



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea
SCIENZE AMBIENTALI E PROTEZIONE CIVILE

**NANOFILTRAZIONE COME TRATTAMENTO TERZIARIO PER IL
RIUTILIZZO DI REFLUI CASEARI TRATTATI CON BIOREATTORE A
MEMBRANA**

***NANOFILTRATION AS TERTIARY TREATMENT FOR THE REUSE OF
DAIRY WASTEWATER TREATED BY MEMBRANE BIOREACTOR***

Tesi di Laurea di:
di:

Alessandro Antonini

Docente Referente
Chiar.ma Prof.ssa

Francesca Beolchini





Sessione 20 – 24 Luglio 2020

Anno Accademico 2019 / 2020

Università Politecnica delle Marche
Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente
Corso di Scienze Ambientali e Protezione Civile

NANOFILTRAZIONE COME TRATTAMENTO TERZIARIO PER IL RIUTILIZZO DI REFLUI CASEARI TRATTATI CON BIORETTORE A MEMBRANA

Tesi di Laurea di:

Alessandro
Antonini

Docente Referente

Prof.ssa:

Francesca

Beolchini

Riassunto

1 - Impianto e tecnologie di trattamento

Al fine di trattare i reflui dell'industria lattiero-casearia, è stato valutato un impianto che consta di un bioreattore a membrana MBR, come trattamento secondario, e la nanofiltrazione, come trattamento terziario.

2 - Valutazione dell'efficienza del bioreattore a membrana

L'operato del bioreattore è stato valutato tramite il confronto dei parametri dell'alimentazione e del permeato. I solidi disciolti non vengono trattenuti; a tal fine è stata applicata la nanofiltrazione.

3 – Condizione operative ottimali della nanofiltrazione

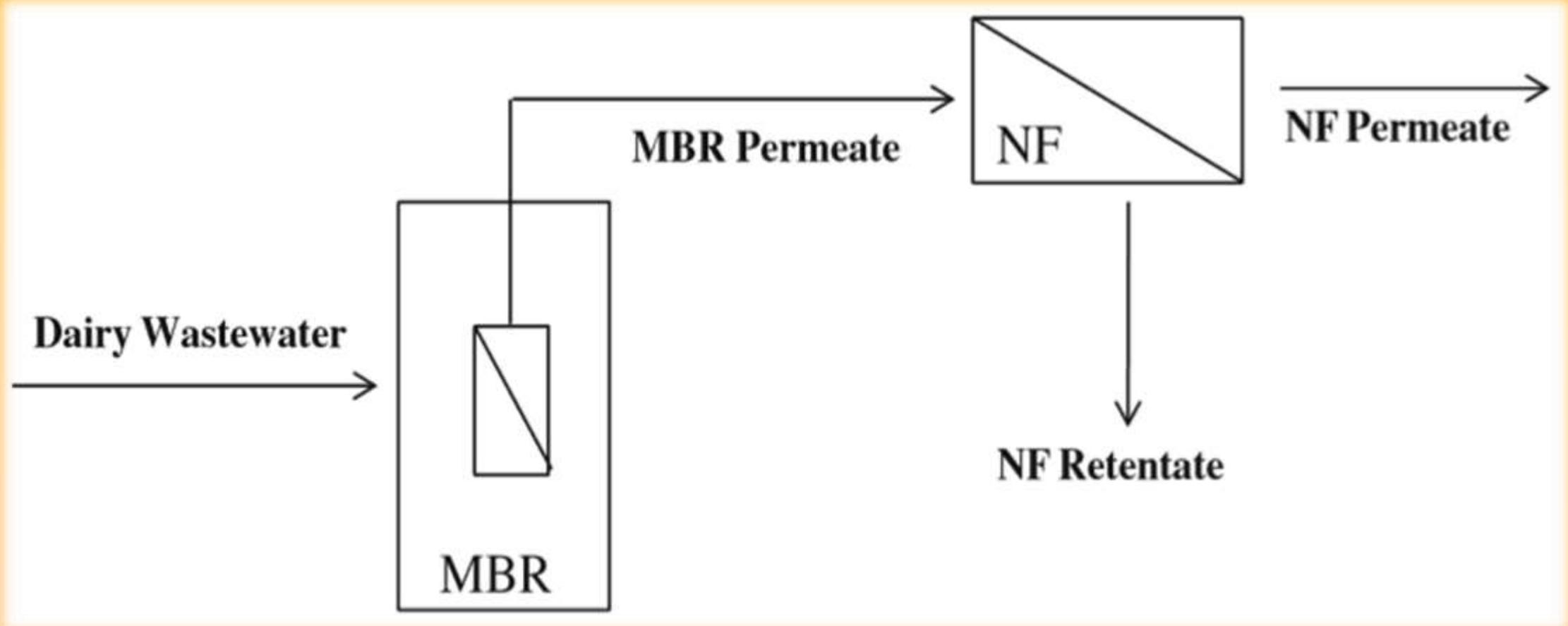
I due parametri caratterizzanti sono la miglior velocità di flusso dell'alimentazione e il tasso di recupero ottimale del permeato.

4 – Riutilizzo del trattato finale

Il riutilizzo riguarda le industrie, come acque di raffreddamento o per l'evaporazione. Queste applicazioni vengono incontro alla richiesta di un'alta qualità del refluo trattato e di un minor consumo di risorse idriche.

IMPIANTO E TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO

L'impianto rappresenta un'innovativa metodologia di trattamento dei reflui lattiero-caseari.



I dati fanno riferimento a reflui prodotti da un'industria casearia, sita nello stato di Minas Gerais, Brasile.

BIOREATTORE A MEMBRANA MBR



NANOFILTRAZIONE

VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DEL **BIOREATTORE A MEMBRANA**

Parametri	Refluo	Permeato MBR	% Rimozione
COD (mg/l)	2937,6	57,3	97,9
BOD (mg/l)	1120	6	99,5
Colore (unità Pt-Co)	2316,6	27,35	98,7
TN (mg/l)	49,8	6,9	86,1
N-NH3 (mg/l)	43,1	1,4	96
Fosforo (mg/l)	36,3	1,4	89
TS (mg/l)	3,366	1,647	45,7
TFS (mg/l)	1,527	1,473	0,7
TVS (mg/l)	1,838	174	84,3

Il bioreattore rimuove la materia organica, il colore, i nutrienti N e P e i solidi tranne quelli fissi poiché il MBR non trattiene i solidi disciolti.

CONDIZIONI OPERATIVE OTTIMALI DELLA **NANOFILTRAZIONE**

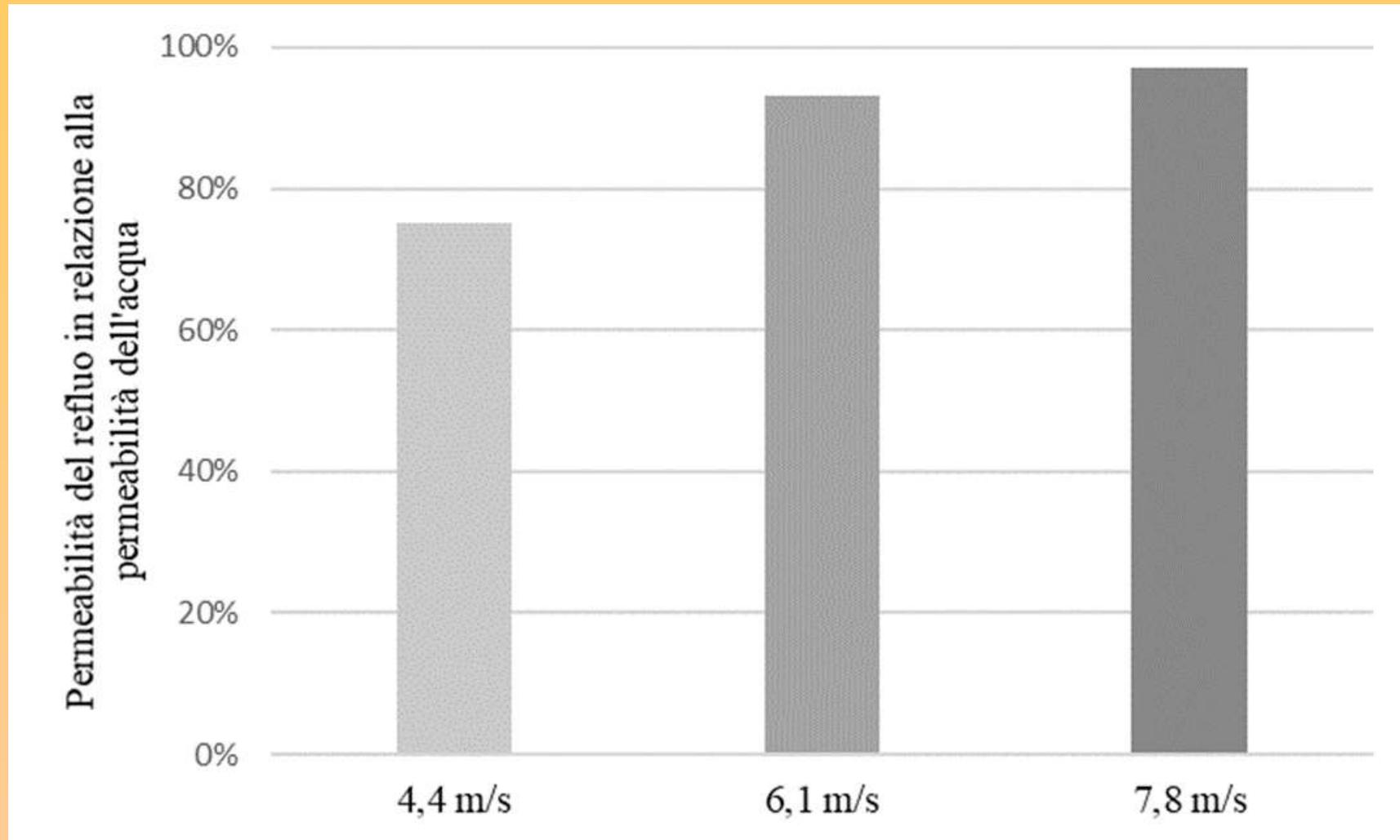
1. LA MIGLIORE VELOCITA' DEL FLUSSO DELL'ALIMENTAZIONE

I tre diversi valori valutati sono: 4.4, 6.1 e 7.8 m/s.

2. IL TASSO DI RECUPERO OTTIMALE DEL PERMEATO

Permeabilità del refluo

La permeabilità è stata valutata per le tre velocità a varie pressioni e confrontata con quella dell'acqua pura.



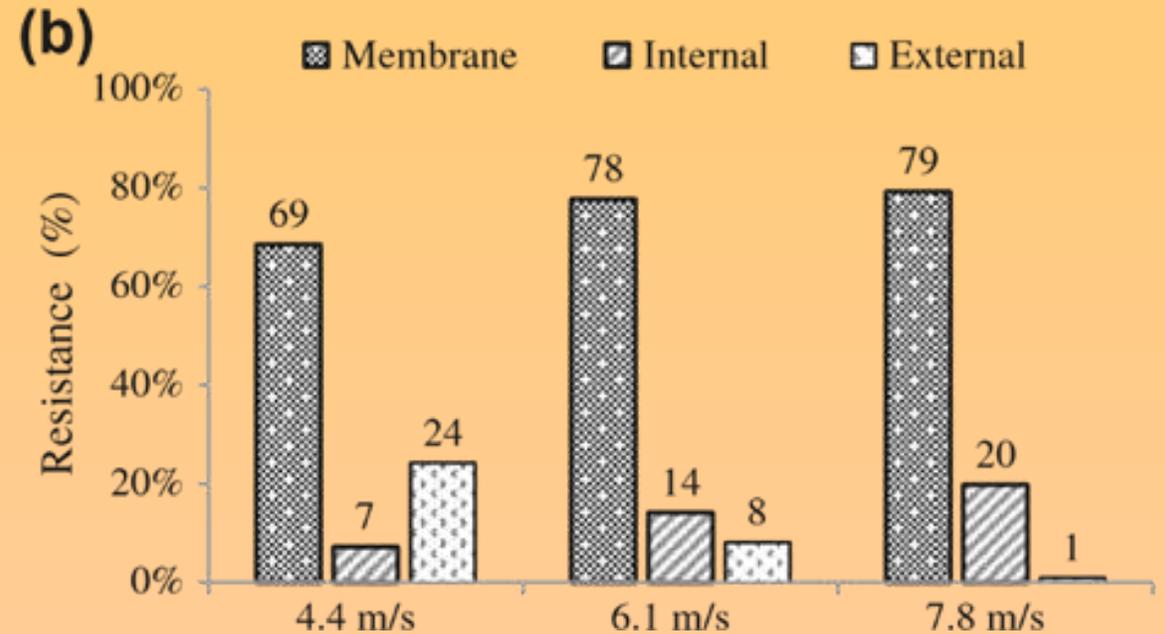
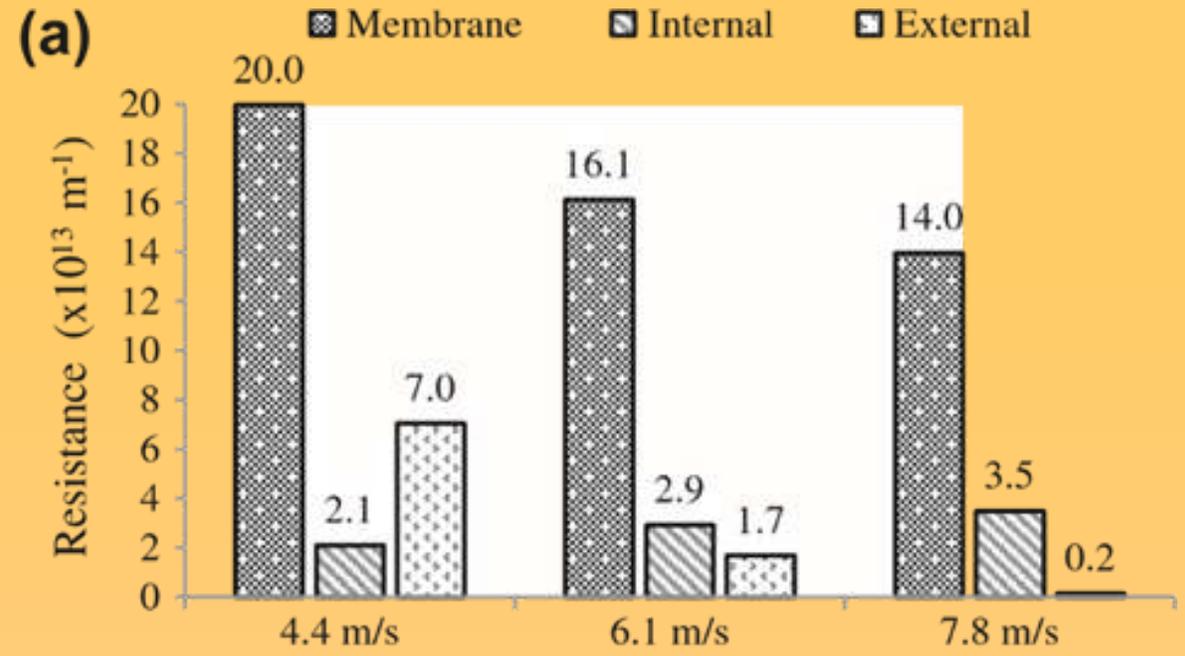
Efficienza di ritenzione degli inquinanti

Parametri	Alimentazione	Permeato					
		4,4 m/s		6,1 m/s		7,8 m/s	
		Valore	% Ritenzione	Valore	% Ritenzione	Valore	% Ritenzione
Conductivity (mS/cm)	2,28	0,316	86,1	0,244	89,3	0,151	93,4
Colore (unità Pt-Co)	36,8	8,9	75,7	6,4	82,7	3,3	91
TS (mg/l)	1,482	767	48,3	523	64,8	488	67,1
TC (mg/l)	231,2	6,7	97,1	4,4	98,1	4,1	98,2
TOC (mg/l)	24,9	0,6	97,4	0,6	97,4	0,5	97,9

Resistenze alla filtrazione

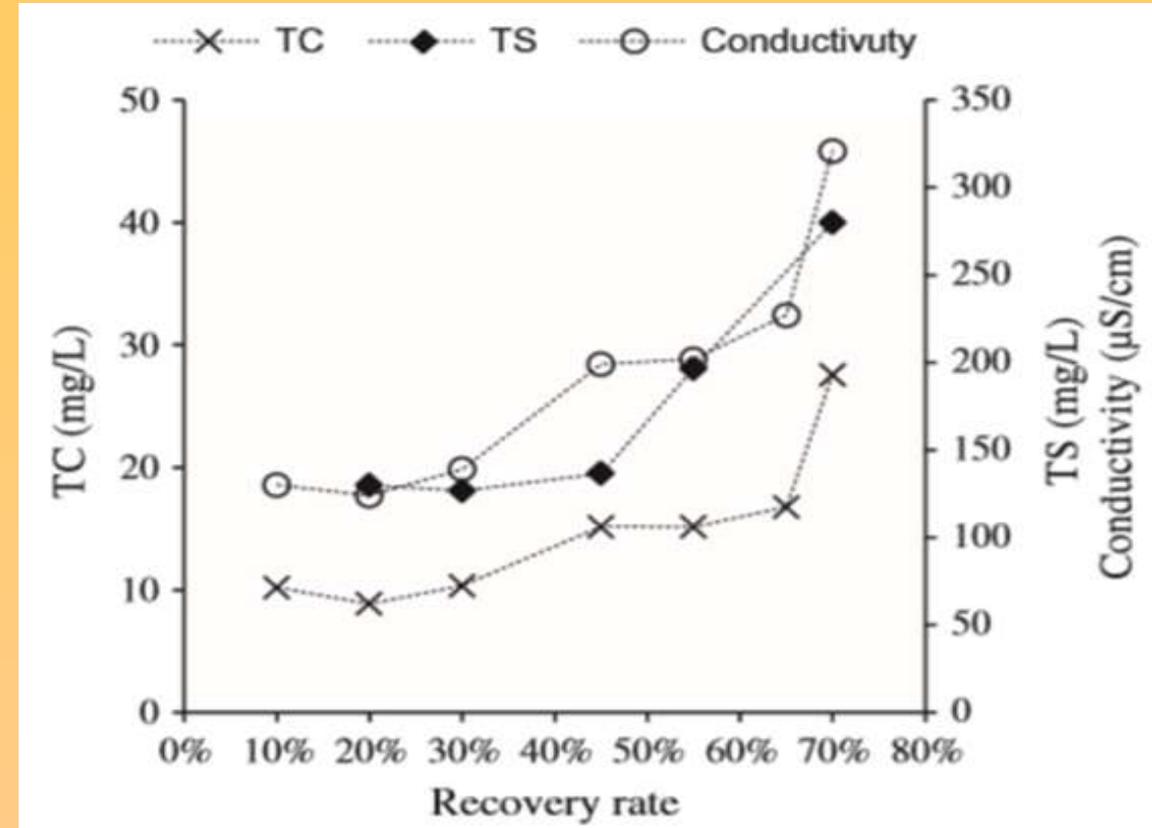
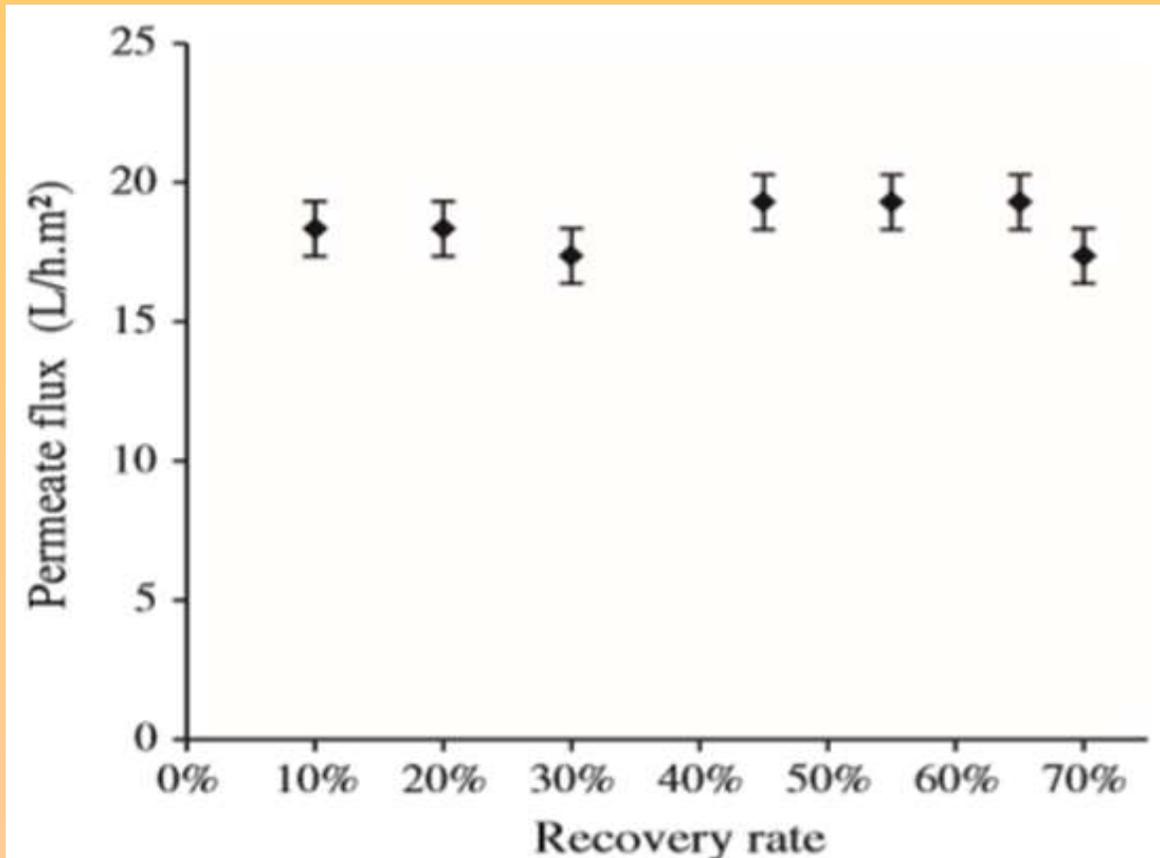
La resistenza totale R_t alla filtrazione è data dalla somma di:

- Resistenza della membrana R_m ,
- Resistenza esterna del fouling R_e ,
- Resistenza interna del fouling R_i .



IL TASSO DI RECUPERO OTTIMALE DEL PERMEATO

DECADIMENTO DEL FLUSSO



QUALITA' DEL PERMEATO

RIUTILIZZO DEL TRATTATO FINALE

Le applicazioni in cui riutilizzare il trattato riguardano solamente ambiti industriali, dove non è richiesta la potabilizzazione

Parametri	Permeato NF	Acque di raffreddamento	Generazione di vapore Basse Pressioni (<10 bar)	Medie Pressioni (10-50 bar)	Alte Pressioni (>50 bar)
TDS (mg/L)	233	500	700	500	200
Alcalinità (mg/L)	166	350	350	100	40
pH	8,9	6,9-9,0	7,0-10,0	8,2-10,0	8,2-9,0
COD (mg/L)	4,00	75	5,00	5,00	1,00
Calcio (mg/L)	0,44	50	+	0,4	0,01
Magnesio (mg/L)	0,041	0,5	+	0,25	0,01
Rame (mg/L)	0,04	+	0,5	0,05	0,05
Zinco (mg/L)	<0,1	+	+	0,01	0,01
Ferro (mg/L)	0,05	0,5	1	0,3	0,05

CONCLUSIONI

L'impianto descritto permette di raggiungere il rispetto degli standard richiesti nelle applicazioni industriali.

	COD (%)	Colore (%)	TS (%)
MBR	99,0	98,4	47,0
NF	88,2	57,7	86,9
Globale	99,9	99,3	93,1

In questo modo, si va incontro alla necessità di un minor consumo delle risorse idriche e alla richiesta di un'alta qualità degli scarichi nei corpi idrici.

Grazie
dell'attenzione