



# Diseño y montaje de un reactor de plasma escalable para la remediación del agua

Facundo Otero Zappa<sup>1</sup>

facuotero20.88@outlook.com

Julián Szereszewski<sup>1</sup>

julianszere@gmail.com

Ariel Kleiman<sup>1,2</sup>

kleiman@df.uba.ar

Matías Zanini<sup>1,2</sup>

mzanini@df.uba.ar

Diana Grondona<sup>1,2</sup>

grondona@df.uba.ar

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.  
<sup>2</sup>CONICET - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (INFINA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

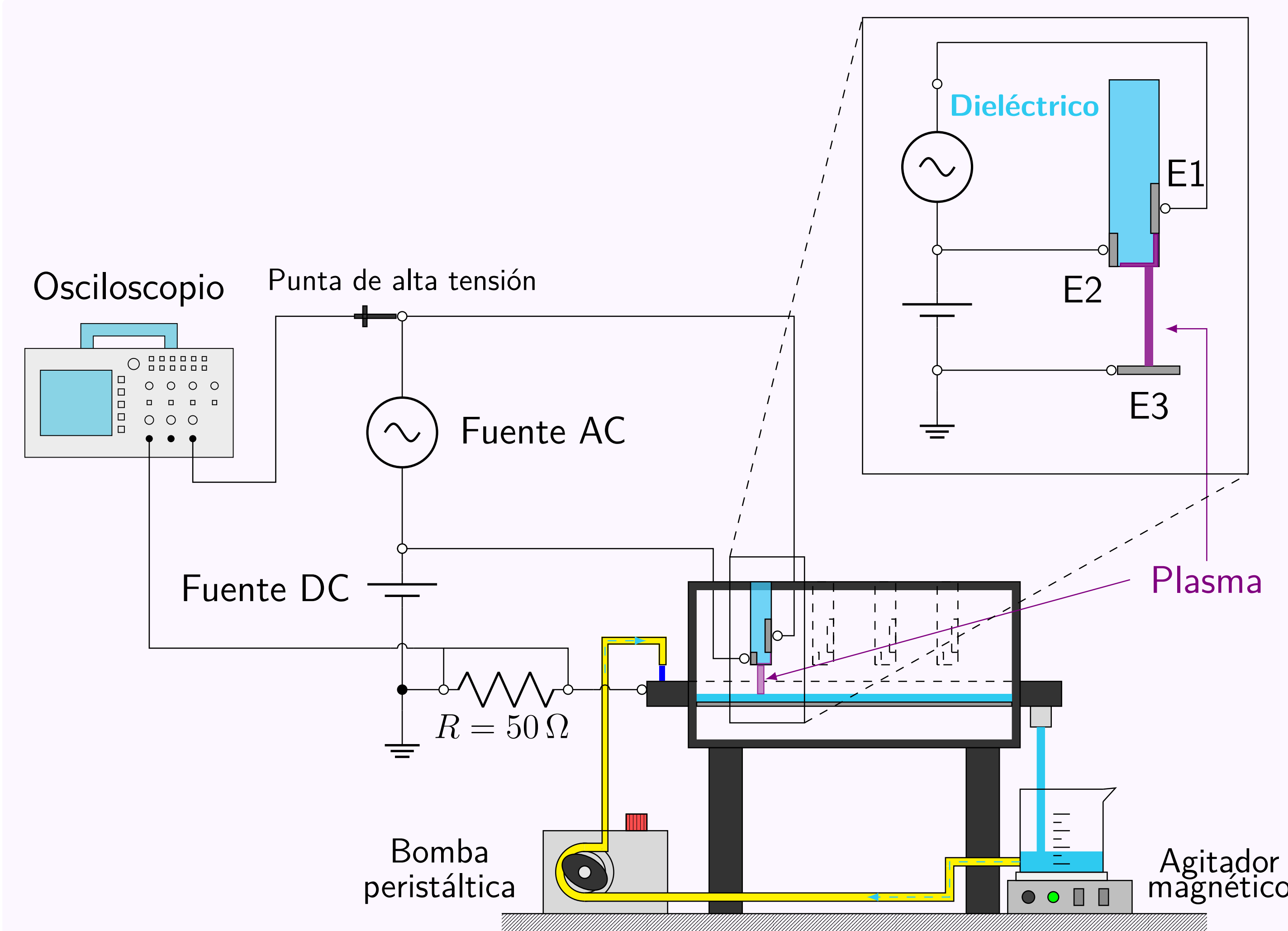


## Resumen

La remediación del agua se ha convertido en un tema de creciente interés en todo el mundo debido a la necesidad de recuperar y reutilizar las aguas residuales en muchos sectores, como la agricultura y el reciclaje industrial. La tecnología del plasma no térmico es una técnica prometedora para la remediación del agua y se ha convertido en un campo de intensa investigación. En el plasma no térmico se generan especies altamente reactivas como O, OH, O<sub>3</sub>, así como también radiación UV. Esta tecnología combina la contribución de especies activas y condiciones físicas que han demostrado una gran eficiencia en la degradación de muchos compuestos orgánicos, así como en la destrucción e inactivación de virus y bacterias.

En este trabajo se presenta el montaje de un reactor de plasma trielectródico para el tratamiento de aguas contaminadas. En el reactor, se genera una *descarga de barrera dieléctrica* (DBD) en el aire ambiente mediante la aplicación de alta tensión alterna entre dos electrodos planos fijados a lados opuestos de un material dieléctrico. A una distancia de unos pocos centímetros, se fija a un canal por el que circula el agua a tratar un tercer electrodo conectado a tierra. Al elevar el potencial del sistema de electrodos DBD con un alto voltaje continuo, los microcanales de plasma no térmico generados en la DBD se propagan hacia el tercer electrodo y alcanzan la superficie del agua. Este diseño es escalable ya que permite la conexión en paralelo de varios sistemas de electrodos DBD para la generación de múltiples descargas sucesivas a lo largo del canal por el cual fluye el agua a tratar. El funcionamiento del reactor, en términos de eficiencia de eliminación y rendimiento energético, se evaluó mediante el tratamiento de una solución acuosa de azul de metileno.

## Diseño del Reactor



Esquema del reactor trielectródico de plasma utilizado para tratar soluciones de azul de metileno.



Descarga de barrera dieléctrica (DBD) entre el E1 y el E2 sobre la superficie del material dieléctrico.

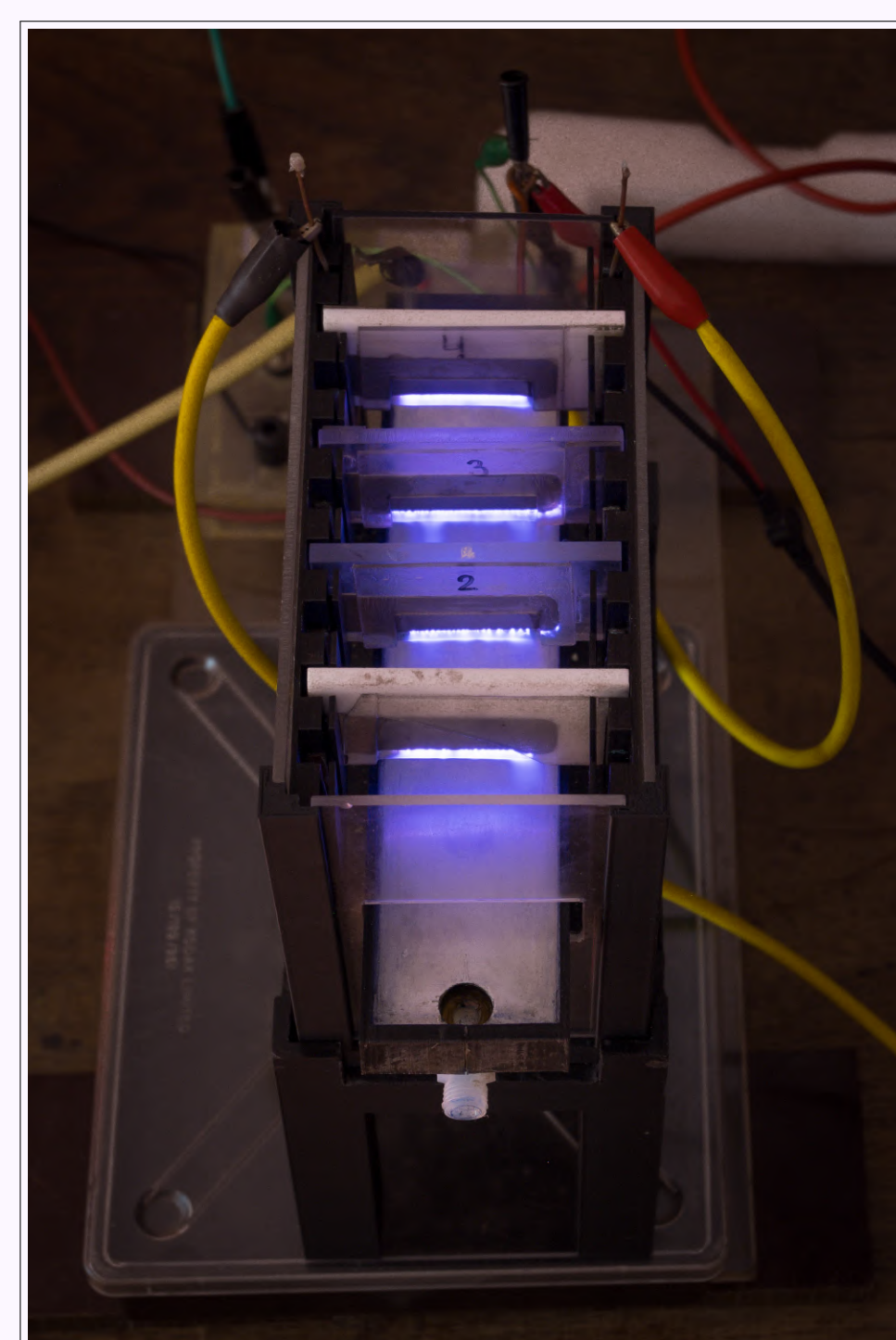
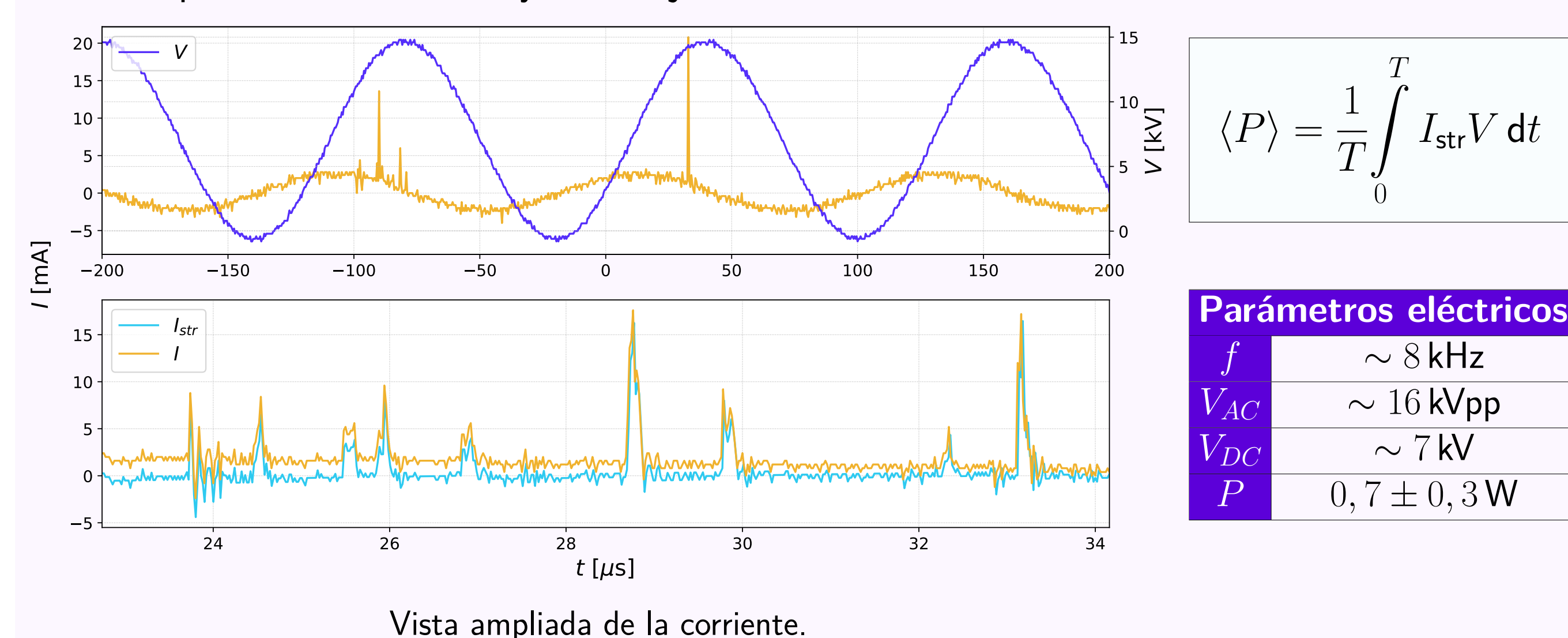


Foto del reactor en funcionamiento empleando cuatro sistemas de electrodos DBD.

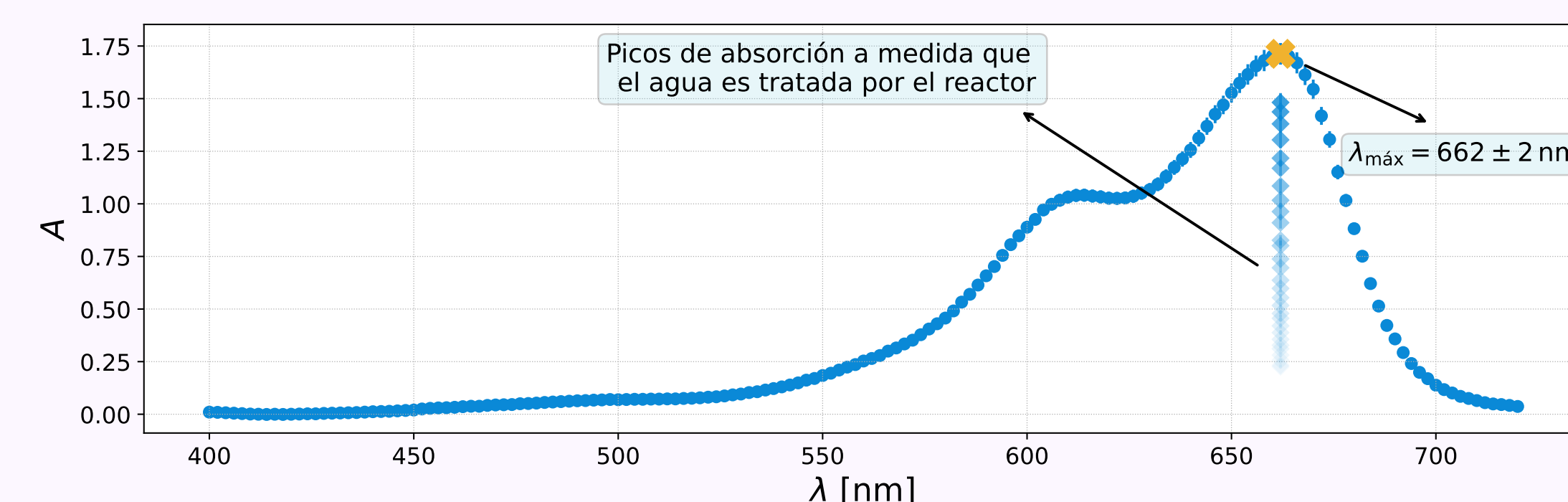
## Señales Eléctricas

Señales típicas de la corriente y el voltaje.



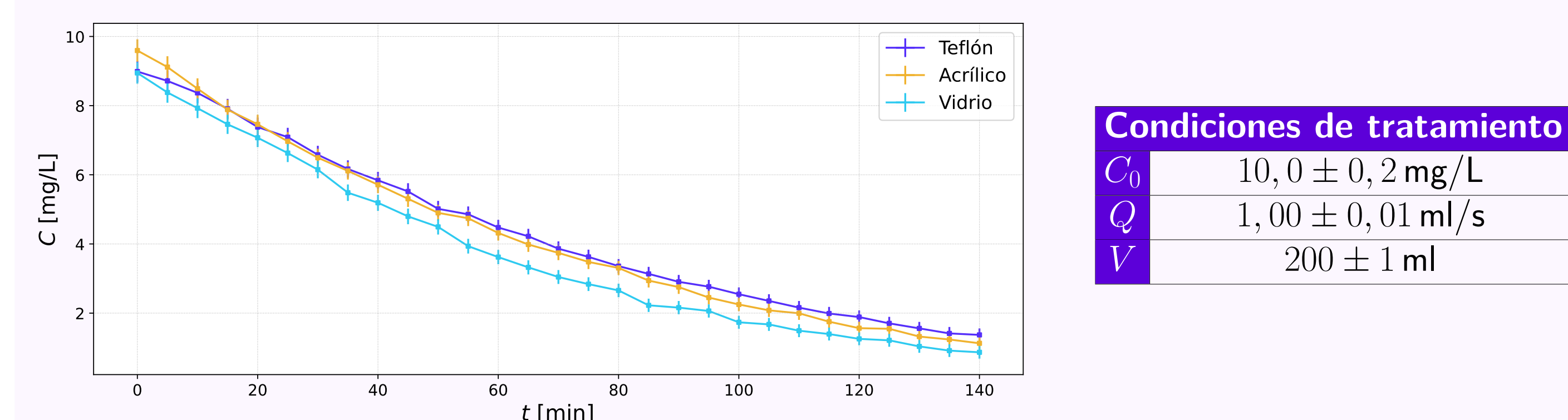
## Espectro de absorbancia

Con un espectrofotómetro medimos el pico de absorbancia del azul de metileno, que es **proporcional a la concentración** de la solución.



## Tratamiento

Curvas de concentración en función del tiempo empleando distintos materiales dieléctricos y un único sistema de electrodos DBD.

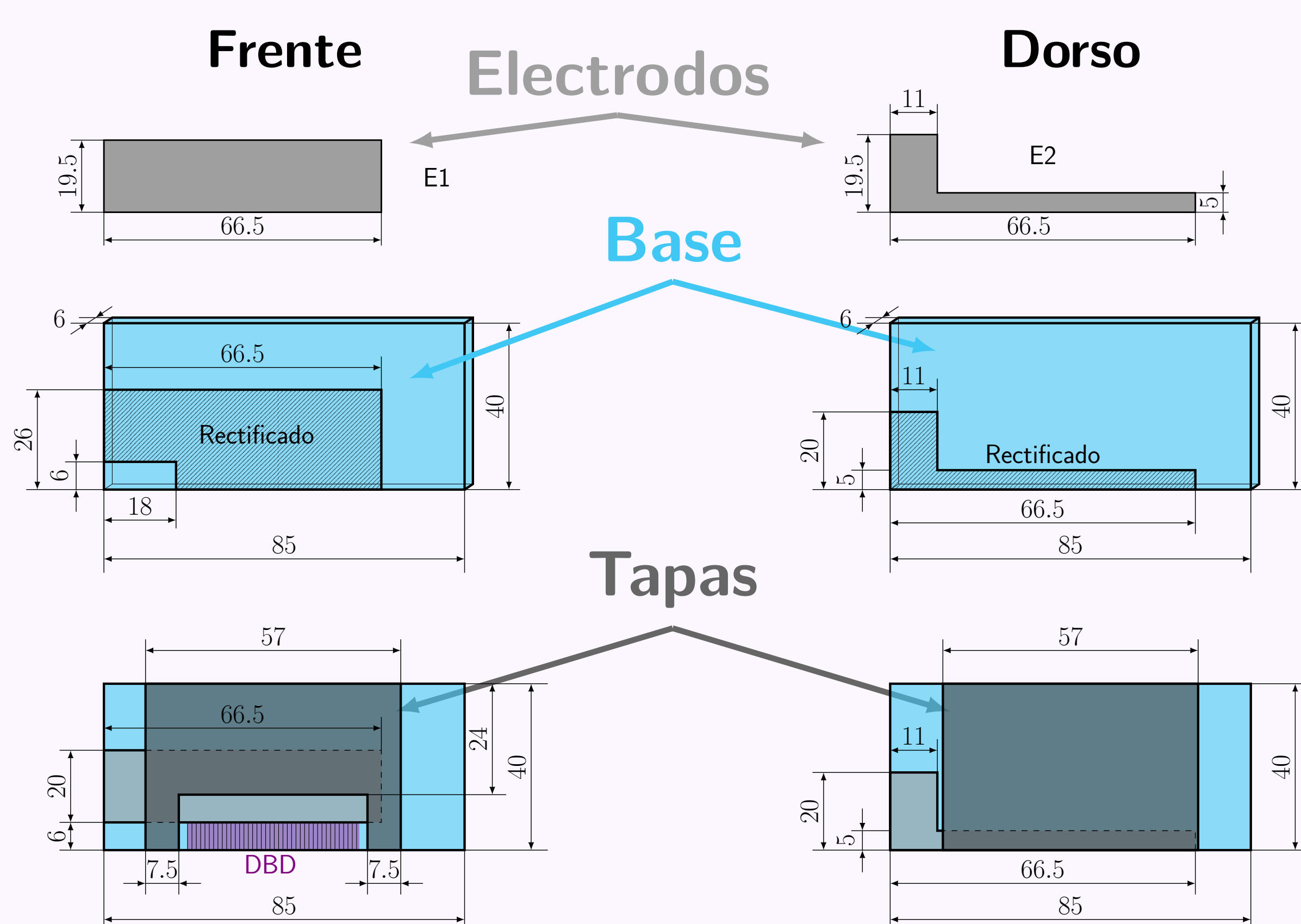


Alícuotas de las soluciones acuosas de azul de metileno al ser tratadas durante 140 minutos con el sistema de teflón.



## Sistema de Electrodo DBD

Esquema y medidas en mm del sistema de electrodos DBD. Se utilizaron como materiales dieléctricos entre el E1 y el E2 acrílico, teflón y vidrio.



## Eficiencia de Degradación y Rendimiento Energético

$$DE = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\%$$

$$Y \left[ \frac{\text{g}}{\text{kWh}} \right] = \frac{6 \times C_0 [\text{mg/L}] \times DE [\%] \times V [\text{mL}]}{10^4 \times P [\text{W}] \times t [\text{min}]}$$

**Eficiencia de degradación.**  $C_0$  y  $C_t$  son la concentración inicial y final.  
**Rendimiento energético.**  $V$  es el volumen,  $P$  es la potencia eléctrica y  $t$  el tiempo.

Potencia, eficiencia de degradación y rendimiento energético para distintos dieléctricos.

Configuración	DE [%]	Y [g/kWh]
Teflón	85 ± 2	1,0 ± 0,3
Acrílico	88 ± 2	1,1 ± 0,5
Vidrio	90 ± 2	1,0 ± 0,5

## Conclusiones

- Montamos y caracterizamos un reactor de plasma no térmico escalable para el tratamiento de aguas contaminadas que opera en aire.
- Diseñamos un sistema robusto de electrodos DBD con un conexionado y aislamiento eléctrico que evita chispas.
- Se operó el reactor empleando hasta cuatro sistemas de electrodos DBD conectados en paralelo.
- Se obtuvo una degradación de azul de metileno de hasta un 90% con una eficiencia energética de 1 g/kWh, que se encuentra dentro de los valores típicos reportados en la bibliografía.