro di H⁺ (per il calcolo stechiometrico si è considerata una neutralizzazione a pH 7 per semplicità di calcolo. Il valore del pH, essendo un'espressione logaritmica, fra 7,0 e 8,0 presenta una differenza di dosaggio dell'acido trascurabile)

PM H₂SO₄ 98; g di H₂SO₄ = 98 g • 10⁻³ moli/L / 2 (a causa dell'acido solforico che è biprotico, ogni mole di acido neutralizzerà due moli di OH⁻) = 49 • 10⁻³ g/L di acido tal quale da dosare

$$49 \bullet 10^{-3} \text{ g/L} / 0,5 = 0.098 \text{ g/L di acido al 50\% (soluzione commerciale al 50\%)}$$

Per ciascuna pompa si ha:

$$579.000 \text{ L/h} \bullet 0,098 \text{ g/L} = 56.742 \text{ g/h di acido solforico da dosare}$$

$$\gamma_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ al } 50\%} = 1,4 \text{ g/mL}; \quad 56.742 \text{ g/h} / 1,4 \text{ g/mL} = 40.530 \text{ mL/h}; \quad 40,5 \text{ L/h}$$

Pertanto, per neutralizzare l'acqua di scarico con pH 11 sono necessari teoricamente 40,5 L/h per ciascuna linea.

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe dosatrici si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

Dimensionamento delle pompe a pistone per dosaggio dell'Idrossido di sodio al 30%:

Per portare il pH da un valore di 3 a un valore di 8,0 e con una portata di 579 m³/h, necessiteranno dosare i seguenti litri di NaOH in soluzione commerciale al 40%

10⁻³ moli/litro di H⁺ sono neutralizzati da 10⁻³ moli/litro di OH⁻ (per il calcolo stechiometrico si è considerata una neutralizzazione a pH 7 per semplicità di calcolo. Il valore del pH, essendo un'espressione logaritmica, fra 7 e 8,0 presenta una differenza di dosaggio dell'idrossido trascurabile)

PM_{NaOH} 40; g di NaOH = 40 g • 10⁻³ moli/L = 40 • 10⁻³ g/L di idrossido di sodio tal quale da dosare

40 • 10⁻³ g/L / 0,3 = 1,33 • 10⁻¹ g/L di idrossido al 40% (soluzione commerciale)

579.000 L/h • 0,133 g/L = 77.007 g/h di idrossido di sodio da dosare

γ_{NaOH} al 30% = 1,33 g/mL; 77.007 g/h / 1,33 g/mL = 57.900 mL/h; 58,0 L/h

Pertanto, per neutralizzare l'acqua di scarico con pH 3 sono necessari teoricamente 58 L/h, per ciascuna linea.

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe dosatrici si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

Preparazione e dosaggio della soluzione di Polielettrolita con l'utilizzo di un prodotto allo stato di polvere:

Per la preparazione e il dosaggio automatico del polielettrolita si fa riferimento a quanto descritto nei paragrafi della Relazione Descrittiva del processo di trattamento delle acque reflue.

Per il dimensionamento del preparatore della soluzione di polielettrolita, per comodità di stoccaggio e dosaggio dei prodotti chimici concentrati, si è scelto di utilizzare un polielettrolita in polvere. La flocculazione della torbida proveniente da dragaggio, per le sue caratteristiche quali-quantitative, è da rapportare a quelle di una cava; nel nostro caso normalmente si utilizza una quantità di polielettrolita di circa 80 grammi di acrilamide per tonnellata di sostanza secca. Il titolo del polielettrolita in polvere è di circa il 70% di principio attivo.

In presenza di due linee idrauliche di processo, si fa riferimento a una portata di 579 m³/h, con una concentrazione di 119 kg/m³ di SS e con un rapporto di dosaggio di 0,08 kg/t di polielettrolita, la polvere da dosare è la seguente:

$$Q_{\text{polielettrolita}} = \frac{1}{2} Q_{\text{impianto}} \cdot C_{\text{SS}}$$

Dove:

$Q_{\text{polielettrolita}}$ = quantità di polielettrolita in kg/h

$\frac{1}{2} Q_{\text{impianto}}$ = portata di progetto espressa in m³/h

D_{SS} = concentrazione di materia secca espressa in kg/m³

$$Q_{\text{polielettrolita}} = 579 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 119 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,08 \text{ kg/t} = 5,6 \text{ kg/h (polielettrolita da dosare)}$$

Dimensionamento della vasca di preparazione della soluzione di polielettrolita

Con una concentrazione della soluzione allo 0,1% di polielettrolita e un tempo di dissoluzione di 60 minuti la vasca del polielettrolita ha un volume teorico di 6.000 litri. Per sicurezza si prevede una vasca di preparazione con una maggiorazione del 30% del volume teorico pari 7.800 litri. Nel processo è previsto il dosaggio in pre-flocculazione da effettuarsi nella vasca di omogeneizzazione e post -flocculazione che avviene in linea sulla tubazione di alimentazione

del chiarificatore. Per il dosaggio della soluzione, pertanto, si è scelto di installare due pompe per linea idraulica con portata di 5.000 L/h ciascuna.

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe dosatrici si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

Dimensionamento delle Pompe di sollevamento torbida condizionata con i prodotti chimici al chiarificatore:

Le vasche di omogeneizzazione fungeranno anche da vasche di sollevamento; per tale scopo, all'interno di ciascuna è installata una pompa sommergibile, che provvede all'invio delle acque pretrattate verso i rispettivi chiarificatori.

Le pompe sommergibili hanno ciascuna una portata pari alla metà di quella di progetto. Determinare le dimensioni delle vasche di sollevamento, per evitare le loro frequenti partenze e arresti è superfluo poiché esse saranno regolate in continuo con un modulatore di frequenza comandato da un regolatore di livello a ultrasuoni. Con l'adozione di questo sistema si ovvia anche alla problematica dei livelli variabili, che vanno a sottrarre volume utile alla vasca di omogeneizzazione, e alla taratura manuale della portata idraulica verso il chiarificatore.

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe di sollevamento si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

CHIARIFICAZIONE DELLE ACQUE REFLUE

La fase di sedimentazione, in un impianto di depurazione per torbide contenenti materiali inerti, assume due funzioni fondamentali:

- funzione di chiarificazione, cioè realizzazione di un effluente il più possibile limpido, in modo da ottenere il massimo rendimento depurativo nella rimozione dei solidi sospesi.
- funzione di ispessimento, cioè realizzazione di una fonte di fango da estrarre il più possibile concentrata, onde consentire la più efficace disidratazione dei fanghi nella fase successiva del loro trattamento.

La sedimentazione riveste notevole importanza; essa **costituisce in generale uno dei punti critici**, in quanto un dimensionamento scorretto comporta uno scadimento anche sensibile delle qualità dell'effluente e del fango estratto.

Il chiarificatore previsto è del tipo dinamico a flusso ascensionale con ponte raschiafango. Esso funziona sul principio fondamentale che una particella solida, sospesa in un fluido in movimento, sedimenta secondo una linea che non è verticale come sarebbe se il fluido fosse fermo, ma spostata nel senso del moto del fluido. Nel nostro caso, la torbida flocculata attraverso il tubo diffusore, di alimentazione centrale, scarica la torbida flocculata a circa due metri di profondità e il flusso si dirige verso la canaletta posta sul bordo superiore interno della vasca di chiarificazione.

Si ha la sedimentazione quando la velocità ascensionale dell'acqua è inferiore alla velocità di sedimentazione delle particelle. Il fenomeno della sedimentazione segue il principio enunciato dalla legge di Stocks che attribuisce la proprietà di sedimentazione di una particella in funzione del peso specifico proprio, delle sue dimensioni e della viscosità del liquido in cui è immersa.

In generale le particelle di limo, coagulate con il polielettrolita, raggiungono un peso specifico elevato pari a circa 1,3 g/cm³ e questa caratteristica le rende di facile sedimentabilità. Le varie applicazioni pratiche impiantistiche suggeriscono di adottare delle velocità ascensionali medie dell'acqua all'interno del decantatore di 1,5 m/h.

L'acqua depurata viene raccolta da una canaletta posta sul bordo interno alla sommità della vasca.

Il fango raccolto nella tramoggia centrale, sul fondo del chiarificatore, è estratto con una pompa ed inviato alla vasca di rilancio fanghi per essere successivamente pompato in pressione per la sua disidratazione con filtro pressa a piastre. Il livello del fango sul fondo del chiarificatore influisce sulla sua concentrazione in sostanza secca.

Dimensionamento di ciascun chiarificatore e per la linea idraulica di 579 m³/h.

$$S_{\text{chiarificatore}} = Q / V_{\text{ascensionale}}$$

Dove:

$S_{\text{chiarificatore}}$ = superficie chiarificatore espresso in m^2

Q = portata idraulica di progetto espressa in m^3/h

$V_{\text{ascensionale}}$ = velocità ascensionale espressa in m/h

$$S_{\text{chiarificatore}} = 579 \text{ m}^3/h / 1,5 \text{ m/h} = 386 \text{ m}^2$$

Con il valore di 1,5 m/h il diametro del chiarificatore con una superficie di 386 m^2 è di 18,1 m, nel progetto ne è stato inserito uno con un diametro di 22,74 metri per una velocità pari a 1,4 m/h, valore al di sotto della norma.

Il tempo di ritenzione al suo interno, per una portata di 579 m^3/h e con un volume utile di 913 m^3 è di 95 minuti pari a 1 ora e 35 minuti, più che accettabile.

Di seguito si riporta una tabella con le caratteristiche della vasca di chiarificazione dell'impianto, realizzata in acciaio al carbonio zincato a caldo con il fondo in cemento armato.

<i>Vasca di chiarificazione</i>		
<i>Dato</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Diametro	m	22,74
Altezza al bordo	m	4,5
Altezza battente idraulico alla canaletta con stramazzo Thomson	m	4,2
Volume utile	m^3	819
Velocità di risalita dell'acqua	m/h	1,4
Tempo di ritenzione	min	95
Materiale di costruzione	Acciaio al C (Fe)	
Rivestimento delle superfici a contatto con l'acqua marina	Zincatura a caldo integrale Rivestimento interno: dopo leggera sabbiatura, uno strato di aggrappante di $50 \mu m$, e tre mani di vernice epossidica di $450 \mu m$	

Di seguito si riportano la tabella con le caratteristiche del ponte raschia fango:

<i>Caratteristiche del ponte raschiafango</i>	
Modello	Codato, con raschiafango sollevabile, ralla maggiorata
Alimentazione	380 V
Lunghezza totale	8 m
Larghezza camminamento	0,8 m
Potenza installata trazione periferica	1,1 kW
Potenza installata agitatore centrale	0,37 kW
Materiale di costruzione	Ponte raschiafango in acciaio al C (Fe) Tutte le componenti immerse nell'acqua marina in AISI 316 L
Rivestimento delle superfici	Passerella del ponte raschiafango: zincatura a caldo integrale

NEUTRALIZZAZIONE SECONDARIA CON ACIDO O BASE INORGANICA E ABBATTIMENTO METALLI PESANTI

Dimensionamento delle vasche di neutralizzazione secondaria e rimozione metalli pesanti:

Le vasche previste in questa fase del processo sono utilizzate per la neutralizzazione secondaria, l'abbattimento dei metalli pesanti ed il rilancio delle acque trattate alle fasi di filtrazione successive.

Il dimensionamento della vasca, per la realizzazione di tali processi, è stato calcolato in base al tempo di ritenzione di circa dieci minuti che è equivalente per tutte e due le fasi descritte.

Con l'applicazione di quanto sopra esposto, il volume della omogeneizzazione è calcolato con la seguente espressione matematica:

$$V_r = Q \text{ m}^3/\text{h} / Q \text{ m}^3/\text{min} \cdot t \text{ min}$$

Dove:

V_r = volume di ritenzione per fase di coagulazione, di neutralizzazione espresso in m^3

Q = portata idraulica espressa in m^3/min ($\frac{1}{2} Q \text{ m}^3/\text{h} / 60 \text{ min}$)

t = tempo di ritenzione o contatto espresso in min

Applicando i dati di progetto si ottiene:

$$V_r = 7,72 \text{ m}^3/\text{min} \cdot 10 \text{ min} = 77,2 \text{ m}^3$$

La vasca possiede un volume di 277 m^3 e ha un tempo di ritenzione pari a 36 minuti, valore al di sopra del tempo di ritenzione di progetto, il maggior tempo di ritenzione ci tutela in caso si debba procedere con l'abbattimento dei metalli pesanti poiché maggiore è il tempo di sosta minore è il sovradosaggio del solfuro organico.

Le vasche hanno le seguenti caratteristiche:

<i>Vasca di neutralizzazione e abbattimento metalli pesanti</i>		
<i>Dato</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Diametro	m	9,17
Altezza al bordo	m	4,5
Altezza battente idraulico	m	4.2
Volume utile	m^3	277
Materiale di costruzione	Acciaio al carbonio	
Rivestimento delle superfici a contatto con l'acqua marina	Zincatura a caldo integrale Rivestimento interno: dopo leggera sabbiatura, uno strato di aggrappante di $50 \mu\text{m}$, e tre mani di vernice epossidica di $450 \mu\text{m}$	

N.B.: Per le caratteristiche dell'elettroagitatore si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

Dimensionamento delle pompe a pistone per dosaggio di Acido solforico al 50%:

Per portare il pH da un valore di 10 a un valore di 8,0 e con una portata di 579 m³/h, con ciascuna pompa, necessiteranno dosare i seguenti litri di H₂SO₄ in soluzione commerciale al 50%.

10⁻⁴ moli/litro di OH⁻ saranno neutralizzati da 10⁻⁴ moli/litro di H⁺ (per il calcolo stechiometrico si è considerata una neutralizzazione a pH 7 per semplicità di calcolo. Il valore del pH, essendo un'espressione logaritmica, fra 7,0 e 8,0 presenta una differenza di dosaggio dell'acido trascurabile)

PM_{H₂SO₄} 98; g di H₂SO₄ = 98 g • 10⁻⁴ moli/L / 2 (a causa dell'acido solforico che è biprotico, ogni mole di acido neutralizzerà due moli di OH⁻) = 49 • 10⁻⁴ g/L di acido tal quale da dosare

49 • 10⁻⁴ g/L / 0,5 = 0,0098 g/L di acido al 50% (soluzione commerciale al 50%)

Per ciascuna pompa si ha:

579.000 L/h • 0,0098 g/L = 5.674 g/h di acido solforico da dosare

γ_{H₂SO₄} al 50% = 1,4 g/mL; 5.674 g/h / 1,4 g/mL = 4.052 mL/h; 4,1 L/h

Pertanto, per neutralizzare l'acqua di scarico con pH 10 sono necessari teoricamente 4,1 L/h per ciascuna linea.

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe dosatrici si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

Dimensionamento delle pompe a pistone per dosaggio dell'Idrossido di sodio al 30%:

Per portare il pH da un valore di 5 a un valore di 8,0 e con una portata di 579 m³/h, necessiteranno dosare i seguenti litri di NaOH in soluzione commerciale al 40%

10⁻⁵ moli/litro di H⁺ sono neutralizzati da 10⁻⁵ moli/litro di OH⁻ (per il calcolo stechiometrico si è considerata una neutralizzazione a pH 7 per semplicità di calcolo. Il valore del pH, essendo un'espressione logaritmica, fra 7 e 8,0 presenta una differenza di dosaggio dell'acido trascurabile)

PM_{NaOH} 40; g di NaOH = 40 g • 10⁻⁵ moli/L = 40 • 10⁻⁵ g/L di idrossido di sodio tal quale da dosare

40 • 10⁻⁵ g/L / 0,3 = 1,7 • 10⁻³ g/L di idrossido al 30% (soluzione commerciale)

579.000 L/h • 0,133 g/L = 984 g/h di idrossido di sodio al 30% da dosare

γ_{NaOH} al 30% = 1,33 g/mL; 984 g/h / 1,33 g/mL = 740 mL/h; 0,74 L/h

Pertanto, per neutralizzare l'acqua di scarico con pH 5 è necessario teoricamente 0,74 L/h per ciascuna linea.

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe dosatrici si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

RIMOZIONE DEI METALLI PESANTI

Dimensionamento della pompa dosatrice a pistone per il dosaggio del Solfuro organico:

In caso di presenza di metalli pesanti, nella vasca di neutralizzazione finale sarà aggiunto del solfuro organico in quantità da 20 a 100 g/m³, tale dosaggio sarà determinato a seguito di analisi praticate in campo e sarà proporzionale alla concentrazione di metalli pesanti. Il suo dosaggio è regolato automaticamente da un misuratore di potenziale di ossido riduzione.

$$Q_{\text{pompa dosatrice}} = Q_{\text{impianto}} \cdot D_{\text{solfuro organico}} / \gamma$$

Dove:

$Q_{\text{pompa dosatrice}}$ = portata della pompa dosatrice espressa in L/h

Q_{impianto} = portata di progetto espressa in m^3/h ($1/2 Q \text{ m}^3/\text{h}$)

$D_{\text{solfo organico}}$ = quantità di solfo organico da dosare espressa g/m^3

γ = peso specifico PAC al 18%

$$Q_{\text{pompa dosatrice}} = 463 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 60 \text{ g}/\text{m}^3 / 1,20 \text{ kg}/\text{L} = 23 \text{ L}/\text{h} \text{ di solfo organico al } 45\%$$

Per affinare il suo dosaggio è stata prevista una sua diluizione 1 a 5 con serbatoio da 500 litri, ciascuna pompa di dosaggio ha una portata di progetto di 116 L/h

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe dosatrici si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

FILTRAZIONE SU SABBIA QUARZIFERA

Dimensionamento della batteria di filtri a sabbia quarzifera:

Per il dimensionamento della batteria di filtri in pressione a sabbia quarzifera si applica la seguente espressione matematica:

$$S = Q \text{ m}^3/\text{h} / V \text{ m}/\text{h}$$

Dove:

S = superficie di filtrazione espressa in m^2

Q = portata idraulica espressa in m^3/h

V = velocità di filtrazione espressa in m/h

Applicando i seguenti dati alla formula sopra indicata portata idraulica $579 \text{ m}^3/\text{h}$, distribuita su quattro filtri e una velocità di filtrazione pari a $11 \text{ m}/\text{h}$ si ha:

$$S_{\text{tot. filtri}} = 463 \text{ m}^3/\text{h} / 11 \text{ m}/\text{h} = 42,1 \text{ m}^2$$

Con portate importanti la scelta dei loro contenitori è ricaduta su contenitori con diametro 4.000 mm con superficie di filtrazione pari a $12,56 \text{ m}^2$. La batteria di filtri è costituita da:

$$\text{n. filtri} = S_{\text{tot. filtri}} \text{ m}^2 / S_{\text{specifica}} \text{ m}^2$$

dove:

n. filtri = contenitori previsti nella batteria

$S_{\text{tot. filtri}}$ = superficie totale di filtrazione espressa in m^2

$S_{\text{specifica}}$ = superficie specifica di filtrazione di ciascun filtro espressa in m^2

Applicando i dati di progetto si ha:

$$\text{n. filtri} = 42,1 \text{ m}^2 / 12,56 \text{ m}^2 = 3,35$$

Pertanto, si adotta l'installazione di quattro filtri, l'espressione matematica successiva verificherà il rispetto della velocità di filtrazione impostata da progetto:

$$V \text{ m}/\text{h} = Q \text{ m}^3/\text{h} / S_{\text{tot.}} \text{ m}^2$$

Sostituendo i dati di progetto abbiamo la velocità di filtrazione che è leggermente superiore a quella di progetto:

$$V = 563 \text{ m}^3/\text{h} / 50,24 \text{ m}^2 = 9,22 \text{ m}/\text{h}$$

Il mezzo filtrante sarà costituito da sabbia quarzifera con granulometria variabile compresa fra 0,8 e 1,2 mm e la sua altezza all'interno dell'involucro è di 1.900 mm, in fase di controlavaggio se si considera una sua espansione del 25% si avrà un'altezza di 2.370 pertanto la parte cilindrica avrà un'altezza di 2.500 mm per evitare il rischio di perdita di quarzite durante la fase di espansione.

Un altro aspetto importante è il sistema da adottare per il controlavaggio e la sua sequenza operativa, che è così concepita:

- 1) Abbassamento del livello all'interno del contenitore
- 2) Immissione di aria compressa in controcorrente
- 3) Immissione di acqua filtrata in controcorrente
- 4) Immissione di acqua filtrata in equicorrente

Il sistema di filtrazione è stato concepito con l'installazione di una pompa di alimentazione dedicata per due filtri. Le pompe sono modulate con inverter in modo da mantenere costante la portata di alimentazione. Il filtro a quarzite ha una perdita di carico di 0,5 m.c.a., al raggiungimento della perdita di carico massima di 15 m.c.a. interviene la fase di controlavaggio.

Il controlavaggio ha un periodo d'esecuzione, con tutte le sue fasi, di circa 30 minuti. Nei minuti che il filtro è in contro lavaggio tutta la portata si distribuisce sui restanti tre filtri, con un leggero incremento delle velocità di passaggio dell'acqua pari a 15 m/h, valore accettabile per un periodo breve d'esercizio, in bibliografia, difatti, il range delle velocità di passaggio nei filtri è indicata da 10 a 25 m/h.

Per il dimensionamento dei contenitori si è tenuto conto della pressione massima d'esercizio pari a 1,5 bar e di collaudo pari a 2,5 bar poiché in presenza di pompe di alimentazione asservite a modulatori di frequenza è stato possibile, oltre all'ottimizzazione del loro funzionamento, eliminare le sovra pressioni dovute ai colpi d'ariete, che sono calcolati pari a tre volte la pressione d'esercizio, che si generano nel momento della chiusura istantanea delle valvole pneumatiche per il contro lavaggio.

Con questa accortezza i colpi d'ariete sono mitigati in conseguenza alla riduzione progressiva e controllata della velocità dell'acqua all'interno dei filtri in e, con l'arresto della pompa prima della chiusura delle valvole, la pressione si riduce gradualmente.

Lo scarico dell'acqua dalla batteria di filtri può avvenire direttamente nel canale di controllo finale dei parametri oppure essere inviato alla successiva batteria di filtri a carboni attivi.

Ciascuna unità filtrante, realizzata in acciaio al carbonio sabbiato e verniciato, avrà le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Dato	Unità di misura	Valore
Numero filtri	n.	4
Materiale filtrante: sabbia quarzifera	mm	0,8 ÷ 1,2
Portata idraulica alimentazione	m ³ /h	116
Portata idraulica del controlavaggio	m ³ /h	116
Portata aria del controlavaggio	m ³ /h	900
Velocità di filtrazione	m/h	9,22

Diametro filtri	m	4,0
Altezza fasciame	m	2,5
Altezza del letto filtrante	m	1,9
Tempo di ritenzione	min	21
Tubazioni d'alimentazione in AISI 316L	DN	150
Pressione d'esercizio	bar	0,5 ÷ 1,5
Pressione massima di collaudo	bar	2,5
Materiale di costruzione	Acciaio al carbonio Fe	
Rivestimento delle superfici a contatto con l'acqua marina	Rivestimento esterno: sabbiatura SA 2 ½, tre strati di epossidica per un totale di 320 µm Rivestimento interno: sabbiatura SA 2 ½, tre strati di epossidica per un totale di 450 µm	

N.B.: Per le caratteristiche delle pompe di alimentazione, soffiante d'aria per controlavaggio e pompa di controlavaggio si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

FILTRAZIONE SU CARBONE ATTIVO

Dimensionamento della batteria di filtri a carboni attivi granulari:

Con riferimento ai costi elevati dei carboni attivi, nei momenti di assenza nelle acque di contaminanti organici è stato previsto il loro by-pass, ciò per preservarli da un loro inopportuno esaurimento dovuto alla presenza fisiologica, nelle acque marine, di qualche milligrammo di COD.

In caso di analisi chimiche sfavorevoli, riferite a idrocarburi, sostanze organiche e solventi, sarà d'obbligo far passare l'acqua attraverso questo mezzo filtrante. La presenza di una filtrazione su quarzite permetterà il loro controlavaggio con una frequenza molto dilazionata, almeno una volta ogni sei mesi. La saltuarietà dei contro lavaggi rende superfluo la presenza di un sistema automatico.

Dato	Unità di misura	Valore
Numero filtri	n.	4
Materiale filtrante: carbone attivo	mm	0,65 ÷ 2,3
Portata idraulica alimentazione	m ³ /h	116
Portata idraulica del controlavaggio	m ³ /h	116

Portata aria del controlavaggio	m ³ /h	900
Velocità di filtrazione	m/h	9,22
Diametro filtri	m	4,0
Altezza fasciame	m	3,5
Altezza del letto filtrante	m	3,0
Tempo di ritenzione	min	19
Tubazioni d'alimentazione in AISI 316L	DN	150
Pressione d'esercizio	bar	0,5 ÷ 1,5
Pressione massima di collaudo	bar	2,5
Materiale di costruzione	Acciaio al carbonio Fe	
Rivestimento delle superfici a contatto con l'acqua marina	Rivestimento esterno e interno: sabbiatura 21/2 , primer zincante 60 µm e tre mani di vernice epossidica di 450 µm	

Per le caratteristiche delle pompe di alimentazione, di quelle di controlavaggio e della soffiante d'aria si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature"

IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI CONTROLAVAGGIO FILTRI A QUARZITE E CARBONI ATTIVI

Come illustrato nella relazione descrittiva del funzionamento dell'ITA, in presenza di metalli pesanti, si rende necessario l'installazione di una linea idraulica di trattamento dedicato alle acque di controlavaggio dei filtri a sabbia e a carboni attivi, queste sono ricche di solidi sospesi derivanti dai limi del fondale e da fiocchi di composti metallici indissociati. La miscela di fanghi inerti e d'origine metallica sedimenta nel chiarificatore a pacchi lamellari.

Questa condizione comporta la produzione di un fango con caratteristiche da non poter essere riciclati in testa all'impianto per non contaminare i fanghi destinati allo smaltimento nelle cave dismesse; pertanto, saranno disidratati a parte con un filtro pressa dedicato a questo scopo.

Dimensionamento della vasca di accumulo, omogeneizzazione e coagulazione

In questa vasca avvengono i tre principali processi di pretrattamento per questa tipologia di acque, individuati come:

- Accumulo: per l'ottimizzazione delle portate idrauliche con l'eliminazione di quelle di punta poiché dai filtri arrivano portate di circa 30 m³/h, inoltre ci permette di eseguire due contro lavaggi in contemporanea
- Omogeneizzazione: per rendere i solidi sospesi ben amalgamati ed evitare la loro sedimentazione
- Coagulazione: i solidi sospesi presenti hanno delle dimensioni granulometriche dell'ordine di qualche µm, pertanto si renderà necessario il dosaggio di un coagulante
- Sollevamento alla chiarificazione: le acque accumulate saranno dosate alla fase di flocculazione e successiva chiarificazione con chiarificatore a pacchi lamellari.

La vasca avrà le seguenti caratteristiche:

<i>Vasca di neutralizzazione e abbattimento metalli pesanti</i>		
<i>Dato</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Diametro	m	6,3
Altezza al bordo	m	4,0
Altezza battente idraulico	m	3,7
Volume utile	m ³	115
Materiale di costruzione	Acciaio al carbonio	
Rivestimento delle superfici a contatto con l'acqua marina	Zincatura a caldo integrale Rivestimento interno: dopo leggera sabbiatura, uno strato di aggrappante di 50 µm, e tre mani di vernice epossidica di 450 µm	

N.B.: Per le caratteristiche dell'elettroagitatore si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature e Materiali"

Dimensionamento del chiarificatore a pacchi lamellari

Il chiarificatore è stato scelto a pacchi lamellari per la sua versatilità. In particolare, a parità di portata idraulica, questa tipologia rispetto a un sedimentatore statico verticale tradizionale, occuperà una superficie di circa cinque volte inferiore.

Dimensionamento del filtro pressa a piastre

Di seguito si riporta la verifica dimensionale dell'ITA per una portata di 18,5 m³/h, con l'installazione di un filtro pressa con piastre 800 x 800 mm, con 23 piastre e con volume di camera di 35 mm.

La filtropressa inserita nel progetto ha il telaio per contenere 23 piastre e le seguenti caratteristiche:

- volume di una camera: 16,7 dm³
- volume di camera totale del filtro: 367,4 dm³

Si considera un pannello disidratato con le seguenti caratteristiche:

- peso specifico: 1,5 kg/L
- umidità residua: 50%
- cicli di filtrazione: 2 all'ora

Applicando la formula sottoindicata si avrà la seguente quantità di sostanza secca smaltita in un'ora:

$$S.S. = N_c \cdot V_{ct} \cdot \gamma \cdot U_p$$

Dove:

S.S. = Sostanza Secca espressa in kg/h

N_c = numero di cicli di filtrazione

V_{ct} = Volume totale di pannello prodotto dal filtro pressa per ogni ciclo espresso in litri

γ = peso specifico del pannello espresso in kg/L

U_p = umidità residua nel pannello espressa in %

$$SS = 2 \text{ cicli} \cdot 367,4 \text{ L} \cdot 1,5 \text{ kg/L} \cdot 0,50 \text{ (50\% di umidità)} = 551 \text{ kg/h di sostanza secca}$$

Con tale quantità di sostanza secca, trattata in un'ora, corrisponderebbe la seguente concentrazione nelle acque di controlavaggio:

$$C_{SS} = SS / Q$$

Dove:

C_{SS} = Concentrazione SS nell'acqua proveniente dai filtri kg/m^3

SS = Sostanza secca che può lavorare il filtro espressa in kg/h

Q = Portata d'acqua proveniente dalla vasca di omogeneizzazione espressa in m^3/h

$$C_{SS} = 551 \text{ kg/h} / 18,5 \text{ m}^3/\text{h} = 29,8 \text{ kg/m}^3 \text{ (equivalente a } 29,8 \text{ g/L)}$$

Con una concentrazione teorica, prevista nelle acque contaminate, pari a 29,8 g/L e con la potenzialità di trattarne con tre cicli 44,7 g/L, la taglia del filtro risulta avere una marginalità di sicurezza riferita alla sua produttività del 50%.

FILTRO PRESSA mod. 800.23.35 – telaio atto a contenere 23 piastre, così costituito:

Telaio con accessori; collettore del filtrato chiuso incorporato, dispositivo di distaffaggio simultaneo, chiusura idraulica automatica e impianto elettrico di bordo.

Completo di:

- n. 23 piastre in polipropilene, spessore di camera 35 mm
- n. 23 tele filtranti in polipropilene
- n. 23 sottotele
- protezioni fisse in policarbonato su ambo i lati
- tubazione per scarico filtrato in PVC
- fine filtrazione con flussostato elettronico
- espulsione automatica del collettore centrale
- quadro elettrico con PLC

Volume di filtrazione totale: 367,4 dm^3

ESTRAZIONE FANGHI ED ACCUMULO PER IL RILANCIO ALLA FILTROPRESSA

Dimensionamento delle vasche di accumulo dei fanghi sedimentati nei chiarificatori con ponte raschiante:

Si premette che l'ITAR produrrà una cospicua portata idraulica di fanghi fluidi, accumulati sul fondo del chiarificatore e facilmente pompabili, con una concentrazione di 600 g/L di Sostanza Secca.

In questo contesto le portate idrauliche massime sono di 580 m^3/h , per linea, con una concentrazione massima di solidi sospesi pari a 119 g/L, corrispondente a una portata di circa:

$$SS \text{ kg/h} = C_{SS} \cdot Q \text{ m}^3/\text{h}$$

Dove:

SS = quantità di solidi sospesi espressa in kg/h

C_{SS} = concentrazione solidi sospesi in acqua espressa in kg/m^3 (equivalente a g/L)

Q = portata di progetto espressa in m^3/h

$$SS = 119 \text{ kg/m}^3 \cdot 579 \text{ m}^3/\text{h} = 68.901 \text{ kg/h}$$

La quantità di sostanza secca pari a 68,9 t/h produce, alla concentrazione di 600 kg/m^3 , ($\gamma_{\text{fango}} = 1,37 \text{ t/m}^3$) una quantità di fango fluido da estrarre dal chiarificatore pari a 114,8 m^3/h , per linea idraulica

Per ciascuna line è stata prevista una pompa di estrazione fanghi con corpo pompa gommato vulcanizzato e girante in hardalloy, con una portata maggiorata del 30% rispetto a quella di progetto pari a 150 m³/h a una prevalenza di 12 m.c.a.

Per le caratteristiche delle pompe di estrazione fanghi e dell'elettroagitatore si rimanda alla consultazione dell'allegato "Schede Tecniche Apparecchiature"

Le vasche di accumulo e rilancio dei fanghi ai filtri pressa avrà le seguenti caratteristiche: seguente tabella.

<i>Vasca di rilancio dei fanghi ai filtri pressa</i>		
<i>Dato</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Diametro	m	10,30
Altezza al bordo	m	5,50
Altezza battente idraulico	m	5,2
Volume utile	m ³	438
Materiale di costruzione	Acciaio al carbonio	
Rivestimento delle superfici a contatto con l'acqua marina	Zincatura a caldo integrale Rivestimento interno: dopo leggera sabbiatura, uno strato di aggrappante di 50 µm, e tre mani di vernice epossidica di 450 µm	

FILTRIPRESSA A PIASTRE GHT 2500P19

Dimensionamento dei filtri pressa:

I fanghi prodotti saranno disidratati per mezzo di una batteria di filtri pressa a piastre. Tale scelta è dovuta alla produzione di fango disidratato palabile e a bassi costi di gestione poiché non sarà utilizzato il polielettrolita. Il materiale inerte da filtrare, che giungerà dal Soil Washing, sarà costituito principalmente da sabbia e limo finissimi con granulometria $\leq 75 \mu\text{m}$. Con questa tipologia di inerte si può ipotizzare di raggiungere tempi di filtrazione di 77 minuti, con l'utilizzo di una pompa di pressurizzazione a doppio corpo con pressioni di filtrazione pari a 13 bar. Ciascun filtro, a bordo macchina, avrà una pompa di lavaggio delle tele ad alta pressione per permettere una regolarità di produzione di fango disidratati. Nel caso in cui i tempi di ciclo si allungassero o fosse necessario recuperare delle filtrate è presente, in impianto, un sistema di preparazione e dosaggio latte di calce, che avrà la funzione di accelerare il ciclo di filtrazione poiché la calce ha la proprietà di condizionare il fango coagulandolo. Normalmente i dosaggi della calce avvengono con l'impiego del 2% per tonnellata p/p.

Le acque di filtrazione nonostante saranno chiare, per sicurezza saranno rinviate in testa all'impianto di depurazione. La stessa cosa dicasi delle acque di lavaggio tele.

Lo scopo di questo dimensionamento è la definizione dei parametri su cui si basano i calcoli per la progettazione dei filtri pressa installati, che sono due per ogni linea idraulica.

2. Filtro pressa (FP)

Al fine di definire il modello e la dimensione dei filtri pressa necessari, occorre sapere il volume totale di filtrazione da considerare (**V**).

2.1 Dati di ingresso

La determinazione del volume totale di filtrazione si basa sulla conoscenza dei seguenti dati:

DATI FORNITI DAL CLIENTE:

- Produttività giornaliera di solido secco da filtrare (**Qs**).

DATI EMERSI DAI TEST DI FILTRAZIONE:

- Tempo ciclo totale (**Tciclo**);
- Spessore di camera delle piastre (spessore del pannello disidratato);
- Umidità residua del pannello (**W**) determinata a 105°C;
- Peso specifico del pannello (**PS**);
- Fattore di spremitura (**SF**).

DATI DEFINITI DURANTE LA FASE DI PROGETTO:

- Ore di lavoro (**Hw**);
- Dimensione delle piastre filtranti.

DATI FORNITI DAI NOSTRI FORNITORI

- Volume di filtrazione della piastra (**Vp**)
- Superficie filtrante della piastra (**Sp**)
- Spessore della piastra (**Tp**)
- Spessore della tela filtrante (**Tc**)

I parametri forniti per il dimensionamento, per la capacità massima di trattamento (1.023.000 mc/anno di fondale) sono:

Qs: 3.036.000 kgSS/d

Tciclo : 77 min/ciclo

Risultante da:

Tempi tecnici: 5,0 min/ciclo

Riempimento: 8,0 min/ciclo

Compattazione: 55,0 min/ciclo

Scarico pannello: 9,0 min/ciclo

W.: 20% a 105°C

PS: 2 kg/dm³

Hw: 22 h/d

Dimensione piastra filtrante : 2500 mm x 2500 mm

Considerando l'utilizzo di un pacco piastre concamerato, spessore di camera 25 mm, otteniamo i seguenti dati:

Vp.:	120,5 dm³
Sp:	9,97 m²
SF:	1

2.2 Dati in uscita

In sequenza, vengono determinati i seguenti parametri intermedi per la capacità massima di trattamento:

- Produttività giornaliera di pannello (**Qcake**);
- Volume di pannello prodotto giorno (**Vc**)
- Numero di cicli giornalieri (**Ncd**)

Qcake = Qs / (1 - W / 100):	3.795.000 kg/day
Vc = Qcake / PS :	1.897.500 dm³/day
Ncd = Hw *60 / Tciclo :	17,14 cycle/day

Se consideriamo di suddividere la produttività di 4 filtri pressa, otteniamo il volume necessario per filtro pressa:

$$\mathbf{Vf = Vc / 4 / (Ncd * SF) : \quad 27.676 \, dm^3}$$

Una volta definite il **Vf**, determiniamo il numero di camere (**Nc**) necessario e, di conseguenza, il numero di piastre (**Np**):

Nc = Vf / Vp :	230
Np = Nc + 1	231

Il modello di filtro pressa selezionato per questa applicazione è **GHT 2500 P19**, con telaio atto a contenere un numero massimo di **232 piastre**.

Si considera quindi il numero massimo di piastre installate, quindi **231 camere**.

In questo modo, ogni filtro avrà:

$$\mathbf{Volume \, totale \, reale \, (V): \, N \, x \, Vp: \quad 27.835,5 \, dm^3}$$

$$\mathbf{Superficie \, filtrante \, reale \, (S): \, N \, x \, Sp: \quad 2.303,07 \, m^2}$$