

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

***Relazione per la prova finale  
«Studio e sviluppo di un prototipo di  
cella a flusso per misure di  
elettrocatalisi »***

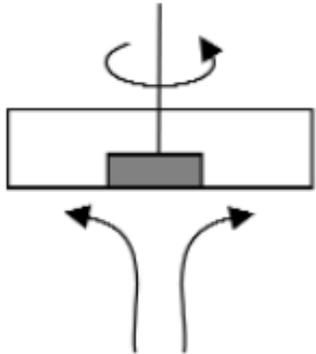
Tutor universitario: Prof. Mirto Mozzon

Laureando: *Marcello Castagna*

Padova, 14/07/2023

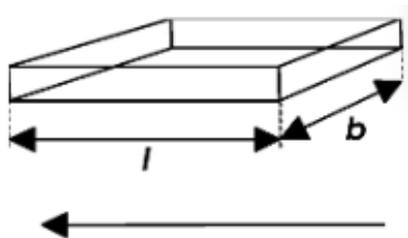
**Aumentare velocità trasporto di massa** → Apporto reagenti, eliminazione prodotti

## Rotating Disk Electrode



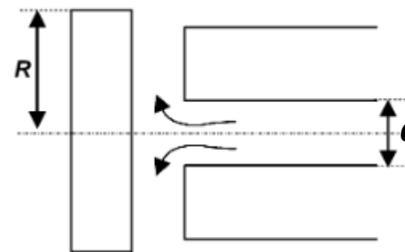
- Molto utilizzato.
- Rotazione impone moto convettivo.
- Prevede la preparazione di inchiostri da depositare sulla superficie di Glassy Carbon.
- **Non utilizzabile per elettrocatalizzatori su Carbon Paper.**

## Elettrodo Planare



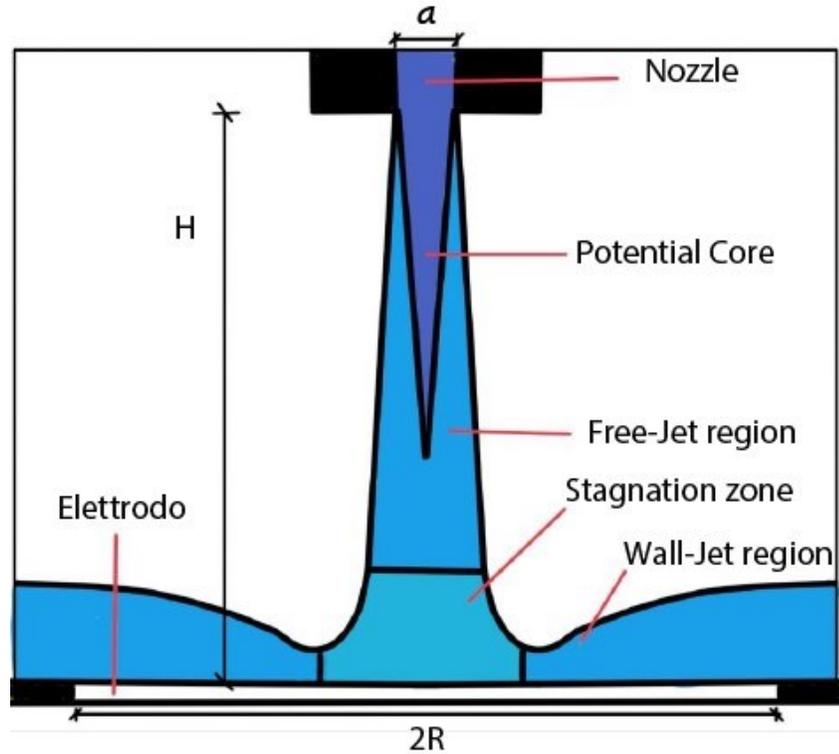
- Permette di alloggiare Carbon Paper.
- Difficile ottenere un flusso omogeneo e laminare sull'elettrodo.

## Elettrodo a Getto



- Permette di alloggiare Carbon Paper.
  - Flusso laminare anche ad alte velocità.
1. **Impinging-Jet Electrode**  $R < a$
  2. **Wall-Jet electrode**  $R \gg a$

1. Sviluppo di un prototipo di cella a flusso per misure di elettrocatalisi.
2. Confronto delle prestazioni della cella progettata rispetto a quelle ottenute con un elettrodo rotante.

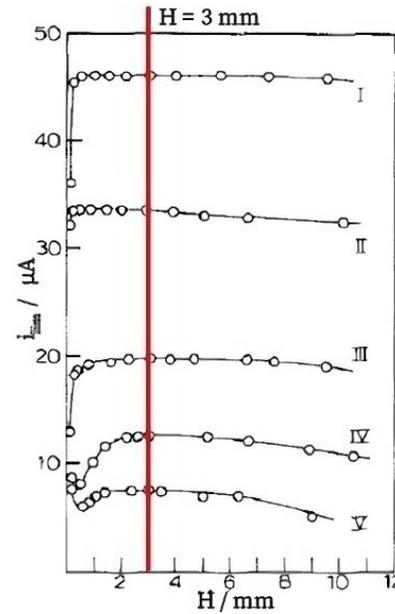


Laminarità:  $Re = \frac{2Q}{\pi va} < 2000$

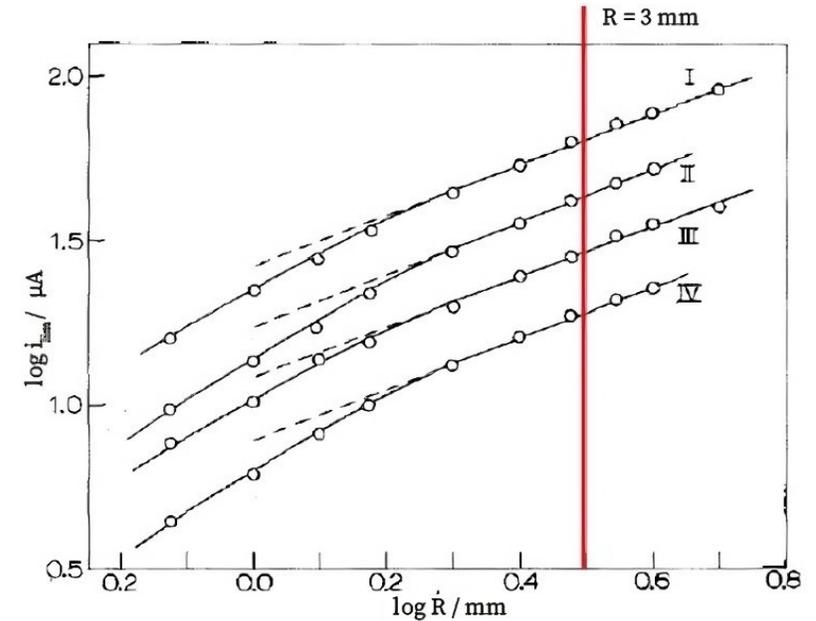
Parametri fissati

$a = 0.5 \text{ mm}$

Comparabilità dati da letteratura e reperibilità materiali.  $Q < 60 \text{ mL/min}$



$H = 3 \text{ mm}$

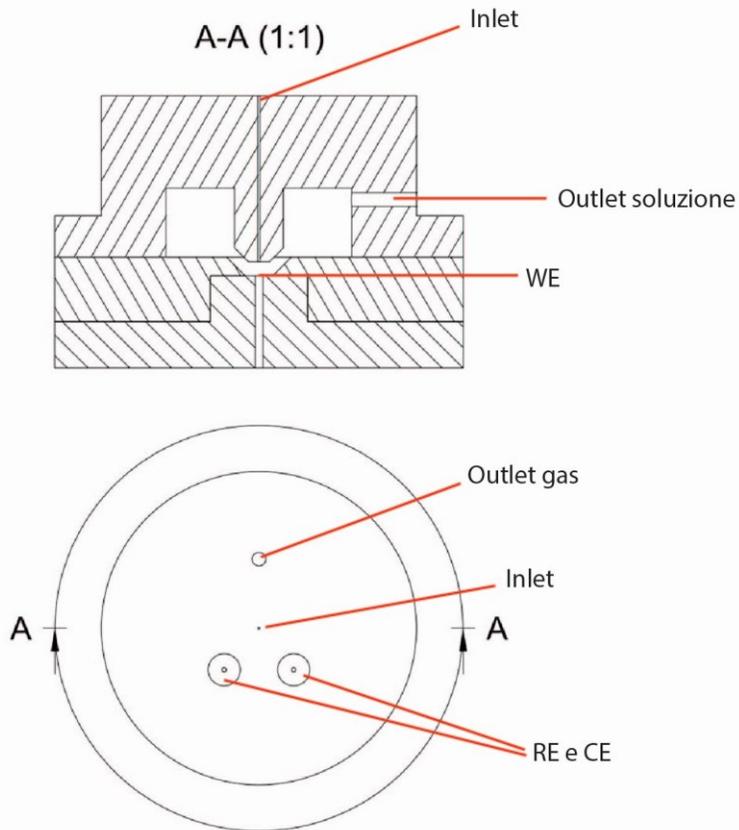


$R = 3 \text{ mm}$

$$|i_{lim}| = 1.38nFD^{2/3}v^{-5/12}Q^{3/4}a^{-1/2}R^{3/4}C_0$$

## Sezione

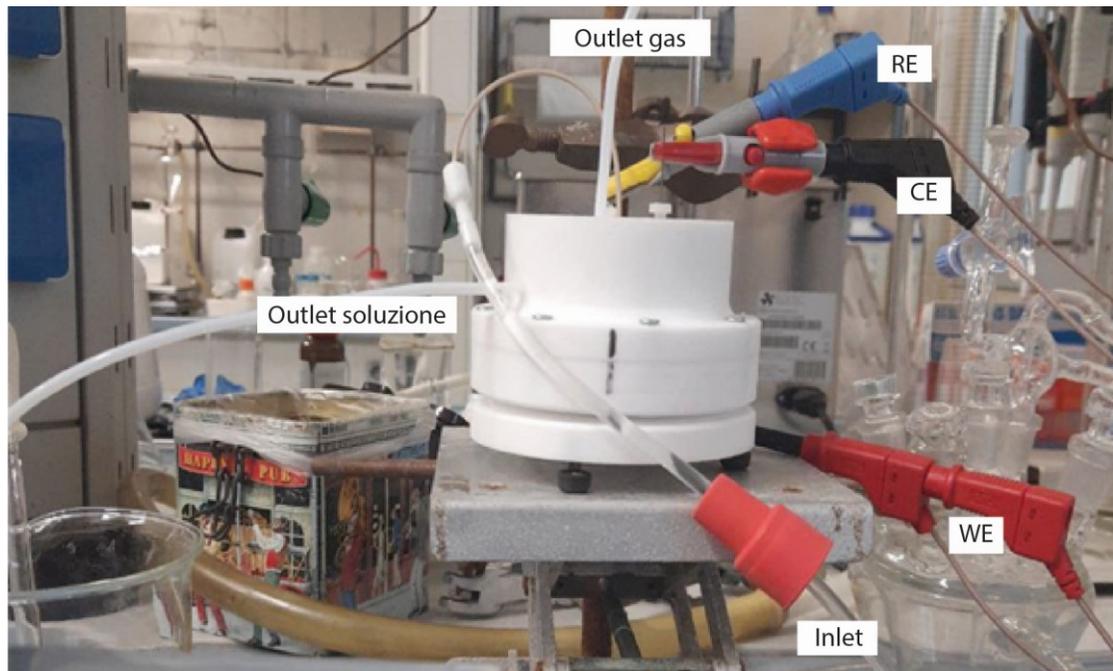
## visione 3D



## Materiali

Resistenza a pH elevati

- **PEEK** durezza maggiore per spigoli netti e resistenti
- **Teflon®** più economico



## Soluzione

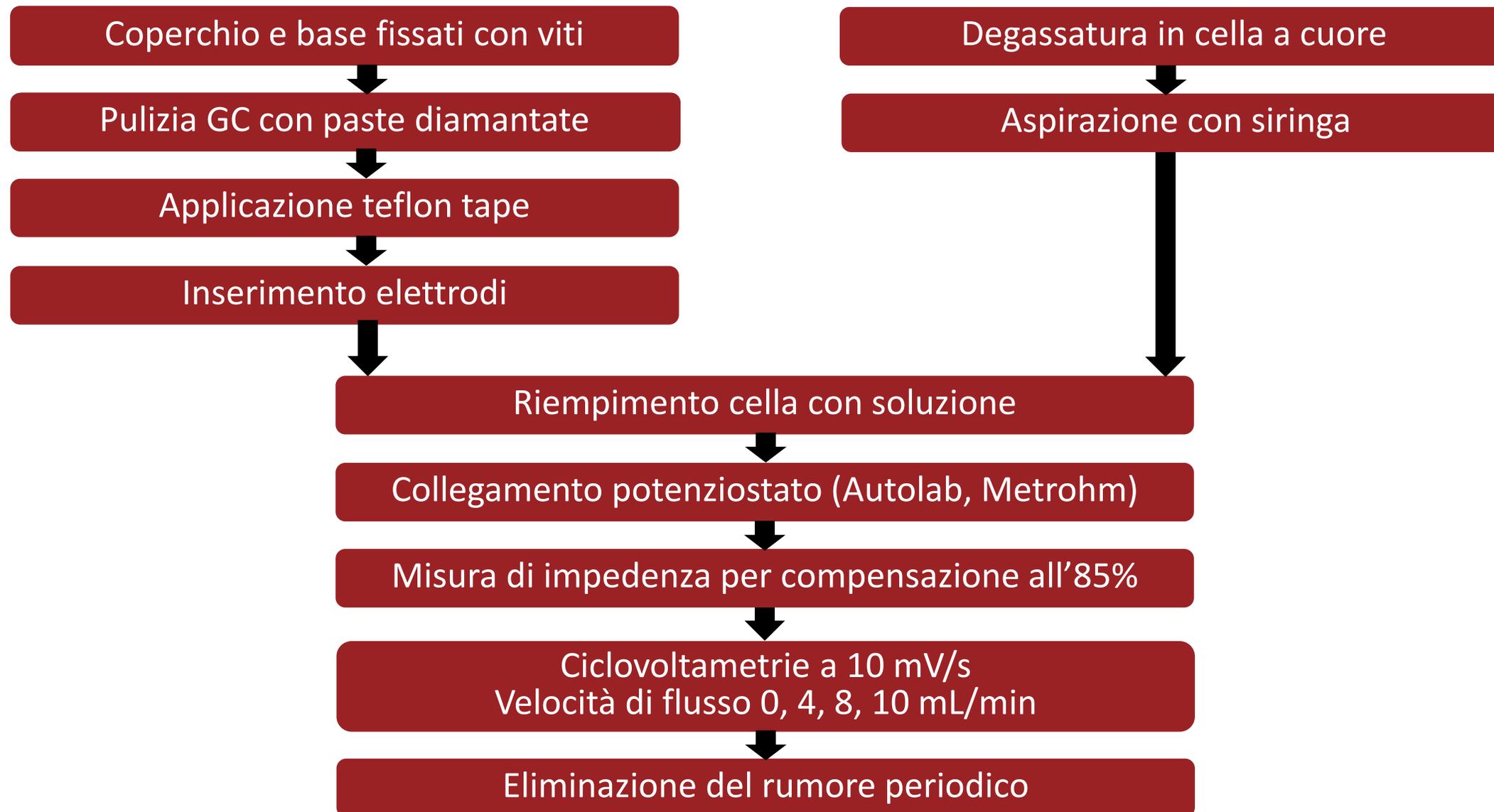
KCl 0.5 M +  $K_4[Fe(CN)_6]$  0.2 mM

**Reazione**  $[Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{3-} + e^-$

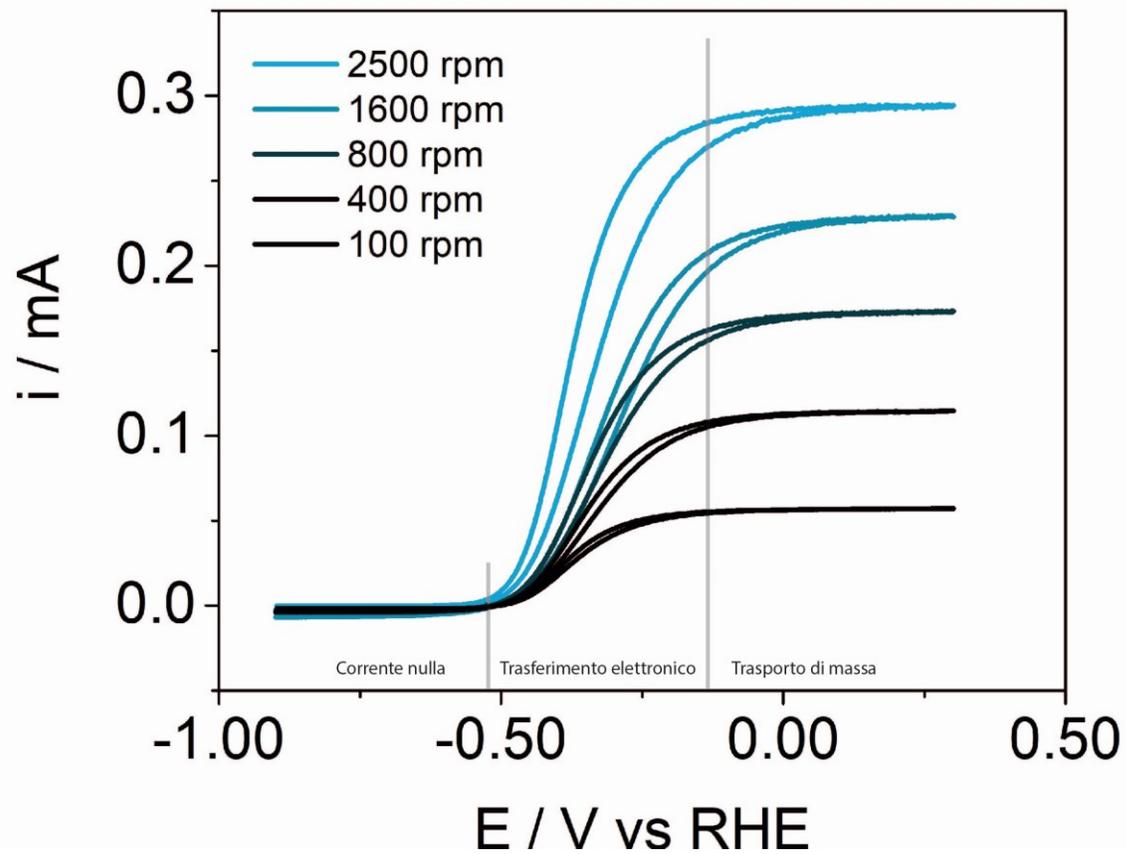
## Elettrodi

**WE :** Glassy Carbon.  
**CE :** Barra di grafite.  
**RE :** Filo di platino.



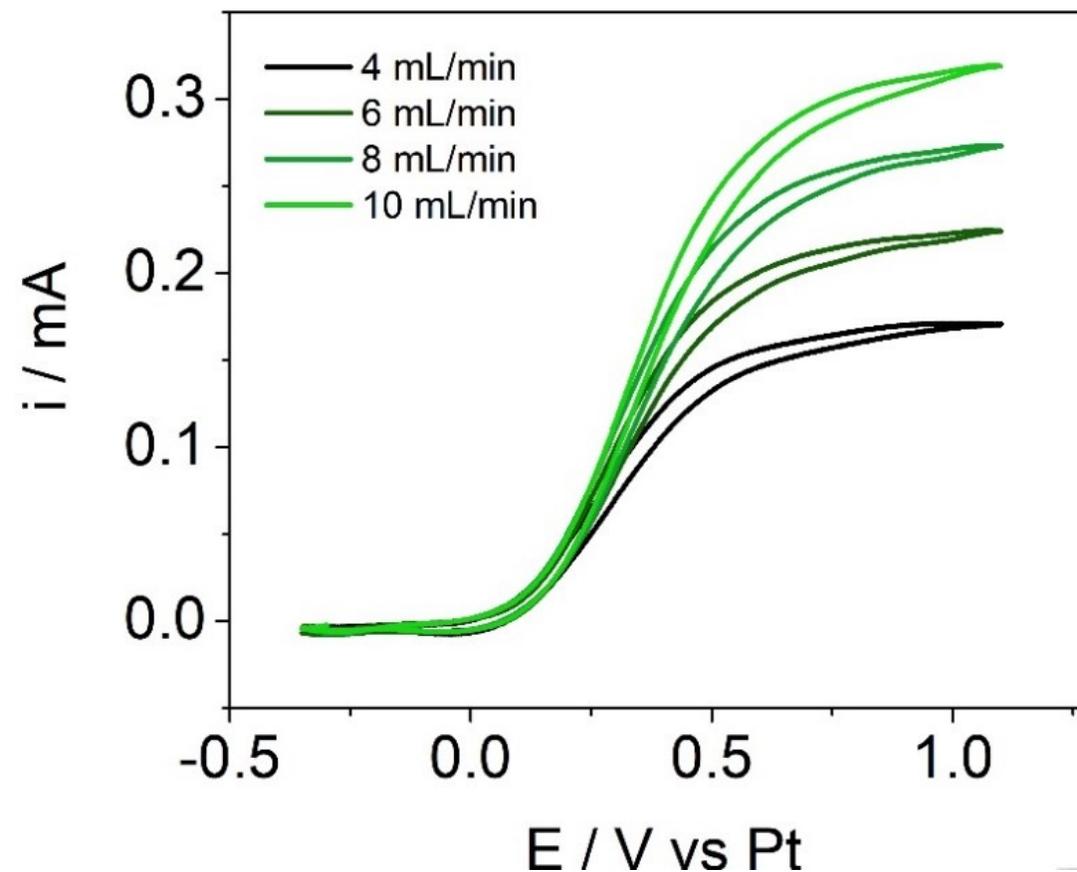


**RDE**



$$|i_{lim}| = 0.620nFAD^{2/3}v^{-1/3}\omega^{1/2}C_0$$

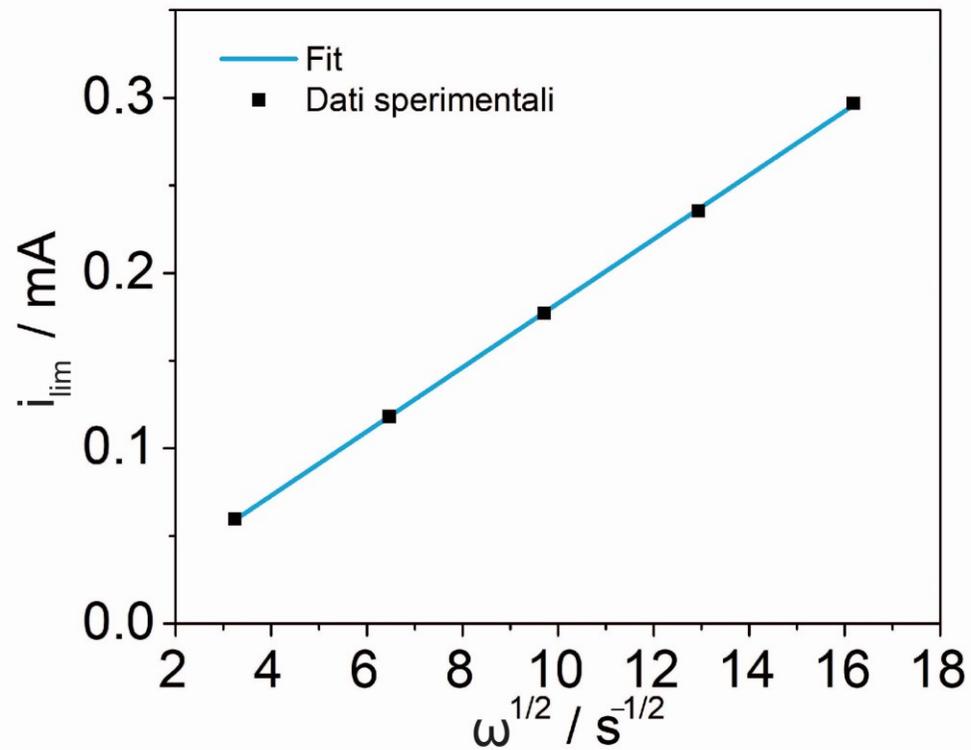
**WJE**



$$|i_{lim}| = 1.38nFD^{2/3}v^{-5/12}Q^{3/4}a^{-1/2}R^{3/4}C_0$$

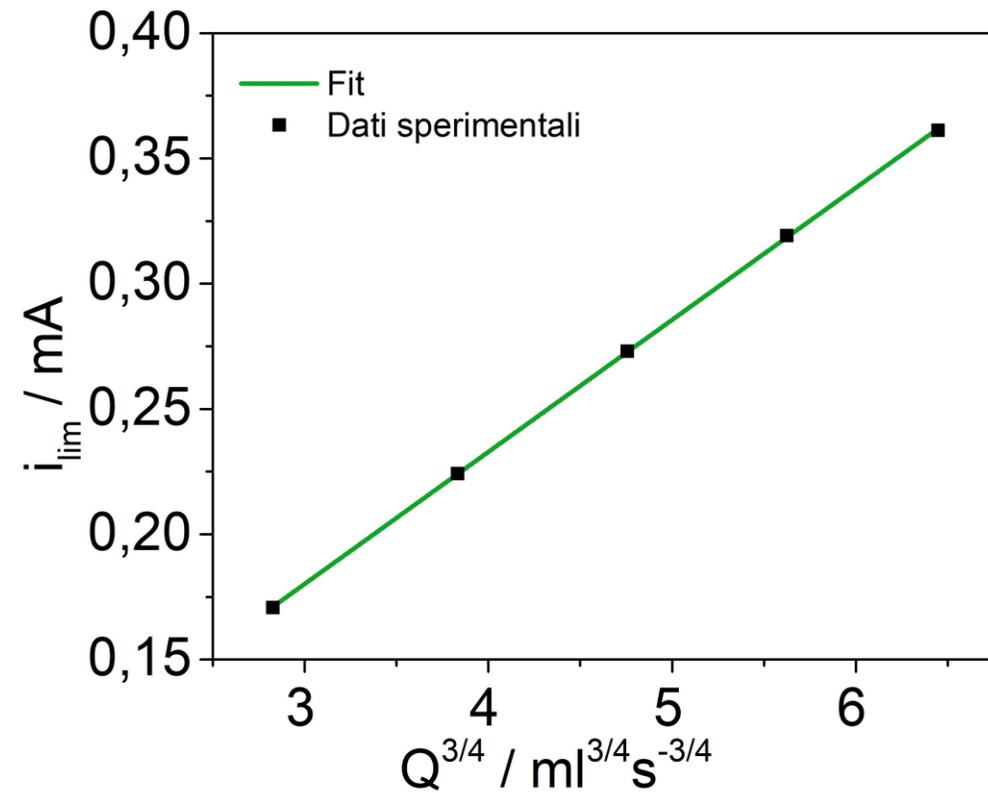
Da letteratura :  $D = 6.67 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$

RDE

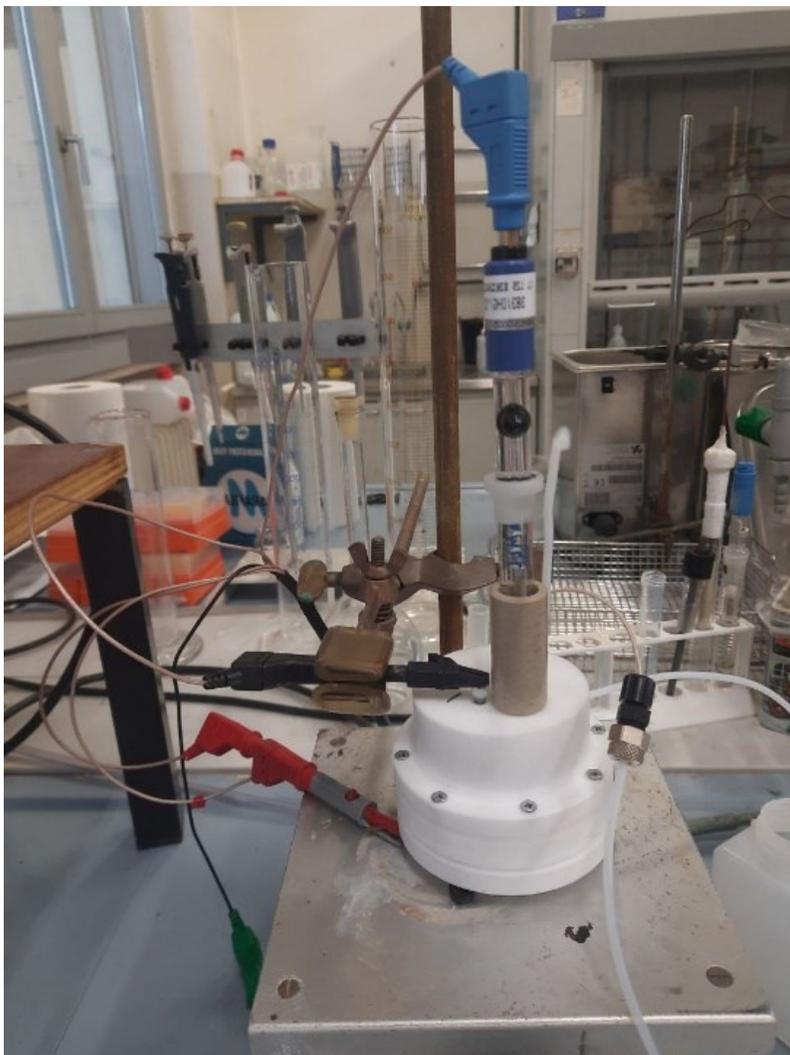


Stima RDE :  $D = 6.66 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$

WJE



Stima WJE :  $D = 7.84 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$



## Elettrodi

**WE :** Platino Tanaka su carboni mesoporosi su Carbon Paper.

**CE :** Barra di grafite.

**RE :** Hg/HgO con apposito capillare.

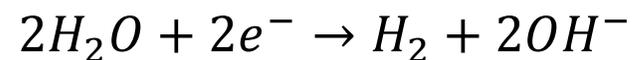


Capillare per RE

## Soluzione

KOH 0.1 M

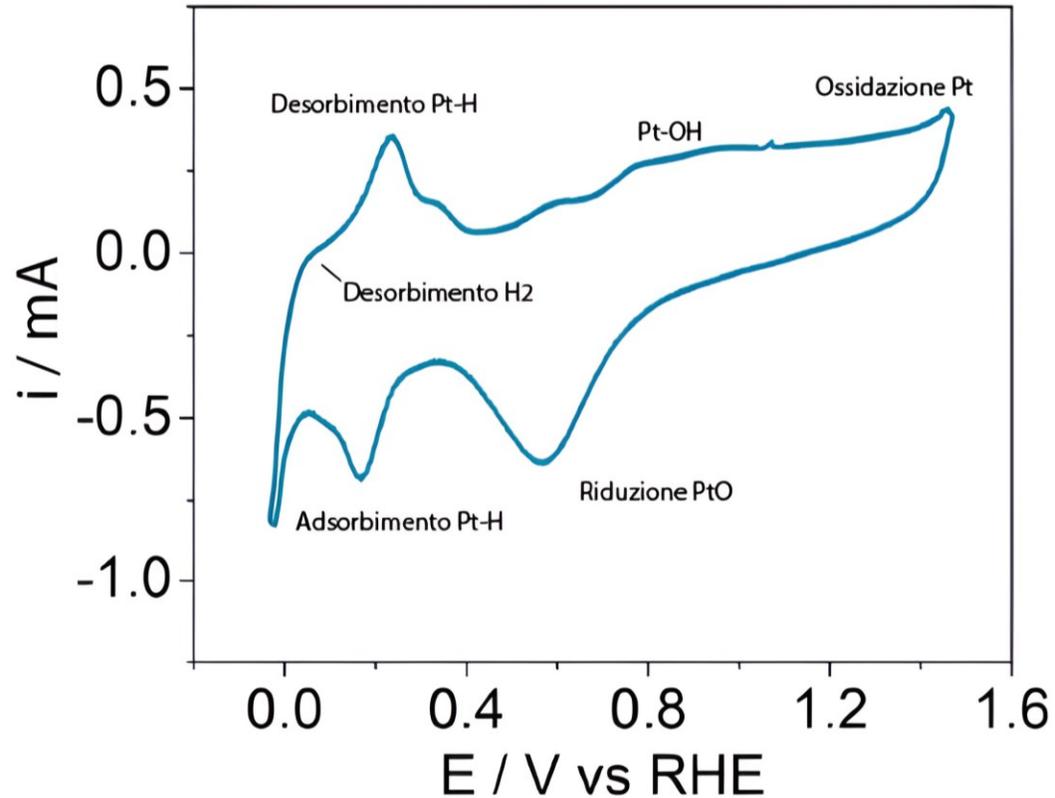
## Reazione



## Processo di attivazione

50 cicli a potenziali intermedi tra riduzione e ossidazione e  $v = 100$  mV/s

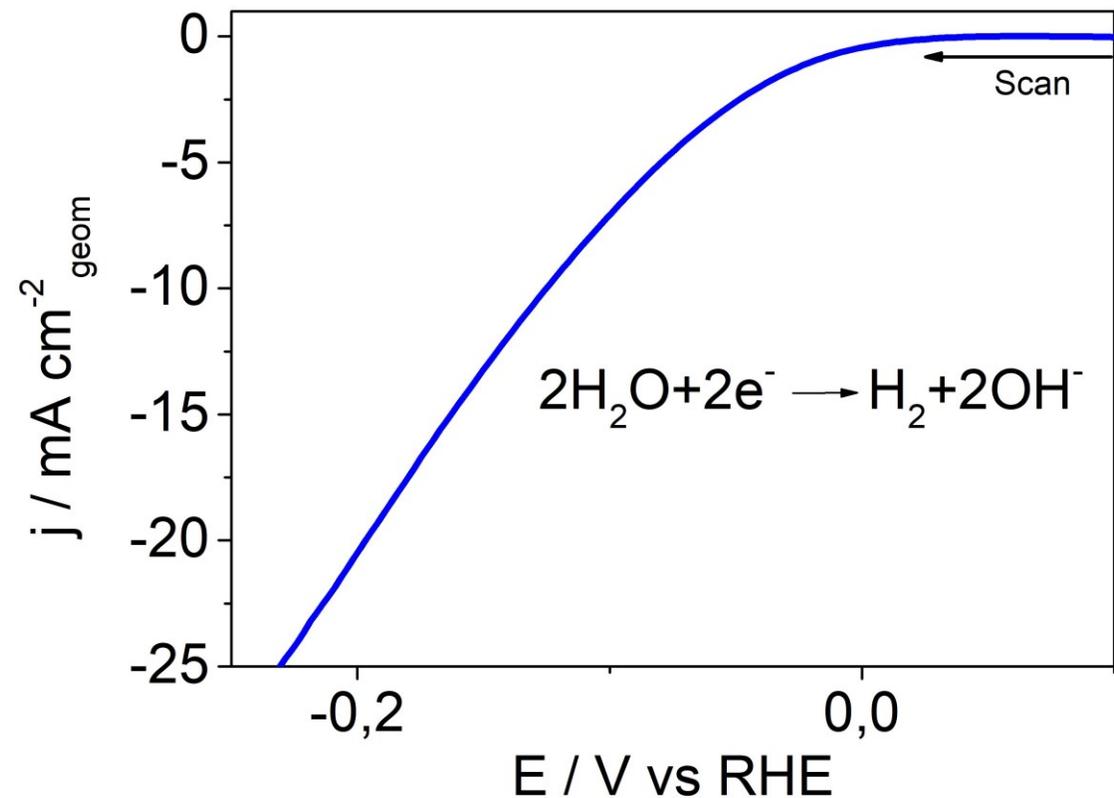
### Ultimo ciclo

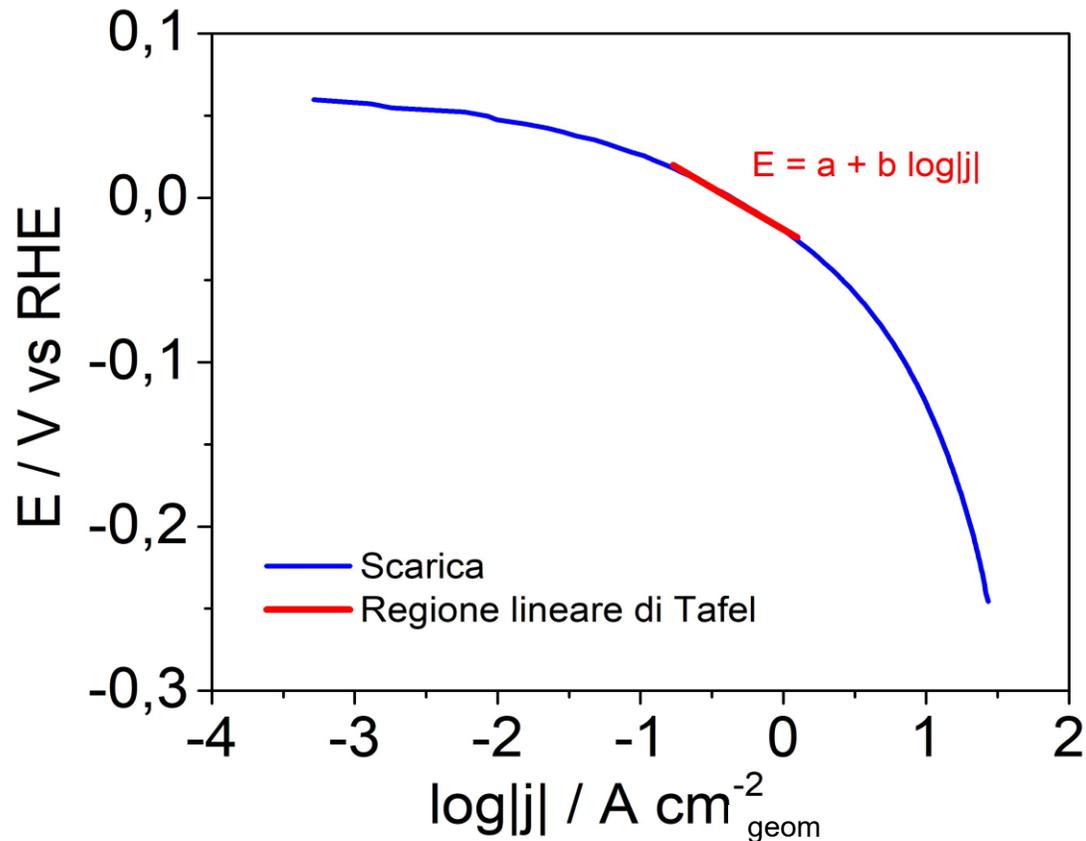


## Processo di scarica

Applicazione di potenziali decrescenti.  
 $v = 5$  mV/s

### Scarica





### Zona lineare di Tafel

$$TS = b = 45 \text{ mV}$$

### Steps di reazione:

- 1)  $H^+ + Pt + e^- \rightleftharpoons Pt - H$  (Volmer)
- 2)  $Pt - H + H^+ + e^- \rightleftharpoons Pt + H_2$  (Heyrovsky, RDS)

### Corrente di scambio

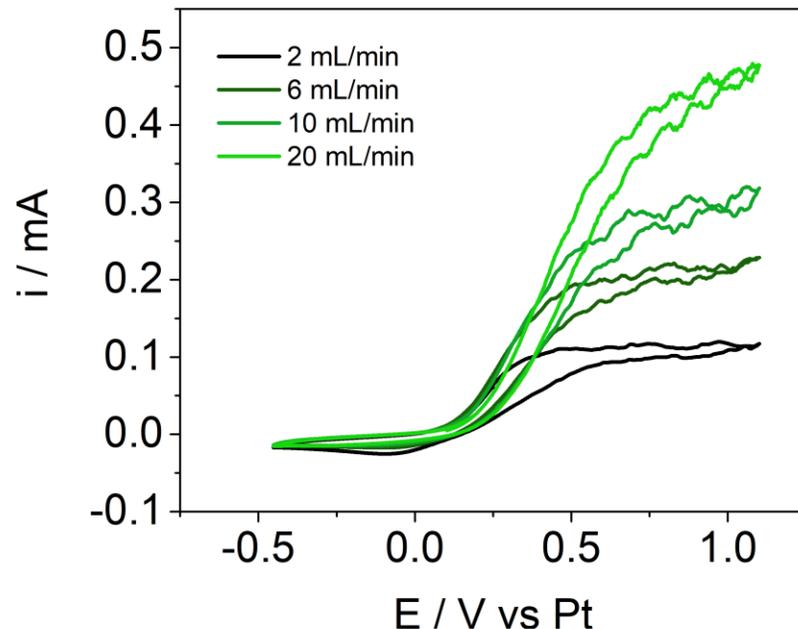
$$j_0 = 0.0659 \text{ mA cm}^{-2}_{\text{ECSA}}$$

In letteratura  $j_0 = 0.57 \pm 0.07 \text{ mA cm}^{-2}_{\text{ECSA}}$

Dovuto a presenza di CP e carboni mesoporosi.

$$E = a + b \log|i| = -b \log|i_0| + b \log|i| \Rightarrow j_0 = 10^{\{-a/b\}} / \text{ECSA}$$

- La cella soddisfa le necessità per la quale è stata sviluppata estendendo la zona a controllo di trasporto elettronico in modo significativo.
- La dipendenza della corrente limite dalla portata rispetta le previsioni teoriche.
- La stima del coefficiente di diffusione e la stima della pendenza di Tafel sono buone.



## Outlook

Scelta di una pompa che possa operare con portate e volumi maggiori.

Con attenzione ad eventuali pulsazioni e all'eliminazione di ossigeno in soluzione.

*Grazie per l'attenzione*