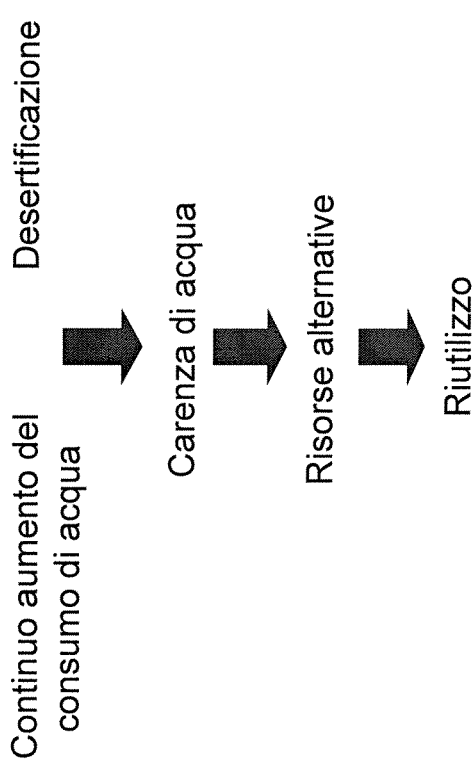




Riutilizzo dell'acqua e rischi associati



Problemi inerenti la qualità dell'acqua riutilizzata

Accumulo dei microinquinanti nelle colture

Effetti dei microinquinanti sull'uomo

Processi di sterilizzazione per il riuso

- *Clorazione/Declorazione*
- *Acido peracetico*
- *Ozonizzazione*
- *Disinfezione UV*

Disinfezione tramite radiazione UV

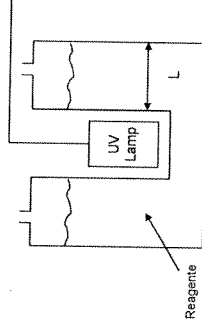
- **Vantaggi:**

- Cinetica di disinfezione veloce
 - Assenza di DBP tossici
 - Costi contenuti
 - Ingombro minimo
- **Svantaggi:**
 - Assenza effetto batteriostatico e possibile ricontaminazione
 - Influenza sfavorevole delle caratteristiche dell'acqua
 - Effetti di deterioramento della lampada UV

Scopo della tesi

Valutare il destino dei microinquinanti durante i processi di sterilizzazione UV di acque destinate al riuso

Cinetiche fotochimiche

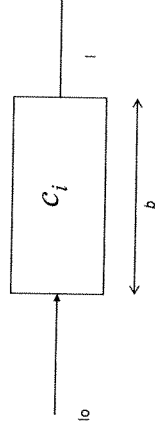


Legge cinetica in un reattore batch

$$-\frac{d[s]}{dt} = \frac{\phi_k}{V} I_0 [1 - \exp(-2,303 L \Sigma(\epsilon_i c_i))] I_s$$

- $f_s = \frac{\epsilon_i c_i}{\Sigma \epsilon_i c_i}$ = frazione di radiazione assorbita dal composto
- s = generica sostanza
- V = volume del reattore (l)
- ϕ = rendimento quantico della reazione fotochimica a 254nm (mol/E)
- I_0 = flusso di radiazione incidente entrante per unità di volume (E x s⁻¹)
- ϵ = coefficienti di estinzione molare del generico composto (M⁻¹ x cm⁻¹)
- C = concentrazione del microinquinante
- L = cammino ottico nel reattore fotochimico
- $\Sigma \epsilon_i c_i$ = assorbanza della soluzione riferita ad un cammino ottico di 1,0 cm

Legge di Lambert Beer



$$I = I_0 10^{-\epsilon_i b c_i}$$

- I_0 = Potenza della radiazione incidente (E x s⁻¹)
- I = Potenza della radiazione uscente (E x s⁻¹)
- ϵ_i = coefficienti di estinzione molare del generico composto (M⁻¹ x cm⁻¹)
- b = Cammino ottico

Modello utilizzato per stimare la conversione dei microinquinanti

Reattore con flusso a pistone (Plug flow)

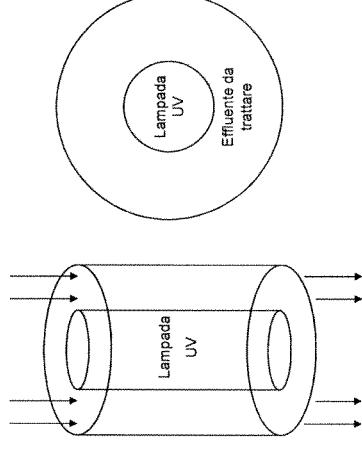
$$-\frac{d[s]}{dz} = \frac{\phi_{\lambda}}{Q \cdot V} I_0 \cdot [1 - \exp(-2,3 \cdot L \cdot 0,097)] \cdot \varepsilon \cdot c \cdot A \cdot \frac{1}{0,097}$$

- s = generica sostanza
- Q = portata nel reattore (l/s)
- V = volume del reattore (l)
- ϕ = rendimento quantico della reazione fotochimica a 254nm (mmol/l/E)
- I₀ = flusso di radiazione incidente entrante per unità di volume (E x s⁻¹)
- ε = coefficienti di estinzione molare del generico composto (mM⁻¹ x cm⁻¹)
- c = Concentrazione sostanza (mmol/l)
- A = area effettiva trasversale del reattore

Tempo di permanenza e fluence

- **Fluence:** 160 mWs/cm²
- **Fluence rate:** 44,9 mW/cm²
- **Tempo di permanenza:** $t = \frac{160 \text{ mWs}}{44,9 \text{ mW}} = 3,56 \text{ s}$
- **Portata nel reattore** $t = \frac{V}{Q} \Rightarrow Q = \frac{V}{t} = \frac{30966,31 \text{ cm}^3}{3,56 \text{ s}} = 8706,8 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 8,7 \frac{\text{l}}{\text{s}}$

Reattore di riferimento



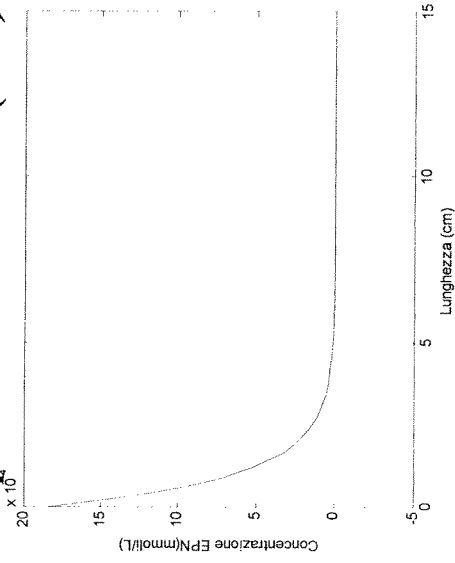
- Potenza lampada = 4,6 Kw
- Efficienza lampada UVC = 23%
- Lunghezza dell'arco della lampada = 64,5 cm
- Diametro reattore = 25,1 cm
- Lunghezza reattore = 54,5 cm
- Diametro del cilindro interno in quarzo = 10 cm
- Volume Cilindro Esterno (V₁) = 36844,56 cm³
- Volume Cilindro Interno (V₂) = 5848,25 cm³
- Volume effettivo (V₁-V₂) = 30966,31 cm³=31l

Dati utilizzati Valori sperimentali di ϕ e ε ($\lambda=254\text{nm}$)

Composto	ϕ (mmol/l/E)	ε (l/(mmol x cm))
Fenolo	18	0,516
Bisphenol A (BPA)	45	0,644
3 Cresol	57	0,302
Trifenilfosfato	290	0,644
4-Nitrofenolo	5	1,167
4-Clorofenolo	17	0,18
Metolachlor	302	0,503
Fensulfotion	49	1,736
Clorpirifos	16	0,65
Epossi Fenolo Novalac (EPN)	8,1	4,36
Fenitrothion	9,1	4,66
Prothiofos	1100	0,121

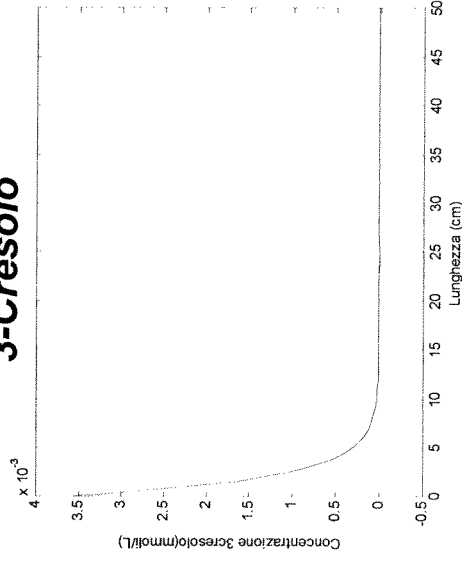
Risultati

Epossi Fenolo Novalac (EPN)



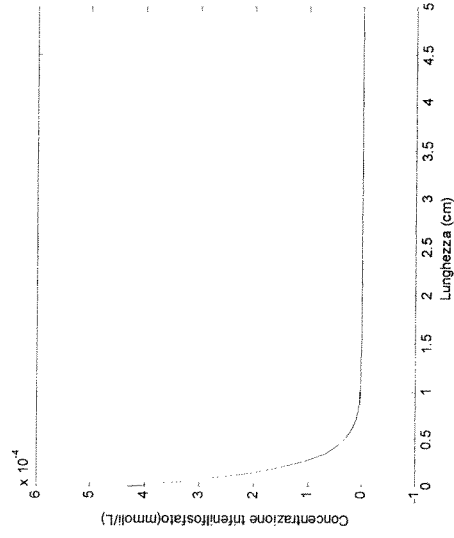
- Curva di decadimento dell'EPN ($\phi=8,1$ mmoli/E, $\epsilon=4,36$ l/(mmoli*cm)) sottoposto ad irraggiamento UV ($\lambda=254nm$) in funzione dell'altezza del reattore

3-Cresolo



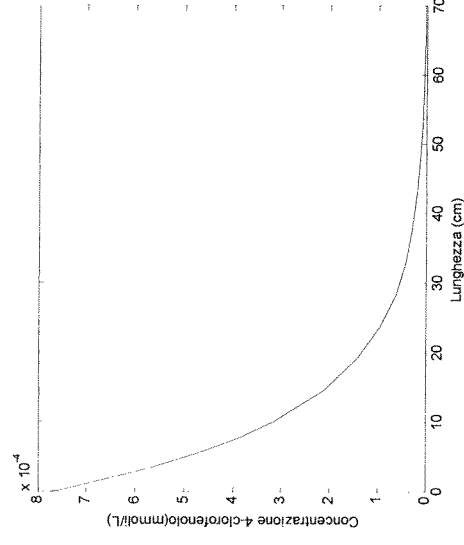
- Curva di decadimento del 3-Cresol ($\phi=57$ mmoli/E, $\epsilon=0,302$ l/(mmoli*cm)) sottoposto ad irraggiamento UV ($\lambda=254nm$) in funzione dell'altezza del reattore

Trifenilfosfato



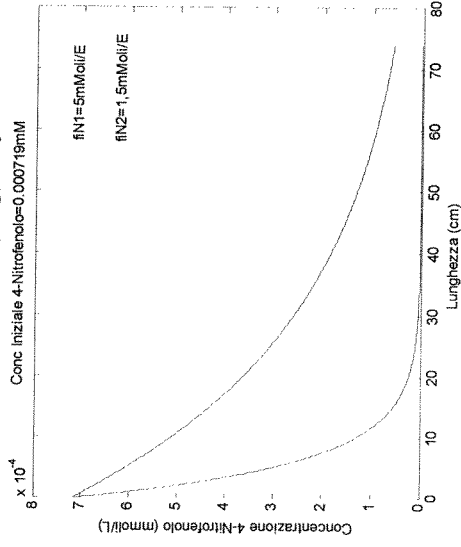
- Curva di decadimento del Trifenilfosfato ($\phi=290$ mmoli/E, $\epsilon=0,644$ l/(mmoli*cm)) sottoposto ad irraggiamento UV ($\lambda=254nm$) in funzione dell'altezza del reattore

4 - Clorofenolo



- Curva di decadimento del 4-clorofenolo ($\phi=17$ mmoli/E, $\epsilon=0,18$ l/(mmoli*cm)) sottoposto ad irraggiamento UV ($\lambda=254nm$) in funzione dell'altezza del reattore

Andamento della concentrazioni al variare di Φ



• Curva di decadimento del 4-Nitrofenolo sottoposto ad irraggiamento UV ($\lambda=254nm$) in funzione dell'altezza del reattore, al variare del rendimento quantico $\Phi1=5$, $\Phi2=1,5$

Conclusioni

- Conversione di tutti i microinquinanti trattati
- Efficacia del trattamento sia sui microrganismi che sui microinquinanti
- Impossibilità di escludere la formazione di prodotti dannosi
- Difficoltà di estendere l'analisi a tutti i microinquinanti presenti in un effluente