



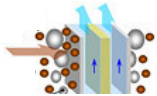
Università degli Studi di Napoli Federico II



Università degli Studi di Palermo



Università degli Studi di Salerno



BioMAc 2016

Bioreattori a Membrane (MBR)

e trattamenti avanzati per la depurazione delle Acque

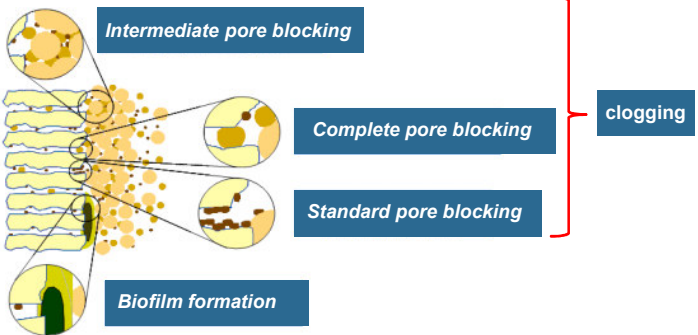
Il fouling nei processi MBR

prof. ing. Vincenzo Naddeo

Palermo, 27 Ottobre 2016

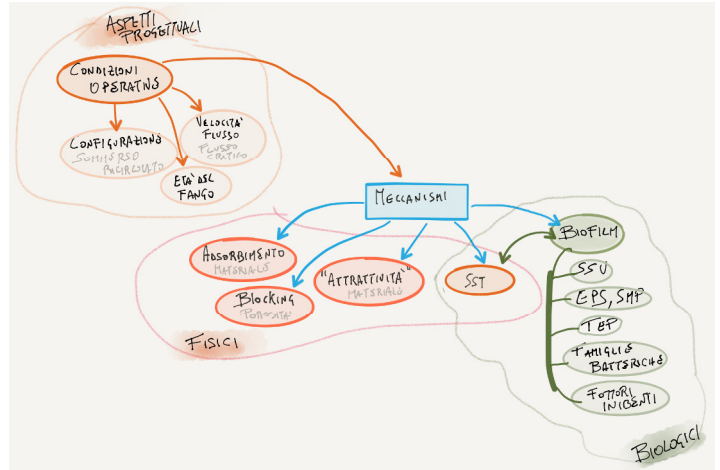
Il Fouling

Il **fouling** determina una perdita di efficienza della membrana a causa del deposito di sostanze sospese o disciolte sulla sua superficie esterna (**Cake Formation**), in prossimità delle aperture dei pori (**Pore Blocking**) o all'interno dei pori stessi (Koros et al., 1996).





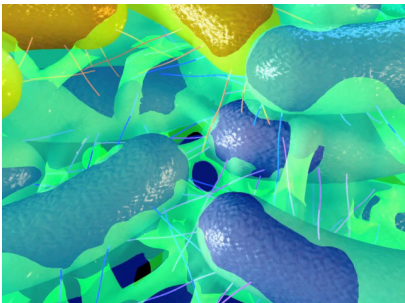
Principali fattori che influenzano il Fouling





Il Fouling e Sostanze polimeriche extracellulari (EPS)

- La capacità di **fouling** della biomassa di un MBR è fortemente influenzata dalla presenza di fiocchi di fango, colloidali e macromolecole (**EPS**) (Ye et al., 2005).
- Le **EPS**, la cui quantità nella biomassa di un MBR varia tra il 50% ed il 90% della materia organica totale, si compongono di **polisaccaridi**, proteine, acidi nucleici e lipidi (Bura et al., 1998; Negaresh et al., 2007).





Stato dell'arte della ricerca

- La propensione al fouling delle EPS è superiore in condizioni di limitato **substrato** (*Nagaoka et al., 2001*) o di mutamento delle caratteristiche dell'**alimentato** (*Drews et al., 2006*);
- I **polisaccaridi** sono generalmente trattenuti dalle membrane in misura maggiore rispetto alle **proteine** e tendono ad accumularsi nella miscela liquida (*Meng et al., 2009; Pan et al., 2009*);
- I **polisaccaridi** in forma solubile e colloidale sono la principale causa del fouling (*Wu e Huang, 2009*).





Watch Discover Attend Participate About

Search... Log in Sign up

Bonnie Bassler:

Bonnie Bassler sulla comunicazione fra i batteri

TED2009 - 18:14 - Filmed Feb 2009

38 subtitle languages

View interactive transcript

Share this idea

1,865,735 Total views

Share this talk and track your influence

Bonnie Bassler ha scoperto che i batteri si 'parlano' fra loro con un linguaggio chimico che permette loro di difendersi e di coordinare attacchi. La scoperta ha incredibili implicazioni sull'industria farmaceutica — e sulla comprensione del nostro organismo

Interactive transcript



Bonnie Bassler
Molecular biologist

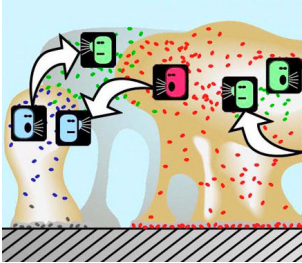
Bonnie Bassler studies how bacteria can communicate with one another, through chemical signals, to act as a unit. Her work could pave the way for new, more potent medicine. [Full bio](#)

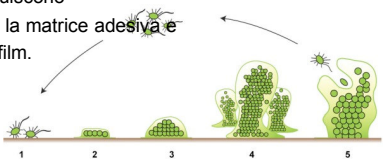


PRINCETON UNIVERSITY

Meccanismi di formazione del Biofilm

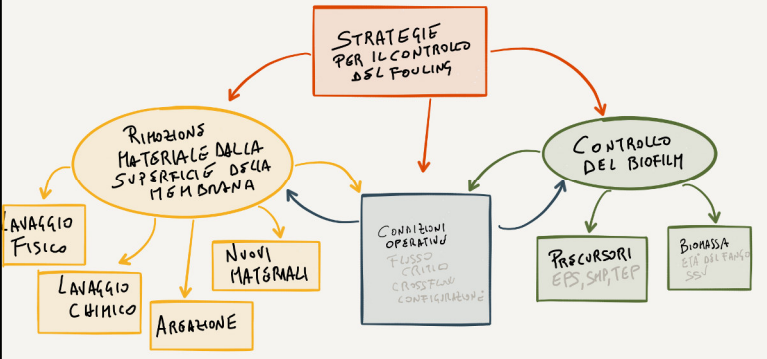
- I Batteri “comunicano” mediante il **Quorum sensing**;
- I batteri in presenza di altri batteri producono:
 - Producono **N-acil omo-serina lattone (AHL)**;
 - sottili fibre extracellulari chiamate **Pili** usate per attaccarsi al substrato e ad altri batteri;
 - sostanze polimeriche extracellulari (**EPS**) che costituiscono prevalentemente la matrice adesiva e protettiva del biofilm.







Strategie per il controllo del fouling





Strategie convenzionali per il controllo del fouling

✓ **Lavaggio fisico (fouling reversibile):**

Controlavaggio
Applicato per 1-2 min ogni 10-15 min di filtrazione

Rilassamento
Interruzione della filtrazione per 10-20 secondi ogni 2-5 minuti

Air scouring
Durante la filtrazione con bolle grosse

PERMEATO

✓ **Lavaggio chimico :**

- Agenti ossidanti (e.g. NaCl) per fouling organico
- Acidi (e.g. HCl) per fouling inorganico

Principali Sviluppi Tecnologici negli MBR

✓ **INCREMENTO DELLA VITA UTILE DELLE MEMBRANE (>10 ANNI):**

- Miglioramento dei materiali delle membrane
- Incremento delle frequenze dei lavaggi:
 - Lavaggio di mantenimento con una soluzione di ipoclorito di sodio a basse concentrazioni 2-8 volte al mese
 - Lavaggio chimico intensivo 1 o 2 volte all'anno con soluzione ad elevate concentrazioni

✓ **LAVAGGIO IN SITU DEI MODULI DI MEMBRANE**

[MBR Kubota] vs **[MBR Evoqua]**

Clean in Place → SEMPLIFICAZIONE DEI LAVAGGI E SIGNIFICATIVO RISPARMIO DI RISORSE

Principali Sviluppi Tecnologici negli MBR

✓ **MIGLIORE PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI AREAZIONE :**

- SADp < 10 Nm³ aria per m³ permeato
- Ottimizzazione della profondità delle membrane e del punto di alimentazione dell'aria
- Minimizzazione delle dimensioni delle unità
- Areamento ciclica sequenziale

PURON Single Header Design-Koch

LEAPmbr Aeration Technology-GE

Air scouring MemPulse™ - Evoqua

PERMEATO

Principali Sviluppi Tecnologici negli MBR

Soluzioni per il miglioramento dell'azione anti-fouling

BIO-CEL® - MCP, Microdyn Nadir

✓

- Inserimento di granuli in materiale plastico all'interno del reattore
- Movimento verso l'alto dei granuli grazie all'aerazione e rimozione dello strato superficiale di fango per l'urto con la membrana
- La turbolenza indotta può migliorare il trasporto dei foulants lontano dalla membrana

Principali Sviluppi Tecnologici negli MBR

Soluzioni per incrementare l'azione degli sforzi di taglio sulla membrana

Standard tubular UF
Helix tubular UF, Pentair

Flow distribution in standard tubular UF
Flow distribution in helix tubular UF

a)

b) Tangential fluid flow, Axial fluid flow, Helical ridge in a membrane

- Inserimento di una spirale elicoidale all'interno della membrana
- Sviluppo di flussi secondari in corrispondenza della spirale
- Flusso elicoidale della corrente influente all'interno della membrana ed aumento della velocità di cross flow in corrispondenza delle pareti con incremento degli sforzi di taglio
- Incremento dei flussi applicabili con basse velocità di cross-flow

Principali Sviluppi Tecnologici negli MBR

Soluzioni per il miglioramento dell'azione anti-fouling

Membrane Filtration VRM®, Huber

- Membrane rotanti o vibranti
- Elevata azione tangenziale o turbolenza sulla superficie della membrana
- Riduzione dei consumi energetici attraverso la pulizia sequenziale delle superficie della membrana

Dove la tecnologia MBR si sta dirigendo?

✓ Nuovi Materiali e Riduzione della domanda di energia:

- Membrane ceramiche
- MBR anaerobici (AnMBR)
- Digestione Aerobica/MBR

Anaerobic MBR

Salad Dressing Factory (Ken's Foods), 310 m³/d, 34,000 mg/L COD influente, ADI-Kubota, (Massachusetts, USA)

TAMI Ceramic Membranes

Dove la ricerca sta investigando?

N. Prodotti scientifici indicizzati in SCOPUS
Keywords: "quorum sensing" ; "MBR"

Anno	Prodotti scientifici
2010	3
2011	2
2012	5
2013	4
2014	7
2015	9
2016	14
2017*	2

Abstract: Exploring novel biological strategies in order to allow sustainable wastewater treatment. Quorum sensing involves small diffusible signalling molecules that control a diverse array of bacterial processes. Quorum sensing inhibition (QSI) should be a promising approach for the mitigation of biofouling in membrane systems. In this review an attempt is made to correlate membrane biofouling with QS activity. Moreover, recent trends in membrane biofouling control based on QS are presented and the mechanisms by which different agents mitigate membrane biofouling based on QS are discussed. The potential impact of QS-based methods of biofilm control is assessed. Lastly, brief conclusions and future research challenges in membrane biofouling control based on QS are highlighted.

La ricerca al SEED sul controllo del fouling

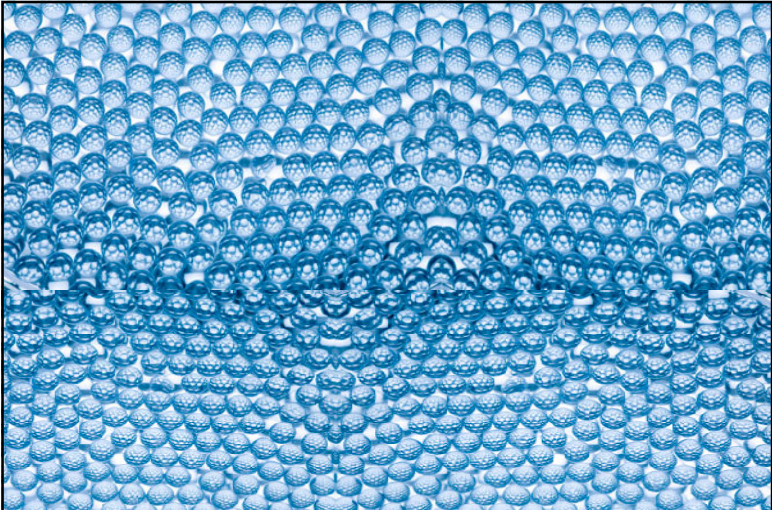
- Integrazione di MBRs con processi:
 - Fisici;
 - Biologici;
 - Elettrochimici.



SEED
Sanitary Environmental
Engineering Division

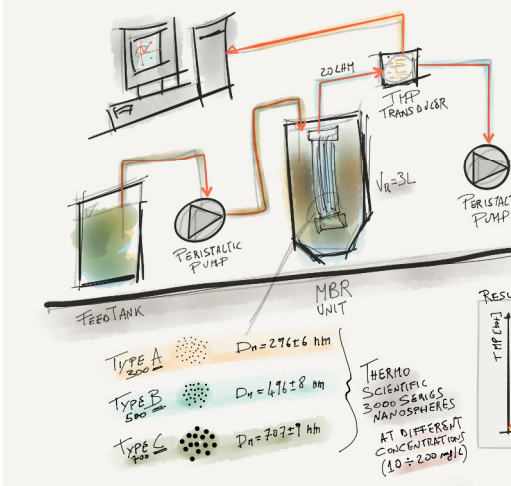






 **Integrazione con processi fisici**

Attività Sperimentale



Cranfield
UNIVERSITY

Selected Publications

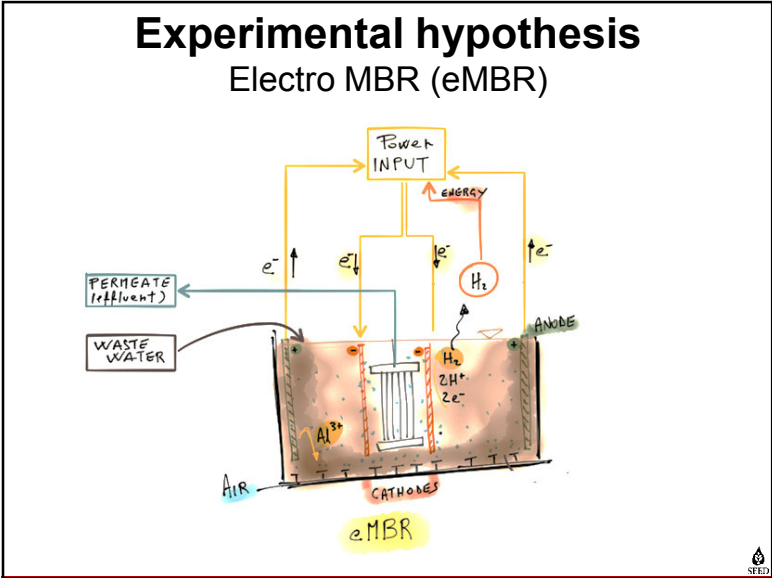
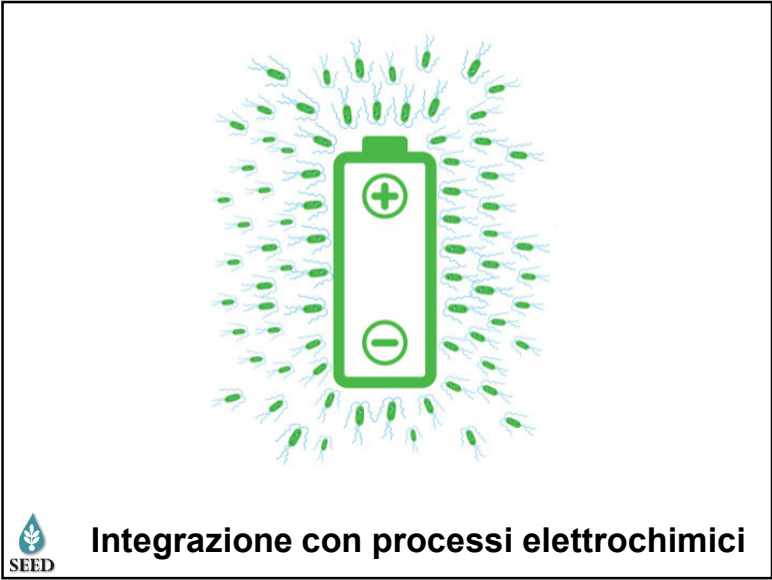
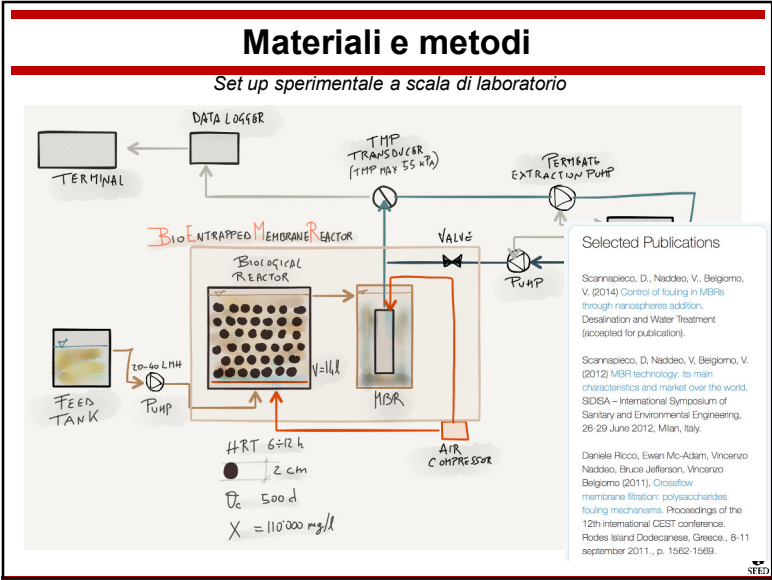
Scannapieco, D., Naddeo, V., Belgiorno, V. (2014) Control of fouling in MBRs through nanospheres addition. Desalination and Water Treatment (accepted for publication).

Scannapieco, D., Naddeo, V., Belgiorno, V. (2012) MBR technology: its main characteristics and market over the world. SIDSA – International Symposium of Sanitary and Environmental Engineering, 26-29 June 2012, Milan, Italy.

Danielle Ricco, Evan Mc-Adam, Vincenzo Naddeo, Bruce Jefferson, Vincenzo Belgiorno (2011), Crossflow membrane filtration: polysaccharides fouling mechanisms. Proceedings of the 12th International CEST conference, Rhodes Island Dodecanese, Greece, 8-11 september 2011., p. 1562-1569.



 **Integrazione con processi biologici**



Cooperation with Philippines University

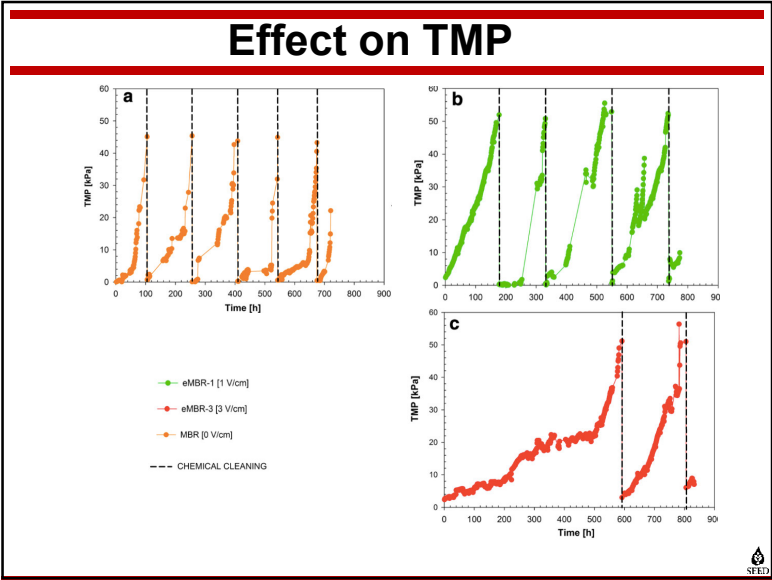


Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli Studi di Salerno



SEED
Sanitary Environmental
Engineering Division





Treatment performance

SpringerLink



Environmental Science and Pollution Research
pp 1-13

Application of electrochemical processes to membrane bioreactors for improving nutrient removal and fouling control

Authors: [Authors and affiliations](#)
Laura Borea, Vincenzo Naddeo, Vincenzo Belgiorno

Research Article
First Online: 07 October 2016
DOI: 10.1007/s11356-016-7786-7

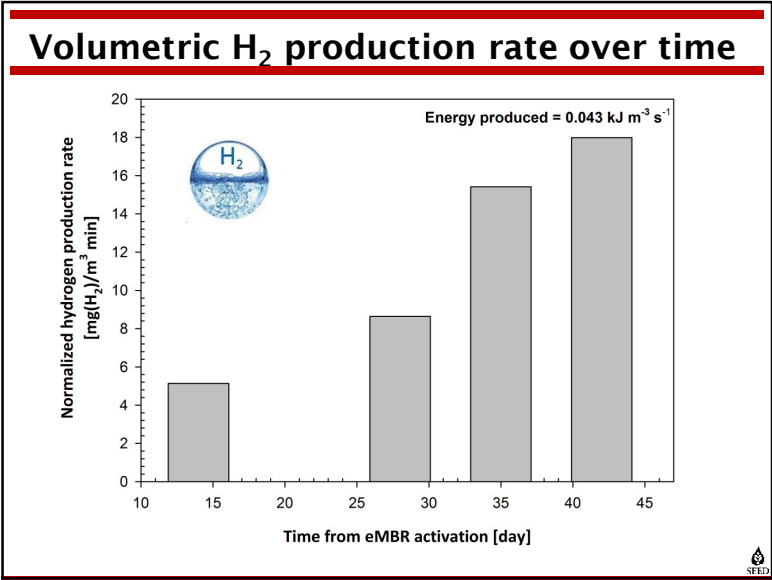
Cite this article as:
Borea, L., Naddeo, V. & Belgiorno, V. Environ Sci Pollut Res (2016). doi:10.1007/s11356-016-7786-7

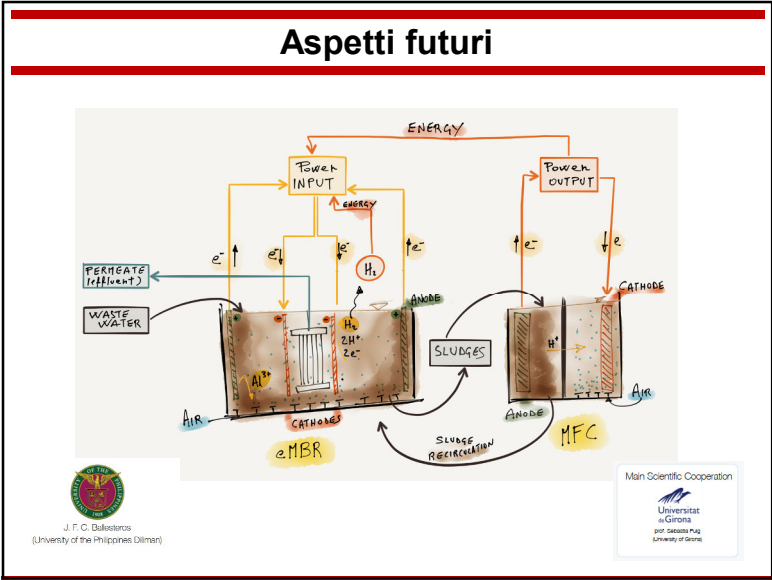
Abstract

Membrane bioreactor (MBR) technology is becoming increasingly popular as wastewater treatment due to the unique advantages it offers. However, membrane fouling is being given a great deal of attention so as to improve the performance of this type of technology. Recent studies have proven that the application of electrochemical processes to MBR represents a promising technological approach for membrane fouling control. In this work, two intermittent voltage gradients of 1 and 3 V/cm were applied between two cylindrical perforated electrodes, immersed around a membrane module, at laboratory scale with the aim of investigating the

Fouling rate [kPa/d]







- ### Conclusioni
- Tecnologia d'avanguardia per il trattamento ed il riutilizzo delle acque reflue
 - Sviluppi della tecnologia riguardanti la **configurazione**, le **prestazioni** del processo, la **vita** utile delle membrane
 - Controllo del fouling batterico mediante il controllo del **quorum sensing**
 - Ulteriori sfide riguardanti la **riduzione dei consumi energetici** e la **standardizzazione dei moduli** di membrane

thank you

  **SEED**

prof. Vincenzo Naddeo, Ph.D.
Sanitary Environmental Engineering Division (SEED)
Civil Engineering Department
University of Salerno
+39 089 96 9333, vnaddeo@unisa.it
@Vincenzo_Naddeo