



Chimica sostenibile

Energia: il problema dei problemi

Stage Tor Vergata: 10-14 Febbraio 2020

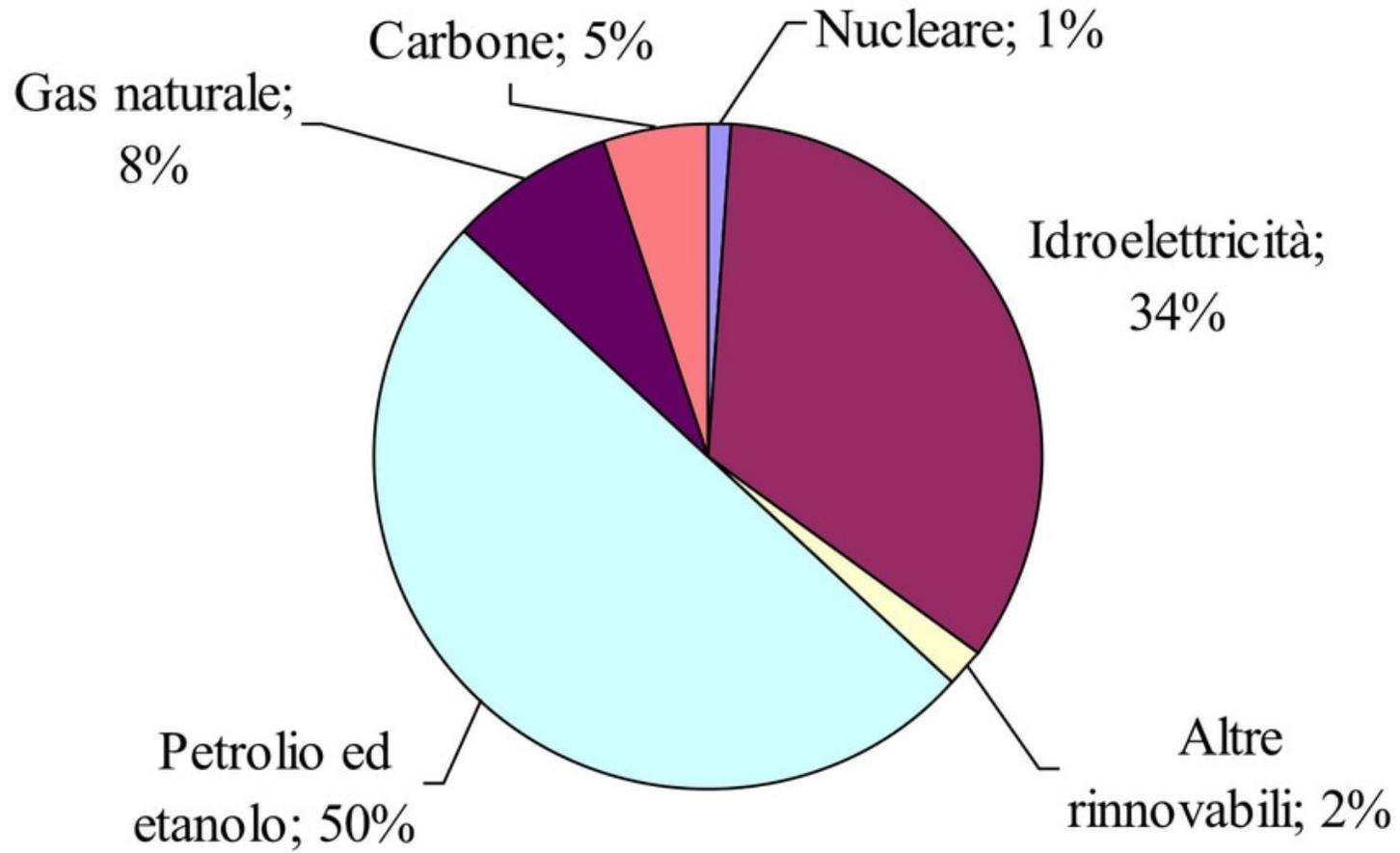
Ogni cosa è energia



Tutto ciò che ci circonda necessita di energia per vivere o è frutto di un lungo processo energetico che lo ha portato al suo stato attuale



Consumo energetico per fonte (2008)

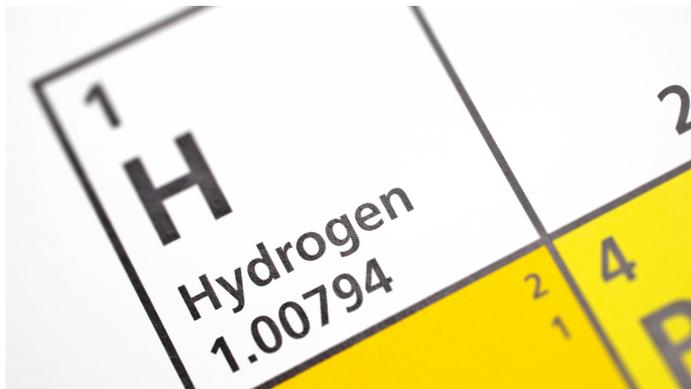


Nuova fonte energetica

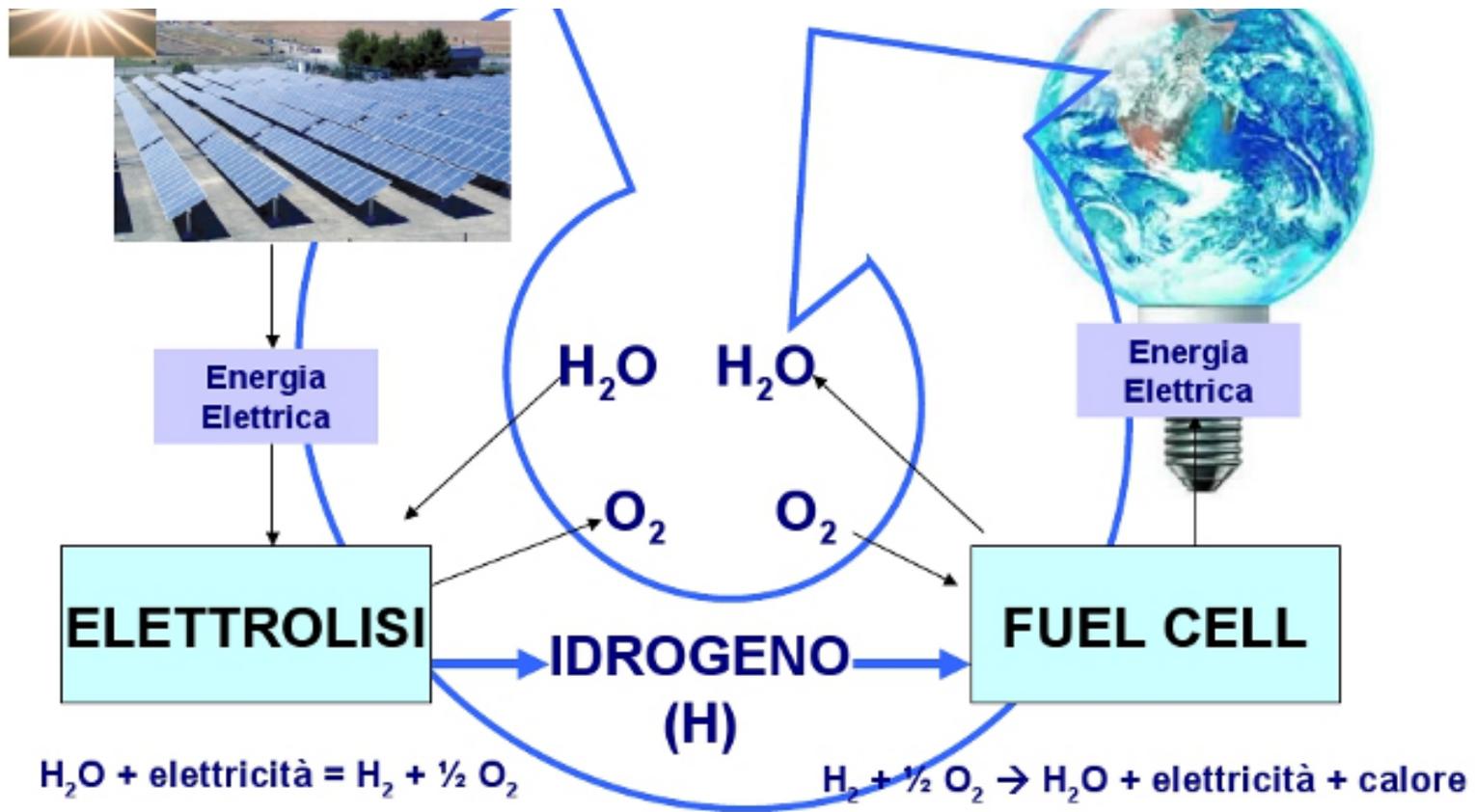
1. Abbondante
2. Inesauribile
3. Ben distribuita
4. Non pericolosa per l'uomo e per il pianeta
5. Capace di:
 - favorire lo sviluppo economico
 - colmare le disuguaglianze
 - favorire la pace



Vettore idrogeno



- Prodotto dall'acqua;
- Come combustibile di scarto solo acqua e non CO₂;
- Combustibile con il più elevato contenuto energetico;
- Convertito in diverse forme di energia.



Elettrolisi dell' acqua e produzione di idrogeno

Voltmetro di Hoffmann

Energia elettrica \longrightarrow Energia chimica

Polo positivo (anodo)



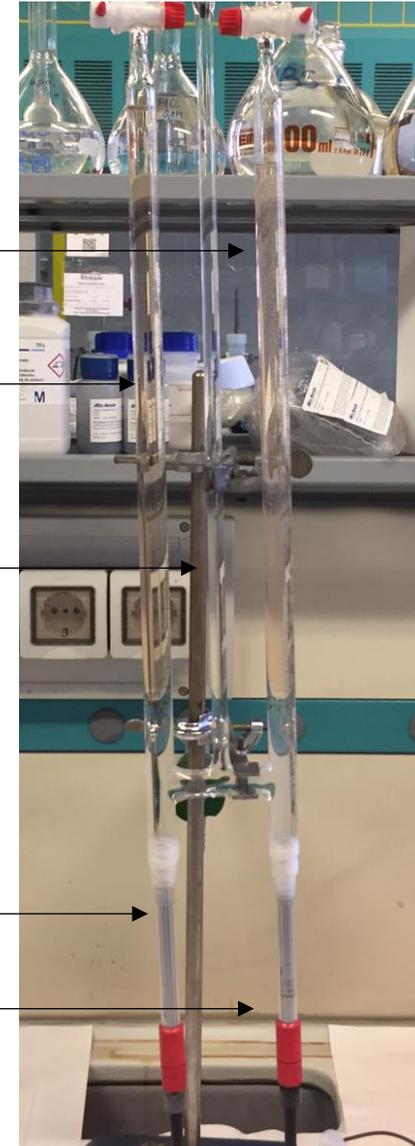
Polo negativo (catodo)



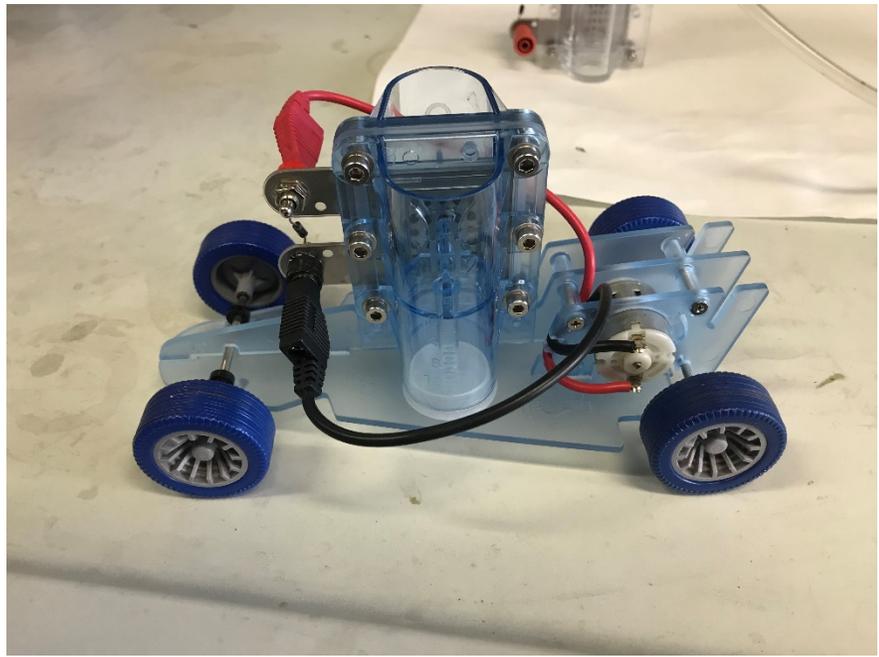
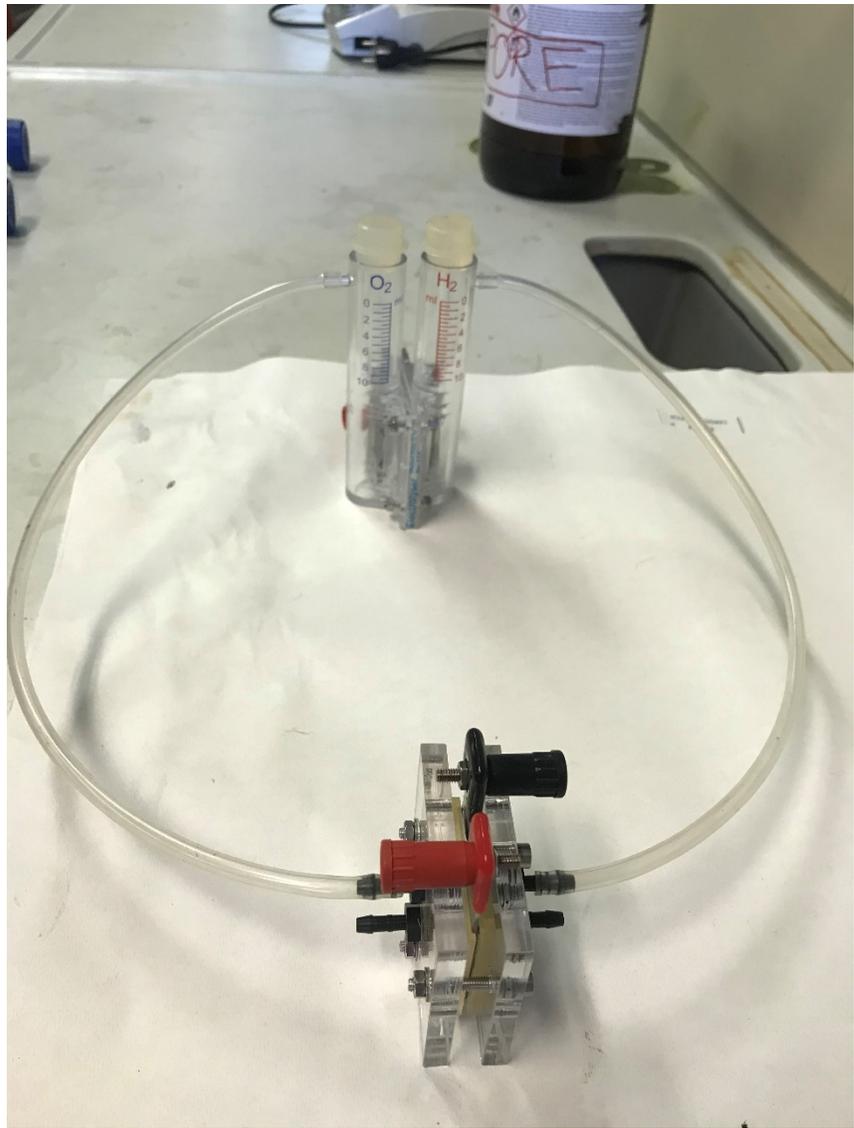
Soluzione di acqua e
acido solforico

Anodo (+)

Catodo (-)



Utilizzo dell'idrogeno: FC a T ambiente



Conversione diretta
energia chimica → energia elettrica

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + \text{elettricit\`a}$

SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)

- **Anodo:** Reazione di ossidazione dell' H_2

$$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$$

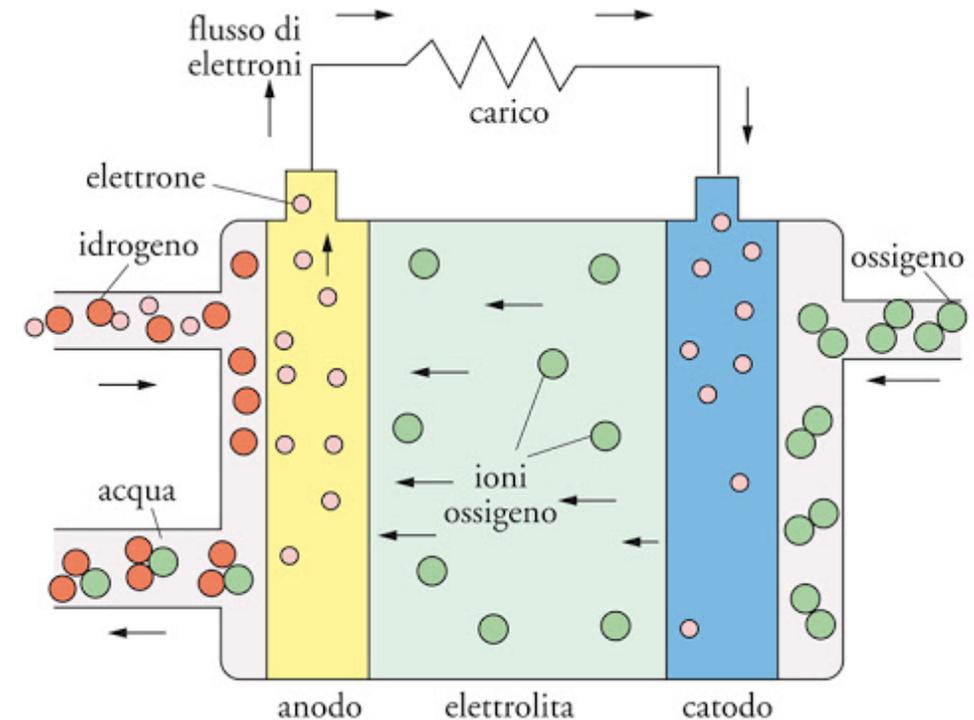
$$H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$$
- **Catodo:** Reazione di riduzione dell' O_2

$$\frac{1}{2} O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$$
- **Elettrolita:** conduzione ionica

Reazione completa: $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$

Esempi di elettrodo: $La_{0,6}Sr_{0,4}Fe_1O_3$ (LSF)

Esempi di elettrolita: $Ce_{0,9}Gd_{0,1}O_{2-x}$ (GDC)



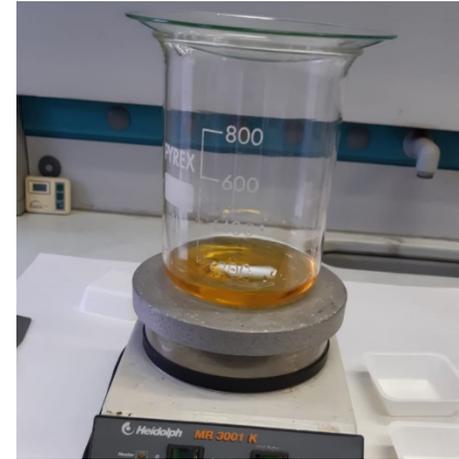
Sintesi di $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Fe}_1\text{O}_3$ (LSF)

Reagenti:

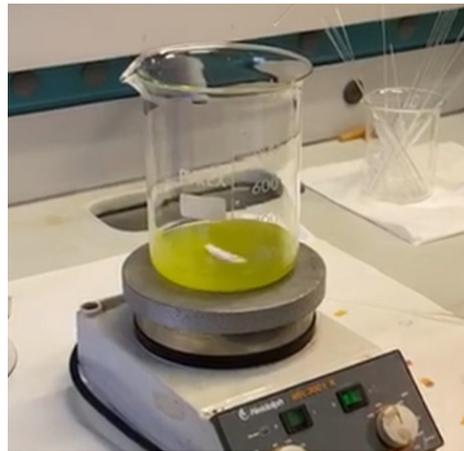
- Nitrato di Lantanio
- Nitrato di Stronzio
- Nitrato di Ferro
- Acido Citrico

Rapporto molare (AC/M⁺)= 1

- Solvente: Acqua



Soluzione acquosa dei sali

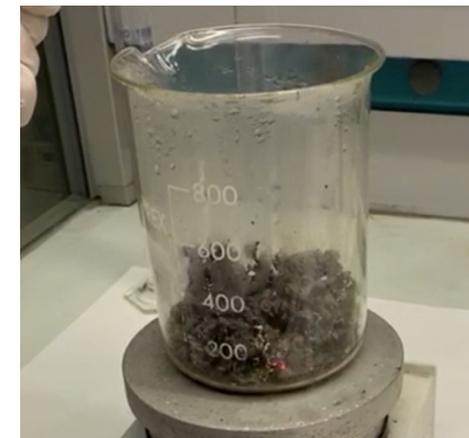


Δ
Evaporazione
dell'acqua



Formazione del gel

Combustione del
gel



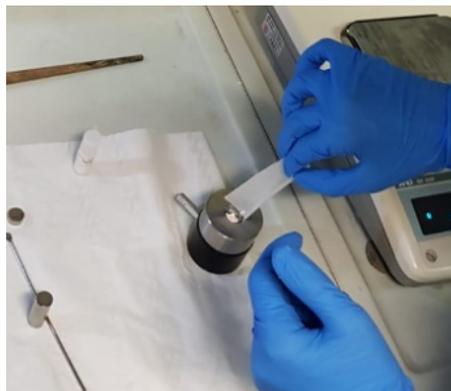
Formazione di una polvere
voluminosa



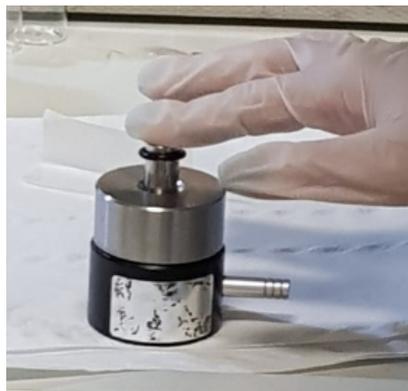
Deprotonazione dell'acido
citrico con aggiunta di
ammoniaca

Produzione di pasticche di elettrolita $Ce_{0,9}Gd_{0,1}O_{2-x}$ (GDC)

Polvere di elettrolita + legante di Polivinilpirrolidone (PVP) 5% in peso



Pesata e deposizione della polvere nel pasticcatore



Livellatura della polvere



Pressatura a 3 t

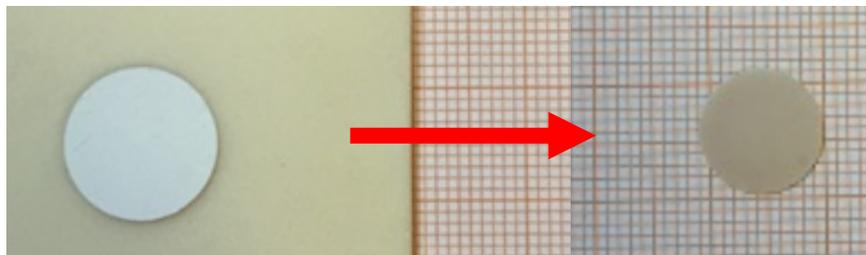


Pasticche di GDC

Sinterizzazione a 1500°C

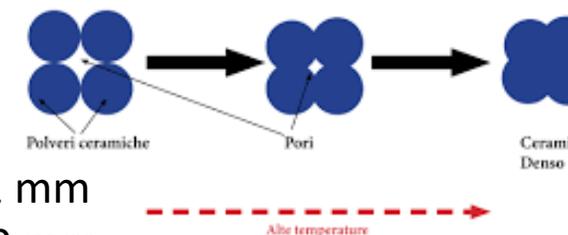
PRIMA

DOPO



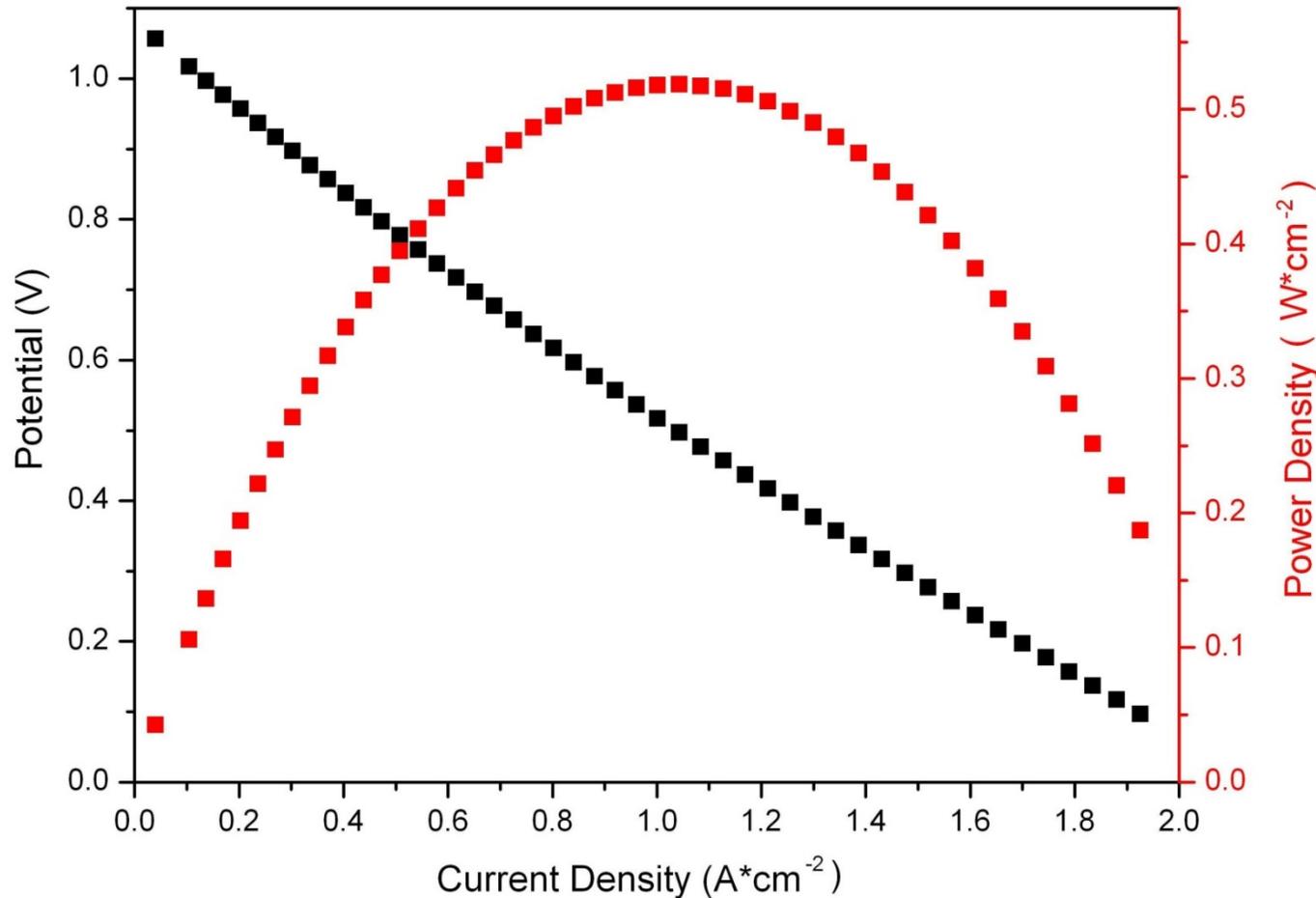
- Peso: 0,309 g
- Spessore: 0,655 mm
- Diametro: 13,04 mm

aumento della densità per agglomerazione delle particelle



- Peso: 0,288 g
- Spessore: 0,571 mm
- Diametro: 10,69 mm
- Densità: 7,067 g/cm³

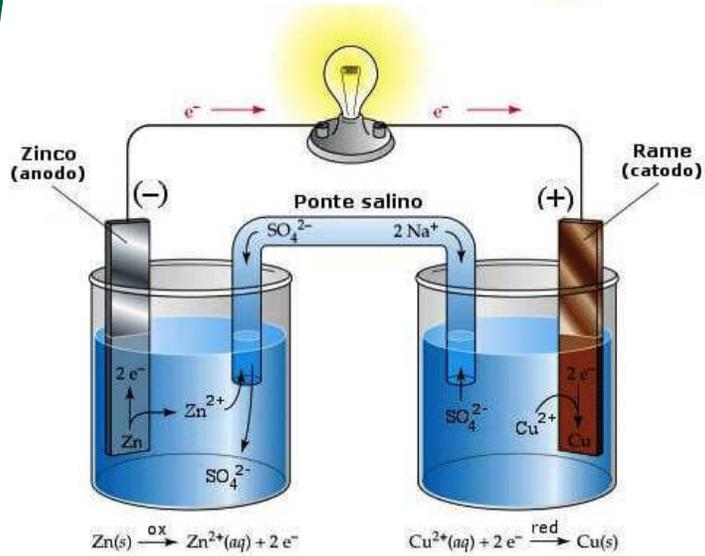
Test di una cella singola H₂/Aria



Condizioni operative:

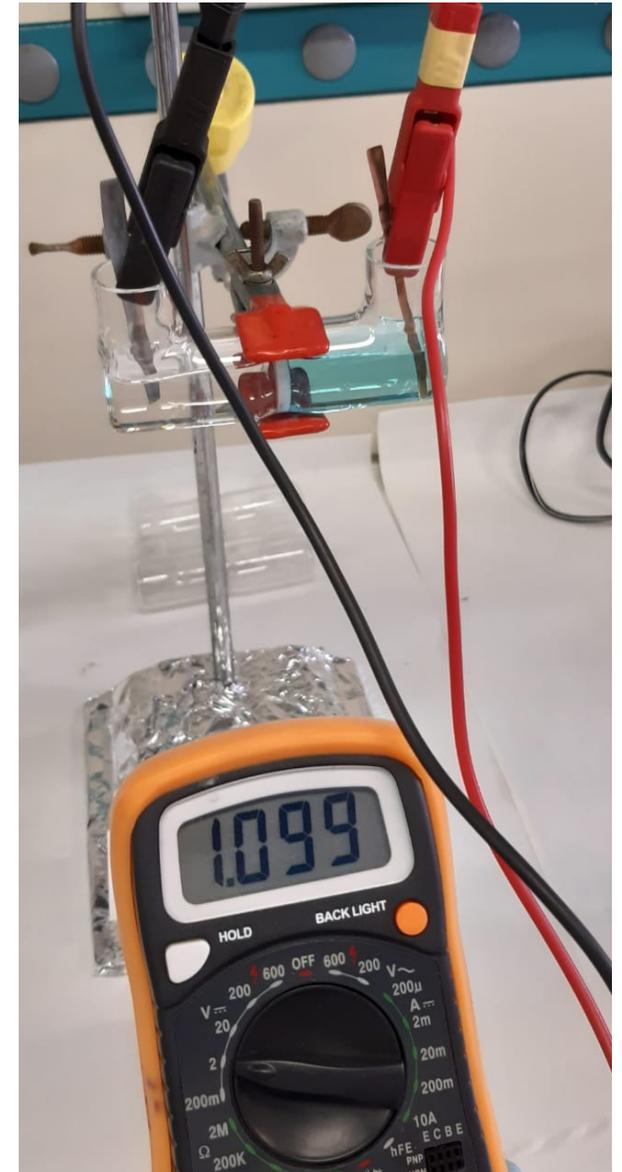
- Temperatura= 800°C
- Flusso=100sccm di H₂

Pila di Daniell



$$E_{\text{cella}} = (E^{\circ}_{\text{Cu}} - E^{\circ}_{\text{Zn}}) - \frac{0.0592}{2} \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = [\text{Zn}^{2+}] \longleftrightarrow E_{\text{cella}} = (E^{\circ}_{\text{Cu}} - E^{\circ}_{\text{Zn}}) = 1.10\text{V}$$



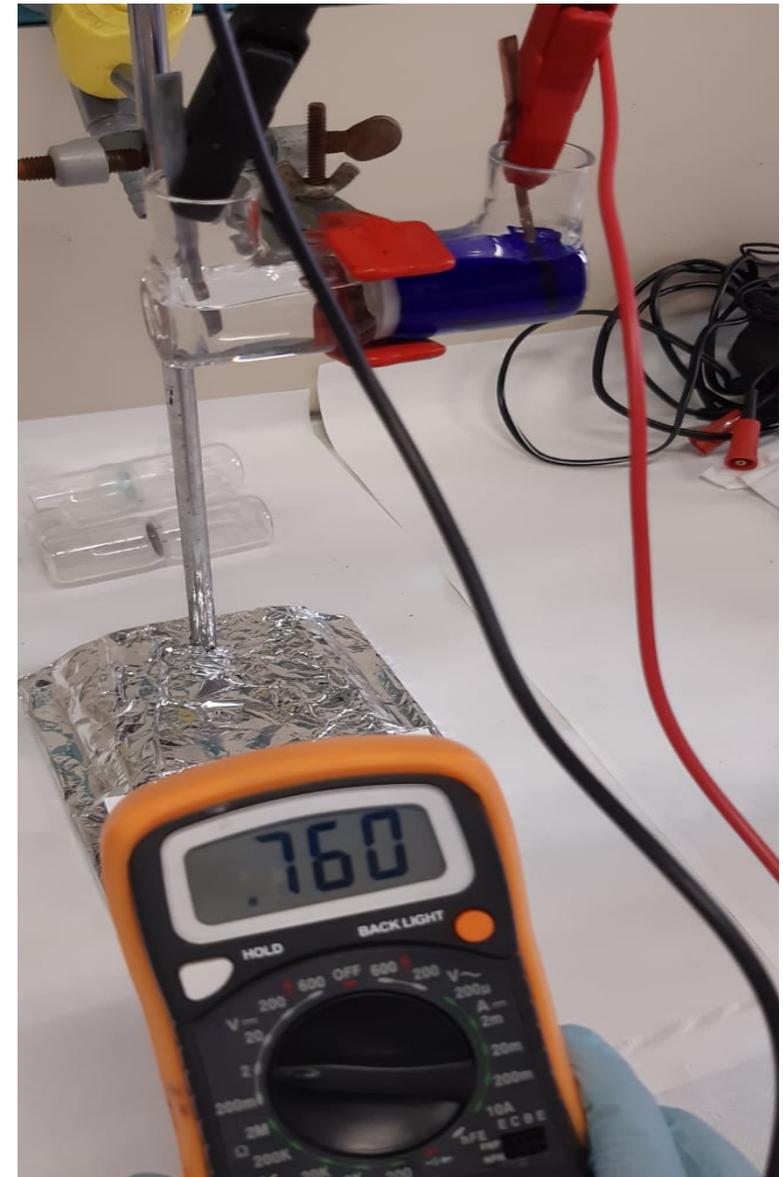
Pila di Daniell



$$E_{\text{cella}} = (E^0_{\text{Cu}} - E^0_{\text{Zn}}) - \frac{0.0592}{2} \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

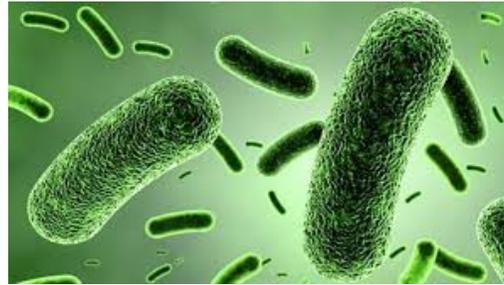
Diminuzione potenziale di cella

$$[\text{Cu}^{2+}] < [\text{Zn}^{2+}] \longleftrightarrow E_{\text{cella}} < 1.10\text{V}$$

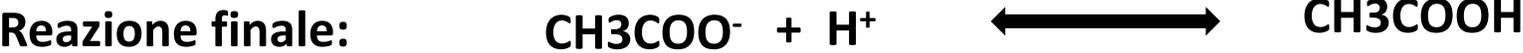
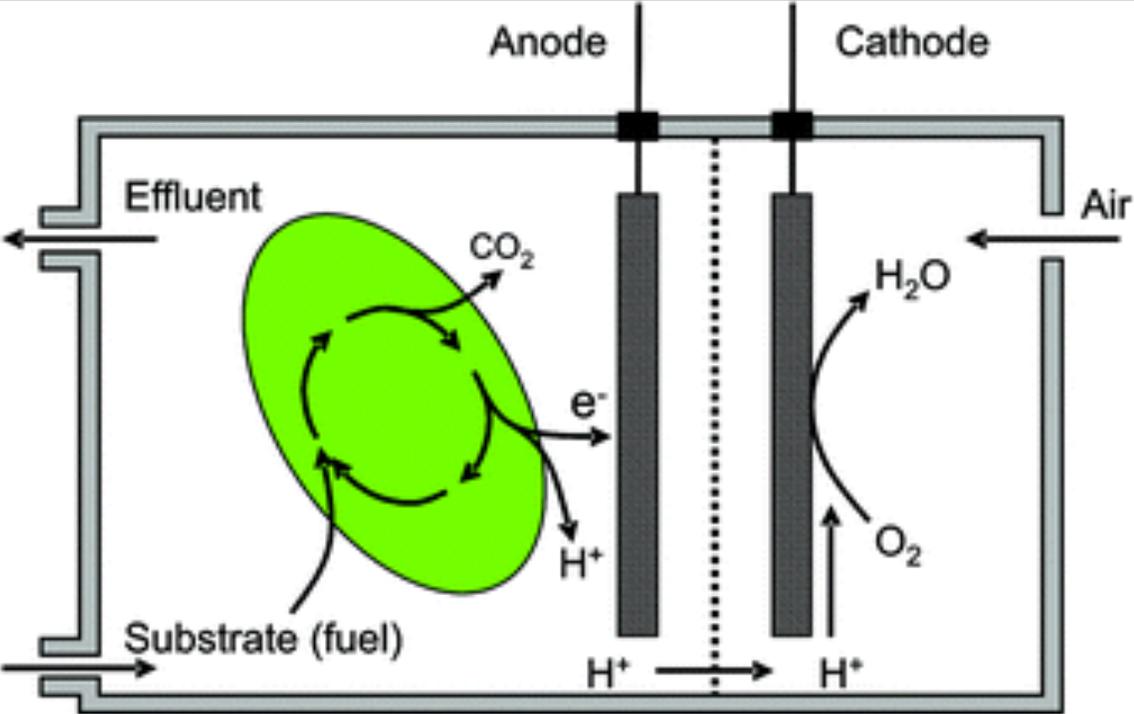




Microbial Fuel Cells(MFC)

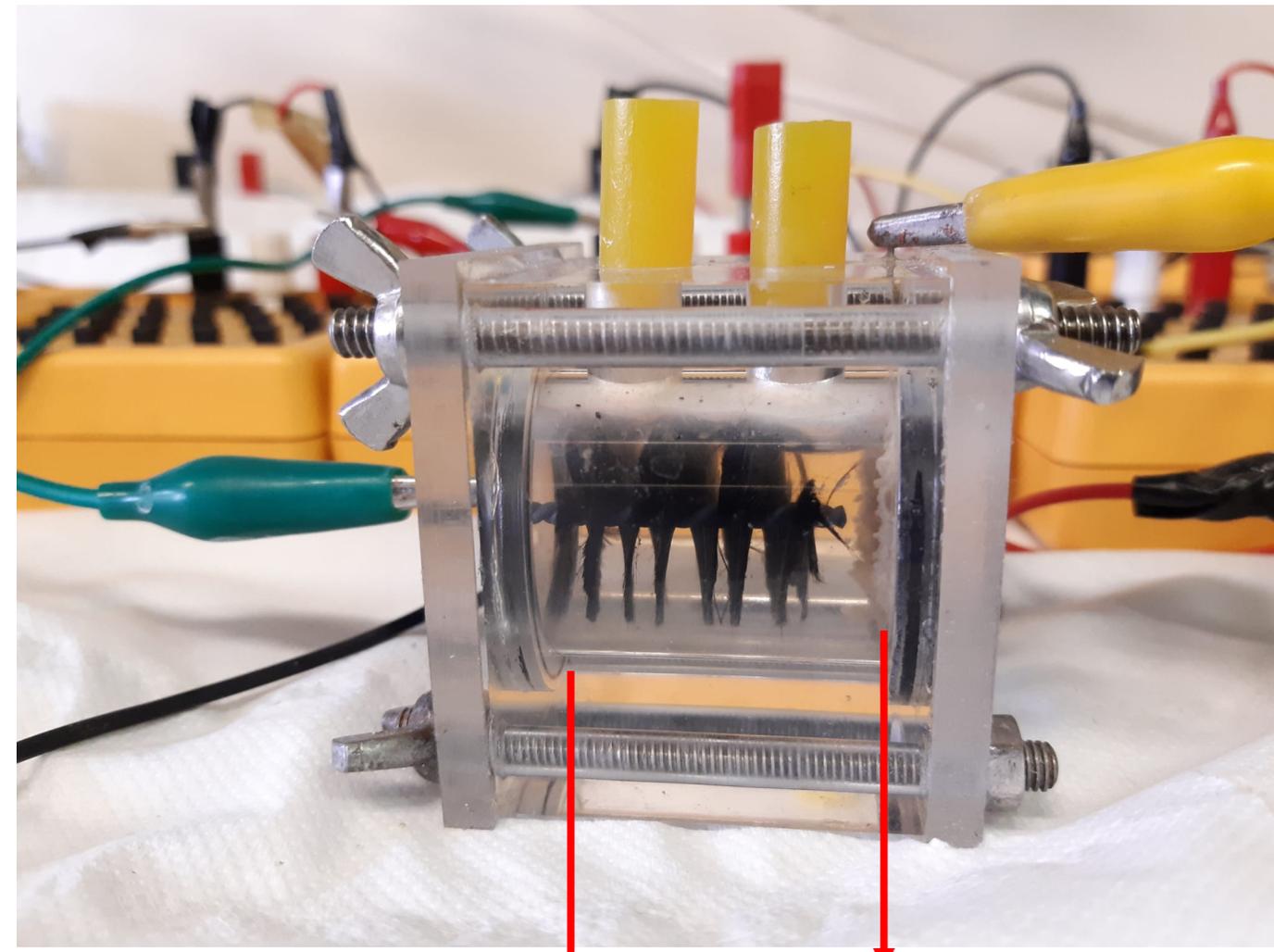
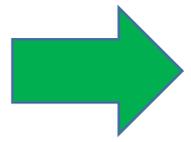


MFC, come funzionano?



Assemblaggio MFC

COMPONENTI MFC



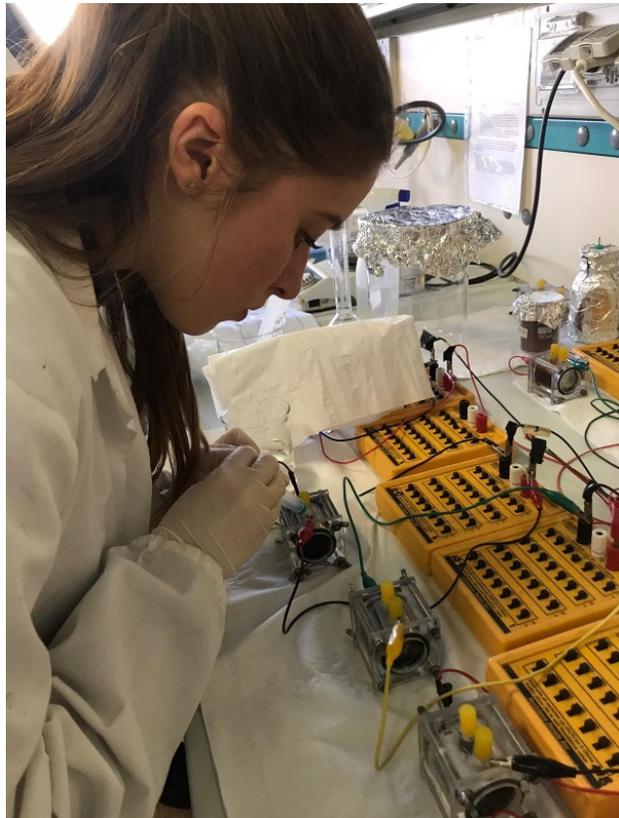
ANODO

CATODO

Test sperimentale MFC

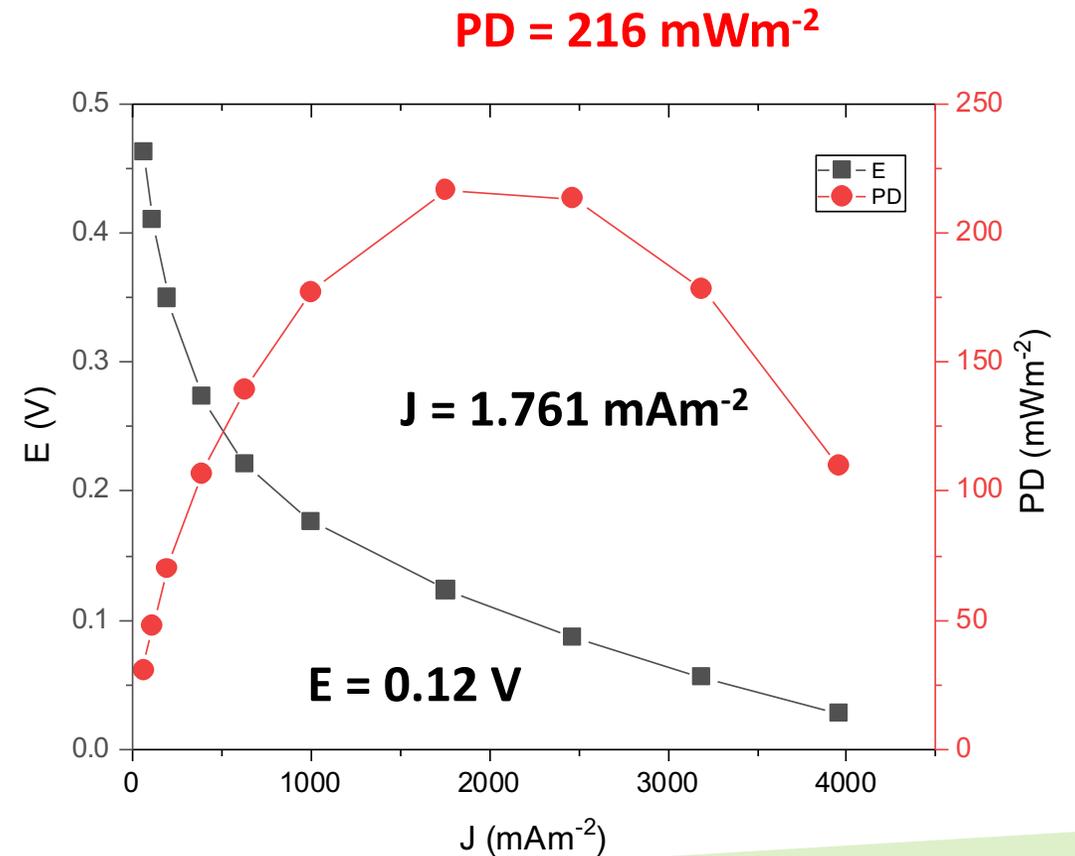
Condizione operativa

- 1 mgL⁻¹ acetato di sodio in tampone fosfato pH neutro
- Cicli di voltaggio registrati a 1 KΩ
- Dati registrati ogni 15 minuti



$$I \text{ (mA)} = E \text{ (V)} / R \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$PD \text{ (mW)} = I \text{ (mA)} * E \text{ (V)}$$



Grazie per l'attenzione!

Alessia Dotoli
Silvia Perelli
Martina Lupini
Tommaso Poldiallai
Chiara Xharo
Federico Campagna
Andrea Ricci

