

# Estudio y caracterización de un láser de neodimio en una cavidad resonante

Facundo Otero Zappa, Marco Hassan & Matías Silva (Grupo 6)



universidad de buenos aires - exactas  
departamento de Física

Laboratorio 5, 2°C. 2023 | Jue. de 8:00 a 14:00 hs.

# Índice

- 1 Introducción
  - Motivación
  - Interacciones materia-luz
  - Funcionamiento del láser
  - Objetivos
- 2 Láser de bombeo
  - Desarrollo experimental
  - Resultados obtenidos
- 3 Cavidad láser
  - Desarrollo experimental
  - Resultados obtenidos
- 4 Perfil de intensidad del láser
  - Desarrollo experimental
  - Resultados obtenidos
- 5 Conclusiones
  - Recomendaciones

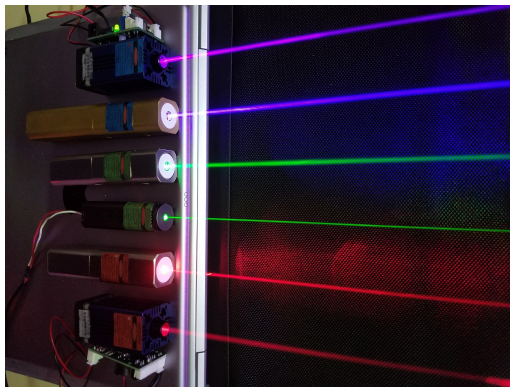
# Motivación

## ¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

## Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia (espacial o temporal).



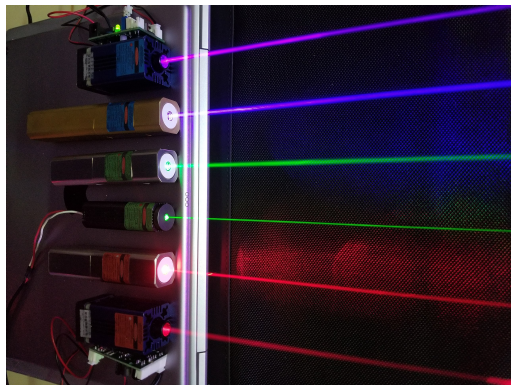
# Motivación

## ¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

## Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia (espacial o temporal).



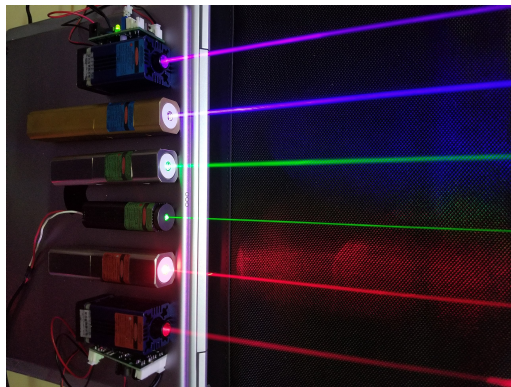
# Motivación

## ¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

## Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia (espacial o temporal).



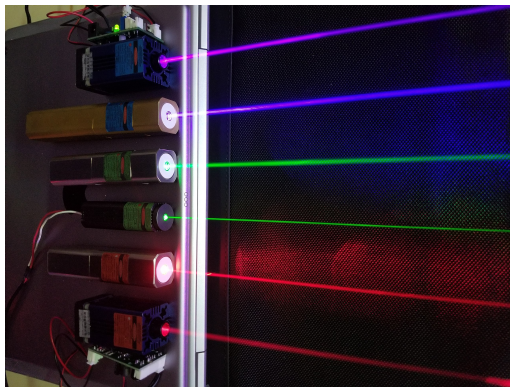
# Motivación

## ¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

## Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia (espacial o temporal).



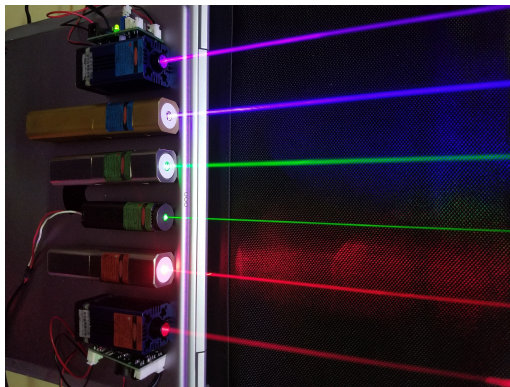
# Motivación

## ¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

## Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia (espacial o temporal).



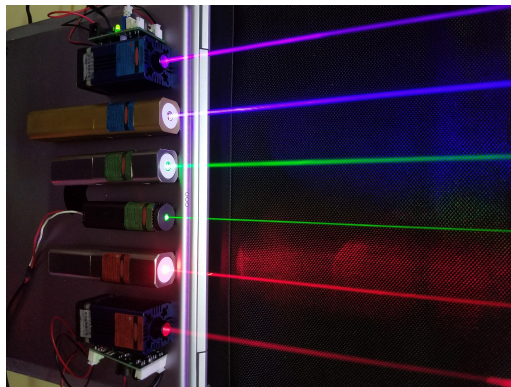
# Motivación

## ¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

## Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia (espacial o temporal).





# Motivación

## Aplicaciones:

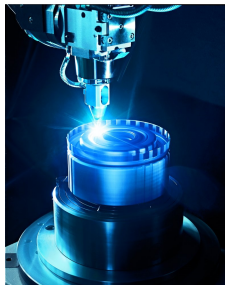
- **Industria:**  
corte, soldadura,  
impresoras, fabricación  
de chips, lectores  
de código de barras.
- **Medicina:**  
cirugía, tratamientos  
dermatológicos,  
instrumentos de  
secuenciación de ADN.
- **Telecomunicaciones:**  
fibra óptica,  
comunicación óptica.



# Motivación

## Aplicaciones:

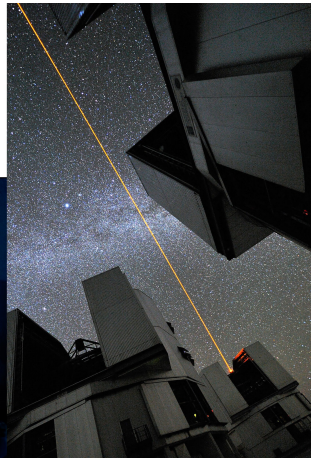
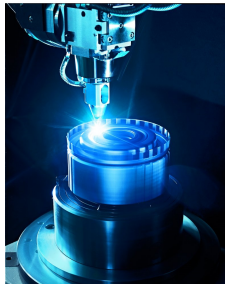
- **Industria:**  
corte, soldadura,  
impresoras, fabricación  
de chips, lectores  
de código de barras.
- **Medicina:**  
cirugía, tratamientos  
dermatológicos,  
instrumentos de  
secuenciación de ADN.
- **Telecomunicaciones:**  
fibra óptica,  
comunicación óptica.



# Motivación

## Aplicaciones:

- **Industria:**  
corte, soldadura,  
impresoras, fabricación  
de chips, lectores  
de código de barras.
- **Medicina:**  
cirugía, tratamientos  
dermatológicos,  
instrumentos de  
secuenciación de ADN.
- **Telecomunicaciones:**  
fibra óptica,  
comunicación óptica.



# Motivación

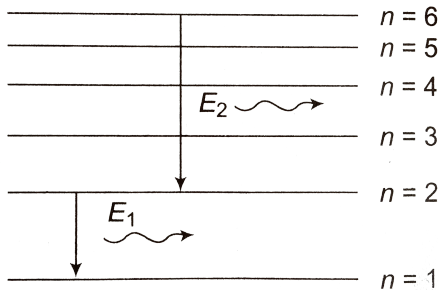
## Aplicaciones:

- **Industria:**  
corte, soldadura,  
impresoras, fabricación  
de chips, lectores  
de código de barras.
- **Medicina:**  
cirugía, tratamientos  
dermatológicos,  
instrumentos de  
secuenciación de ADN.
- **Telecomunicaciones:**  
fibra óptica,  
comunicación óptica.



# Introducción

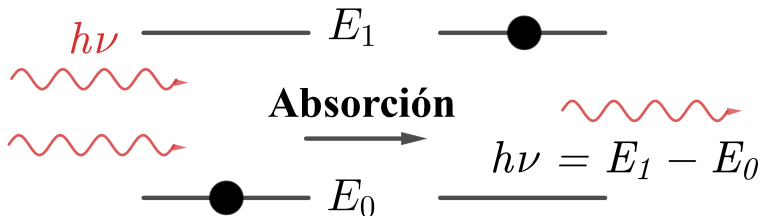
## Interacciones materia-luz:



Los átomos, moléculas o iones ocupan niveles de energía discretizados.

# Introducción

## Absorción inducida:

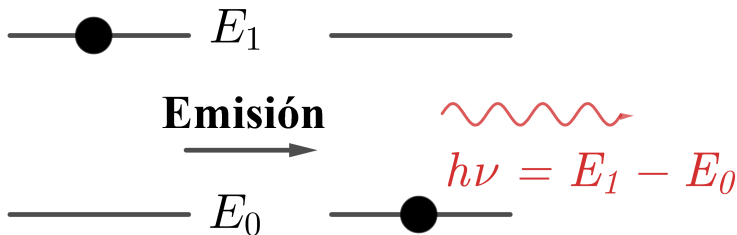


Un fotón con energía  $h\nu$  es absorbido, excitando un átomo del material.

# Introducción

## Emisión espontánea:

Se produce sin interacción con la luz.

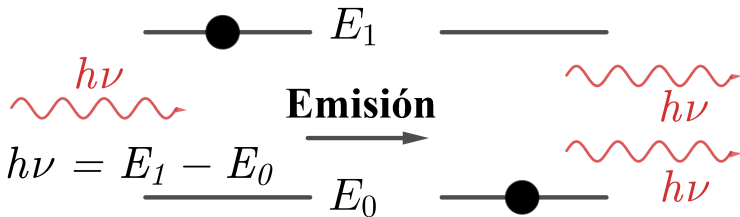


Emite un fotón de energía  $h\nu$  con dirección y polarización aleatorias.

# Introducción

## Emisión inducida:

El fotón con energía  $h\nu$  induce a que un átomo excitado decaiga emitiendo otro fotón.



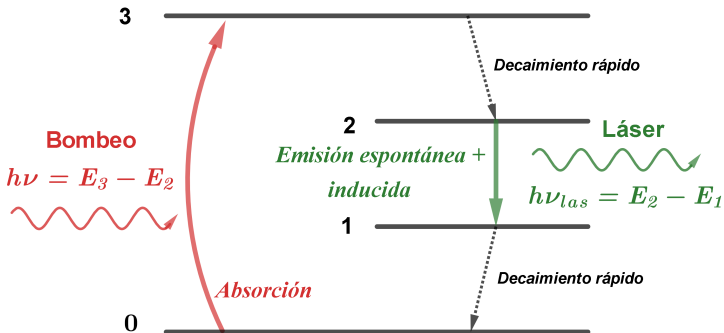
Los fotones tienen la misma polarización, fase y dirección.



# Introducción

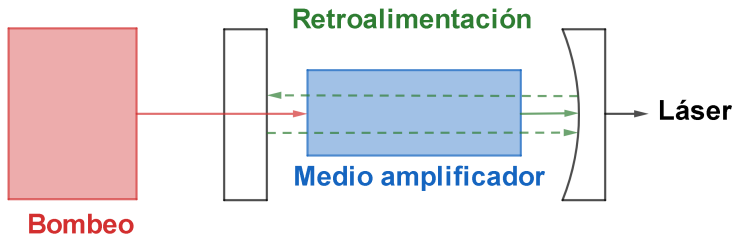
## Idea del láser:

Aprovechar los mecanismos de absorción, emisión espontánea y estimulada.



# Introducción

## Componentes básicos:



Existe una relación entre la potencia del láser y la potencia de bombeo:

$$P_{\text{lás.}} = \eta(P_{\text{bom.}} - P_{\text{umb.}})$$

# Introducción

## Objetivos:

- Armar una cavidad estable para lograr la emisión láser.
- Caracterizar la potencia del láser obtenido con respecto al bombeo.
- Analizar el perfil transversal de intensidad de potencia del haz obtenido.

# Introducción

## Objetivos:

- Armar una cavidad estable para lograr la emisión láser.
- Caracterizar la potencia del láser obtenido con respecto al bombeo.
- Analizar el perfil transversal de intensidad de potencia del haz obtenido.

# Introducción

## Objetivos:

- Armar una cavidad estable para lograr la emisión láser.
- Caracterizar la potencia del láser obtenido con respecto al bombeo.
- Analizar el perfil transversal de intensidad de potencia del haz obtenido.

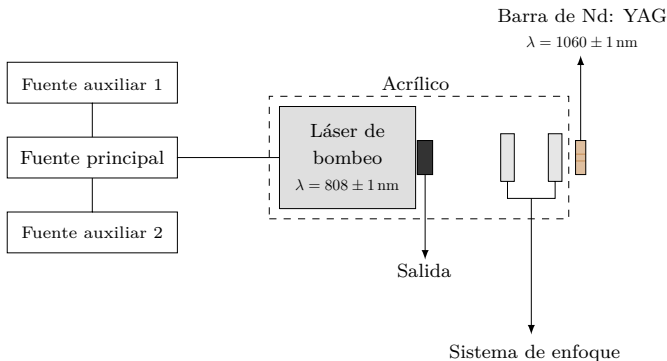
# Introducción

## Objetivos:

- Armar una cavidad estable para lograr la emisión láser.
- Caracterizar la potencia del láser obtenido con respecto al bombeo.
- Analizar el perfil transversal de intensidad de potencia del haz obtenido.

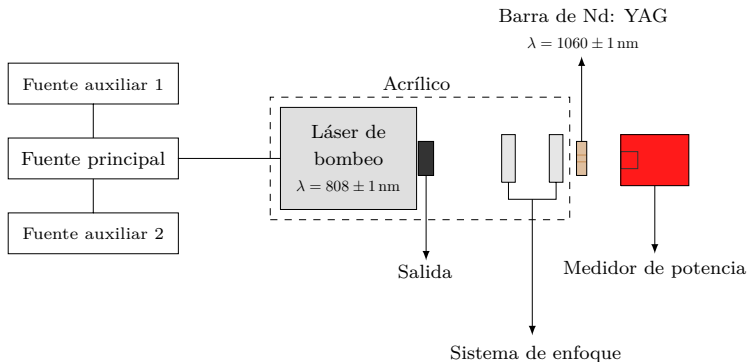
# Caracterización del láser de bombeo

## Desarrollo experimental:



# Caracterización del láser de bombeo

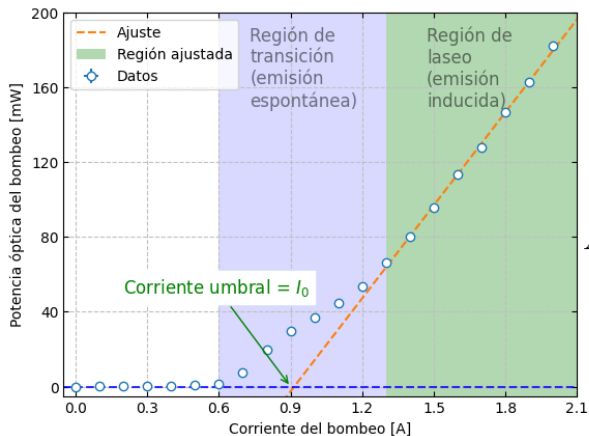
## Desarrollo experimental: medición de potencia óptica (bombeo)





# Resultados obtenidos

## Potencia óptica del mecanismo de bombeo:

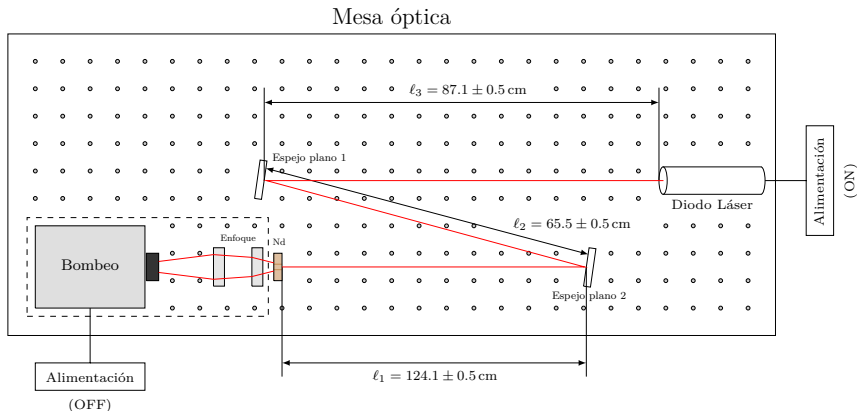


$$P_b(I) = A(I - B)$$

$$A = 166 \pm 3 \text{ mW/A}$$

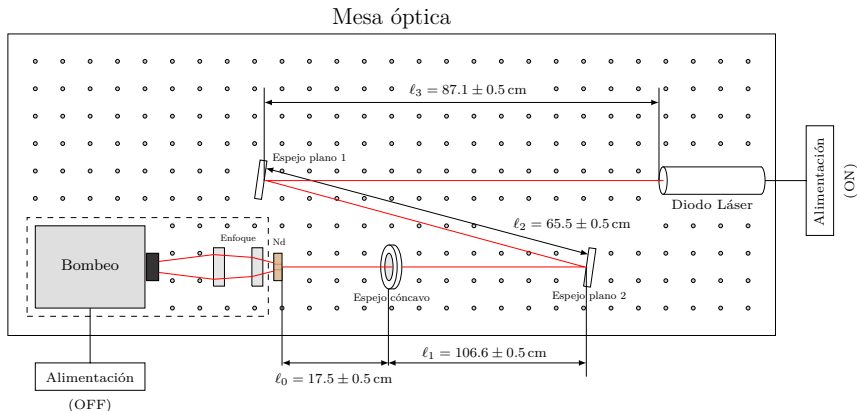
# Obtención de una cavidad semiesférica

## Desarrollo experimental: alineación de los espejos planos



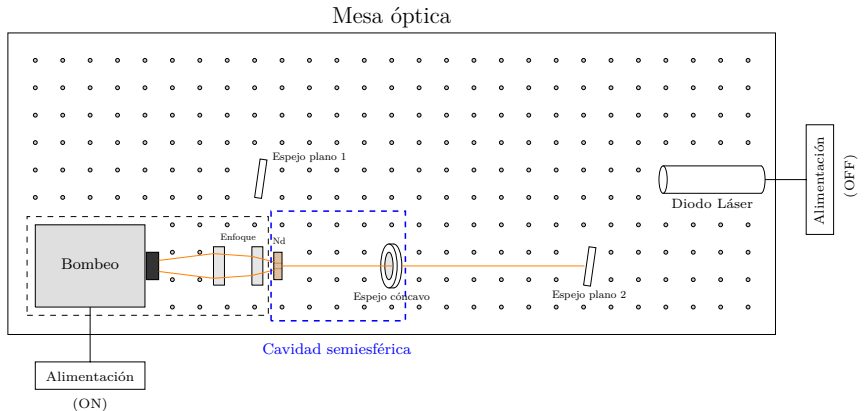
# Obtención de una cavidad semiesférica

## Desarrollo experimental: alineación de la cavidad



# Obtención de una cavidad semiesférica

## Desarrollo experimental: obtención del láser

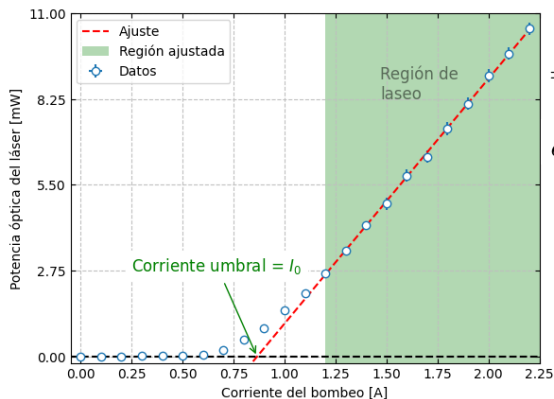


## Desarrollo experimental: medición de potencia óptica (láser)

Diagrama de un sistema de bombeo láser de Nd:YAG. El sistema incluye una alimentación (ON) que alimenta un bombeo. El bombeo emite un haz láser que pasa por un enfoque y un espejo cóncavo, formando una cavidad semiesférica. El haz luego pasa por un posionador ( $\mu\text{m}$ ) y es medido por un medidor de potencia.

# Resultados obtenidos

## Potencia óptica del láser:



$$P_l = \eta(P_b - P_u)$$

$$\Rightarrow P_l = \underbrace{\eta A I + \beta}_{\alpha}$$

$$\alpha = 7.84 \pm 0.05 \text{ mW/A}$$

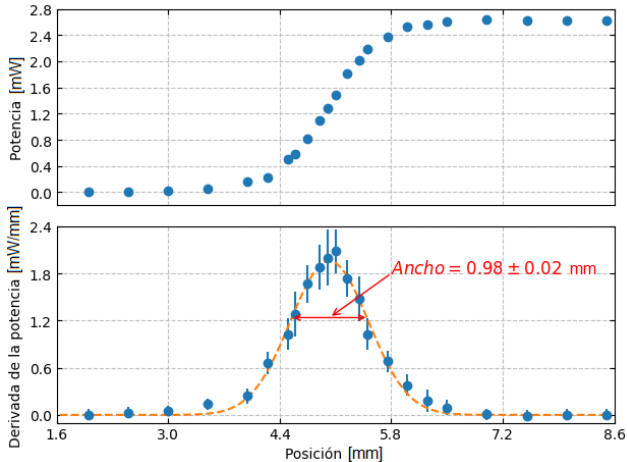
$$\Rightarrow \eta = 0.047 \pm 0.001$$

$$\boxed{\eta = 4.7 \pm 0.1 \%}$$

## Desarrollo experimental: iris y filo

# Resultados obtenidos

## Perfil transversal de intensidad de potencia (fillo):





# Conclusiones

- Caracterizamos la potencia eléctrica y óptica del láser de bombeo.
- Armamos una cavidad láser entre el Nd Yag y un espejo esférico con la cual obtuvimos un haz de luz definido y caracterizamos su potencia.
- Obtuvimos el perfil transversal de intensidad del láser cuyo patrón tenía forma de campana.

# Conclusiones

- Caracterizamos la potencia eléctrica y óptica del láser de bombeo.
- Armamos una cavidad láser entre el Nd Yag y un espejo esférico con la cual obtuvimos un haz de luz definido y caracterizamos su potencia.
- Obtuvimos el perfil transversal de intensidad del láser cuyo patrón tenía forma de campana.

# Conclusiones

- Caracterizamos la potencia eléctrica y óptica del láser de bombeo.
- Armamos una cavidad láser entre el Nd Yag y un espejo esférico con la cual obtuvimos un haz de luz definido y caracterizamos su potencia.
- Obtuvimos el perfil transversal de intensidad del láser cuyo patrón tenía forma de campana.

# Conclusiones

- Caracterizamos la potencia eléctrica y óptica del láser de bombeo.
- Armamos una cavidad láser entre el Nd Yag y un espejo esférico con la cual obtuvimos un haz de luz definido y caracterizamos su potencia.
- Obtuvimos el perfil transversal de intensidad del láser cuyo patrón tenía forma de campana.

Fin

¿Preguntas?

# Recomendaciones

- Empezar con la cavidad semiesférica.
- Reducir lo máximo posible la luz de fuentes externas al utilizar el medidor de potencia (aislar o cubrir el láser). Esto incluye la luz proveniente directamente del bombeo, sin lasear.
- Armado de una cavidad en “V” y estudio del espectro de emisión de la radiación (no llegamos).

# Recomendaciones

- Empezar con la cavidad semiesférica.
- Reducir lo máximo posible la luz de fuentes externas al utilizar el medidor de potencia (aislar o cubrir el láser). Esto incluye la luz proveniente directamente del bombeo, sin lasear.
- Armado de una cavidad en “V” y estudio del espectro de emisión de la radiación (no llegamos).

# Recomendaciones

- Empezar con la cavidad semiesférica.
- Reducir lo máximo posible la luz de fuentes externas al utilizar el medidor de potencia (aislar o cubrir el láser). Esto incluye la luz proveniente directamente del bombeo, sin lasear.
- Armado de una cavidad en “V” y estudio del espectro de emisión de la radiación (no llegamos).

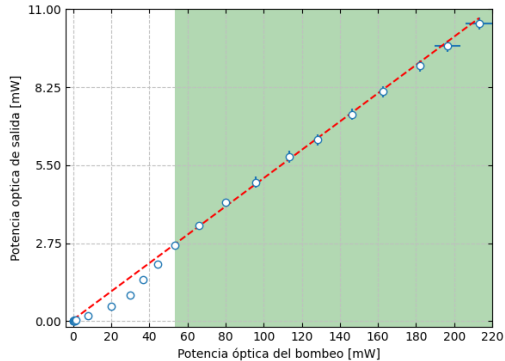


# Recomendaciones

- Empezar con la cavidad semiesférica.
- Reducir lo máximo posible la luz de fuentes externas al utilizar el medidor de potencia (aislar o cubrir el láser). Esto incluye la luz proveniente directamente del bombeo, sin lasear.
- Armado de una cavidad en “V” y estudio del espectro de emisión de la radiación (no llegamos).

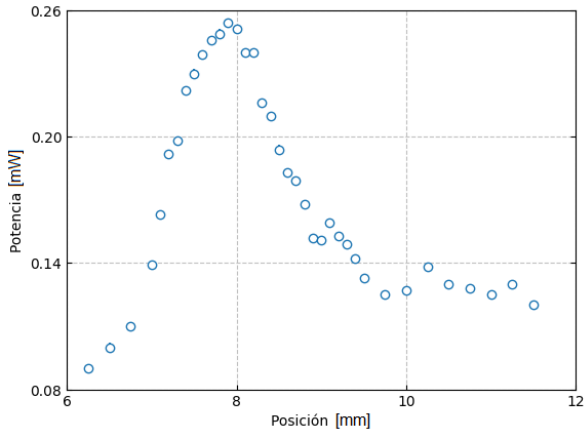
# Apéndice

## Potencia de salida en función de potencia de bombeo:



# Apéndice

## Perfil de intensidad de potencia con diafragma:



### Tipos de cavidades estables:



Condición de estabilidad de la cavidad para dos espejos:

$$0 \leq g_1 \cdot g_2 \leq 1, \text{ con } g_i = 1 - \frac{L}{R_i}$$

# Apéndice

## Modos transversales:

