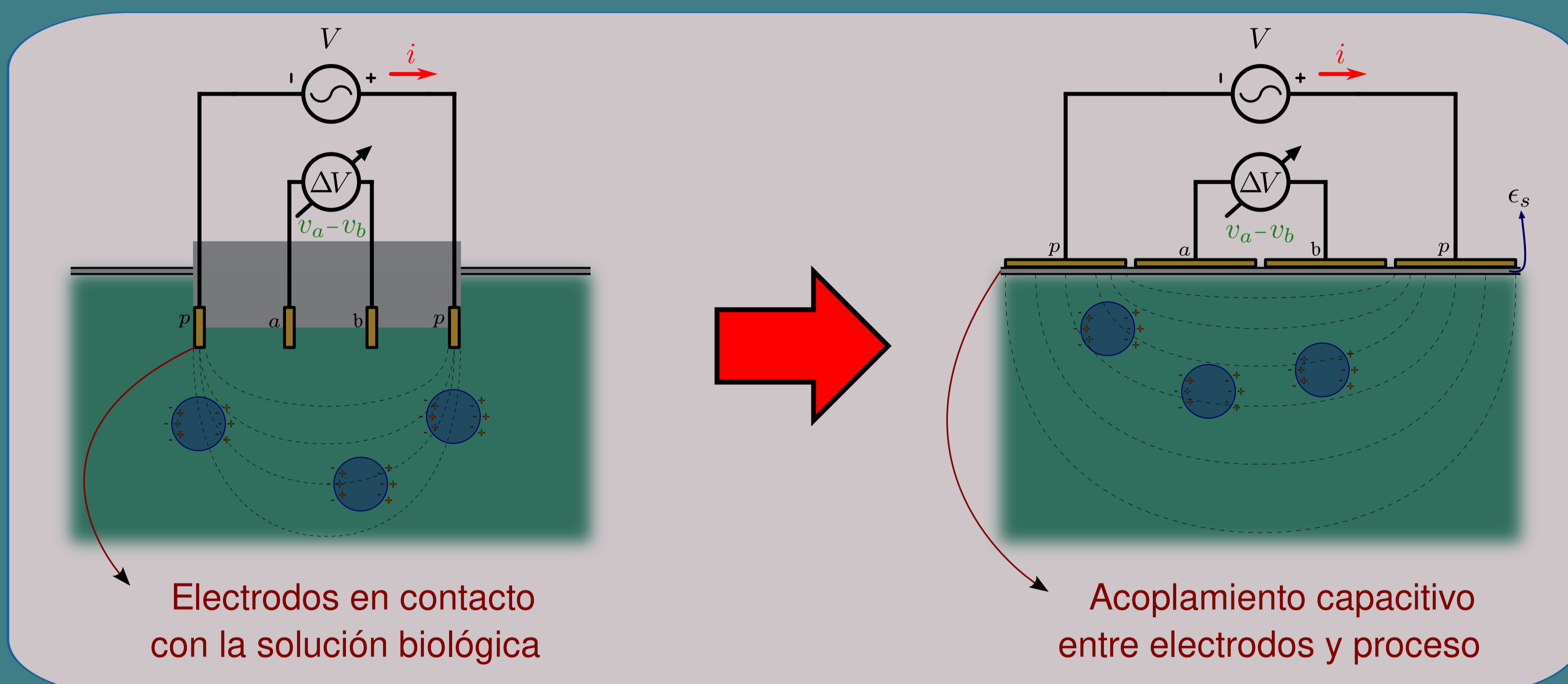
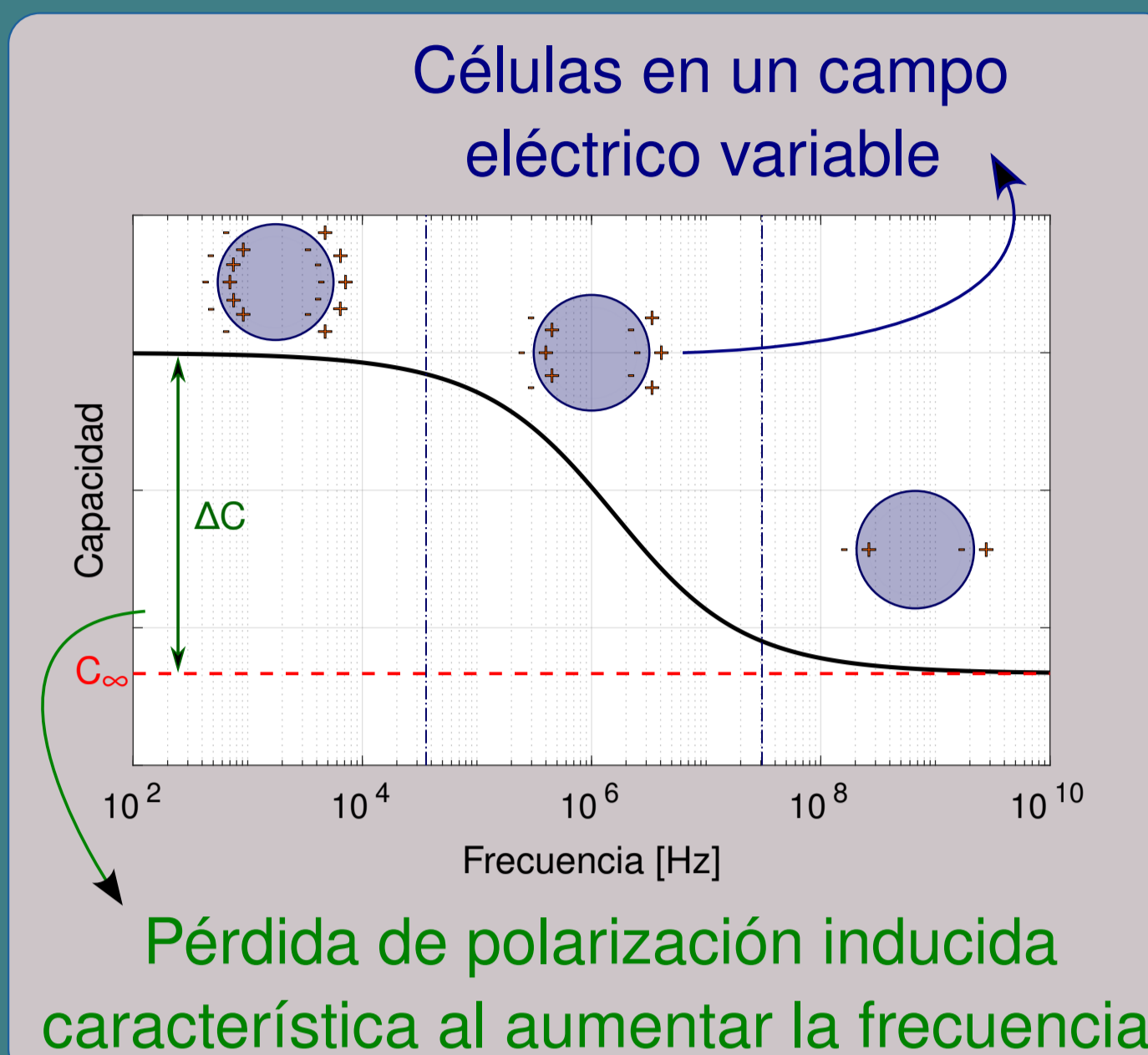


Se validó un software extractor de matrices de capacitancia para superficies 3D, con vistas a ser empleado en el desarrollo de un sensor de bioimpedancia de acoplamiento capacitivo.

INTRODUCCIÓN

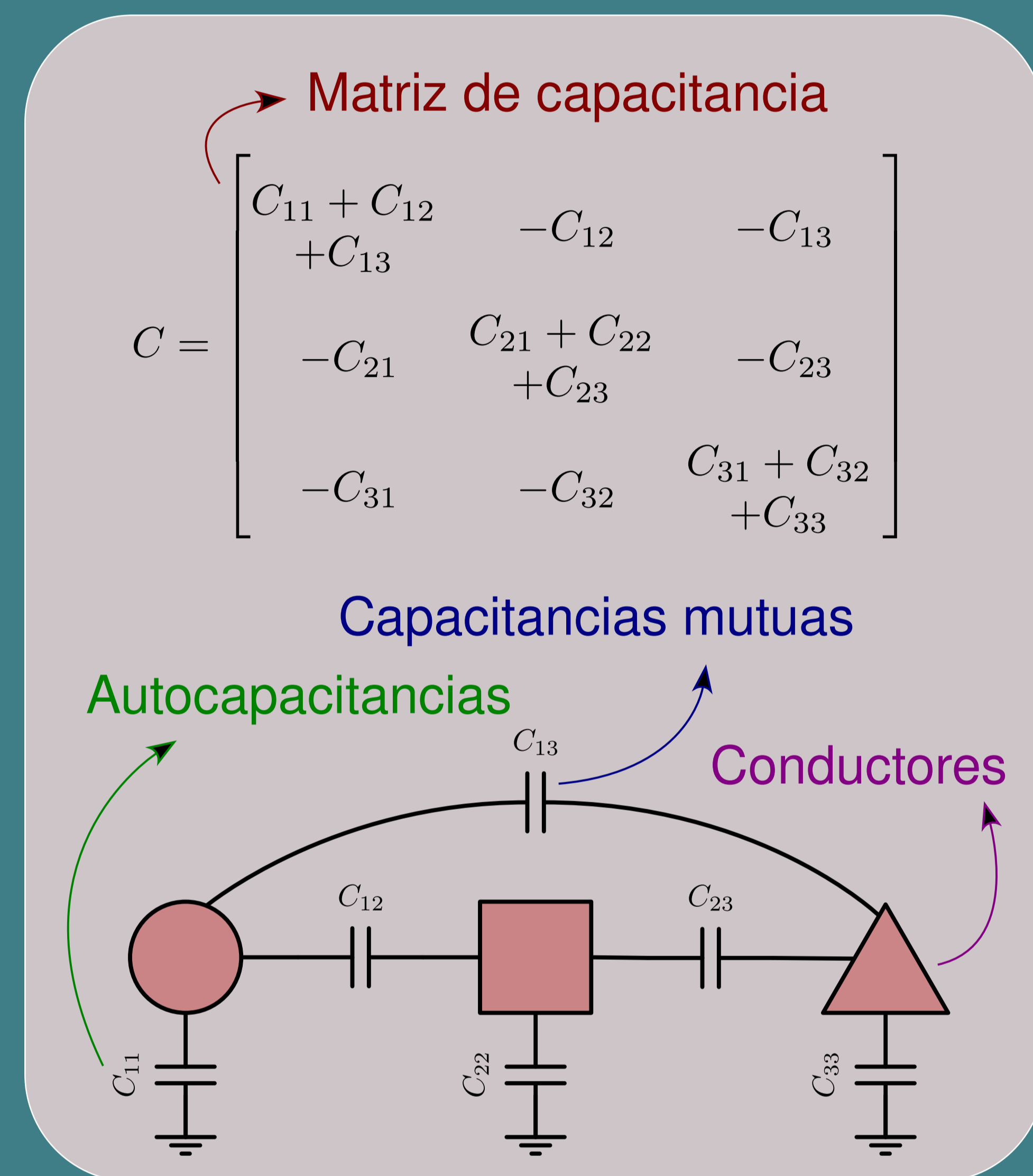
- En la industria de bioprocesos, la **concentración de microorganismos** es una variable relevante.
- Por medio de la **espectroscopía dieléctrica** puede estimarse la concentración de microorganismos en un biorreactor.
- Comúnmente se emplean técnicas de medición con **cuatro electrodos**: dos que polarizan la solución, y dos que miden la bioimpedancia.
- Para evitar cuestiones de contaminación del proceso y requisitos de robustez y estabilidad de sondas, se busca realizar la medición por fuera del biorreactor, empleando un **acople capacitivo**.



- Las capacidades de acople resultan comparables a las de entrada de los amplificadores y parásitas con el entorno. Esto obliga a un **cuidadoso diseño** del front-end analógico del instrumento y al empleo de blindajes y electrodos de guarda.
- **FasterCap** permite resolver eficientemente modelos de las capacidades necesitadas.

FASTERCAP

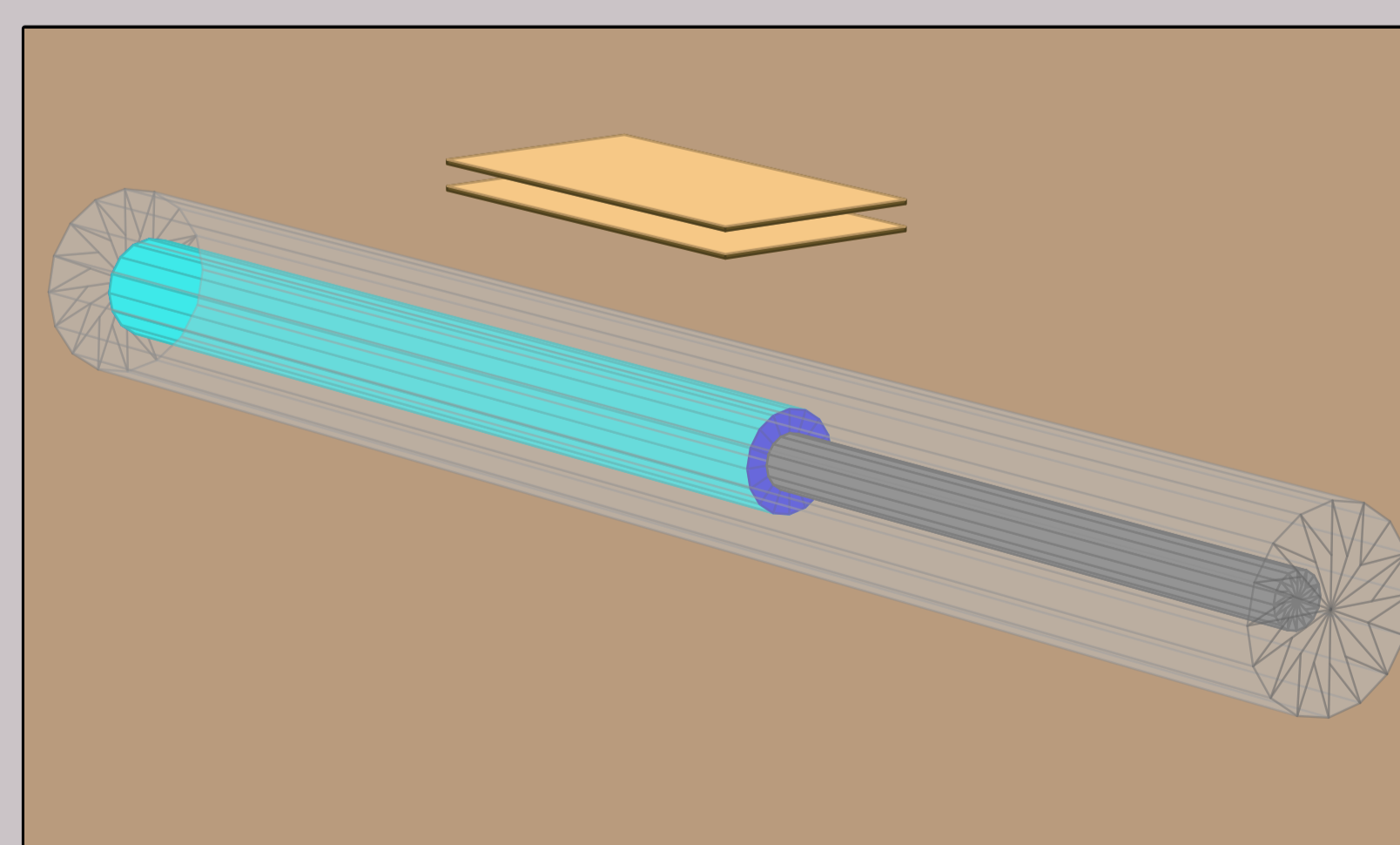
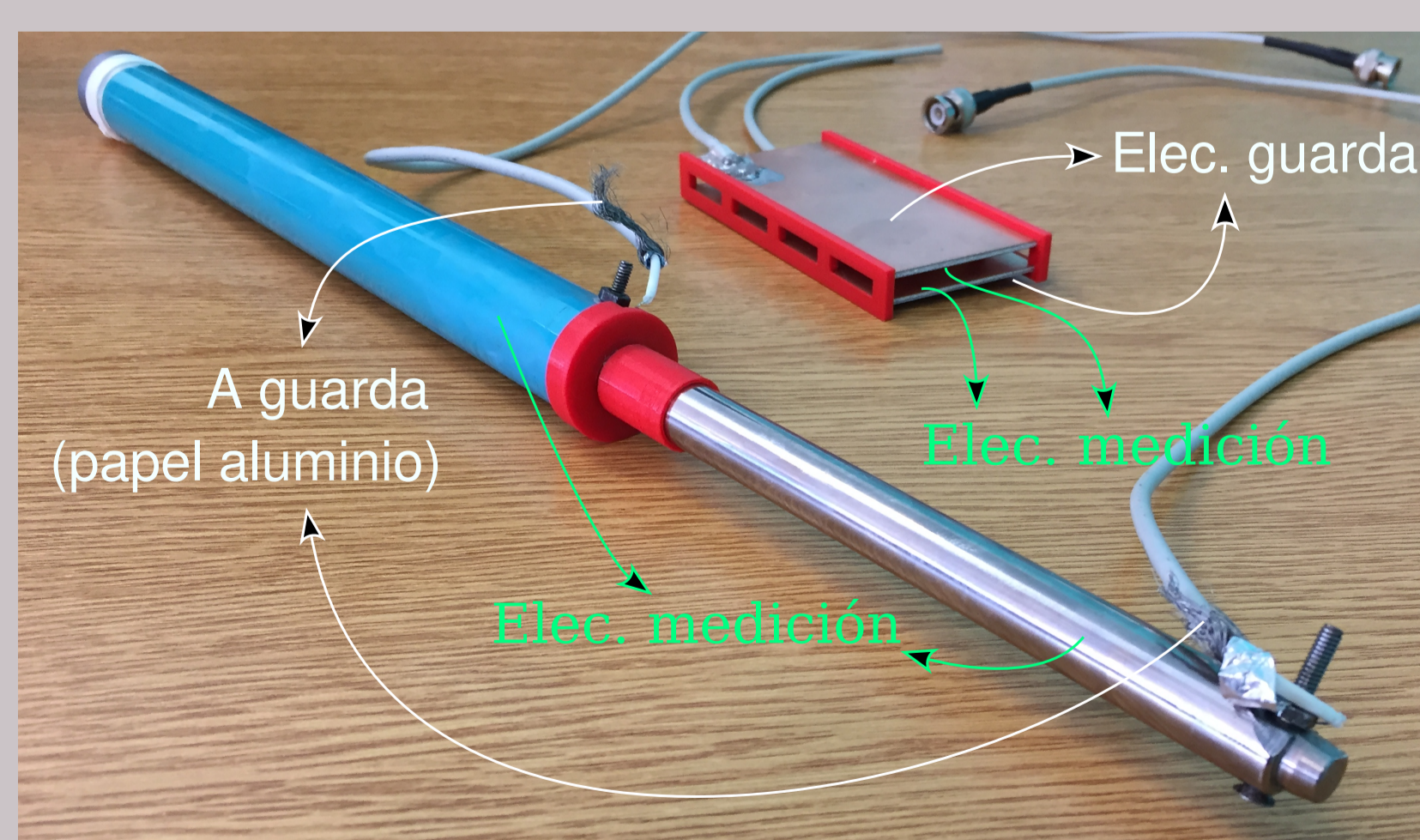
- Permite computar **matrices de capacitancia**.
- Trabaja con **superficies 3D**.
- Puede modelar **múltiples capas dieléctricas**.
- Es un software de **código abierto**.
- Resuelve a **costo computacional N*M**, en vez de N³ mediante métodos tradicionales (N cantidad de paneles, M capas dieléctricas).
- Admite el empleo de **dieléctricos con pérdidas**.



PARTE EXPERIMENTAL

Para **validar** los resultados de FasterCap, se llevó a cabo un **experimento**:

- Se **construyeron dos capacitores** de geometrías sencillas y dieléctrico variable, tanto físicamente como en formato CAD.
 - Uno de superficies cilíndricas concéntricas (CSC), y otro de placas paralelas (CPP), ambos con dos electrodos de medición y uno de guarda.
- Se **midieron con un LCR** las capacidades y resistividades de ambos capacitores, empleando aire y agua bidestilada como dieléctricos.
- Se extrajeron las **matrices de capacitancia** para los capacitores en CAD mediante FasterCap, también variando los dieléctricos.
- Se **computaron analíticamente** las capacidades para los modelos ideales, despreciando gradientes de concentración de cargas.
- Se **compararon los resultados** experimentales, de simulación y analíticos, calculando los errores porcentuales en base a los de FasterCap.



$$C_{PP} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C_{SC} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{2\pi L}{\ln(r_{ext}/r_{int})}$$

RESULTADOS

- Se muestran en la **tabla** las capacidades obtenidas.

	Sim.	Anal. - Error _{sim.}	Exp. - Error _{sim.}
CPP _{agua}	716 pF	708,32 pF - 1,1%	674 pF - 5,9%
CPP _{aire}	8,97 pF	8,85 pF - 1,3%	8,84 pF - 1,4%
CSC _{agua}	1,92 nF	1,91 nF - 0,5%	1,76 nF - 8,3%
CSC _{aire}	24,37 pF	23,93 pF - 1,8%	24,7 pF - 1,4%

CONCLUSIONES

- Pudo **validarse** el software FasterCap como herramienta de cómputo de capacitancias entre electrodos de medición con guarda. La poca variación entre resultados avala esto.
- Se ganó una **valorable experiencia** en el conocimiento del algoritmo del programa, sus parámetros y la forma de utilizarlo. A futuro esto auxiliará al diseño de geometrías y configuraciones de electrodos para sensores de biomasa con acoples capacitivos.