

REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI FERMO
COMUNE DI FERMO





IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI
RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

CIG: 9880245C18 – CUP: F62F18000070004

PROGETTO ESECUTIVO

NOME ELABORATO RELAZIONE TECNICA SEZIONE DEPURAZIONE		CLASSE	4.1
		INGEGNERIA DI PROCESSO - RELAZIONI	
		N. TAVOLA	4.1.3
		FORMATO	A4
		SCALA	/
CODIFICA ELABORATO	23008-OW-C-41-RC-003-DE0-1		

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
01	07/01/2025	RISCONTRO RAPP. VER. INT. REV.2-BIS	L. ARDIZZONE	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
00	26/09/2024	PRIMA EMISSIONE	L. ARDIZZONE	C. BUTTICE'	R. MARTELLO

Committente	Progettista indicato	Mandataria
 CITTA' DI FERMO Settore IV e V Lavori Pubblici, Protezione Civile, Ambiente, Urbanistica, Patrimonio, Contratti e Appalti Via Mazzini 4 63900 – Fermo (FM) DOTT. Mauro Fortuna RUP	 Via Resuttana 360 90142 -PALERMO OWAC Engineering Company S.R.L. ING. Rocco Martello Direttore Tecnico UNI EN ISO 9001:2015 N. 30233/14/S UNI EN ISO 45001:2018 N. OHS-4849 UNI EN ISO 14001:2015 N. EMS-9477/S UNI/PdR 74 :2019 N. SGBIM-01/23 UNI/PdR 74:2019 N. 21042BIM	 Via del Cardoncello 22 70022 – Altamura (BA) EDILALTA S.R.L. DOTT. Angelantonio Disabato Socio Mandante  Via Bassa di Casalmoro 3 46041 – Asola (MN) ANAERGIA S.R.L. DOTT. Andrea Parisi Istitore



01	L.ARDIZZONE	07/01/2025	C.BUTTICE'	07/01/2025	R.MARTELLO	07/01/2025
00	L.ARDIZZONE	25/09/2024	C.BUTTICE'	26/09/2024	R.MARTELLO	26/09/2024
REV	ESEGUITO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA



Sommario

1.	PREMESSA.....	5
2.	CRITERI E SCELTE BASE DI PROGETTAZIONE.....	5
2.1.	OBIETTIVI PROGETTUALI	5
2.2.	PARAMETRI CHIMICO-FISICI ALLA BASE DEI DIMENSIONAMENTI	6
2.3.	LIMITI ALLO SCARICO AUTORIZZATI PER LA DEPURAZIONE DEL DIGESTATO.....	7
3.	DESCRIZIONE DEL CICLO DEPURATIVO.....	9
3.1.	SINTESI DEL PROCESSO DEPURATIVO ADOTTATO	9
3.2.	DIMENSIONAMENTO DI DETTAGLIO.....	11
3.2.1.	<i>Vasca di equalizzazione e alimentazione</i>	<i>11</i>
3.2.1.1.	Dimensionamento	11
3.2.1.2.	Sistema di miscelazione della vasca di omogenizzazione	12
3.2.2.	<i>Reattore biologico MBR</i>	<i>13</i>
3.2.2.1.	Dimensionamento delle vasche	14
3.2.2.2.	Determinazione ossigeno necessario.....	15
3.2.2.3.	Configurazione architettonica del reattore biologico	18
3.2.2.4.	Dettaglio impiantistico del reattore biologico	18
3.2.2.4.1.	Pompa di alimentazione del comparto biologico	18
3.2.2.4.2.	Grigliatura iniziale a doppio stadio	19
3.2.2.4.3.	Trasmettitori di portata delle linee di alimentazione del comparto biologico	20
3.2.2.4.4.	Mixers della sezione di denitrificazione.....	20
3.2.2.4.5.	Reti di diffusione aria nella vasca di ossidazione biologica.....	20
3.2.2.4.6.	Sistema di generazione aria nelle vasche di ossidazione biologica.....	21
3.2.2.4.7.	Mixers per le vasche di post denitrificazione	21
3.2.2.4.8.	Pompe di ricircolo nitro-denitro e abbattimento delle schiume	22
3.2.2.4.9.	Unità di controllo della temperatura del processo biologico	22
3.2.2.4.10.	Unità di dosaggio antischiuma.....	24
3.2.2.4.11.	Unità di dosaggio nutriente	25
3.2.2.4.12.	Unità di dosaggio alcalinizzante.....	25
3.2.3.	<i>Sezione di ultrafiltrazione</i>	<i>26</i>
3.2.3.1.	Descrizione funzionale e dimensionale.....	26
3.2.3.2.	Dettaglio impiantistico della sezione di ultrafiltrazione.....	30
3.2.3.2.1.	Caratteristiche tecniche dei moduli di Ultrafiltrazione.....	30
3.2.3.2.2.	Caratteristiche tecniche del sistema di lavaggio e controlavaggio UF	32
3.2.3.2.3.	Sistema di riscaldamento e controllo temperatura del CIP	35
3.2.4.	<i>Sezione di osmosi inversa.....</i>	<i>36</i>
3.2.4.1.	Descrizione funzionale e dimensionale.....	36
3.2.4.2.	Dettaglio impiantistico della sezione di ultrafiltrazione.....	39



3.2.4.2.1.	Valvole delle linee di bassa pressione	39
3.2.4.2.2.	Valvole delle linee di alta pressione	39
3.2.4.2.3.	Pompa di alimentazione	39
3.2.4.2.4.	Unità di controllo del ph	40
3.2.4.2.5.	Serbatoio di contenimento acido per correzione ph	41
3.2.4.2.6.	Filtrazione di sicurezza a cartucce	41
3.2.4.2.7.	Gruppo di dosaggio antiscalante	41
3.2.4.2.8.	Gruppo di pressurizzazione primo stadio	42
3.2.4.2.9.	Gruppo di pressurizzazione secondo stadio di concentrazione	42
3.2.4.2.10.	Membrane di osmosi inversa primo passaggio, doppio stadio di concentrazione	43
3.2.4.2.11.	Caratteristiche tecniche dei trasmettitori	43
3.2.4.2.12.	Serbatoio di preparazione e contenimento soluzioni di lavaggio chimico	44
3.2.4.2.13.	Sistema di riscaldamento e controllo della temperatura CIP	44
3.2.4.2.14.	Pompa di dosaggio automatico prodotto acido per lavaggio membrane	46
3.2.4.2.15.	Pompa di dosaggio automatico prodotto basico per lavaggio membrane	46
3.2.4.2.16.	Unità di controllo pH in ingresso al secondo passaggio	46
3.2.4.2.17.	Gruppo di alimento secondo passaggio	47
3.2.4.2.18.	Gruppo di pressurizzazione secondo passaggio	48
3.2.4.2.19.	Membrane di osmosi inversa secondo passaggio	48
3.2.4.2.20.	Caratteristiche tecniche dei trasmettitori secondo passaggio	48
3.2.4.2.21.	Serbatoio di alimento secondo passaggio	49
3.2.4.2.22.	Unità di controllo pH permeato secondo passaggio	49
3.2.5.	<i>Serbatoi di stoccaggio intermedi</i>	50
3.2.5.1.	Serbatoio di stoccaggio permeato UF e alimento RO	51
3.2.5.2.	Serbatoio di stoccaggio permeato RO	51
3.2.5.3.	Serbatoio di stoccaggio concentrato RO	52
3.2.6.	<i>Unità di evaporazione</i>	52
3.2.6.1.	Descrizione funzionale e dimensionale	52
3.2.6.2.	Dettaglio impiantistico della sezione di evaporazione	53



1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha per oggetto la descrizione dell'unità di trattamento di depurazione del digestato proveniente dalla sezione di digestione anaerobica dell'impianto di trattamento FORSU da realizzarsi in C.da San Biagio nel Comune di Fermo, in prossimità del Centro Integrato per la Gestione dei Rifiuti Urbani (CIGRU) gestito dalla società Fermo Asite S.r.l., ed autorizzato con Determina n. 61 del 31/01/2022 e s.m.i. del Settore III della Provincia di Fermo e s.m.i.

In sintesi l'impianto rappresenta l'implementazione e l'efficientamento del CIGRU con particolare riferimento alla minimizzazione degli impatti legati al trattamento delle matrici organiche; l'impianto prevede infatti:

- Il pre-trattamento della FORSU conferita al fine di rendere il rifiuto compatibile con i successivi trattamenti;
- La digestione anaerobica delle matrici organiche del rifiuto per la produzione di biogas;
- Il post-trattamento del digestato prodotto, al fine di ottenere acqua depurata da un lato (tramite l'impianto di depurazione *in situ* previsto) e fertilizzanti conformi alla normativa italiana ed europea dall'altro lato;
- Il post-trattamento del biogas per la produzione di biometano, da utilizzare nel settore dei trasporti tramite compressione su carri bombolai.

2. CRITERI E SCELTE BASE DI PROGETTAZIONE

2.1. OBIETTIVI PROGETTUALI

La digestione anaerobica è un processo che da una lato produce biogas, che convertito in biometano risulta utile ai fini energetici, dall'altro produce un digestato che contiene ancora delle sostanze di natura organica, alte concentrazioni di azoto ammoniacale e sali disciolti che è possibile depurare utilizzando dei processi tecnologicamente avanzati in grado di eliminare sia le sostanze organiche biodegradabili, ma anche le sostanze organiche non biodegradabili intervenendo su una varietà di sostanze micro inquinanti, ivi compresi metalli pesanti.

Tale risultato può essere ottenuto solo abbinando ad un trattamento secondario di tipo biologico un trattamento terziario di ultrafiltrazione della biomassa con finissaggio ad osmosi inversa. Utilizzando una batteria di membrane per chiarificare la biomassa,



viene eliminato il problema più gravoso dei processi biologici convenzionali: quello di rendere sedimentabili, cioè trattenibili con un processo di sedimentazione, le sostanze organiche prima sospese e colloidali che, altrimenti, non potrebbero essere bloccate e allontanate dalla fase liquida.

Dunque, il digestato prodotto dalla sezione anaerobica di trattamento della FORSU, quale residuo della decomposizione della sostanza organica in essa contenuta per generare biogas, è costituito prevalentemente da substrato organico difficilmente biodegradabile e, pertanto, è da assimilare ai reflui industriali più complessi.

In quest'ottica, al fine di poter garantire, a valle, i parametri chimico-fisici ottimali nell'acqua depurata, nel rispetto dei limiti previsti dalla normativa per gli scarichi su corpo idrico superficiale, si prevede l'installazione di una sezione di depurazione del digestato con lo scopo sia di minimizzare gli scarti (fanghi, reflui, ecc.) da dover smaltire che di massimizzare il recupero di risorsa idrica per tutti gli utilizzi di processo ed industriali (limitando notevolmente i prelievi di acqua potabile da acquedotto/falda).

La sezione di depurazione che è prevista in impianto, come meglio dettagliato nel seguito, è così composta:

- vasca di equalizzazione del digestato liquido in ingresso;
- una sezione MBR così suddivisa:
 - *vasca anossica di denitrificazione;*
 - *vasca aerobica di ossidazione biologica (nitrificazione);*
 - *Unità di Ultrafiltrazione tubolare;*
- Una sezione di Osmosi Inversa, per il finissaggio dell'acqua depurata;
- Una sezione di evaporazione, per la riduzione del concentrato da smaltire.

2.2. PARAMETRI CHIMICO-FISICI ALLA BASE DEI DIMENSIONAMENTI

L'impianto di depurazione in esame è stato dimensionato per consentire il trattamento del digestato prodotto dalla sezione di digestione anaerobica della FORSU; i principali parametri chimico-fisici che caratterizzano un digestato prodotto dal trattamento anaerobico di tipo wet della FORSU sono riportati nella seguente tabella 1.

Al fine di limitare i volumi di reflujo da depurare, nonché minimizzare i quantitativi di fango da smaltire, in impianto il digestato verrà preliminarmente sottoposto ad una operazione di separazione di un flusso prevalentemente liquido (in ingresso alla sezione



depurativa in oggetto) e di un flusso prevalentemente solido destinato all'impianto di compostaggio del comprensorio per la produzione di ammendante conforme alla normativa vigente.

Tabella 1 Parametri chimico-fisici caratteristici del digestato prodotto dalla sezione anaerobica

Parametro	U.M.	Prima Analisi	Seconda Analisi	Media
pH		6	7,1	6,55
Conducibilità	microS/cm	40000	50000	45000
Materiali sedimentabili	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1
TSS	mg/l	5260	4880	5070
BOD5	mg/l	1500	1700	1600
COD	mg/l	3000	4000	3500
Alluminio	mg/l	63	59,4	61,2
Boro	mg/l	70	51,1	60,55
Ferro	mg/l	168	220	194
Manganese	mg/l	4	3	3,5
Solfati (lone solfato)	mg/l	1270	1440	1355
Cloruri	mg/l	6000	6500	6250
Fluoruri	mg/l	19	24	21,5
Fosforo totale (P)	mg/l	72	88,1	80,05
Azoto totale (N)	mg/l	4600	4200	4400
Ammoniacale	mg/l	3500	3700	3600
Grassi e oli	mg/l	<5	<5	<5
Idrocarburi totali	mg/l	<10	<10	<10

Successivamente ai pretrattamenti previsti, dunque, il digestato liquido che arriverà in ingresso alla sezione di depurazione in oggetto avrà le seguenti caratteristiche chimico-fisiche principali (tabella 2):

Tabella 2 Parametri chimico-fisici del digestato liquido considerati in ingresso alla depurazione

Parametro	Valore	U.M.
Portata	100	m3/d
Temperatura	30 – 40	°C
pH	7,5 – 8,6	
COD	15.000 – 18.000	mg/L
TSS	0,5	%
TS	1,5	%
TDS	1,0	%
TKN	3.800,0 – 4.800,0	mg/L
N-NH4+	--	mg/L
N-NO3-	--	mg/L
N-NO2-	--	mg/L
Alcalinità	--	mgCaCO3/L
Fosforo totale	--	mg/L

2.3. LIMITI ALLO SCARICO AUTORIZZATI PER LA DEPURAZIONE DEL DIGESTATO

I valori limite attualmente autorizzati per lo scarico delle acque depurate del trattamento del digestato nel fosso Catalini sono quelli riportati nella seguente tabella 3. Tali valori, pertanto, sono stati considerati per il corretto dimensionamento delle fasi



di trattamento al fine di ottenere un effluente depurato caratterizzato da parametri conformi a tali limiti.

Tabella 3 – Limiti allo scarico delle acque depurate dal trattamento del digestato liquido

PARAMETRI FONDAMENTALI	Metodo	FREQUENZA	Limite tabella 3-BAT
Temperatura	APAT CNR-IRSA Man. 29 2003	semestrale	--
Ph	APAT CNR-IRSA 2060 Man. 29 2003	semestrale	5,5-9,5
Conducibilità elettrica	APAT CNR-IRSA 2030 Man. 29 2003	semestrale	--
Solidi sospesi totali	APAT CNR-IRSA 2090 B Man. 29 2003	mensile	60 mg/l
COD	APAT CNR-IRSA 5130 Man. 29 2003	mensile	160 mg/l
BOD5	APAT CNR-IRSA 5120 Man. 29 2003	semestrale	40 mg/l
Cloruri	APAT CNR-IRSA 4020 Man. 29 2003	semestrale	1200 mg/l
Solfati	APAT CNR-IRSA 4020 Man. 29 2003	semestrale	1000 mg/l
Nitrati	APAT CNR-IRSA 4020 Man. 29 2003	semestrale	20 mg/l
Nitriti	APAT CNR-IRSA 4020 Man. 29 2003	semestrale	0,6 mg/l
Ammoniaca	APAT CNR-IRSA 4030 Man. 29 2003	semestrale	15 mg/l
Azoto totale	APAT CNR-IRSA 4060 Man. 29 2003	mensile	25 mg/l
Fosforo totale	APAT CNR-IRSA 4110 Man. 29 2003	mensile	2 mg/l
Alluminio	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	semestrale	1 mg/l
Arsenico	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	mensile	0.5 mg/l
Mercurio	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	mensile	0,005 mg/l
Rame	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	mensile	0,1 mg/l
Fenoli Totali	APAT CNR-IRSA 5070 Man. 29 2003	semestrale	0,5 mg/l
Cianuri Totali	APAT CNR-IRSA 4070 Man. 29 2003	semestrale	0,5 mg/l
Cadmio	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	mensile	0,02 mg/l
Ferro	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	semestrale	2 mg/l
Manganese	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	semestrale	2 mg/l
Piombo	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	mensile	0,1 mg/l
Cromo totale	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	mensile	0,15 mg/l
Zinco	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	mensile	0,5 mg/l
Nichel	APAT CNR-IRSA 3010 Met. A + APAT CNR-IRSA 3020 Man. 29 2003	mensile	0,5 mg/l
Tensioattivi totali	APAT CNR-IRSA 5170 + APAT CNR-IRSA 5180 Man. 29 2003	semestrale	2 mg/l
Idrocarburi totali	APAT CNR-IRSA 5160 B Man. 29 2003	semestrale	5 mg/l
Solventi Organici Azotati	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	semestrale	0,1 mg/l
Solventi Organici Clorurati	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	semestrale	1 mg/l
Solventi Organici Aromatici	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	semestrale	0,2 mg/l
E. Coli	APAT CNR-IRSA Met. 7030 C Man. 29 2003	semestrale	5.000 UFC/100 ml



3. DESCRIZIONE DEL CICLO DEPURATIVO

3.1. SINTESI DEL PROCESSO DEPURATIVO ADOTTATO

La soluzione impiantistica che si propone prevede una vasca di accumulo ed equalizzazione del digestato liquido prodotto, che funge inoltre da alimentazione alla sezione biologica prevista con tecnologia MBR. Il refluo infatti viene preventivamente avviato alla vasca anossica di denitrificazione (con un volume di 1.020 m³): in tale fase avviene pertanto la riduzione biologica dell'azoto nitrico ad azoto gassoso ad opera di batteri eterotrofi in condizioni di assenza di ossigeno. Successivamente, il refluo viene sottoposto alla fase biologica aerata (con un volume, suddiviso in tre settori, di 2.140 m³): in tale sezione avviene sia la demolizione / degradazione della sostanza organica, sia la nitrificazione / ossidazione dell'azoto organico ed ammoniacale a nitriti e nitrati, ad opera della flora batterica autotrofa presente (nitrosomonas, nitrobacter).

Successivamente, il refluo pretrattato viene sottoposto ad un processo di ultrafiltrazione tramite membrane tubolari, in configurazione "side stream", per poter separare praticamente tutta la sostanza organica sospesa sedimentabile: sfruttando la filtrazione tangenziale può essere garantita una elevata portata continua di ricircolo che permette di mantenere una velocità ottimale di flusso attraverso le membrane, limitandone al minimo lo sporco e le conseguenti necessità di pulizia.

Il permeato chiarificato prodotto attraverso l'ultrafiltrazione rappresenta lo scarico del processo biologico che passa al successivo trattamento di osmosi inversa per il finissaggio finale. Inoltre, una parte di fango, cosiddetto di supero, viene ciclicamente scaricato dal sistema MBR e ricircolato in testa all'impianto.

Con la tecnologia MBR a membrane tubolari esterne, dotate di canali ad ampio passaggio e ricircolazione forzata, è possibile condurre il processo biologico anche con concentrazioni di solidi sospesi totali pari a 25 kgTSS/m³ (valore 5 volte maggiore rispetto alle concentrazioni tipiche degli impianti tradizionali).

Successivamente, il permeato dell'ultrafiltrazione viene alimentato, come detto, all'interno dell'unità di osmosi inversa che consiste in una vera e propria barriera fisica in grado di rimuovere sia i componenti microbiologici che le sostanze inorganiche e organiche disciolte.

Il funzionamento è quello di una membrana che opera secondo il principio osmotico, ovvero l'acqua viene separata attraverso l'applicazione di una pressione sulla



membrana in direzione opposta alla direzione naturale del flusso osmotico. Le membrane sono installate con una configurazione a spirale avvolta, che segue i principi della filtrazione a flusso tangenziale: applicando una pressione l'acqua viene forzata ad attraversare la membrana e nella parte interna del filtro si raccoglie l'acqua filtrata (permeato), mentre nella parte esterna rimangono concentrati tutti i componenti disciolti. Nel dettaglio possono essere rimossi, attraverso il processo di osmosi inversa: endotossine e pirogeni, insetticidi e pesticidi, erbicidi, antibiotici, nitrati, sali solubili, ioni metallici, metalli pesanti, arsenico, boro e fluoro.

Infine, per migliorare la gestione dei flussi e ridurre i costi operativi, nell'ambito del processo di trattamento si prevede anche il post-trattamento del concentrato dell'osmosi inversa (con un processo di evaporazione) generando così:

- Un concentrato finale, pari a circa il 25% in peso del concentrato in ingresso, destinato allo smaltimento finale come rifiuto;
- Un ulteriore flusso di permeato (distillato) che, unitamente al permeato della fase di osmosi inversa, può essere riutilizzato per gli usi interni dell'impianto ovvero scaricato in conformità ai più restrittivi limiti per i corpi idrici superficiali, nonché per lo scarico su suolo.

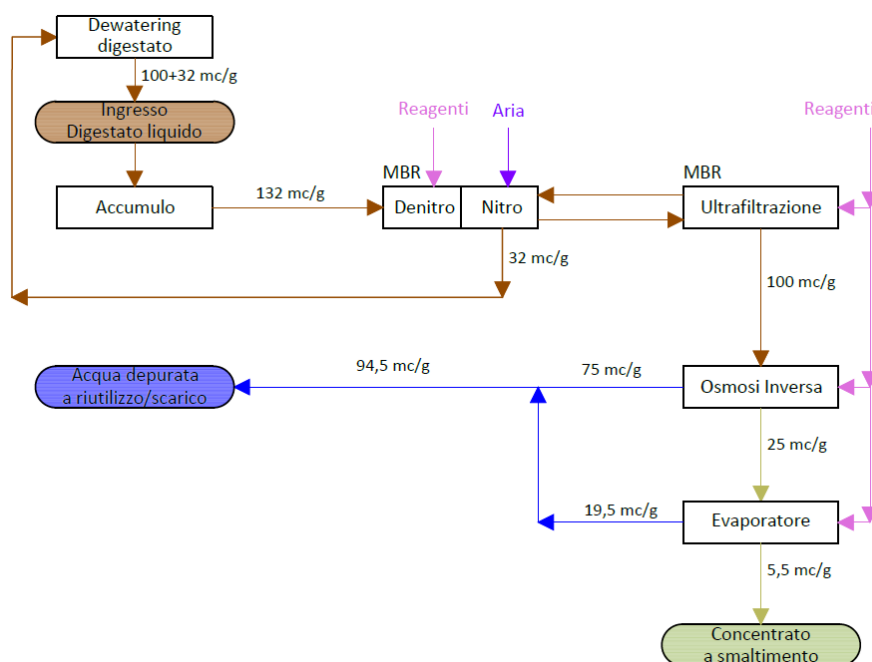


Figura 1 - Bilancio di massa della sezione depurativa del digestato

In definitiva, quindi, il bilancio di massa previsionale della sezione di depurazione del digestato che si propone per l'impianto si può riassumere come segue:

- Refluo in ingresso: $100 \text{ m}^3/\text{giorno}$



- Flussi in uscita:
 - Concentrato a smaltimento (EER 19.08.14): *5,5 m³/giorno*
 - Acqua depurata da riutilizzare e/o scaricare: *94,5 m³/giorno*

L'impianto di depurazione del digestato prevede pertanto le seguenti sezioni di trattamento:

- Sezione di miscelazione in vasca di omogenizzazione e alimentazione al trattamento;
- Sezione di Microgrigliatura tramite rotostaccio con spaziatura di 2 mm;
- Grigliatura secondaria con grado di filtrazione di 400 µm.
- Sezione di denitrificazione anossica con sistema di regolazione della portata di ricircolo e unità esterna di dosaggio di carbonio prontamente biodegradabile;
- Unità di nitrificazione biologica dell'azoto ammoniacale, costituita da due linee indipendenti ed equipaggiate con: un sistema di controllo della temperatura mediante scambiatori di calore (in grado sia di riscaldare che di raffreddare per mantenere la temperatura nel range ottimale) e un sistema di abbattimento delle schiume;
- Unità di ultrafiltrazione a membrane tubolari, dotata di sistema ad inversione di flusso per acque cariche, flussaggio automatico di fine ciclo per singolo modulo, stazione di pulizia automatica (C.I.P), sistema di mantenimento del ricircolo nel caso di pausa dell'impianto e sistema controlavaggio automatico;
- Unità di osmosi inversa (RO) a doppio passaggio di filtrazione dotata di CIP;
- Unità di evaporazione sottovuoto a triplo effetto;
- Unità di supervisione generale dell'impianto.

3.2. DIMENSIONAMENTO DI DETTAGLIO

3.2.1. Vasca di equalizzazione e alimentazione

3.2.1.1. Dimensionamento

Lo step iniziale nel trattamento di depurazione del digestato liquido prodotto in impianto dalla sezione di de-watering è quello di miscelazione ed omogeneizzazione del refluo influente, al fine di rendere il più costanti possibile i parametri chimico-fisici del sistema. Inoltre una vasca di alimentazione adeguatamente dimensionata consente anche di avere un idoneo volume di polmonazione per l'alimentazione della sezione

depurativa anche in caso di momentanea interruzione nel funzionamento delle sezioni di trattamento a monte (ad esempio per operazioni di manutenzione ordinaria e/o programmata sulle macchine).

Data la potenzialità depurativa della sezione di trattamento del digestato, pari a 100 m³/giorno, assegnando un tempo di polmonazione di circa 4 giorni la vasca di accumulo ed equalizzazione è stata dimensionata per poter garantire una volumetria di 400 m³.

Le dimensioni assegnate alla vasca, pertanto, saranno 13,90 per 6,50 m, con un'altezza interna totale di 5 m in modo da poter garantire con un franco di 50 cm un'altezza del liquido stoccato di 4,50 m (figura 2):

$$V_{utile} = 13,9 \times 6,5 \times 4,5 = 406,57m^3$$

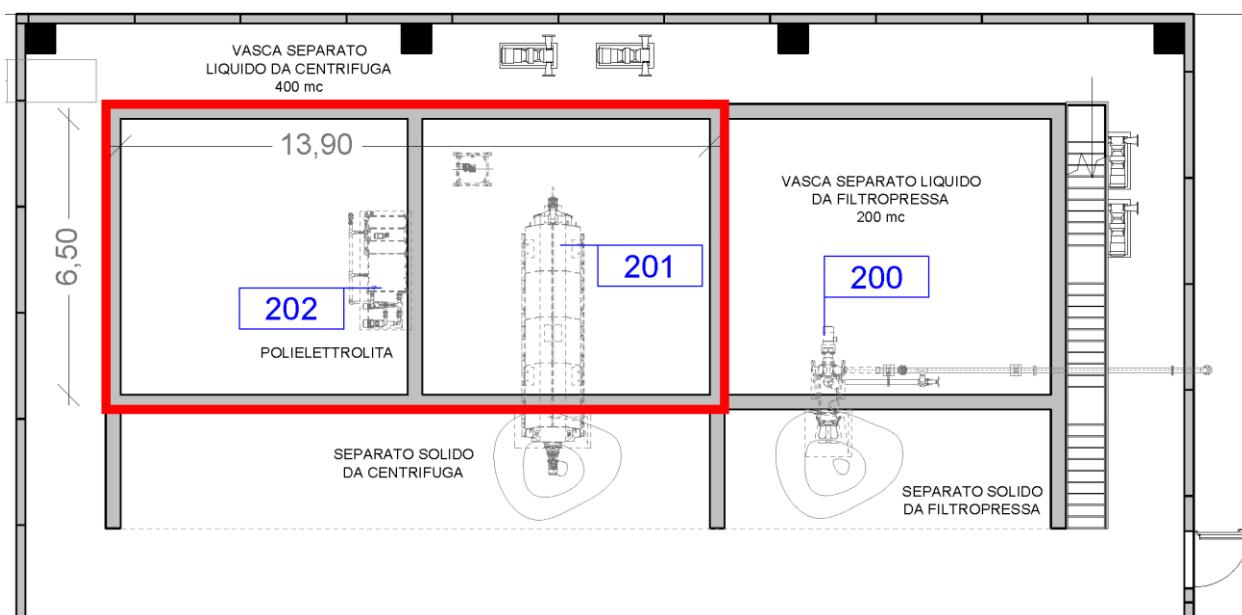


Figura 2 – Vista in pianta della vasca di equalizzazione ed alimentazione della sezione depurativa

Si prevede, inoltre, la parzializzazione in due comparti del volume dimensionato in modo da poter garantire la possibilità di operare attività di pulizia dell'opera mantenendo comunque operativa l'alimentazione della sezione depurativa ed avendo in ogni caso un volume di buffer di circa 2 giorni.

3.2.1.2. Sistema di miscelazione della vasca di omogenizzazione

Al fine di mantenere un ottimale effetto di miscelazione, equalizzazione ed omogeneizzazione del refluo influente, all'interno della vasca di alimentazione della sezione depurativa del digestato si prevede l'installazione di un mixer, con le seguenti



caratteristiche tecniche:

Numero Mixer installati	1x100%
Tipo	sommersibile
Tecnico:	
Numero di pale della girante	2
Diametro girante	630 mm
Forza assiale	660N
Velocità girante	272rpm
Materiali:	
Motore:	AISI EN-GJL-250
Elica:	AISI316L
Mozzo	AISI316L
Dati elettrici	
Potenza – P2	2,5 kW
Frequenza principale	50 Hz
Voltaggio	3 x 400 V
Tolleranza voltaggio	+10/-10%
Classe di protezione (IEC 34-5)	IP68
Classe di isolamento (IEC 85)	F

3.2.2. Reattore biologico MBR

Lo step di denitrificazione avviene in condizioni anossiche e l'ossidazione avviene sfruttando i nitrati che vengono trasformati in azoto gassoso. I microorganismi che partecipano a questa fase sono chiamati eterotrofi anaerobi facoltativi. La vasca viene equipaggiata con mixers sommersibili in grado di garantire una miscelazione omogenea.

Il motore del processo di nitrificazione è invece l'ossigeno, utilizzato dai microorganismi per lo sviluppo dei loro processi di assimilazione, che è fornito immettendo nella massa liquida aria con un sistema di insufflazione coadiuvato da sistemi di controllo delle schiume biologiche.

Nella fase ossidativa il substrato organico colloidale, sospeso e disciolto nei reflui, viene convertito in acqua, CO₂ e nuove cellule. Le nuove cellule permettono a loro volta la continuazione del processo bio-ossidativo, prima con la dissimilazione delle macromolecole a molecole direttamente degradabili con la successiva fase assimilativa che avviene in campo endogeno, ovvero con la massima riduzione possibile del materiale organico determinando un processo stabile in assenza di cattivi odori.

Grazie all'ossigeno presente nella vasca i microorganismi possono ossidare la sostanza organica e il contenuto azotato a nitrati. La biomassa attiva è sia eterotrofa (degrada la sostanza organica carboniosa) sia autotrofa (ossida l'ammoniaca a nitrati).



Alla vasca anossica giungono il digestato in fase liquida apporto di carbonio, i flussi del ricircolo interno della vasca aerata (che contengono nitrati; 0,5÷4 volte la portata in ingresso) e il ricircolo della vasca membrane (RAS; 4 volte la portata in ingresso).

3.2.2.1. Dimensionamento delle vasche

Il volume delle vasche tiene conto delle velocità di crescita dei microrganismi nelle condizioni di utilizzo quali temperatura, carico inquinante in ingresso e tipologia di scarico.

L'SRT (Solid Retention Time) minimo è dato dall'inverso della velocità di crescita per i batteri nitrificanti e risulta pari a 0,83 giorni. A favore di sicurezza, il valore di SRT minimo viene considerato 2,5 giorni.

Si considera in input:

- 120 mc/giorno di digestato liquido
- TS%: 2%
- TSS conc: 5.070 mg/l

Da cui è possibile ricavare i solidi sospesi in ingresso al giorno, come segue:

$$\text{TSS load} = 120 \cdot 1.000 \text{ litri/giorno} \cdot 5.07 \text{ g/litro} = 608,4 \text{ kg TSS / giorno}$$

Da qui si ricava la quantità di solidi sospesi totali TSS come:

$$MLSS = TSS_{load} \cdot SRT = 608,4 \frac{\text{kgTSS}}{d} \cdot 2,5d = 1.521 \text{ kgMLSS}$$

Il volume minimo della vasca di nitrificazione è calcolabile dividendo la quantità di solidi sospesi totali TSS per la concentrazione di MLSS che si vuole mantenere all'interno del reattore:

$$V_{min_{nitro}} = \frac{MLSS \left[\frac{\text{kg}}{d} \right]}{MLSS \left[\frac{\text{mg}}{l} \right]} = \frac{1521 \left[\frac{\text{kg}}{d} \right] \cdot 1000}{9000 \left[\frac{\text{mg}}{l} \right]} = 169 [m^3]$$

Il volume da assegnare alla vasca ossidativa, tuttavia, deve essere tale anche da garantire una miscelazione sufficiente del comparto aerobico senza l'ausilio di mixers;



a tal proposito si considera di avere una portata d'aria specifica in un range compreso tra 0,6 e 0,9 Nm³/h/m³:

$$0,6 < \frac{Q_{aria}[Nm^3/h]}{V_{aerobico}[m^3]} < 0,9$$

3.2.2.2. Determinazione ossigeno necessario

Per l'ossidazione del substrato organico e dell'ammoniaca è necessario fornire una quantità di aria per mantenere nelle vasche una concentrazione di ossigeno disciolto in sufficiente quantità, 1,5 ÷ 2,0 mg/l.

Per soddisfare il fabbisogno di ossigeno, è previsto l'utilizzo di un sistema di aerazione con diffusori a membrana elastica a microbolle che, oltre al rendimento elevato e conseguenti minori consumi energetici, assicura assenza di aerosol per la massima sicurezza igienico sanitaria, comunque garantita della copertura mantenuta in depressione dell'impianto di trattamento aria.

La domanda di ossigeno totale è data dai seguenti contributi:

- Domanda di ossigeno per la nitrificazione
- Domanda di ossigeno per la respirazione dei microrganismi eterotrofi

Fabbisogno di ossigeno totale AOR (*Actual Oxygen Requirement*) = 48 kgO₂/h = 1.143 kgO₂/d

Da cui il tasso di assorbimento dell'ossigeno:

$$OUR = \frac{\frac{TotO_2}{d}}{V_{vasca\ aerob.} \cdot 24 \frac{h}{d}} \cdot SF = 40 \frac{mg}{L \cdot h}$$

Considerando un fattore di sicurezza (SF) di 1,8.

Il fabbisogno di ossigeno così calcolato corrisponde alla richiesta di O₂ del processo biologico nelle condizioni di funzionamento.

I dispositivi di aerazione vengono testati in condizioni cosiddette "standard" (acqua



pulita, $T=20^{\circ}\text{C}$, concentrazione di ossigeno disciolto di 0 mg/l , pressione di 760 mmHg) e quindi deve essere calcolato il fabbisogno di ossigeno che le macchine di aerazione devono essere in grado di fornire in condizioni standard (SOR, Standard Oxygen Requirement). Da cui si ricava il SOTR (Standard Oxygen Transfer Rate), cioè la velocità alla quale il SOR è trasferito nell'acqua a 20°C e zero DO (ossigeno disciolto).

$$SOTR = AOR \left[\frac{kgO_2}{h} \right] \cdot \frac{C_s^*}{(\beta \cdot C_s - C_w) \cdot \alpha \cdot (\theta^{T-20})} = 160\text{ kgO}_2/h$$

Dove:

- AOR: capacità di ossigenazione in condizioni di esercizio che corrisponde al fabbisogno di punta del metabolismo batterico;
- C_s^* : Concentrazione a saturazione in acqua pulita per condizioni standard, pari a $9,08\text{ mg/L}$;
- C_s : Concentrazione a saturazione in acqua pulita per condizioni di esercizio;
- C_w : Concentrazione di ossigeno disciolto mantenuta nella vasca aerobica $2,0\text{ mg/L}$;
- α : parametro che tiene conto della perdita di efficienza nel tempo dei sistemi di aerazione;
- β : tiene conto delle caratteristiche del liquido in termini di presenza di cloruri;
- θ : fattore di correzione tra la temperatura di esercizio e quella di riferimento (20°C) pari a $1,024$.

Si prevede un sistema di insufflazione d'aria con diffusori a bolle fini e il fabbisogno d'aria da insufflare sarà $1.176\text{ Nm}^3/h$. Si prevedono tre soffianti volumetriche da $750\text{ Nm}^3/h$ ciascuna: due in operazione e una in standby.

Con l'inverter si potrà far variare il numero dei giri del motore e conseguentemente la quantità d'aria erogata dalla soffiante, in funzione della misura di ossigeno disciolto in vasca, effettuata da uno strumento (ossimetro) calibrando il consumo energetico alle effettive necessità.

Con un volume di 2140 m^3 , e una portata d'aria di $1500\text{ Nm}^3/h$ si ottiene una portata d'aria specifica di $0,70$, che verifica la condizione per cui la portata d'aria specifica debba essere in un range compreso tra $0,6$ e $0,9\text{ Nm}^3/h/\text{m}^3$:



Indicativamente la volumetria della vasca di denitrificazione varia da 1/3 a 1/2 del volume della vasca di aerazione.

Per il calcolo del volume anossico, la procedura è di tipo iterativo. Dopo aver imposto un valore di primo tentativo per il volume di denitrificazione, si verifica che i nitrati che possono essere ridotti siano maggiori di quelli alimentati alla vasca anossica:

$$NO_{alimentati} = Q_{in} \cdot (IR + RAS) \cdot NO_{3,out} = 296 \text{ kg/d}$$

Dove:

- Q_{in} : portata in ingresso
- IR: ricircolo interno da vasca aerobica a vasca anossica
- RAS: ricircolo fanghi attivi da vasca membrane

$$NO_r = SDNR \cdot V_{anox} \cdot X_b$$

$$NO_r > NO_{alimentati}$$

Il volume utile della vasca di denitrificazione è di circa 1.020 m³ mentre per la vasca di ossidazione si avrà un volume complessivo di 2140 m³.

All'interno della vasca di denitrificazione, dotata di adeguati miscelatori sommersi ed operante in condizioni anossiche, la biomassa eterotrofa presente provvederà alla metabolizzazione dei nitrati e nitriti presenti nel refluo equalizzato e di quelli presenti nel liquame ricircolato dalla unità di ultrafiltrazione, perfettamente nitrificato.

Nella sezione di ossidazione il trasferimento dell'ossigeno è invece effettuato mediante un sistema di ossigenazione che utilizza ossigeno puro e che garantisce da solo la miscelazione completa dei fanghi.

Il sistema impiegato per l'ossidazione è quello di aerazione mediante l'insufflazione di aria fornita da n.3 soffianti pressurizzate che alimentano una rete di diffusori circolari al fine di mantenere un'aerazione continua ed una concentrazione di ossigeno disciolto pari a 1.5 – 2 mg/L.

L'aerazione agisce peraltro anche come movimentazione della massa liquida e mantiene in sospensione la miscela acqua-fango.

In questa fase, stante la possibile formazione di schiume in superficie, è prevista, anche, la possibilità di introdurre agenti antischiuma mediante un sistema di irrorazione ad ugelli.

3.2.2.3. Configurazione architettonica del reattore biologico

Il reattore biologico consiste in una vasca circolare divisa in setti in modo che la fase di denitrificazione avvenga in ambiente anossico nella sezione centrale della vasca. Esternamente a questa, sono presenti tre setti dedicati alla nitrificazione, rispettivamente dai volumi di 730, 680 e 730 m³ per un totale di 2.140 m³.

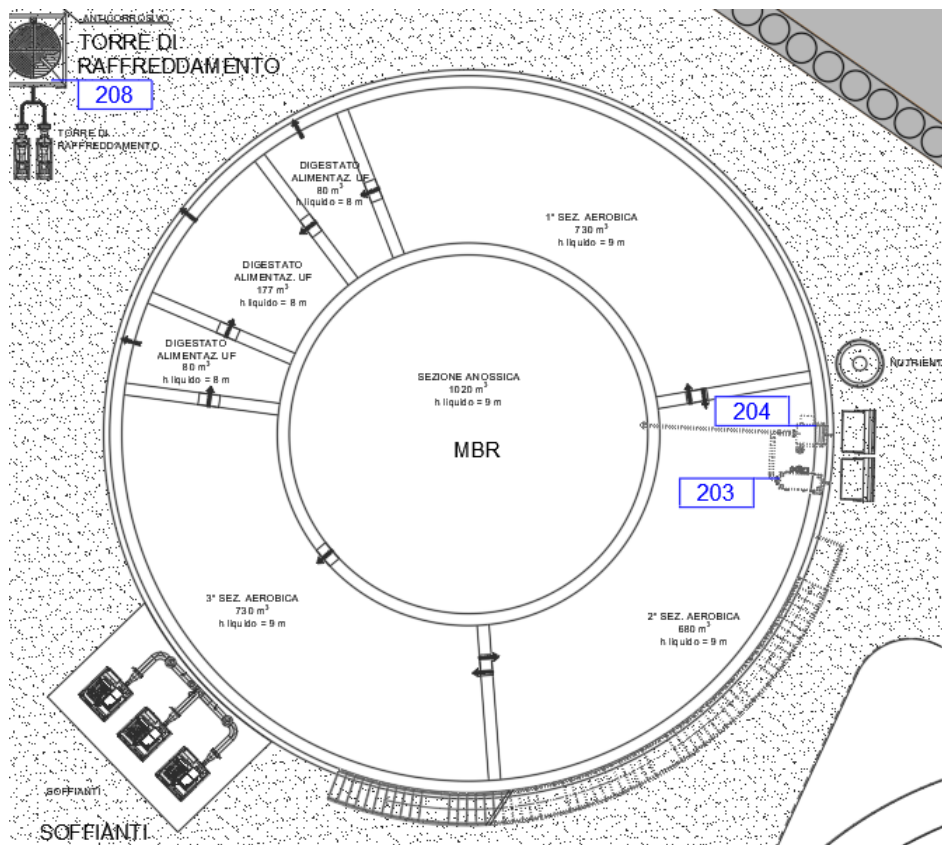


Figura 3 Vista planimetrica del reattore biologico

La suddivisione in tre ambienti consente l'eventuale svolgimento di operazioni di manutenzione all'interno della vasca senza che venga interrotto il processo. Tre setti dal volume totale di 337 m³ sono volti allo stoccaggio del digestato destinato alla sezione di ultrafiltrazione.

3.2.2.4. Dettaglio impiantistico del reattore biologico

3.2.2.4.1. Pompa di alimentazione del comparto biologico

Si riportano di seguito i dati tecnici del sistema di alimentazione previsto per il comparto biologico:



Numero	2x100% (1 in lavoro + 1 di scorta attiva)
Comando	VFD
Tipo	centrifuga orizzontale monostadio; girante VORTEX. Pompa lanternata
Potenza installata	1,5kW
Motore:	2P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	meccanica singola
Girante	Vortex
Materiali:	
Corpo	INOX CF8M
Albero	X30Cr13
Girante	INOX CF8M
Camicia	AISI316L
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	5,0 mc/h
Prevalenza	20,0 m.c.a

3.2.2.4.2. Grigliatura iniziale a doppio stadio

Il sistema di grigliatura iniziale viene previsto per la protezione dei successivi trattamenti dalle particelle solide. Il sistema è suddiviso in due stadi:

- La griglia a tamburo è costituita da un corpo in acciaio inox, all'interno del quale ruota un filtro realizzato in acciaio inox con una superficie costituita da uno speciale profilo a "V" tipo wedge wire in acciaio inox avvolto a spirale con una distanza fra le spire equivalente alla luce di filtrazione desiderata.

Numero	1x100%
Portata idraulica	20 mc/h
Spaziatura	2 mm
Diametro tamburo	628 mm
Lunghezza tamburo	600 mm
Potenza motore	0,37 kW
Classe efficienza	IE3

- La griglia fine garantisce invece un sistema di filtrazione tangenziale su rete metallica

Numero	1x100%
Caratteristiche costruttive:	
Costruzione interamente in Acciaio Inox 304	
Lamiere di grosso spessore	
Motovariatore in dotazione	
Rampa ugelli spruzzatori per lavaggio manuale o automatizzato	
Sistema antiriflusso incorporato	
Caratteristiche tecniche	
Capacità di filtrazione	400 micron
Portata nominale	20 mc/h
Diametro dei dischi	1000 mm
Potenza installata	0,75 Kw
Classe di efficienza	IE3



3.2.2.4.3. Trasmettitori di portata delle linee di alimentazione del comparto biologico

Si riportano di seguito i dati tecnici dei trasmettitori di portata delle linee di alimentazione al comparto biologico:

Numero	1
Tipo	elettromagnetici
Rivestimento	Gomma dura
Attacco al processo	PN16, St37-2, flangia EN1092-1 (DIN2501)
Elettrodi	1.4435/316L
Calibrazione	0,5%
Test addizionali	senza
Approvazione	Area sicura
Custodia	Compatta blu, IP67
Cavo per versione separata	Non prevista
Passacavo	Pressacavo M20
Alimentazione	24 VDC
Funzione software	Versione base
Uscita	4-20mA HART + impulso passivo

3.2.2.4.4. Mixers della sezione di denitrificazione

Nella seguente tabella si sintetizzano le caratteristiche impiantistiche dei mixers previsti nel comparto di denitrificazione:

Numero di mixer installati	2x50%
Tipo:	Sommergibile
Tecnico	
Numero di pale della girante	2
Diametro girante	710 mm
Forza assiale	870N
Velocità girante	274 rpm
Materiali	
Motore	AISI EN-GG-250
Elica	AISI316L
Mozzo	AISI316L
Dati elettrici	
Potenza -P2	2,5 kW
Frequenza principale	50 Hz
Voltaggio	3 x 400 V
Tolleranza voltaggio	+10/-10%
Classe di protezione (IEC 34-5)	IP68
Classe di isolamento (IEC 85)	F

3.2.2.4.5. Reti di diffusione aria nella vasca di ossidazione biologica

Per la diffusione dell'aria all'interno del comparto di ossidazione biologica si prevede una rete di tipo fissa, costituita da tubazioni di distribuzione aria e telaio di supporto



in AISI304, completa di diffusori circolari aventi le seguenti caratteristiche:

Numero vasche di ossidazione	2
Numero totale diffusori	2x210
Materiale membrana	diff. EPDM
Diametro diffusore	260 mm
Portata unitaria d'aria	1 ÷ 6 Nm ³ /h
Capacità di ossigenazione	20 g O ₂ /Nm ³ per m.c.a

3.2.2.4.6. Sistema di generazione aria nelle vasche di ossidazione biologica

Il sistema di generazione dell'aria da insufflare nelle vasche di ossidazione biologica è costituito da nr. 3 soffianti volumetriche di tipo a vite, una in lavoro per ogni settore di ossidazione ed una in scorta attiva alle altre due. Si riportano di seguito le caratteristiche delle soffianti volumetriche previste:

Compressore volumetrico a lobi	
Lubrificazione a sbattimento o forzata	
Basamento con silenziatore e filtro di aspirazione integrati	
Trasmissione a cinghia. completo di: cabina di insonorizzazione, filtro in aspirazione, valvola di non-ritorno, valvola di sicurezza	
Numero	3 (1x100% per ciascuna linea + nr. 1 scorta attiva)
Portata di aria MAX/MIN	3450Nmc/h
Prevalenza	990,0mbar
Potenza installata	55kW
Alimentazione elettrica	400V-50 Hz-3 fasi
Comando	Nr. 1 VFD per ciascuna soffiante
Classe efficienza	IE3

3.2.2.4.7. Mixers per le vasche di post denitrificazione

Numero mixer installati	2x100% vasca
Tipo	sommergibile
Tecnico:	
Numero di pale della girante	2
Diametro girante	630 mm
Forza assiale	660N
Velocità girante	272 rpm
Materiali:	
Motore:	AISI EN – GJL -250
Elica	AISI316L
Mozzo:	AISI316L
Dati elettrici	
Potenza - P2	2,5 kW
Frequenza principale	50 Hz
Voltaggio	3 x 400 V
Tolleranza voltaggio	+10/-10 %
Classe di protezione (IEC 34-5)	IP68
Classe di isolamento (IEC 85)	F



3.2.2.4.8. *Pompe di ricircolo nitro-denitro e abbattimento delle schiume*

Numero	2x100% (1 in lavoro + nr. 1 scorta attiva)
Comando	VFD
Tipo	centrifuga orizzontale monostadio; girante canali. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto
Potenza installata	18,5kW
Motore	4P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	meccanica singola
Girante	canali
Materiali	
Corpo	INOX CF8M
Albero	AISI316L
Girante	INOX CF8M
Camicia	AISI316L
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	260,0 mc/h
Prevalenza	15,0 m.c.a.

3.2.2.4.9. *Unità di controllo della temperatura del processo biologico*

Si prevede un sistema di riscaldamento/raffreddamento che permetterà il controllo della temperatura del comparto biologico quando necessario al variare delle stagioni. Il sistema è composto da una batteria di scambiatori di calore posti sulla linea di ricircolo del fango. Si riportano di seguito le caratteristiche dello scambiatore di calore previsto:

Numero	1
Tipo	A piastre di tipo ad ampio passaggio sul lato mixed liquor / standard lato acqua.
Potenza termica totale teorica scambiata	450,0 Kwt
Portata acqua	200,0 mc/h
Portata mixed liquor	200,0 mc/h
Materiali a contatto con fluido	AISI316
Perdita carico lato mixed liquor	23,3 kPa
Perdita carico lato acqua	43,5 kPa

Si prevede inoltre una valvola modulante per il controllo della portata del fluido riscaldante (riscaldamento) con le seguenti caratteristiche:

- Valvola pneumatica deviatrice a 3 vie mod.QLM 33 (chiusa via diritta in mancanza di segnale).
- Corpo in ghisa EN 1561 GJL 250.
- Cappello standard con premistoppa in PTFE.



- Otturatore in AISI 431 con caratteristica Lineare a passaggio pieno ($Kvs = 25$), trafilamento in classe IV.
- Attacchi flangiati DIN DN40-PN16.
- Attuatore pneumatico mod. PN9220R con campo molla 0,4-1,2 bar (pressione differenziale max di shut-off 1.0 bar), alimentazione aria 1,6 bar.
- Convertitore elettro-pneumatico mod. IPC4 ad azione diretta, segnale in ingresso 4-20 mA, segnale in uscita 2-18 psi.
- Filtro riduttore aria compressa mod. FR20M

Infine il sistema di controllo della temperatura della sezione biologica prevede:

- Una torre di raffreddamento con le seguenti caratteristiche:

Numero	1
Potenza totale	450,0 Kwt
Portata acqua	200,0 mc/h
Temperatura bulbo umido	27,5 °C
Temperatura acqua refrigerata	31,0 °C
Numero ugelli	-
Perdita carico ugello	2,5 MH ₂ O
Tipo ventilatore/i	Assiale
Potenza installata per torre	1x7,5,0 Kw
Materiali:	
Struttura	HDGS
Pareti	FRP
Distribuzione	PP

- Un sistema di ricircolo acqua di raffreddamento con le seguenti caratteristiche:

Numero	3X50% (nr. 2 in lavoro + nr. 1 scorta attiva)
Comando	DOL
Tipo	Centrifuga orizzontale monostadio
Potenza installata	5,5kW
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE4
Tenuta	meccanica
Girante	monostadio
Materiali	
Corpo	Ghisa EN-GJL-250
Albero	AISI304
Girante	Ghisa EN-GJL-200
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	100,0mc/h
Prevalenza:	15,0m.c.a



- Una unità di dosaggio anticorrosivo per il circuito di raffreddamento con le seguenti caratteristiche:

Numero pompe dosatrici:	2 (2x100%)
Alimentazione	trifase 50 Hz
Portata:	6 l/ h
Pressione massima	10 bar
Testata dosatrice	PP
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Corse al minuto	180
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo
Stoccaggio	nr. 1 serbatoi di PEHD della capacità di 100l, munito di camicia di sicurezza e interruttori di pre-allarme e allarme di minimo livello.

- Una unità di dosaggio biocida per il circuito di raffreddamento così caratterizzata:

Numero pompe dosatrici:	2 (2x100%)
Alimentazione	trifase 50 Hz
Portata:	6 l/ h
Pressione massima	10 bar
Testata dosatrice	PP
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Corse al minuto	180
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo
Stoccaggio	nr. 1 serbatoi di PEHD della capacità di 100l, munito di camicia di sicurezza e interruttori di pre-allarme e allarme di minimo livello

3.2.2.4.10. Unità di dosaggio antischiuma

Numero pompe dosatrici:	2 (2x100%)
Alimentazione	trifase 50 Hz
Portata:	15 l/ h
Pressione massima	10 bar
Testata dosatrice	PP
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Corse al minuto	180
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo



Caratteristiche del serbatoio:

Serbatoio stoccaggio chimici	1
Capacità	1000,0 l
Descrizione	<p>Contenitore verticale chiuso + camicia di sicurezza a cielo aperto entrambi in polietilene lineare vergine. Totalmente anti U.V - Certificati per Alimenti Stampati monoblocco (senza saldature) con il sistema rotazionale. Colore Bianco Naturale. Completo di coperchio a vite superiore CPF 410 e sfiato. Dimensioni esterne in mm: Ø 1310 x 2000 H</p>

3.2.2.4.11. Unità di dosaggio nutriente

Numero pompe dosatrici:	2 (2x100%)
Alimentazione	trifase 50 Hz
Portata:	300 l/ h
Pressione massima	4 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Corse al minuto	180
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo

Lo stoccaggio del nutriente avviene all'interno di Nr. 1 Serbatoio verticale con piedi a cielo chiuso in PEHD, cilindrico, con fondo inferiore piano e fondo superiore bombato, della capacità geometrica 10,0 m³. Caratteristiche tecniche:

Prodotto	Acido acetico al 56%
Diametro	2000 mm
Altezza parte cilindrica	3180 mm
Altezza totale da terra	3710mm
Volume totale	10,0 m ³
Temperatura di esercizio	40°C
Pressione di esercizio	ATM
Accessori	trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX; trappola fumi

3.2.2.4.12. Unità di dosaggio alcalinizzante

Numero pompe dosatrici:	2 (2x100%)
Alimentazione	trifase 50 Hz
Portata:	300 l/ h
Pressione massima	4 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE



Guarnizioni	PTFE
Corse al minuto	180
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo

Lo stoccaggio dell'alcalinizzante avviene all'interno di Nr. 1 Serbatoio verticale con piedi a cielo chiuso in PEHD, cilindrico con fondo inferiore piano e fondo superiore bombato, della capacità geometrica 10,0 m³. Caratteristiche tecniche:

Prodotto	Soda Caustica al 30%
Diametro	2000 mm
Altezza parte cilindrica	3180 mm
Altezza totale da terra	3710mm
Volume totale	10,0 m ³
Temperatura di esercizio	40°C
Pressione di esercizio	ATM
Accessori	trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX; trappola fumi

3.2.3. Sezione di ultrafiltrazione

3.2.3.1. Descrizione funzionale e dimensionale

Il liquame dalla vasca di denitrificazione/ossidazione viene costantemente avviato, con portata circa 35÷40 volte superiore a quella entrante nella sezione MBR, nel modulo esterno di ultrafiltrazione del tipo a membrane tubolari, previo passaggio in due vasche di stoccaggio intermedie aventi la capacità di 80 mc/cad, aventi la funzione di compenso e di ricircolo del concentrato in testa alla vasca anossica.

Le membrane di ultrafiltrazione permettono la separazione dei fanghi e delle particelle solide dal permeato. Questo step sostituisce la tradizionale vasca di sedimentazione e migliora il processo da un punto di vista qualitativo e gestionale. Infatti, utilizzando una batteria di membrane per chiarificare la biomassa, viene eliminato il problema più gravoso dei processi biologici convenzionali: quello di rendere sedimentabili le sostanze organiche disciolte e colloidali che altrimenti non potrebbero essere bloccate e allontanate dalla fase liquida.

Caratteristica tipica dei processi biologici con tecnologia MBR (*Membrane Bio Reactor*) è in effetti quella di riuscire a "bloccare" completamente le sostanze organiche sospese, sedimentabili e non, e una parte di quelle disciolte che sono state "catturate"

dai fiocchi microbici nella biomassa.

I solidi sospesi insolubili, sia adsorbiti dai fiocchi di fango attivo che dispersi, rimangono nel reattore MBR grazie alla separazione fisica delle membrane che fanno da barriera, come nelle maglie di una rete. La flora microbica trattenuta e ricircolata al bioreattore si autoregola, selezionando i batteri caratterizzati da una maggiore affinità degradativa nei riguardi delle sostanze inquinanti maggiormente presenti nel digestato da trattare (in particolare i composti azotati).

Dato che il processo conduce un'efficace azione filtrante prevenendo il trascinamento di biomassa e particelle colloidali nell'effluente, è possibile operare a concentrazioni di fanghi elevate. Con la tecnologia MBR a membrane tubolari esterne, dotate di canali ad ampio passaggio e ricircolazione forzata, è possibile condurre il processo biologico anche con concentrazioni di 10-12 kg_{MLSS}/m³, valore decisamente superiore rispetto alle concentrazioni mantenibili negli impianti tradizionali e maggiore anche ai processi MBR a membrane immerse, che peraltro risultano difficili da lavare in situ e non assicurano la rimozione totale dei solidi sospesi del permeato tale da renderlo idoneo al successivo passaggio ad osmosi inversa.



Figura 4 Membrane di ultrafiltrazione pre-assemblate su skid

Le membrane sono assemblate su skid di acciaio inossidabile, installate in posizione cosiddetta “*side stream*”, a filtrazione tangenziale che consiste nel ricircolare permanentemente una portata tale da mantenere una velocità di circolazione nelle membrane che ne minimizza lo sporco nel tempo. Il sistema UF posto esternamente alla biomassa consente di agevolare le operazioni di manutenzione e il sistema di flussaggio e lavaggio chimico necessario a mantenere costanti le prestazioni



delle membrane nel tempo.

L'impianto di separazione cross flow per ultrafiltrazione è dotato di membrane tubolari ad alta resistenza per garantire il funzionamento anche su fango biologico ad elevato contenuti di solidi. Le membrane svolgono la funzione di eliminare tutti i solidi sospesi e le macromolecole, in modo da abbattere significativamente il carico inquinante.

Il sistema è diviso su due linee autonome operanti in parallelo, con in comune la sezione di alimentazione ed il sistema di lavaggio. Si prevede un sistema di lavaggio chimico per mezzo di CIP (cleaning in place) comune alle due unità l'ultrafiltrazione. Il lavaggio viene effettuato in automatico. In questo modo è possibile effettuare il lavaggio di una linea mantenendo la seconda in esercizio.

Il sistema previsto nella sezione in esame è composto da nr. 6 moduli di filtrazione, ciascuno con un'area nominale di 37,6 m².

Il passaggio del refluo da trattare attraverso la membrana con configurazione outside-in può essere realizzato creando una adeguata pressione idrostatica, oppure mettendo in depressione il sistema mediante aspirazione del permeato. Il flusso è calcolato come la portata del permeato divisa per la superficie delle membrane. Normalmente il flusso medio considerato è di 6 lmh (l/m²/h).

Come in tutti i processi di filtrazione, anche con le membrane il maggiore inconveniente è rappresentato dalla tendenza dei pori ad occludersi. Questo fenomeno, che tecnicamente prende il nome di fouling, viene contrastato con un giusto abbinamento tra refluo da trattare e tipo di membrana e, operativamente, intervenendo con cicli di inversione del flusso, con cicli di pulizia che utilizzano idonei prodotti disincrostanti, ma soprattutto insufflando aria (scouring air) tra i vari fogli evitando così sporcamenti eccessivi e perdita di permeabilità.

Per il lavaggio chimico, le pompe del permeato sono utilizzate in "reverse mode" e provvedono al ricircolo in controcorrente di acqua pulita (da osmosi o rete), prelevata da un serbatoio polmone, e di acido citrico e ipoclorito di sodio dosati in linea. Questi chimici sono in grado di rimuovere depositi incrostanti sia di tipo organico sia inorganico. Le sequenze di funzionamento del circuito di lavaggio CIP (Clean in Place) sono automatiche e non richiedono né l'estrazione delle membrane dalle vasche né alcun contatto degli operatori con i prodotti chimici utilizzati. Il sistema di filtrazione a membrana è autopulente e provvisto di software di controllo e gestione in automatico a PLC.

Il permeato prodotto dall'ultrafiltrazione costituisce lo scarico del processo biologico

che passa al successivo trattamento di osmosi inversa, mentre il retentato cioè tutto ciò che viene trattenuto dalla membrana è ricircolato alla vasca di ossidazione (RAS - Return Activated Sludge) e in parte, spurgato dal sistema come fango biologico di supero che torna in testa all'impianto nella sezione di dewatering del digestato (WAS - Waste Activated Sludge).

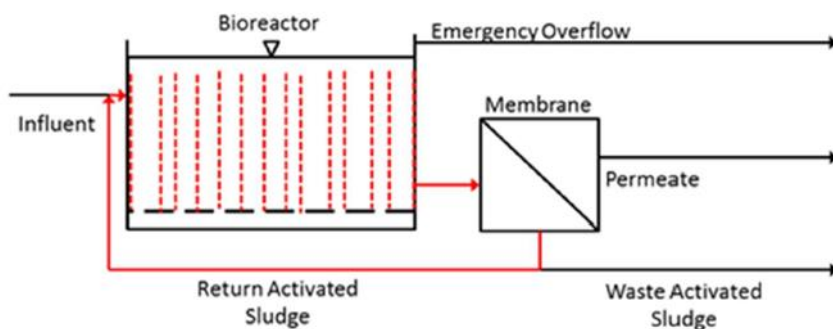


Figura 5 Schema di processo bioreattore e membrane UF

Il quantitativo del fango attivo ricircolato (RAS) è pari a 4 volte la portata in ingresso, mentre il totale dei ricircoli è pari a 8 volte la portata in ingresso.

Il quantitativo giornaliero atteso di fanghi di supero è pari a 30÷35 m³/giorno; questa portata sarà comunque variabile in base alle condizioni operative del sistema, alla concentrazione in ingresso e alla produzione di fanghi. Durante il funzionamento l'operatore aumenterà o diminuirà la quantità scaricata per mantenere costante nel reattore la concentrazione di solidi. Nella seguente tabella 4 sono riportate le caratteristiche medie attese per il permeato di UF prodotto:

Tabella 4 Parametri medi del permeato dell'ultrafiltrazione

Parametro	Valore	Unità di misura
Portata	90 - 100	m ³ /gg
T	20 - 35	°C
pH	6 - 8,5	-
TS	≤ 17.000	mg/L
VS	863	mg/l
TSS	≤ 5	mg/l
TDS	≤ 17.000	mg/l
EC	≤ 20.000	μS/cm
COD _{total}	≤ 1.800	mgO ₂ /l
BOD _{5,total}	< 300	mgO ₂ /l
TKN	< 30	mgTKN/l



Parametro	Valore	Unità di misura
NH_4^+-N	< 30	mg NH_4^+-N/l
NO_3^--N	< 900	mg NO_3^--N/l
NO_2^--N	< 10	mg/l
TP	< 30	mg/l
Cl ⁻	< 5.000	mg/l
Alk	1.339	mgCaCO ₃ /l

Dopo lo step di ultrafiltrazione sono presenti una serie di serbatoi per lo stoccaggio del permeato di ultrafiltrazione, per i contro lavaggi necessari per la pulizia delle membrane e per la distribuzione del permeato alle varie utenze dell'impianto idonee a ricevere questa tipologia di acqua di lavaggio:

- *UFP backpulse tank* per i controlavaggi delle membrane con permeato UF durante la normale operatività
- *Cleaning water storage tank* per i contro lavaggi delle membrane con acqua di pozzo. I tubi collegati alla vasca membrane sono connessi ai serbatoi dei chimici (ipoclorito di sodio e acido citrico) per l'iniezione di chimici durante i lavaggi settimanali
- *UF Permeate Storage Tank* serve a stoccare il permeato prima dell'invio ad ulteriori trattamenti (osmosi inversa ed evaporatore), oppure per distribuire il permeato alle varie utenze per lavaggi di macchinari o diluizione secondaria del polimero tramite il sistema idropneumatico dedicato.

3.2.3.2. Dettaglio impiantistico della sezione di ultrafiltrazione

3.2.3.2.1. Caratteristiche tecniche dei moduli di Ultrafiltrazione

Numero di moduli di UF	6
Caratteristiche tecniche del singolo modulo di UF	
Configurazione	TUBOLARE (IN-OUT)
Polimero membrana	PVDF rinforzato poliestere
Diametro pori	30nm
Area nominale della membrana	37,6m ²
Diametro interno	8,0mm
pH range	2-13
Temperatura massima di esercizio	40°

L'unità di ultrafiltrazione, inoltre, sarà dotata di:

- Pompe di ricircolo linee di UF:



Numero pompe	1
Comando	VFD
Tipo	centrifuga orizzontale monostadio a girante a canali. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto.
Potenza installata	37,0kW
Tensione	3x380V
Motore	4P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	meccanica singola
Girante	canali
Materiali	
Corpo	INOX CF8M
Albero	X30Cr13
Girante	INOX CF8M
Camicia	AISI316L
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	140,0mc/h
Prevalenza	35,0m.c.a

- Pompa di prelievo filtrato:

Numero pompe	1
Comando	VFD
Tipo	centrifuga orizzontale monostadio a girante chiusa. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto.
Potenza installata	3,0kW
Tensione	3x380V
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON
Girante	chiusa
Materiali	
Corpo	INOX CF8M
Albero	X30Cr13
Girante	INOX CF8M
Camicia	AISI316L
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	10,0mc/h
Prevalenza	15,0m.c.a

- Sistema temporizzato di inversione del flusso automatico;
- Sistema per il mantenimento del ricircolo in denitrificazione anche durante le fasi di pausa dell'impianto, nonché per il controllo della portata di ricircolo nelle fasi di pausa automatico;
- Sistema di flussaggio automatico a fine ciclo, separatamente per ogni singolo modulo e/o per tutti i moduli in serie;



- Serbatoio di contenimento acqua di controlavaggio dal volume di 0,2 m³, con fondo piano cielo bombato, con esecuzione in AISI304

3.2.3.2.2. *Caratteristiche tecniche del sistema di lavaggio e controlavaggio UF*

L'unità di ultrafiltrazione sarà dotata di tutti i sistemi necessari al corretto lavaggio delle membrane, completo dei sistemi di dosaggio e alimentazione dei reagenti previsti; nel dettaglio si prevede:

- Pompa di controlavaggio delle linee di UF:

Numero pompe	1
Comando	VFD
Tipo	centrifuga verticale multistadio
Potenza installata	2,2 kW
Tensione	3x380V
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	HQQE
Materiali	
Corpo	AISI 316
Albero	AISI 316
Girante	AISI 316
Camicia	AISI 316
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	10 m ³ /h
Prevalenza	40,0m.c.a.

- Pompa di dosaggio ipoclorito di sodio per controlavaggio, completa di valvola di tenuta pressione in PP:

Numero pompe dosatrici digitali:	1
Alimentazione	trifase 50 Hz
Portata:	150 l/ h
Pressione massima	10 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Regolazione corsa manuale	30...100 %
Corse al minuto	180
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo

- Serbatoio di stoccaggio ipoclorito di sodio per controlavaggio:



Serbatoio stoccaggio chimici	1
Capacità	1000,0 L
Descrizione	Contenitore verticale chiuso + camicia di sicurezza a cielo aperto, entrambi in polietilene lineare vergine. Totalmente anti U.V - Certificati per alimenti Stampati monoblocco (senza saldature) con il sistema rotazionale. Completo di coperchio a vite superiore CPF 410 e sfiato. Dimensioni esterne in mm: Ø 1310 x 2000 H

- Serbatoio di contenimento delle soluzioni di lavaggio chimico e flussaggio (CIP):
 - Serbatoio dal volume di 3,0 m³ con fondo piano cielo bombato.
 - Esecuzione con liner in resina bisfenolica.
 - Rinforzo meccanico in resina isoftalica.
 - Accessori: Nr.1 trasmettitore di temperatura per il controllo della fase di riscaldamento della soluzione di lavaggio.
- Pompa di flussaggio/lavaggio della linea UF

Numero pompe	1
Tipo	centrifuga orizzontale monostadio a girante chiusa. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto
Potenza installata	15,0 kW
Tensione	3x380V
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON
Girante	chiusa
Materiali	
Corpo	AISI 316
Albero	AISI 316
Girante	AISI 316
Camicia	AISI 316
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	120,0 mc/h
Prevalenza	25,0m.c.a

- Unità di dosaggio automatico del prodotto acido per il lavaggio delle membrane:
 - Nr.1 pompa a membrana dalle seguenti caratteristiche:



Alimentazione	aria compressa
Portata	400l/ h
Pressione massima	3 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione	PP

- Caratteristiche del serbatoio:

Serbatoio stoccaggio chimici	1
Capacità	1000,0 L
Descrizione	Contenitore verticale chiuso + camicia di sicurezza a cielo aperto, entrambi in polietilene lineare vergine. Totalmente anti U.V - Certificati per Alimenti Stampati monoblocco (senza saldature) con il sistema rotazionale. Completo di coperchio a vite superiore CPF 410 e sfiato. Dimensioni esterne in mm: Ø 1310 x 2000 H

- Unità di dosaggio automatico del prodotto basico per il lavaggio delle membrane:

- Nr.1 pompa a membrana dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione	aria compressa
Portata	400l/ h
Pressione massima	3 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Installazione pompa completa di valvola di tenuta pressione	PP

- Caratteristiche del serbatoio:

Serbatoio stoccaggio chimici	1
Capacità	1000,0 L
Descrizione	Contenitore verticale chiuso + camicia di sicurezza a cielo aperto, entrambi in polietilene lineare vergine. Totalmente anti U.V - Certificati per



	Alimenti Stampati monoblocco (senza saldature) con il sistema rotazionale. Completo di coperchio a vite superiore CPF 410 e sfiato. Dimensioni esterne in mm: Ø 1310 x 2000 H
--	---

3.2.3.2.3. *Sistema di riscaldamento e controllo temperatura del CIP*

Infine, l'unità di ultrafiltrazione sarà dotata di un sistema di riscaldamento e controllo della temperatura del CIP indipendente per ciascun serbatoio di lavaggio a servizio di ciascuna linea. Tale sistema sarà composto da una pompa di ricircolo in acciaio inox ed uno scambiatore a fascio tubiero inox del tipo acqua / acqua completo di valvola modulante a tre vie per il controllo della temperatura. In dettaglio:

- pompa di ricircolo soluzione di lavaggio da riscaldare:

Numero pompe	1
Tipo	centrifuga orizzontale monostadio monoblocco
Potenza installata	0,5 kW
Tensione	3x380V
Motore	2P. V 230/400; 50Hz B3 IP55
Classe efficienza	IE4
Tenuta	meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON
Girante	chiusa
Materiali	
Corpo	AISI 316
Albero	AISI 316
Girante	AISI 316
Camicia	AISI 316
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	10,0mc/h
Prevalenza	8,0m.c.a

- Scambiatore di calore:
 - Scambiatore di calore a piastre fisse a tubi corrugati (Ø 12mm)
 - Tipo: Vep 3" SX-2FVS CI.
 - Installazione: orizzontale / verticale.
 - Costruzione:
 - Fascio tubiero rettilineo non estraibile con tubi corrugati in acciaio inox AISI 316L elettrouniti e ritrafilati saldati su piastra tubiera in acciaio inox AISI 316L.
 - Mantello in acciaio inox AISI 304. Giunto di dilatazione in acciaio inox AISI 321. Coibentazione.



- Connessioni:
 - Lato tubi: DN80 PN16.
 - Lato mantello: DN65 PN16.
- Condizioni di progetto:
 - Lato tubi: 12 bar @ 200°C.
 - Lato mantello: 12 bar @ 200°C.
 - Norme di calcolo meccanico VSR-M-S.
 - Materiale conforme alla direttiva PED 97/23/CE.
 - Marcatura CE cat. I.
 - Lo scambiatore è in grado riscaldare serbatoio di acqua da 2000 lt. da 15°C a 45°C in 15 minuti con pompa di ricircolo da 10 m³/h.
 - Alimentazione nel mantello in controcorrente acqua in c.c. da 85°C a 70 °C Portata 16 m³/h.
 - Perdite di carico interno tubi 0.247 bar (con 10 m³/h); nel mantello 0.208 bar (con 16 m³/h).
- Caratteristiche valvola modulante per il controllo della portata del fluido riscaldante:
 - Valvola pneumatica deviatrice a 3 vie mod.QLM 33 (chiusa via diritta in mancanza di segnale).
 - Corpo in ghisa EN 1561 GJL 250.
 - Cappello standard con premistoppa in PTFE.
 - Otturatore in AISI 431 con caratteristica Lineare a passaggio pieno (Kvs = 25), trafilamento in classe IV.
 - Attacchi flangiati DIN DN40-PN16.
 - Attuatore pneumatico mod. PN9220R con campo molla 0,4-1,2 bar (pressione differenziale max di shut-off 1.0 bar), alimentazione aria 1,6 bar.
 - Convertitore elettro-pneumatico mod. IPC4 ad azione diretta, segnale in ingresso 4-20 mA, segnale in uscita 2-18 psi.
 - Filtro riduttore aria compressa mod. FR20M.

3.2.4. Sezione di osmosi inversa

3.2.4.1. Descrizione funzionale e dimensionale

I flussi uscenti dalla ultrafiltrazione sono rappresentati da UF permeato, avviato al successivo stadio di osmosi inversa e concentrato di supero, il quale, come detto, viene



ricircolato nella vasca di denitrificazione/ossidazione regolandone inoltre la temperatura mediante appositi scambiatori di calore, in modo da garantire una temperatura ottimale per i processi biodegradativi della biomassa eterotrofa. L'osmosi inversa inserita a valle di un MBR viene a garantire una forma di sicurezza e copertura che consente di superare eventuali problematiche connesse al trattamento del digestato, conseguenti alla naturale variazione della sua composizione nel tempo.

L'unità di osmosi inversa è costituita da Nr. 1 linea con una potenzialità netta in ingresso di 100 m³/d massimi. L'impianto è costituito da una filtrazione micronica di sicurezza all'ingresso del primo passaggio ad osmosi, da una stazione di dosaggio del prodotto antiscalante e da una stazione di lavaggio membrane automatica, dotata di sistema di riscaldamento, per una rapida procedura di manutenzione tramite cleaning chimico delle membrane stesse. Ad ogni fine ciclo di lavoro l'impianto è in grado di provvedere un flussaggio automatico delle membrane con acqua permeata, questo al fine di evitare di lasciare le membrane in condizioni statiche a contatto con il refluo estremamente concentrato, fenomeno che può essere causa di fouling delle membrane stesse.

Le membrane installate sono ad alta reiezione salina di tipo *sea water* a basso sporcamento; questo per ottenere acqua permeata di ottima qualità in base alle ipotesi fatte e di poter operare in questo primo stadio con il rapporto di concentrazione desiderato.

L'impianto è costituito da due stadi di concentrazione in serie, con un booster di rilancio nel primo stadio di concentrazione, questo al fine di ottimizzare il consumo energetico e il flusso di esercizio attraverso le membrane.

Il processo di osmosi, nella sua configurazione impiantistica più classica, prevede la pressurizzazione del liquido da trattare, con pressioni variabili e dipendenti dalla specifica applicazione (comunque nell'ordine di 10-20 bar per le applicazioni più comuni), all'interno di vessel tubolari in cui sono avvolte a spirale le membrane.

Il concentrato viene in parte spurgato dal sistema come fango biologico di supero ritornando in testa alla sezione di *dewatering*.

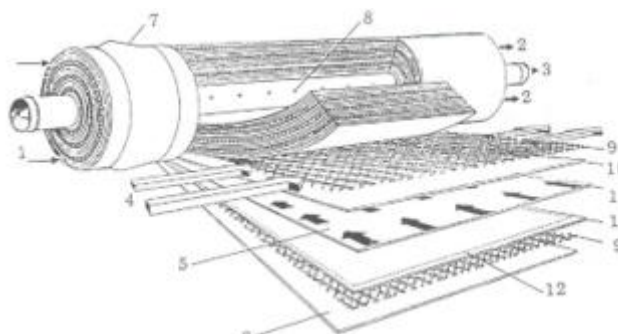


Figura 6 Membrane di osmosi inversa a spirale avvolta

1 – Ingresso acque	7 – Guarnizione tra il modulo e la copertura
2 – Uscita concentrato	8 – Fori di raccolta del permeato
3 – Uscita permeato	9 – Distanziatore
4 – Direzione del flusso delle acque grezze	10 – Membrana
5 – Direzione del flusso del permeato	11 – Collettore del permeato
6 – Materiale protettivo	12 – Giunto sigillato tra le due membrane

Il permeato proveniente dall'unità di ultrafiltrazione verrà stoccato all'interno di un polmone di alimentazione costituito da un serbatoio di 20 mc e trattato nell'unità ad osmosi inversa previsto per ottenere un finissaggio dell'effluente depurato, consentendo quindi il raggiungimento dei limiti tabellari anche più restrittivi sia per lo scarico su suolo che per il riutilizzo.

L'unità di finissaggio RO è costituita un singolo modulo che prevede un processo "doppio passaggio-doppio stadio" di filtrazione su membrane, dal quale usciranno due flussi costituiti da:

- Permeato (circa 75% del flusso entrante) che sarà potrà essere riutilizzato all'interno della piattaforma in progetto (lavaggio ruote automezzi, pulizia locali trattamento rifiuti, irrigazione aree a verde, umidificazione biofiltri, ecc.) stoccato in un serbatoio da 50 m³;
- Concentrato (circa 25% del flusso entrante), stoccato in un serbatoio da 50 mc, che verrà avviato ad una unità di evaporazione doppio stadio ad energia elettrica (pompa di calore) il cui concentrato finale, pari a circa 1/5 del concentrato entrante proveniente dall'unità RO, verrà stoccato in un serbatoio da 50 m³ e smaltito secondo normativa presso impianti autorizzati mentre il distillato sarà destinato al riutilizzo alla pari del permeato in uscita dall'unità RO.



3.2.4.2. Dettaglio impiantistico della sezione di ultrafiltrazione

Come anticipato, l'impianto di filtrazione ad osmosi inversa ha una potenzialità netta in ingresso di 100 m³/d massimi.

L'impianto è costituito da due stadi di concentrazione in serie, con un booster di rilancio nel primo stadio di concentrazione, questo al fine di ottimizzare il consumo energetico e il flusso di esercizio attraverso le membrane.

L'impianto ad osmosi è interamente assemblato su di uno skid di acciaio inossidabile AISI 304

Materiale tubazioni linea di bassa pressione	PVC
Materiale tubazioni linea di alta pressione	AISI 316
Materiale Vessels di contenimento membrane	PRFV 1000psi

3.2.4.2.1. Valvole delle linee di bassa pressione

Tipo	farfalla wafer
Costruzione	centrica bidirezionale
Pressione nominale	PN16
Campo di temperature	-5° + 40°C
Materiale corpo valvola	PVC
Materiale lente	PVC
Materiale di tenuta	EPDM
Tipo di comando	pneumatica DE/ manuale a leva
Tipo	sfera incollaggio
Pressione nominale	PN16
Campo di temperature	-5° + 40°C
Materiale corpo valvola	PVC
Materiale lente	PVC
Materiale di tenuta	PTFE
Tipo di comando	pneumatica DE/ manuale

3.2.4.2.2. Valvole delle linee di alta pressione

Tipo	sfera tre pezzi a saldare
Pressione nominale	PN40
Campo di temperature	-5° + 100°C
Materiale corpo valvola	AISI 316
Materiale sfera	AISI 316
Materiale di tenuta	PTFE
Tipo di comando	pneumatica DE/ manuale a leva

3.2.4.2.3. Pompa di alimentazione

Numero pompe	1
Tipo	centrifuga orizzontale monostadio a



	girante chiusa. Pompa + basamento + giunto + coprigiunto.
Potenza installata	2,2kW
Tensione	3x400V
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE4
Tenuta	meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON
Girante	chiusa
Materiali	
Corpo	INOX CF8M
Albero	X30Cr13
Girante	INOX CF8M
Camicia	AISI316L
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	5,0mc/h
Prevalenza	20,0m.c.a

3.2.4.2.4. Unità di controllo del pH

L'unità di correzione automatica in linea del pH è costituita da:

- Nr. 1 mixer statico in PVC
- Nr. 1 pH metro digitale dalle seguenti caratteristiche:
 - Uscita in corrente: 4...20 mA
 - Ingresso elettrodo pH da morsetto normale/differenziale
 - Campo di misura: -1,00...15,00 pH
 - Risoluzione: 0,01 pH
 - Ingresso Pt100 nel campo: -20...+120 °C
 - Display LCD retro illuminato con menù in Italiano

Completo di elettrodo di misura completo di sonda ad inserzione dalle seguenti caratteristiche:

- Elettrodo di pH per processi chimici, emulsioni, sospensioni, mezzi contenenti proteine e solfuri.
- Scala di misura: 1...12 pH
- Temperatura: 0...100 °C
- Pressione massima: 16 bar (25°C), 6 bar (100°C)
- Conduttività minima: > 150 uS
- Diaframma: aperto ad elettrolita solido
- Dimensioni: 12 x 120 mm
- Attacco al processo Standard PG 13,5
- Connessione elettrica Standard SN6



- Nr. 1 pompa dosatrice acido digitale dalle seguenti caratteristiche:

Portata	15L/ h
Pressione massima	6 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Corse al minuto	180
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo 4/20mA

3.2.4.2.5. *Serbatoio di contenimento acido per correzione ph*

Si prevede l'installazione di Nr. 1 Serbatoio cilindrico verticale con piedi a cielo chiuso in PRFV, munito di fondo inferiore piano, fondo superiore bombato, della capacità geometrica 10,0 m³. Il serbatoio presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

Prodotto	Acido solforico 30%
Diametro	2000 mm
Altezza parte cilindrica	3180 mm
Altezza totale da terra	3710mm
Volume totale	10,0 m ³
Temperatura di esercizio	40°C
Pressione di esercizio	ATM
Accessori	trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX; trappola fumi

3.2.4.2.6. *Filtrazione di sicurezza a cartucce*

Numero filtri	2 (2x100%)
Materiale	AISI316
Numero cartucce	3x30"
Tipo di cartuccia	PP melt blown 5micron DOE

3.2.4.2.7. *Gruppo di dosaggio antiscalante*

Si prevede una unità di dosaggio proporzionale di prodotto antiscalante costituita da:

- Nr. 1 pompa dosatrice digitale dalle seguenti caratteristiche:

Numero pompe dosatrici digitali:	1
Alimentazione	monofase 50 Hz
Portata:	2L/ h
Pressione massima	10 bar
Testata dosatrice	PVC
Membrana	PTFE
Guarnizioni	EPDM
Regolazione corsa manuale	30...100 %



Corse al minuto	180
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo

- Nr. 1 serbatoio di contenimento da 300l in PE, dotato di camicia di sicurezza e interruttori di pre-allarme e allarme di minimo livello.

3.2.4.2.8. Gruppo di pressurizzazione primo stadio

Numero pompe	2 operanti in serie
Comando	VFD
Tipo	centrifuga verticale multistadio
Potenza installata	2x5,5kW
Tensione	3x380V
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	HQQE
Materiali	
Corpo	AISI 316
Albero	AISI 316
Girante	AISI 316
Camicia	AISI 316
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	5,0mc/h
Prevalenza	190,0+ 200,0m.c.a.

3.2.4.2.9. Gruppo di pressurizzazione secondo stadio di concentrazione

Numero pompe	1
Comando	VFD
Tipo	centrifuga multistadio booster
Potenza installata	11,0kW
Tensione	3x380V
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	HQQE
Materiali	
Corpo	AISI 316
Albero	AISI 316
Girante	AISI 316
Camicia	AISI 316
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	8,0mc/h
Prevalenza	220,0m.c.a



3.2.4.2.10. Membrane di osmosi inversa primo passaggio, doppio stadio di concentrazione

Numero	15
Tipo	TFM (thin film membrane) sea water
Pressione di lavoro massima	73,0bar
Dimensione	8"x40"
Temperatura massima	40°C
pH ottimale di reiezione	7,0-7,5
pH range lavoro	4,0-11,0
pH cleaning	2,0-11,50
Reiezione media (*)	99,5%
Reiezione minima (*):	99,0%

3.2.4.2.11. Caratteristiche tecniche dei trasmettitori

- Trasmettitori di portata per la misura di portata in ingresso e portata del concentrato:

Numero	2
Rivestimento	gomma dura
Attacco al processo	PN40, St37-2, flangia EN1092-1 (DIN2501)
Elettrodi	1.4435/316L
Calibrazione	0.5%
Test aggiuntivi	senza
Approvazione	area sicura
Custodia	compatta blu, IP67 NEMA4X
Cavo per versione separata	non prevista
Passacavo	pressacavo M20
Alimentazione	85-250VAC
Funzione software	versione base
Uscita	4-20mA HART + impulso passivo

- Trasmettitori di pressione differenziali:

Numero	2 (uno per ciascun array di membrane)
Tipo	Trasduttore di pressione differenziale con cella al polisilicio resistente alle sovrappressioni fino a quattro volte il valore nominale di cella
Connessione elettrica	ISO4400M16, IP65 NEMA4X
Materiale a contatto con il fluido	AISI 316
Attacco al processo	filetto ISO228 G1/2 guarnizione DIN3852



	304
Uscita	4-20mA

- Trasmettitori di conducibilità installato sulla linea permeato:

Numero	1
Tipo	elettronico, con controllo della temperatura e compensazione automatica, segnale in uscita 4-20mA, display LCD
Range	1,0..2000microSiemens/cm
Sonda di temperatura integrata	Pt 1000 IEC A class
Sonda	Grafite

3.2.4.2.12. Serbatoio di preparazione e contenimento soluzioni di lavaggio chimico

Volume	300 l
Materiale	ACCIAIO INOX
Descrizione	Nr. 1 Trasmettitore di livello per controllo automatico fasi di flussaggio e lavaggio con caricamento serbatoio di acqua di qualità. Nr. 1 trasmettitore di temperatura per il controllo della fase di riscaldamento della soluzione di lavaggio.

3.2.4.2.13. Sistema di riscaldamento e controllo della temperatura CIP

Il sistema è composto da una pompa di ricircolo in acciaio inox ed uno scambiatore a fascio tubiero inox del tipo acqua/acqua completo di valvola modulante a tre vie per il controllo della temperatura. Nel dettaglio:

- Pompa di ricircolo della soluzione di lavaggio da riscaldare:

Numero pompe	1
Tipo	centrifuga orizzontale monostadio monoblocco
Potenza installata	0,5kW
Tensione	3x380V
Motore	2P. V 230/400; 50Hz B3 IP55
Classe efficienza	IE4
Tenuta	meccanica semplice Sil. / Sil. / VITON
Girante	chiusa
Materiali	
Corpo	AISI 316
Albero	AISI 316
Girante	AISI 316



Camicia	AISI 316
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	10,0mc/h
Prevalenza	8,0m.c.a.

- Scambiatore di calore:
 - Scambiatore di calore a piastre fisse a tubi corrugati (Ø 12mm)
 - Tipo: Vep 3" SX-2FVS Cl.
 - Installazione: orizzontale / verticale.
 - Costruzione:
 - Fascio tubiero rettilineo non estraibile con tubi corrugati in acciaio inox AISI 316L elettrouniti e ritrafilati saldati su piastra tubiera in acciaio inox AISI 316L.
 - Mantello in acciaio inox AISI 304. Giunto di dilatazione in acciaio inox AISI 321.
 - Connessioni:
 - Lato tubi: DN80 PN16.
 - Lato mantello: DN65 PN16.
 - Condizioni di progetto:
 - Lato tubi: 12 bar @ 200°C.
 - Lato mantello: 12 bar @ 200°C.
 - Norme di calcolo meccanico VSR-M-S.
 - Materiale conforme alla direttiva PED 97/23/CE.
 - Marcatura CE cat. I.
 - Lo scambiatore è in grado riscaldare serbatoio di acqua da 2000 lt. da 15°C a 45°C in 15 minuti con pompa di ricircolo da 10 m³/h.
 - Alimentazione nel mantello in controcorrente acqua in c.c. da 85°C a 70 °C Portata 16 m³/h.
 - Perdite di carico interno tubi 0.247 bar (con 10 m³/h); nel mantello 0.208 bar (con 16 m³/h)
- Valvola modulante per il controllo della portata del fluido riscaldante:
 - Valvola pneumatica deviatrice a 3 vie mod.QLM 33 (chiusa via diritta in mancanza di segnale).
 - Corpo in ghisa EN 1561 GJL 250.
 - Cappello standard con premistoppa in PTFE.
 - Otturatore in AISI 431 con caratteristica lineare a passaggio pieno (Kvs = 25), trafilamento in classe IV.



- Attacchi flangiati DIN DN40-PN16.
- Attuatore pneumatico mod. PN9220R con campo molla 0,4-1,2 bar (pressione differenziale max di shut-off 1.0 bar), alimentazione aria 1,6 bar.
- Convertitore elettro-pneumatico mod. IPC4 ad azione diretta, segnale in ingresso 4-20 mA, segnale in uscita 2-18 psi.
- Filtro riduttore aria compressa mod. FR20M.

3.2.4.2.14. Pompa di dosaggio automatico prodotto acido per lavaggio membrane

Nr. 1 pompa a membrana dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione	aria compressa
Portata	400l/ h
Pressione massima	3 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4

3.2.4.2.15. Pompa di dosaggio automatico prodotto basico per lavaggio membrane

Nr. 1 pompa a membrana dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione	aria compressa
Portata	400l/ h
Pressione massima	3 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65

3.2.4.2.16. Unità di controllo pH in ingresso al secondo passaggio

Unità di correzione automatica in linea di pH costituita da:

- Nr. 1 mixer statico in PVC
- Nr. 1 pH metro digitale dalle seguenti caratteristiche:
 - Uscita in corrente: 4...20 mA
 - Ingresso elettrodo pH da morsetto normale / differenziale
 - Campo di misura: -1,00...15,00 pH
 - Risoluzione: 0,01 pH



- Ingresso Pt100 nel campo: -20...+120 °C
- Display LCD retro illuminato con menù in Italiano
- Completo di elettrodo di misura completo di sonda ad inserzione dalle seguenti caratteristiche:
 - Elettrodo di pH per processi chimici, emulsioni, sospensioni, mezzi contenenti proteine e solfuri.
 - Scala di misura: 1...12 pH
 - Temperatura: 0...100 °C
 - Pressione massima: 16 bar (25°C) , 6 bar (100°C)
 - Conduttività minima: > 150 uS
 - Diaframma: aperto ad elettrolita solido
 - Dimensioni: 12 x 120 mm
 - Attacco al processo Standard PG 13,5
 - Connessione elettrica Standard SN6
- Nr. 1 pompe dosatrici soda digitale dalle seguenti caratteristiche:

Numero pompe dosatrici digitali:	1
Alimentazione	trifase 50 Hz
Portata:	15l/ h
Pressione massima	6 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Regolazione corsa manuale	30...100 %
Corse al minuto	180
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo

3.2.4.2.17. Gruppo di alimento secondo passaggio

Numero pompe	1
Comando	DOL
Tipo	centrifuga verticale multistadio
Potenza installata	1,1kW
Tensione	3x380V
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE4
Tenuta	HQQE
Materiali	
Corpo	AISI 316
Albero	AISI 316



Girante	AISI 316
Camicia	AISI 316
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	5,0mc/h
Prevalenza	20,0m.c.a

3.2.4.2.18. Gruppo di pressurizzazione secondo passaggio

Numero pompe	1
Comando	VFD
Tipo	centrifuga verticale multistadio
Potenza installata	7,5kW
Tensione	3x380V
Motore	2P IP55
Classe efficienza	IE3
Tenuta	HQQE
Materiali	
Corpo	AISI 316
Albero	AISI 316
Girante	AISI 316
Camicia	AISI 316
Prestazioni al punto di lavoro	
Portata	8,0mc/h
Prevalenza	160,0m.c.a

3.2.4.2.19. Membrane di osmosi inversa secondo passaggio

Numero	5
Tipo	TFM (thin film membrane) brackish water
Pressione di lavoro massima	73,0bar
Dimensione	8"
Temperatura massima	40°C
pH ottimale di reiezione	7,0-7,5
pH range lavoro	4,0-11,0
pH cleaning	2,0-11,50
Reiezione media (*)	99,82%
Reiezione minima (*):	99,0%

3.2.4.2.20. Caratteristiche tecniche dei trasmettitori secondo passaggio

- Trasmettitori di portata per misura portata concentrato secondo passaggio

Numero	1
Rivestimento	gomma dura
Attacco al processo	PN40, St37-2, flangia EN1092-1 (DIN2501)
Elettrodi	1.4435/316L
Calibrazione	0.5%
Test addizionali	senza
Approvazione	area sicura



Custodia	compatta blu, IP67 NEMA4X
Cavo per versione separata	non prevista
Passacavo	pressacavo M20
Alimentazione	85-250VAC
Funzione software	versione base
Uscita	4-20mA HART + impulso passivo

- Trasmettitori di pressione differenziali secondo passaggio

Numero	1 (uno per ciascun array di membrane)
Tipo	Trasduttore di pressione differenziale con cella al polisilicio resistente alle sovrappressioni fino a quattro volte il valore nominale di cella
Connessione elettrica	ISO4400M16, IP65 NEMA4X
Materiale a contatto con il fluido	AISI 316
Attacco al processo	filetto ISO228 G1/2 guarnizione DIN3852 304
Uscita	4-20mA

- Trasmettitori di conducibilità linea permeato secondo passaggio

Numero	1
Tipo	elettronico, con controllo della temperatura e compensazione automatica, segnale in uscita 4-20mA, display LCD.
Range	1,0..2000microSiemens/cm
Materiale a contatto con il fluido	AISI 316
Sonda di temperatura integrata	Pt 1000 IEC A class
Sonda	Grafite

3.2.4.2.21. Serbatoio di alimento secondo passaggio

Volume	100 l
Materiale	ACCIAIO INOX
Descrizione	Nr. 1 Trasmettitore di livello per controllo automatico fasi di flussaggio e lavaggio con caricamento serbatoio di acqua di qualità

3.2.4.2.22. Unità di controllo pH permeato secondo passaggio

L'unità di correzione automatica in linea di pH, per il secondo passaggio di osmosi inversa, è costituita da:

- Nr. 1 mixer statico in PVC
- Nr. 1 pH metro digitale dalle seguenti caratteristiche:
 - Uscita in corrente: 4...20 mA
 - Ingresso elettrodo pH da morsetto normale / differenziale



- Campo di misura: -1,00...15,00 pH
 - Risoluzione: 0,01 pH
 - Ingresso Pt100 nel campo: -20...+120 °C
 - Display LCD retro illuminato con menù in Italiano
 - Completo di elettrodo di misura completo di sonda ad inserzione dalle seguenti caratteristiche:
 - Elettrodo di pH per processi chimici, emulsioni, sospensioni, mezzi contenenti proteine e solfuri.
 - Scala di misura: 1...12 pH
 - Temperatura: 0...100 °C
 - Pressione massima: 16 bar (25°C) , 6 bar (100°C)
 - Conduttività minima: > 150 uS
 - Diaframma: aperto ad elettrolita solido
 - Dimensioni: 12 x 120 mm
 - Attacco al processo Standard PG 13,5
 - Connessione elettrica Standard SN6
- Nr. 1 pompe dosatrici soda digitale dalle seguenti caratteristiche:

Alimentazione	trifase 50 Hz
Portata:	15l/ h
Pressione massima	6 bar
Testata dosatrice	PVDF
Membrana	PTFE
Guarnizioni	PTFE
Regolazione corsa manuale	30...100 %
Corse al minuto	180
Altezza di aspirazione	4 m
Protezione	IP65
Classe efficienza	IE4
Controllo esterno	Comando impulsivo

3.2.5. Serbatoi di stoccaggio intermedi

Per il corretto funzionamento dei processi, dei rilanci e dei trasferimenti dei reflui e dell'acqua depurata all'interno della sezione di trattamento del digestato sono anche previsti alcuni serbatoi intermedi alle varie sezioni impiantistiche, come di seguito dettagliato.



3.2.5.1. Serbatoio di stoccaggio permeato UF e alimento RO

Si tratta di Nr. 1 serbatoio cilindrico verticale, con fondo inferiore bombato, fondo superiore bombato, realizzato in vetroresina PRFV, della capacità geometrica 20,0 m³, che fungerà da accumulo di disconnessione idraulica tra la sezione di ultrafiltrazione (accumulo del permeato UF) e la sezione RO (accumulo di alimentazione).

Le dimensioni del serbatoio sono le seguenti: diametro 1800 mm, altezza totale 8500 mm, con n.4 piedi in PRFV H=300mm circa. Le norme costruttive prese a riferimento: EN 13920 / EN 13121-3. Materiali adoperati: Liner in resina Vinilestere - Struttura in resina Poliestere - Finitura traslucida con UV-absorber.

Le caratteristiche tecniche in definitiva sono le seguenti:

Diametro	1800 mm
Altezza totale da terra	8500mm
Volume totale	20,0 m3
Temperatura di esercizio	50°C
Pressione di esercizio	ATM
Accessori	trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX

3.2.5.2. Serbatoio di stoccaggio permeato RO

Si tratta di Nr. 1 serbatoio cilindrico verticale, con fondo inferiore bombato, fondo superiore bombato, realizzato in vetroresina PRFV, della capacità geometrica 50,0 m³, con funzione di accumulo del permeato prodotto, in attesa di riutilizzo interno all'impianto (per gli usi di processo ed industriali) oppure di essere scaricato in via definitiva verso il canale Catalini.

Le dimensioni del serbatoio sono le seguenti: diametro 2500 mm, altezza totale 11080 mm, con n.4 piedi in PRFV H=300mm circa. Le norme costruttive prese a riferimento: EN 13920 / EN 13121-3. Materiali adoperati: Liner in resina Vinilestere - Struttura in resina Poliestere - Finitura traslucida con UV-absorber

Le caratteristiche tecniche in definitiva sono le seguenti:

Diametro	2500 mm
Altezza totale da terra	11080 mm
Volume totale	50,0 m3
Temperatura di esercizio	50°C
Pressione di esercizio	ATM
Accessori	trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX



3.2.5.3. Serbatoio di stoccaggio concentrato RO

Si tratta di Nr. 1 serbatoio cilindrico verticale, con fondo inferiore bombato, fondo superiore bombato, realizzato in vetroresina PRFV, della capacità geometrica 50,0 m³, destinato allo stoccaggio temporaneo del concentrato prodotto dalla sezione RO ed alimentato alla sezione finale di evaporazione.

Le dimensioni del serbatoio sono le seguenti: diametro 2500 mm, altezza totale 11080 mm, con n.4 piedi in PRFV H=300mm circa. Le norme costruttive prese a riferimento: EN 13920 / EN 13121-3. Materiali adoperati: Liner in resina Vinilestere - Struttura in resina Poliestere - Finitura traslucida con UV-absorber

Le caratteristiche tecniche in definitiva sono le seguenti:

Diametro	2500 mm
Altezza totale da terra	11080 mm
Volume totale	50,0 m ³
Temperatura di esercizio	50°C
Pressione di esercizio	ATM
Accessori	trasmettitore di livello radar in PVDF / nr. 2 interruttori di livello di sicurezza MIN/MAX

3.2.6. Unità di evaporazione

3.2.6.1. Descrizione funzionale e dimensionale

Uno dei limiti del processo di osmosi inversa è costituito dal fatto che la concentrazione di sostanze in soluzione che si riesce a realizzare (grado di concentrazione) è proporzionale alla pressione applicata. Oltre certi limiti dettati dalla struttura delle membrane stesse non si può concentrare (in particolare la separazione non può essere maggiore del coefficiente di pressione osmotica OPC). Normalmente l'osmosi inversa produce dal 70 all'80% di acqua chiarificata, e uno scarto del 20/30% che è possibile concentrare ulteriormente utilizzando la tecnologia dell'evaporazione.

Viene previsto un impianto di evaporazione sottovuoto nella variante a triplo effetto alimentato ad acqua calda, con capacità evaporativa di 36.000 litri/giorno riferita ad acqua.

Nella figura seguente è riportato uno schema tipico della soluzione tecnologica adottata:

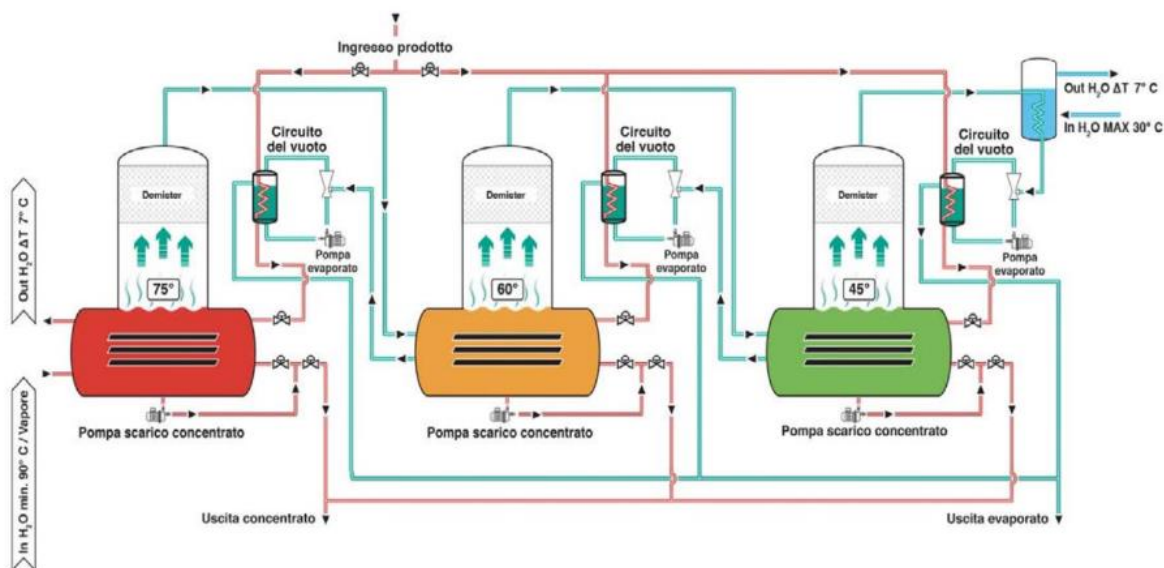


Figura 7 Schema di processo della sezione di evaporazione

In un impianto di evaporazione/concentrazione a triplo effetto, l'energia termica necessaria è quella destinata alla fase di ebollizione del primo effetto, mentre il secondo ed il terzo effetto sono effetti termicamente "parassiti", permettendo in tal modo di ridurre a circa un terzo l'energia termica necessaria al processo di evaporazione. Per quanto concerne l'energia elettrica tali impianti richiedono solo l'energia elettrica necessaria alla movimentazione delle varie pompe.

L'energia necessaria per far l'ebollizione del prodotto sarà fornita da vapore o acqua calda a 90°C min., mentre l'acqua necessaria per la condensazione dei vapori sarà fornita da un sistema di refrigerazione esterno.

L'evaporato prodotto nel primo stadio alimenta gratuitamente lo stadio successivo con l'energia termica dell'evaporato prodotto nel primo stadio.

3.2.6.2. Dettaglio impiantistico della sezione di evaporazione

L'unità di evaporazione prevista in impianto sarà costituita da:

- Nr. 1 Evaporatore:

MODELLO	HWS 1500 TE L
Tensione (Volt)	3ph x 400
Frequenza (Hz)	50



Produzione di distillato riferita ad acqua (l/h)	1500
Produzione di distillato riferita ad acqua (l/24h)	36.000
Prevalenza di adduzione del prodotto da trattare (bar)	0,5
Pressione di uscita dell'evaporato (bar)	0,5
Pressione di uscita del concentrato con scarico da sottovuoto (bar)	1
Fabbisogno di aria pneumatica pulita e asciutta, con P min. 6 bar (litri)	0,1
Potenza elettrica assorbita (kW)	9,9
Potenzialità termica riscaldamento kWth (acqua calda)	350 (300.000 Kcal/h)
Portata acqua calda necessaria (T min. 90°C - $\Delta T \sim 7^\circ C$) m3/h	43
Potenzialità termica condensazione kWth	350 (300.000 Kcal/h)
Portata acqua calda necessaria (T max. 32°C - $\Delta T \sim 7^\circ C$) m3/h	43
Temperatura max. refluo in ingresso all'evaporatore	30° C
Ingombri indicativi (cm)	350 x 600 x 380h

- Strumentazione di gestione e controllo:

DENOMINAZIONE	MATERIALE
Vuotomanometro	In AISI 316 L di tipo analogico
Sensori di livello minimo + lavoro in caldaia di ebollizione	In AISI 316 L in materiale speciale anticorrosivo
Sensori di livello emergenza e barilotti del gruppo del vuoto	In AISI 316 L
Pressostati	Danfoss
Trasmettitori di pressione	In AISI 316 L di tipo analogico
Filtro riduttore di pressione	In materiale plastico con manometro e raccoglitore di umidità

- Materiali da costruzione:

DENOMINAZIONE	MATERIALE
Camera di ebollizione	SUPERDUPLEX SAF 2507
Camera di condensazione	Acciaio AISI 316 L
Serbatoi gruppo del vuoto	Acciaio AISI 316 L
Scambiatori di calore motoventilati (circuito HP)	Rame - Alluminio
Scambiatori a piastre per riscaldamento prodotto	SUPERDUPLEX SAF 2507
Serpentina per la condensazione dei vapori	Acciaio AISI 316 L



Pompa del vuoto	Acciaio AISI 316 L
Pompa ricircolo – scarico prodotto	SUPERDUPLEX SAF 2507
Telaio e supporti	Acciaio AISI 304
Tubazioni e valvole prodotto	Acciaio AISI 316 L
Guarnizioni portelle e flange	PTFE
Gas frigorifero	Freon R 134a

- Componenti:

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE
Camere d'ebollizione	N° 3 orizzontali, ognuna composte da due fondi, di cui uno flangiato e da una virola orizzontale
Camere di condensazione	N° 3 verticali, ognuna composte da un fondo con una virola verticale e complete di demister separatore di trascinamenti o di gocce, che ha il compito di favorire la separazione delle gocce di liquido trascinate dalla corrente gassosa.
Serbatoi gruppo vuoto	N° 3 serbatoi di raccolta e rilancio evaporato
Scambiatori di riscaldamento	N° 3 scambiatori a piastre immerse flangiate, per il riscaldamento prodotto.
Pompe del vuoto	N° 3 pompe centrifughe con eiettori Venturi
Pompe scarico concentrato	N° 3 pompe centrifughe a girante aperta e dotate di autoclave di flussaggio a circuito chiuso delle tenute meccaniche
Valvole di carico prodotto	N° 3 valvole di carico del prodotto, di tipo pneumatico
Valvole di ricircolo	N° 3 valvole di ricircolo del prodotto, di tipo pneumatico
Valvole scarico concentrato	N° 3 valvole di scarico del concentrato di tipo pneumatico
Valvole di ritegno	N° 3 valvole di ritegno del vuoto, di tipo pneumatico
Valvole rompivuoto	N° 3 valvole rompivuoto per emergenza, di tipo pneumatico
Sistemi di dosaggio automatico antischiuma	N° 3 Sistemi di dosaggio automatico programmabili, con valvole pneumatiche per l'immissione eventuale di antischiuma nel processo di ebollizione, regolabili tramite impostazione da pannello operatore
Lavaggio chimico automatico	Possibilità di effettuare un lavaggio automatico, programmato da PLC, con utilizzo di una apposita soluzione disincrostante
Cablaggi elettrici	Sono compresi nella fornitura tutti cablaggi elettrici delle utenze a bordo impianto
Pannello operatore	Pannello Touch Panel per la visualizzazione e la gestione degli allarmi ed il funzionamento dell'evaporatore
Pannello operatore	Pannello Touch Panel completo di licenza di registrazione per VPN
Quadro comandi	Il quadro elettrico installato a bordo macchina, protezione IP 54, esecuzione a normativa CE e corredato di PLC SIEMENS S7/1.500