



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA"  
INGEGNERIA DELLE NANOTECNOLOGIE**

# **Applicazioni delle nanoparticelle per il trattamento reflui**

PROF. MARCO STOLLER

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA MATERIALI AMBIENTE

PIANO 2 - UFFICIO 204b

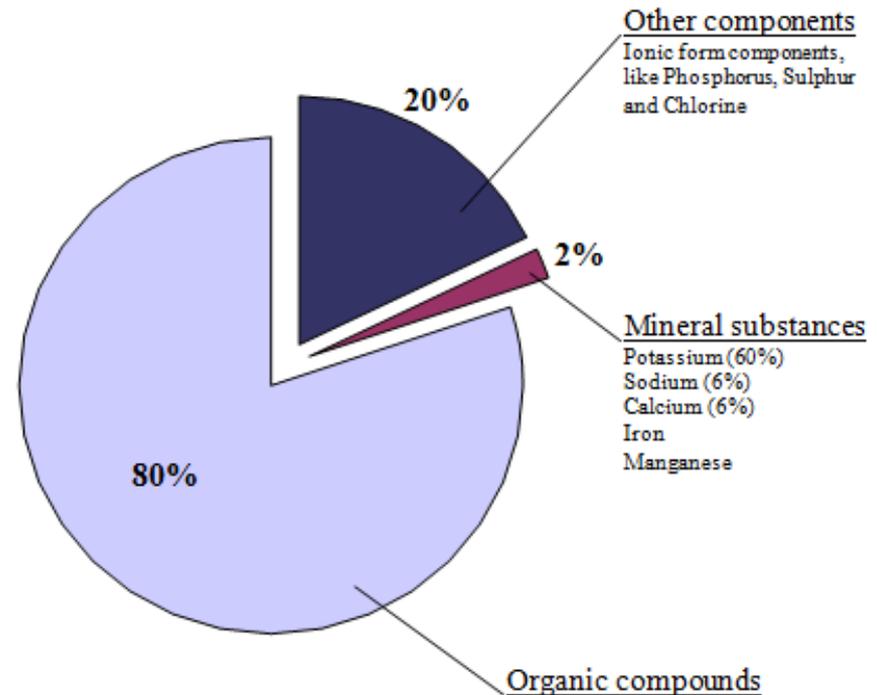
TEL: +390644585580

[MARCO.STOLLER@UNIROMA1.IT](mailto:MARCO.STOLLER@UNIROMA1.IT)

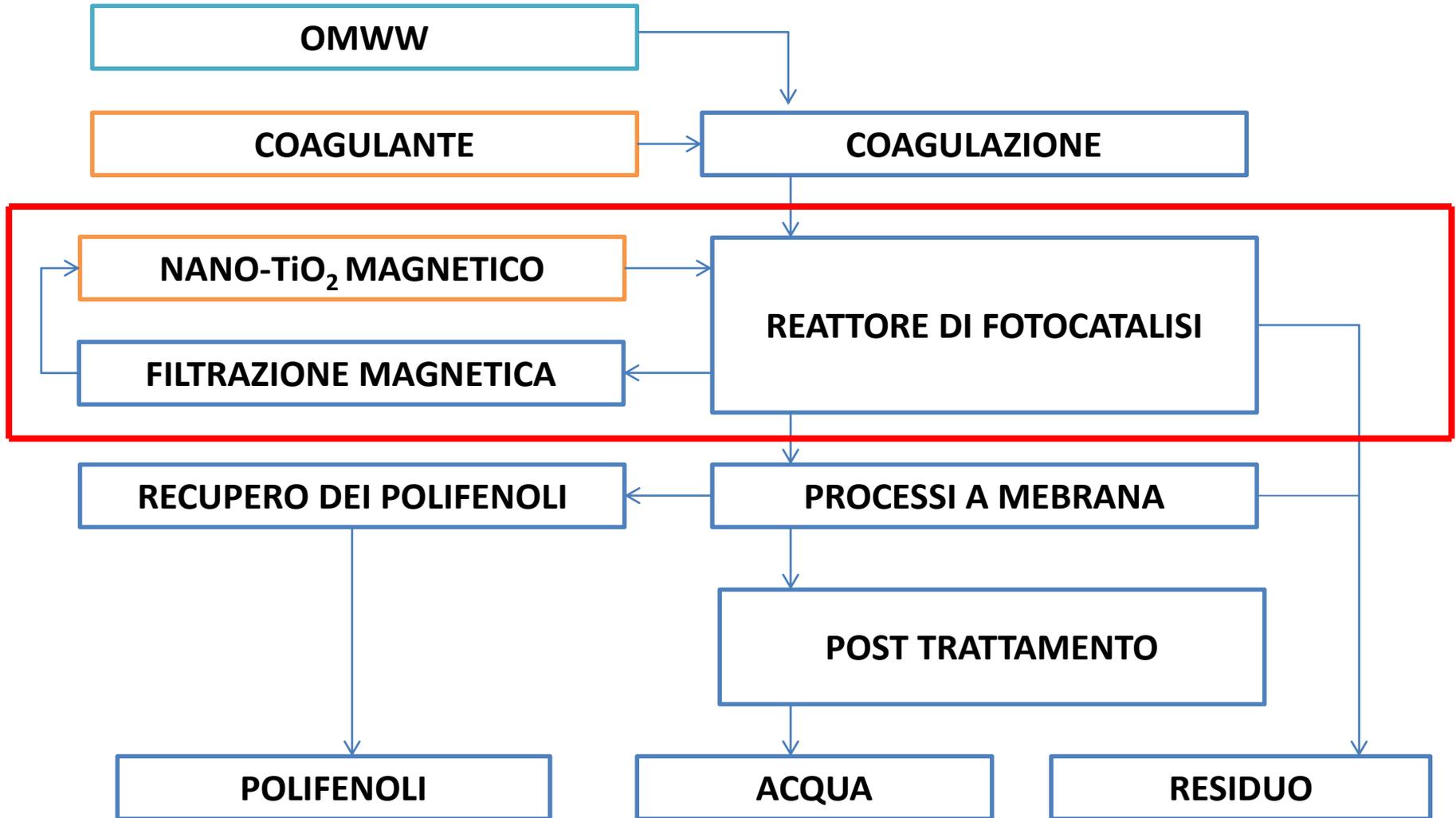
# INTRODUZIONE

L'obiettivo è quello di sviluppare ed implementare un processo innovativo per il trattamento delle acque reflue derivate dalla trasformazione agroalimentare, in particolare le acque reflue da frantoio (OMWW).

OMWW è un forte inquinante generato durante la produzione dell'olio d'oliva:  
Rapporto di massa: 0,8 tonnellate per tonnellata di olive  
Valore COD: compreso nell'intervallo 40 – 150 g/l  
Fitotossicità dovuta alla presenza di composti fenolici

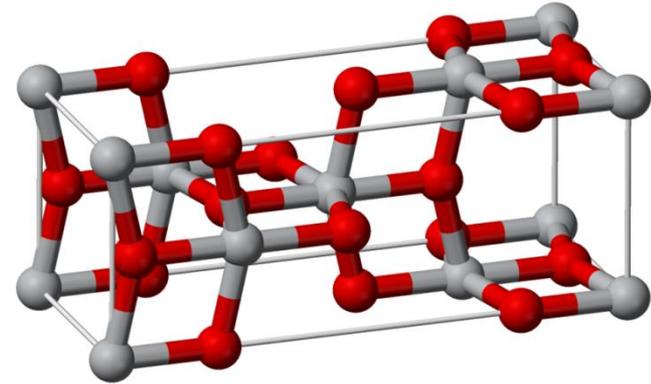


# SCHEMA DEL TRATTAMENTO



# TITANIA

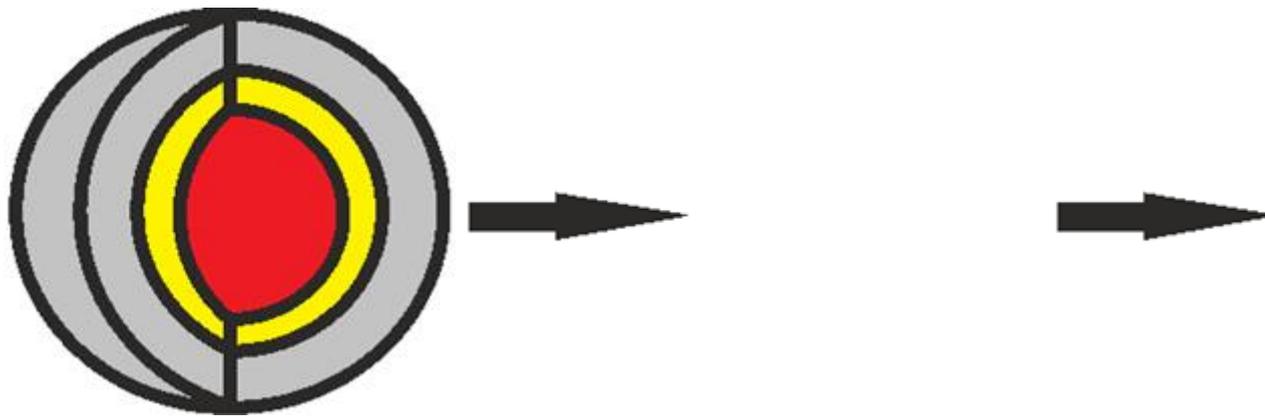
*TiO<sub>2</sub> nella sua fase anatase ha attirato particolare interesse per le sue eccellenti proprietà fotocatalitiche, la sua stabilità chimica ed il costo relativamente basso.*



*The crystalline structure anatase of TiO<sub>2</sub>*

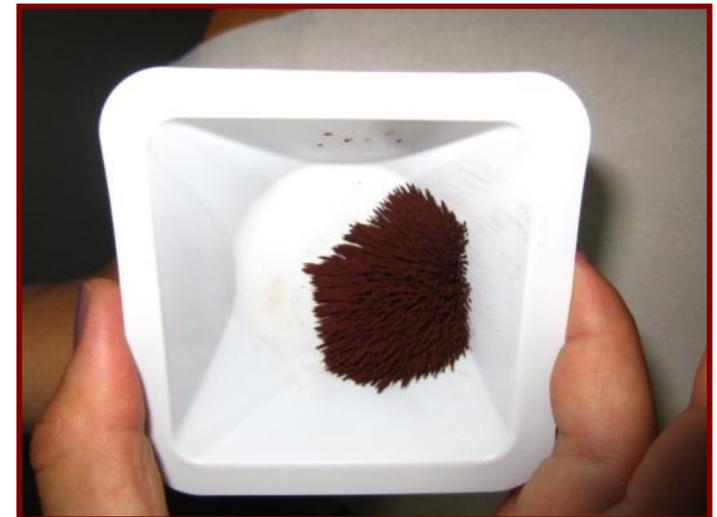
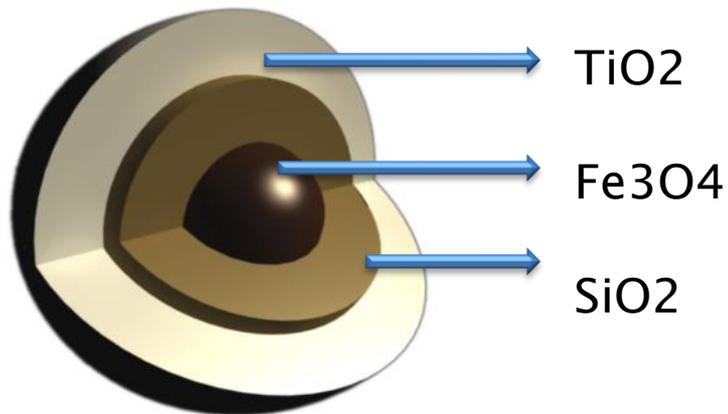
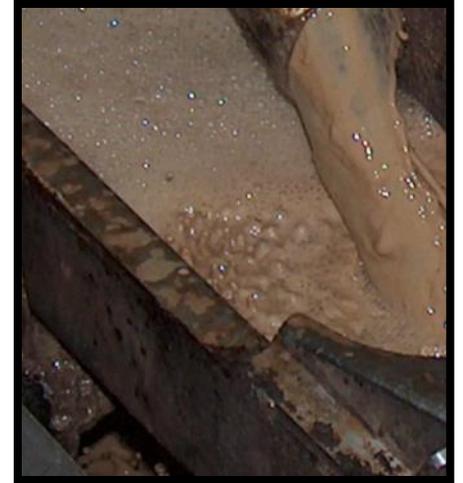
**Il problema tecnologico nell'applicazione del TiO<sub>2</sub> per il trattamento delle acque reflue è la presenza residua nell'acqua purificata della polvere TiO<sub>2</sub> dispersa.**

# TITANIA MAGNETICA CORE-SHELL-SHELL



$Fe_3O_4-SiO_2-TiO_2$

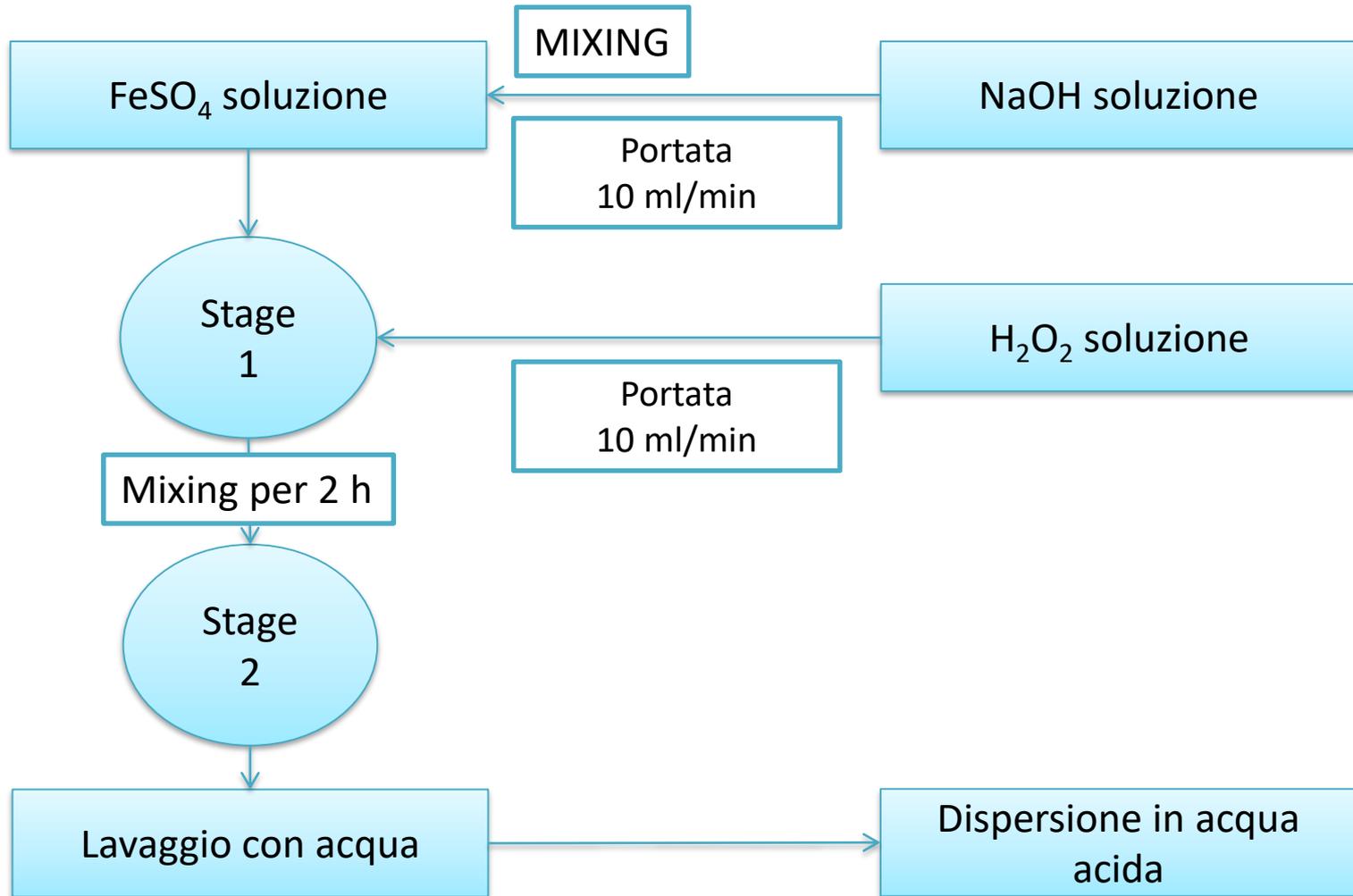
Particelle core-shell-shell di magnetite, silice e titania sono stati prodotti per il processo di trattamento fotocatalitico.



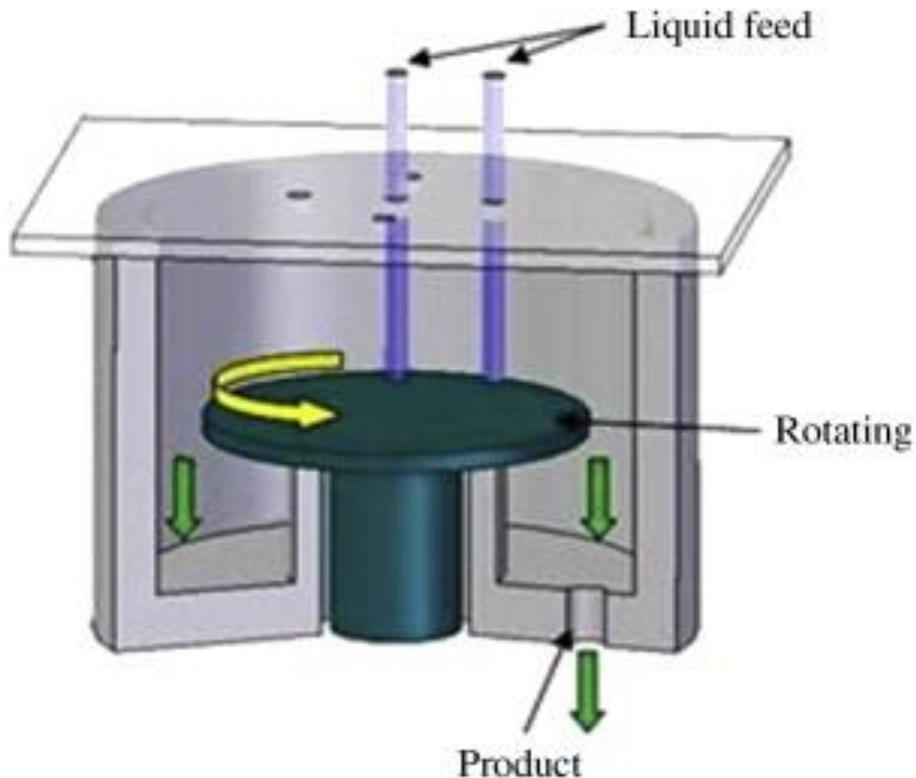
Dimensione	$\Delta$ COD	Recovery	$\Delta$ COD	Recovery[%]
	Primo trattamento	[%]	Secondo trattamento	
	[%]		[%]	
40 nm	88%	95%	44%	90%
80 nm	60%	90%	59%	88%

**Le prove sperimentali hanno dimostrato che è possibile ottenere prestazioni costanti per 10 usi consecutivi. Inoltre, il fouling nei successivi processi di membrana viene fortemente inibita.**

# Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> SINTESI

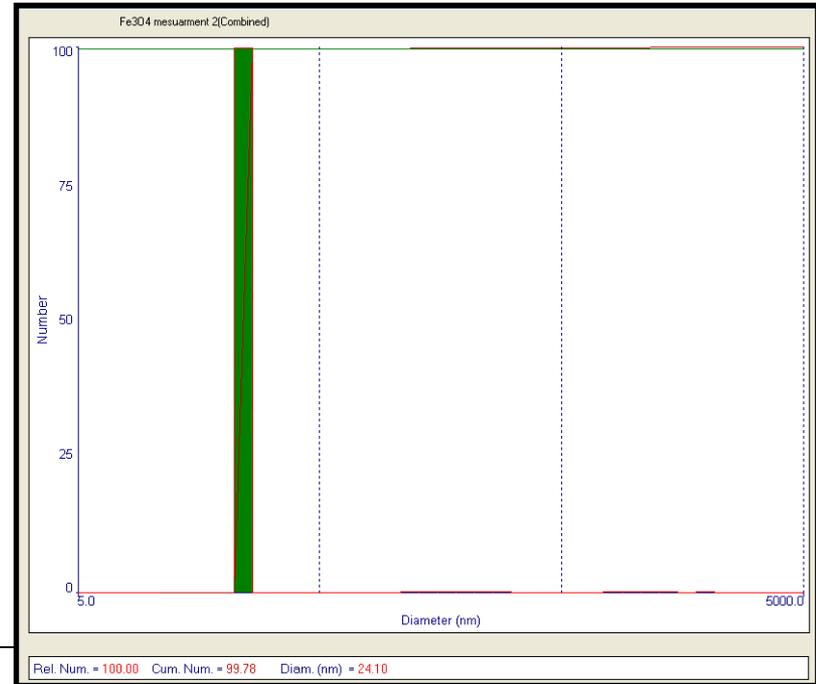
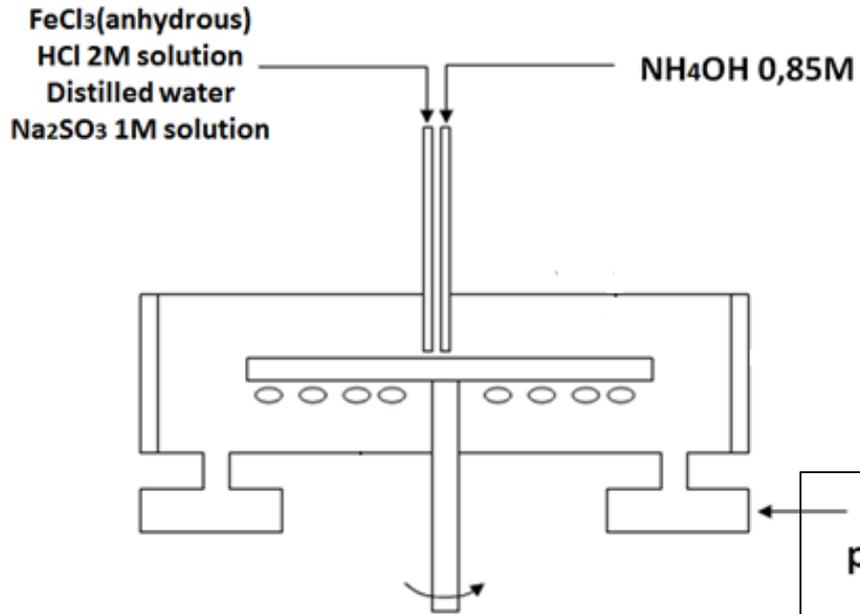


# PRODUZIONE DELLE NP MAGNETICHE



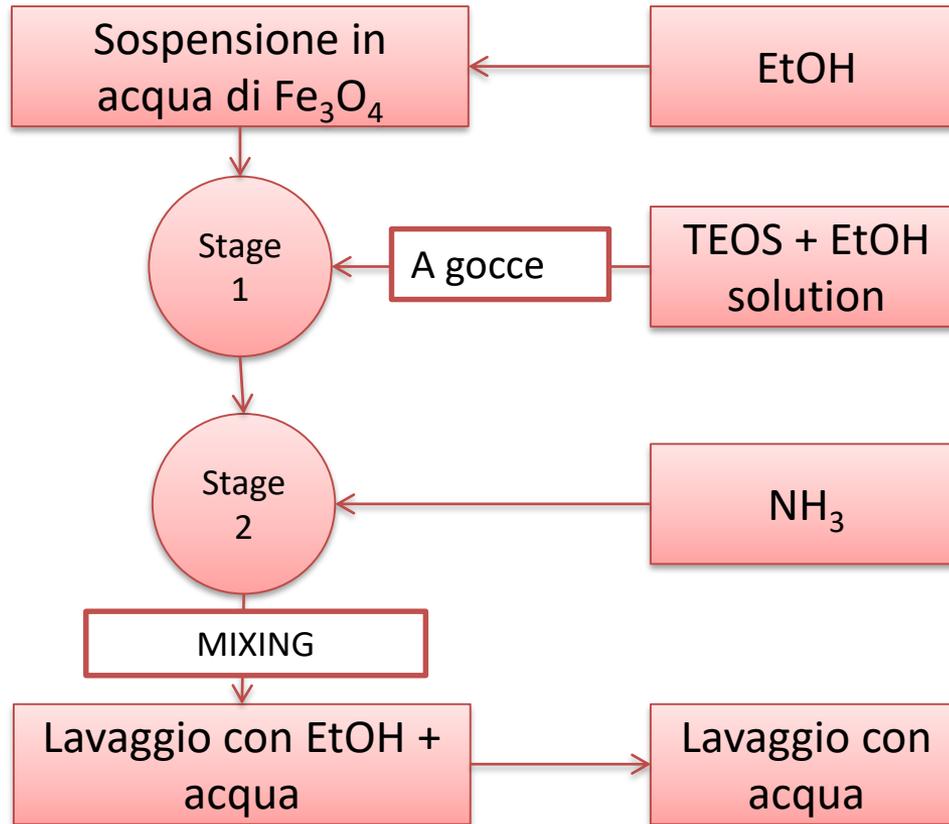
- **Diametro disco– 8.5 cm**
- **Velocità del disco (max) – 1400 rpm**
- **Temperatura ambiente**
- **Materiale del disco: PVC**

# RISULTATI



Size distribution of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>  
Nanoparticles (24 nm)

# SiO<sub>2</sub> SINTESI

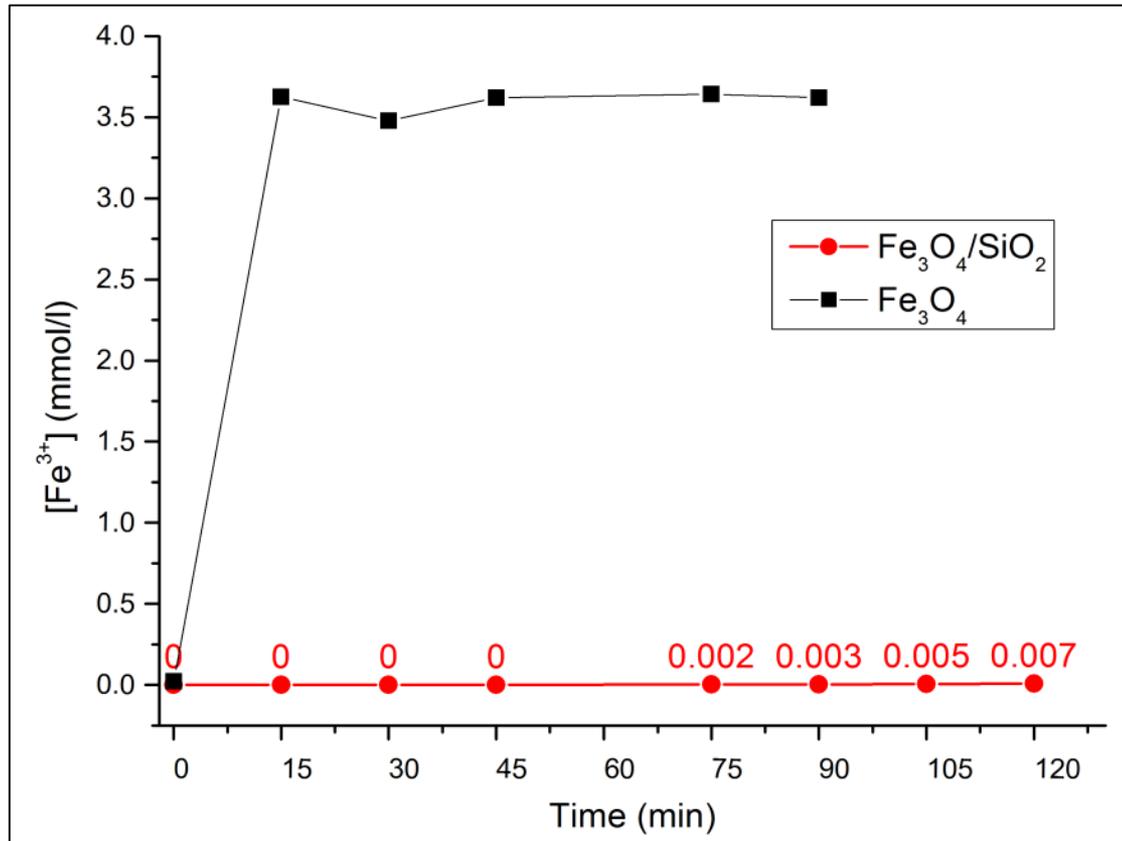


Parametri	Metodo Stöber
precursore SiO <sub>2</sub>	TEOS
Rapporto dei reagenti	EtOH : H <sub>2</sub> O : NH <sub>3</sub> = 20 : 5 : 1

# SiO<sub>2</sub> – VERIFICA DELLA INTEGRITA'

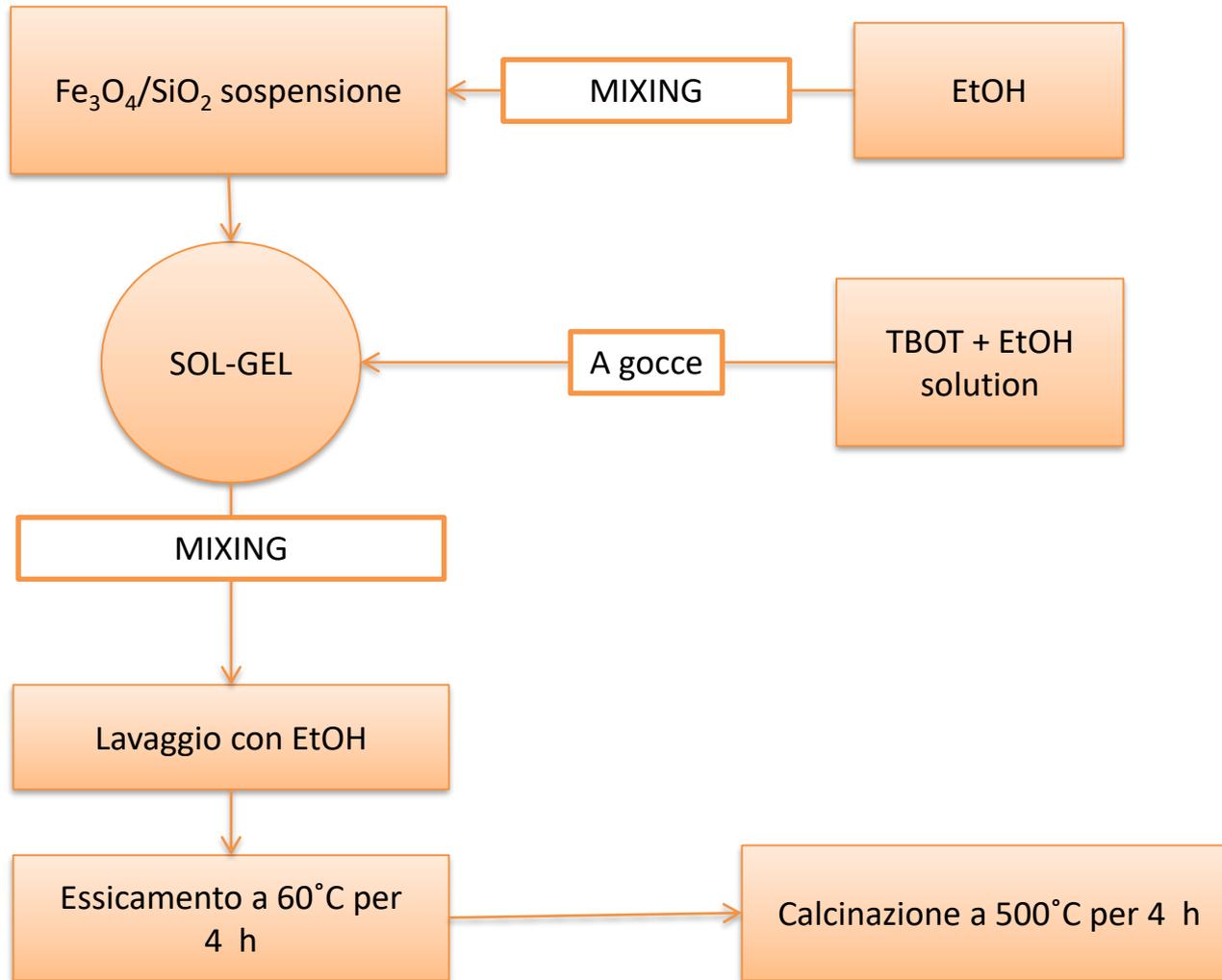
Spessore stimato: 22 nm

Il controllo si basa sulla dissoluzione del nucleo della magnetite mediante acidificazione con HCl.

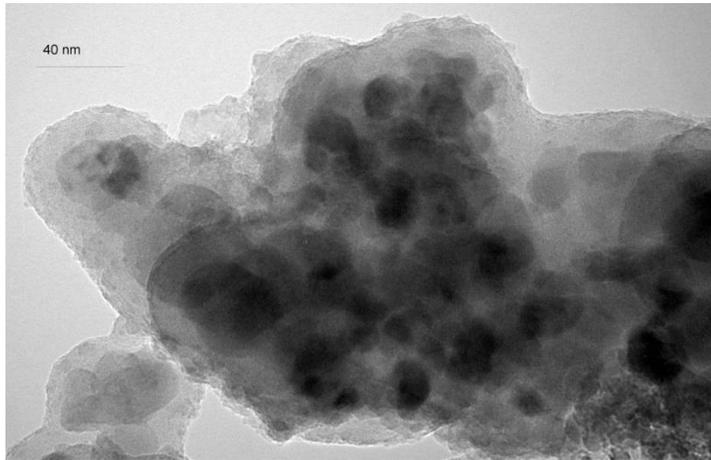


**Il rivestimento in silica evita qualsiasi attacco del nucleo da parte dell'HCl**

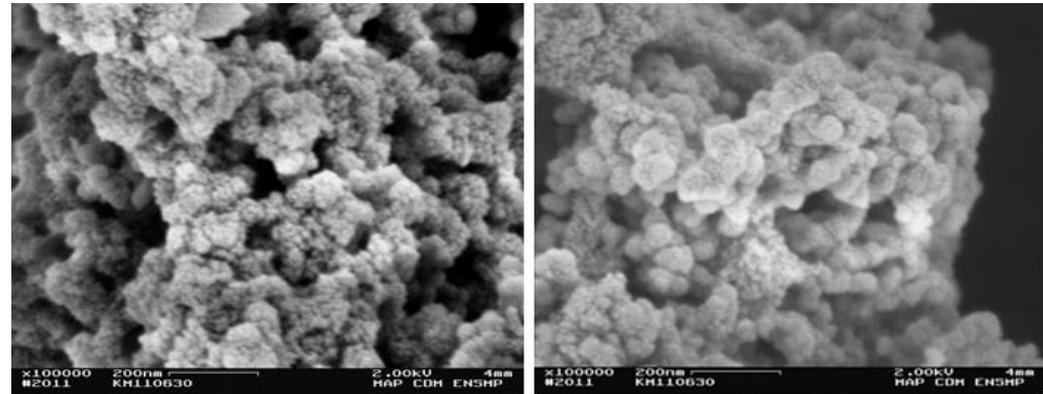
# TiO<sub>2</sub> SINTESI



# TiO<sub>2</sub> COATING (Sol-gel method - TBOT)



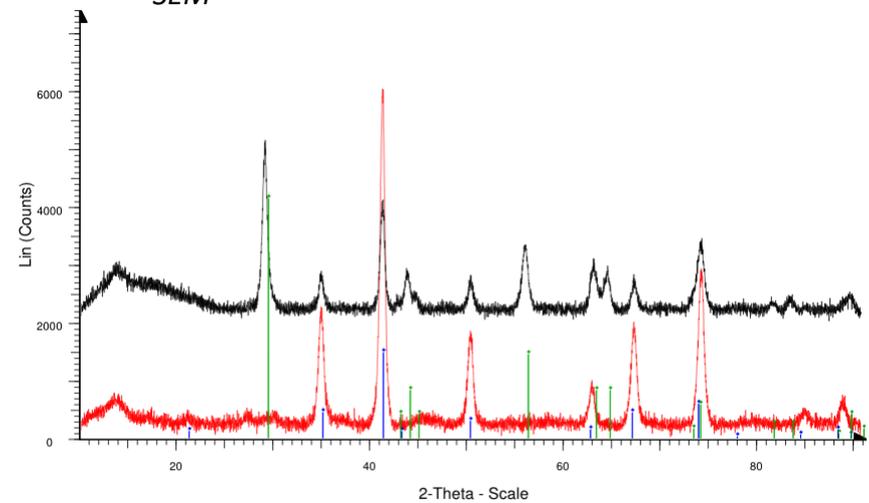
TEM



SEM

## BET summary

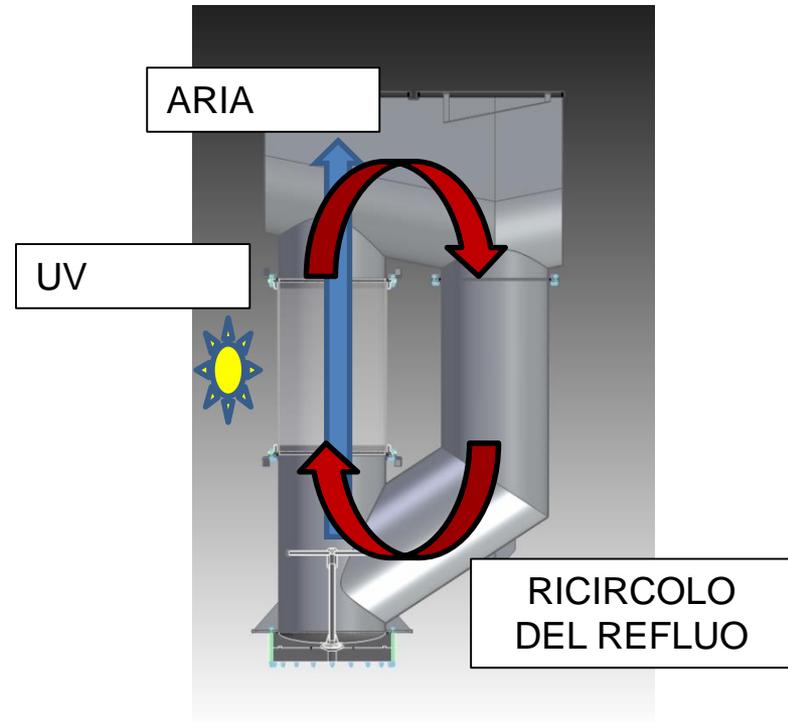
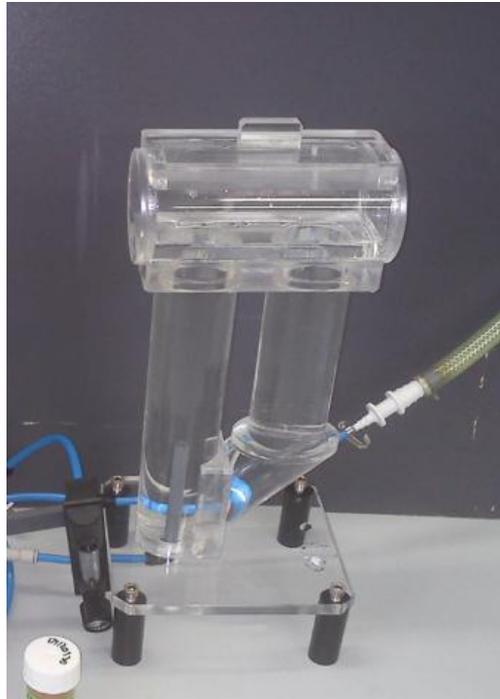
Area superficiale	105.9 m <sup>2</sup> /g
Diametro sferico equivalente	70 nm



■ KMreflux calcined - File: KM140211 reflux pH8 85C calcined.RAW - Type: PSD fast-scan - Start: 10.00  
■ KM100211 - File: km100211.RAW - Type: PSD fast-scan - Start: 10.000 ° - End: 90.965 ° - Step: 0.014  
■ 19-0629 (\*) - Magnetite, syn - Fe+2Fe2+3O4 - Y: 24.46 % - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Cubic - I/c PDF 4  
■ 21-1272 (\*) - Anatase, syn - TiO2 - Y: 68.47 % - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Tetragonal - I/c PDF 3.3 - S-

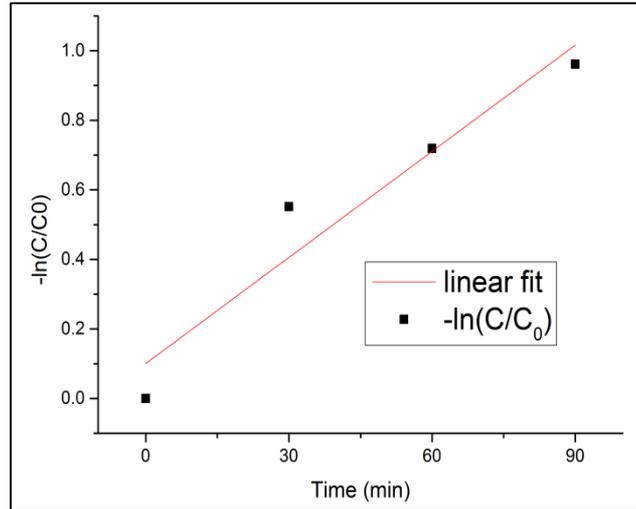
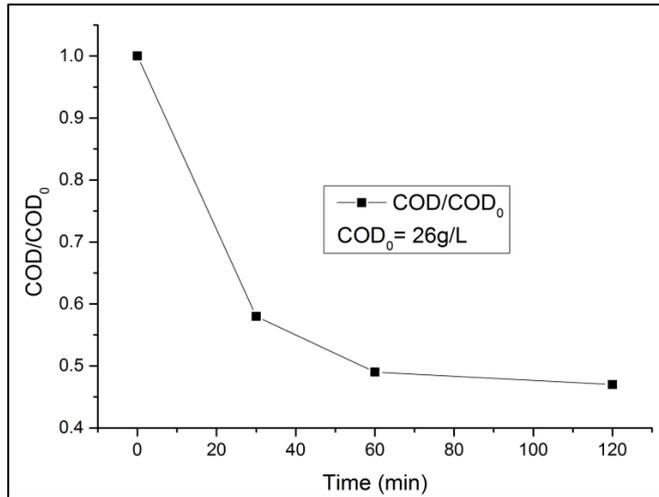
XRD

# REATTORE UTILIZZATO



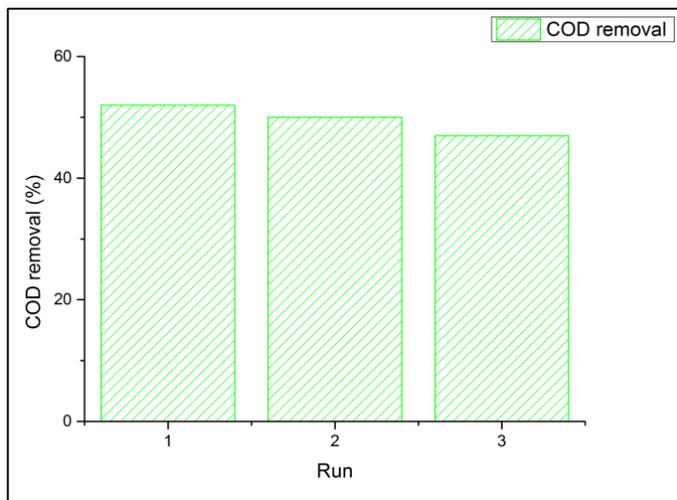
*Reattore tipo Airlift (volume 0,5 L)*

# RISULTATI



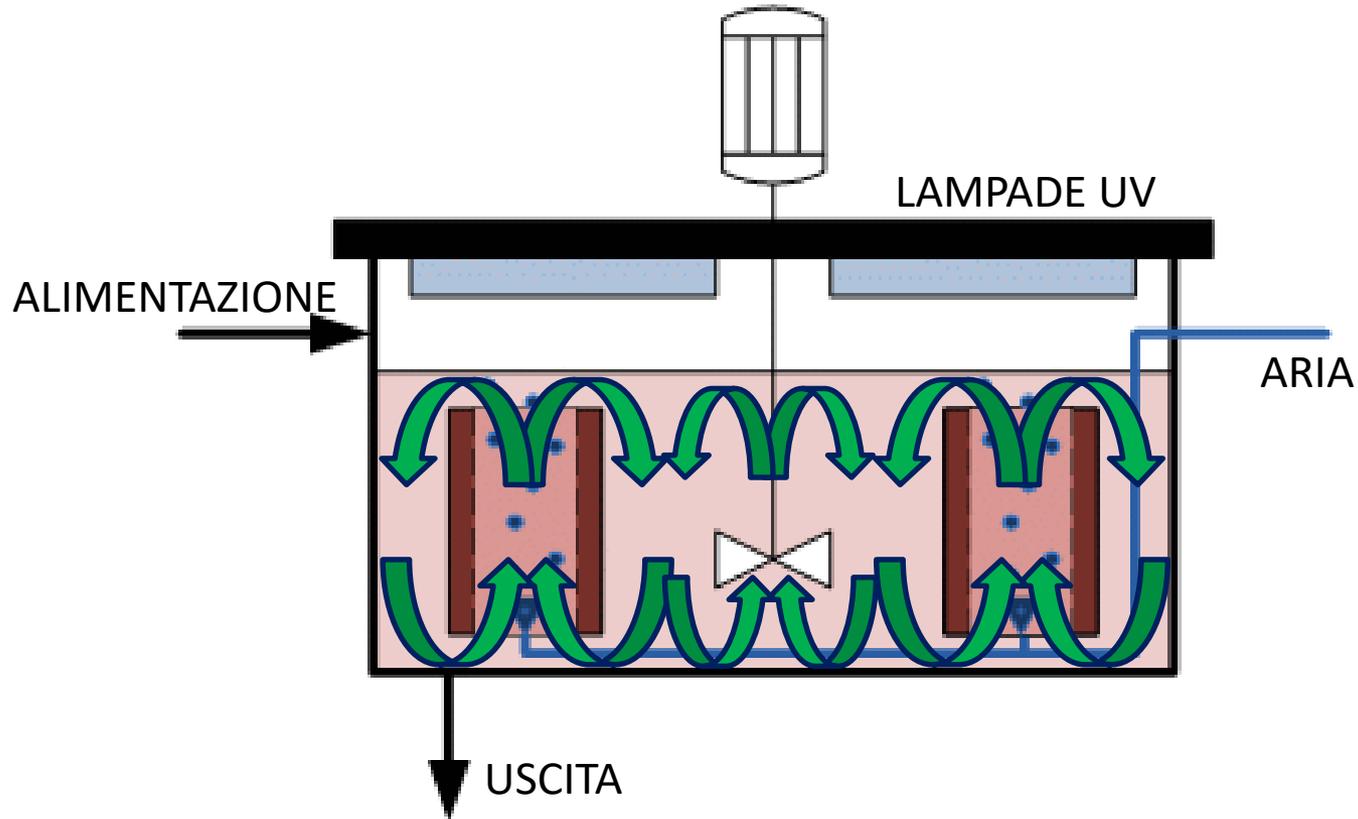
<b>Ordine di reazione</b>	Pseudo-first
<b>Costante di reazione, k</b>	0.0116
<b>R<sup>2</sup></b>	0.902

## Risultati per batch ripetuti



Parametri operativi	
<b>Solution</b>	OMWW dopo coagulazione
<b>COD</b>	26 g/L
<b>Dosaggio catalizzatore</b>	1.5 g/l
<b>Flusso aria</b>	4 LPM
<b>Irraggiamento</b>	UV 365 nm 40 W
<b>Tempo</b>	2 h

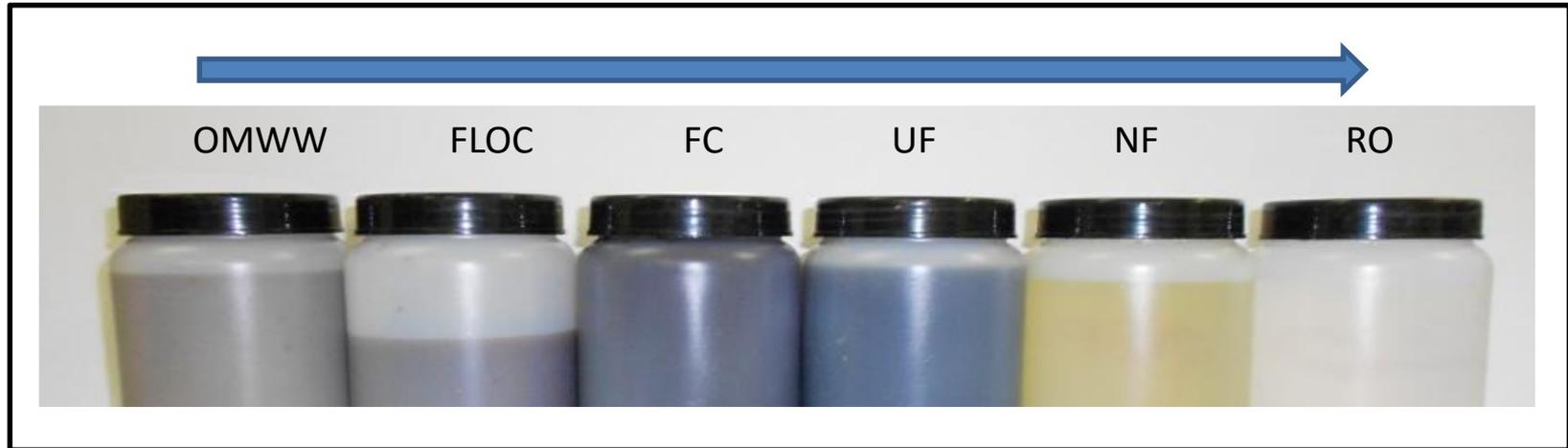
# REATTORE PILOTA



# RISULTATI

	<b>Valore</b>
<b>Alimentazione</b>	OMWW dopo coagulazione
<b>COD [mg/l]</b>	19350
<b>Riduzione organico</b>	35 %
<b>Dosaggio</b>	1.5 g/l
<b>Volume trattato</b>	0,5 m <sup>3</sup>

# TRATTAMENTO OMWW



	COD [mg/l]	pH [-]	TSS [g/l]	Volume [l]
OMWW	34360	4.62	221.3	251
Dopo trattamento	412	6.5	0.0	189
Limite per lo scarico nel sistema fognario in Italia	500	5.5 – 8.5	0.0	-

# Particelle magnetiche core-shell-shell di titania dopate con azoto ???

