



PRINCIPIOS GENERALES DEL LÁSER EN DERMATOLOGÍA

J. Pablo Velasco Amador

Introducción

LÁSER: “Amplificación de la luz por emisión
estimulada de radiación”

L-ight

A-mplification

S-timulated

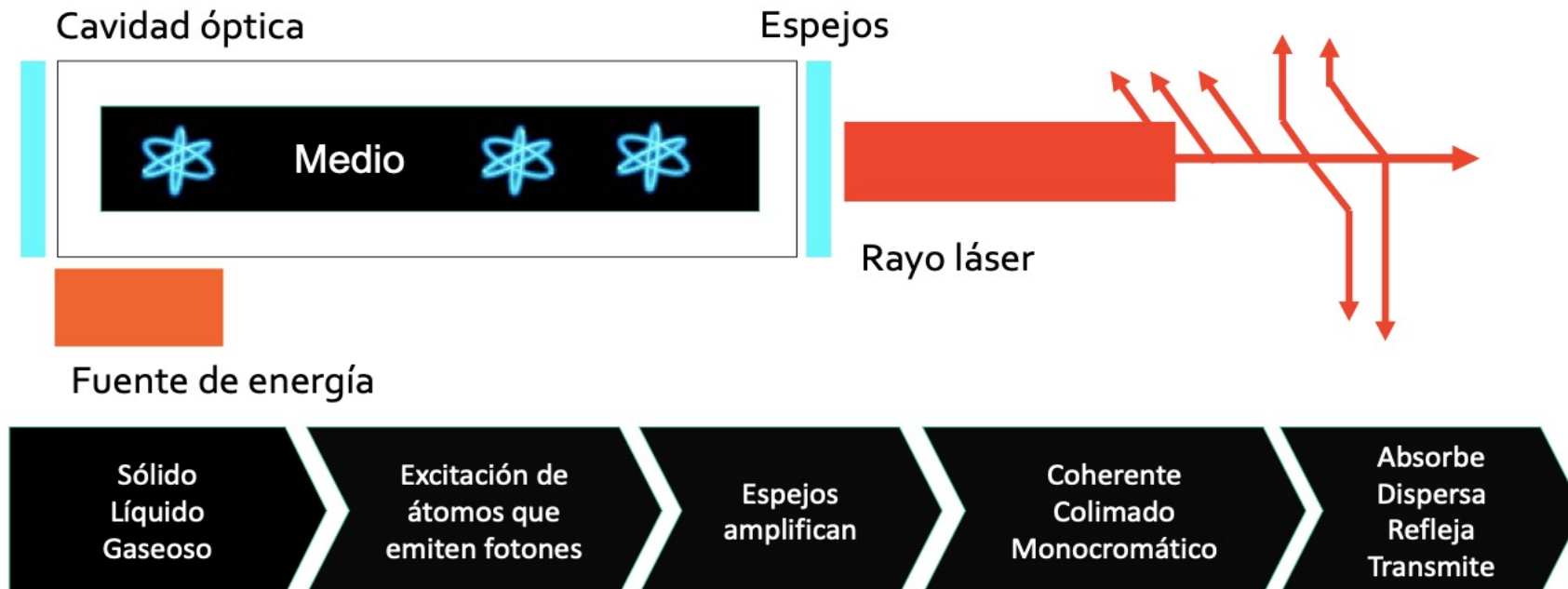
E-mission

R-adiation



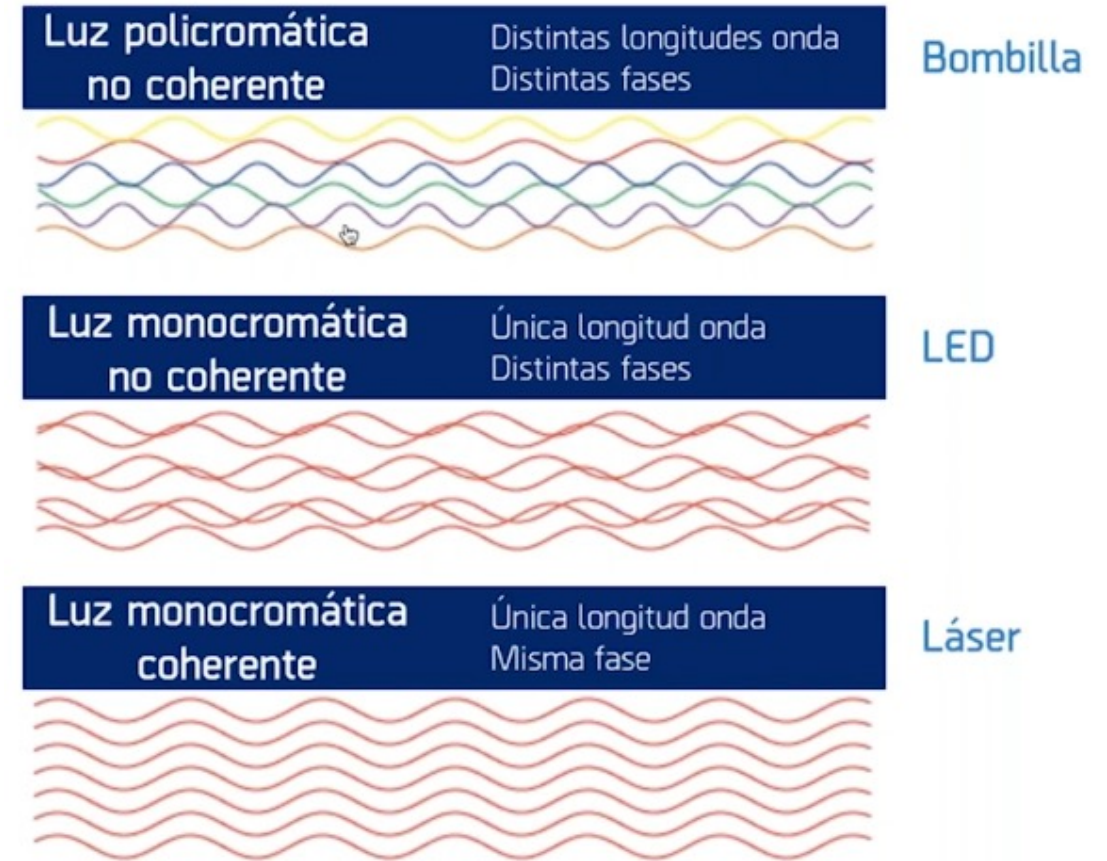
Componentes láser

- **Medio sólido, líquido o gaseoso** dentro de una cavidad limitada por dos espejos paralelos, **uno de ellos semitransparente**
- Los átomos de ese medio son excitados y se elevan a un nivel de energía que **no es estable**
- Para volver a su estado, **liberan energía en forma de fotones**
- Parte de esa luz sale a través del espejo semitransparente **en forma de pulsos o de forma continua**



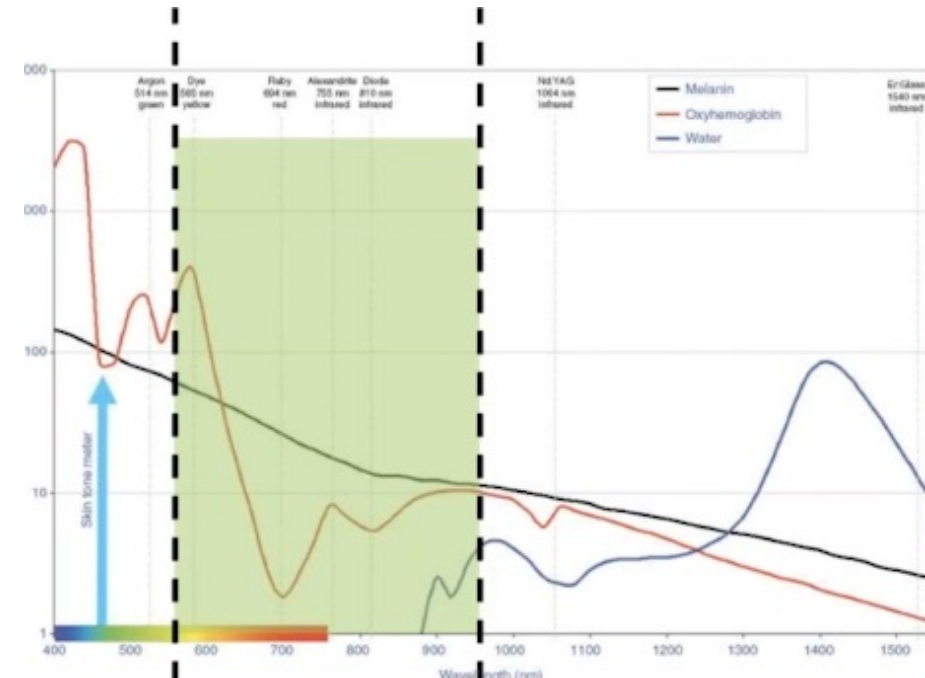
Características láser

- **Coherencia:** misma fase
- **Monocromática:** única dirección y longitud de onda (¡¡¡determina diana!!!)
- **Colimada:** focalizada. No se dispersa
- **Intensidad:** alta energía (¡¡¡efecto biológico!!!)



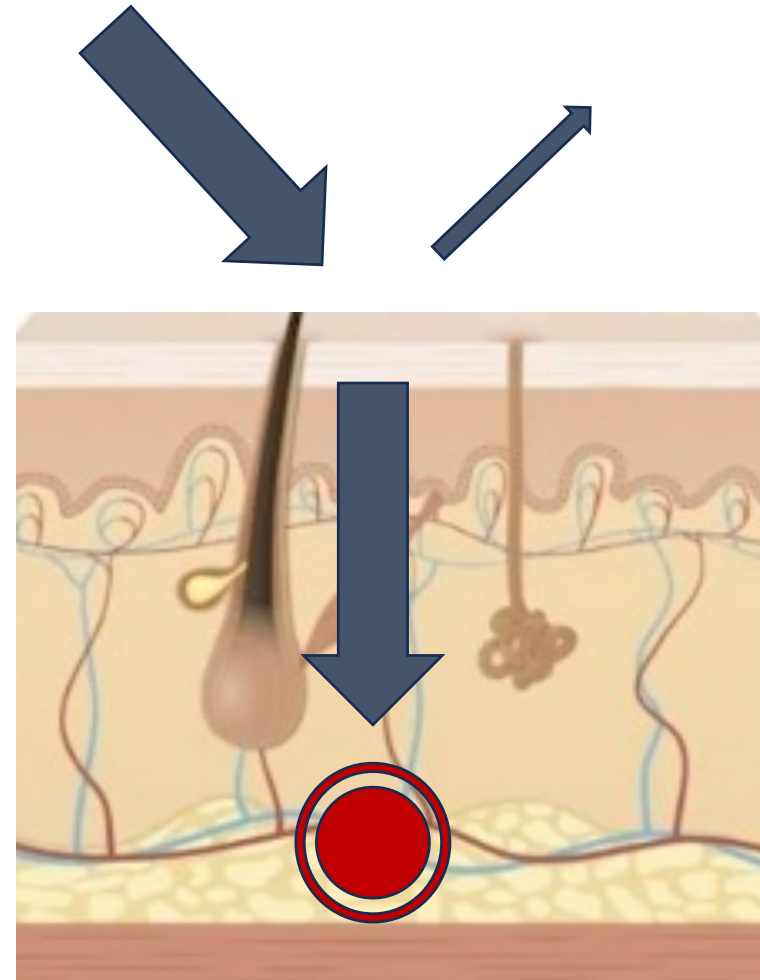
¿Qué es la luz pulsada?

- Lámpara emite **amplio espectro** de longitudes de onda (**500-1200 nm**)
- Luz no coherente y policromática: ¡puede actuar en varias dianas y profundidades!
- > Versatilidad
- **Filtros** para especificidad de diana
- Pierde intensidad con la **distancia**, láseres no



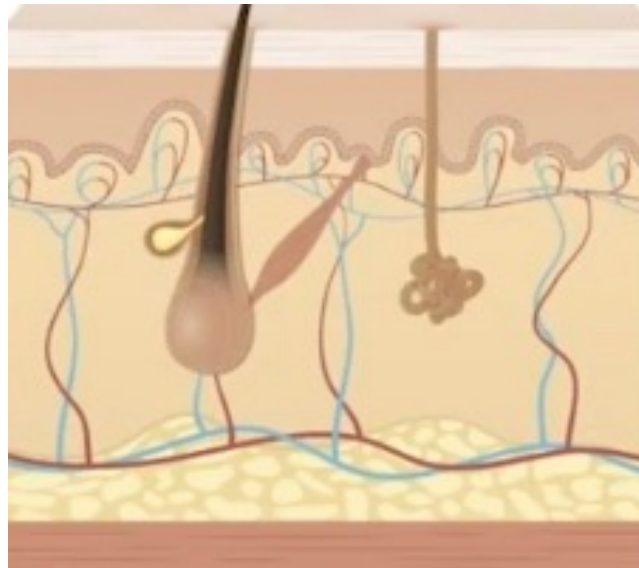
Interacción luz-tejido:

- **REFLEXIÓN**
- **REFRACCIÓN**
- **ABSORCIÓN**
- **DISPERSIÓN**
- **TRANSMISIÓN**



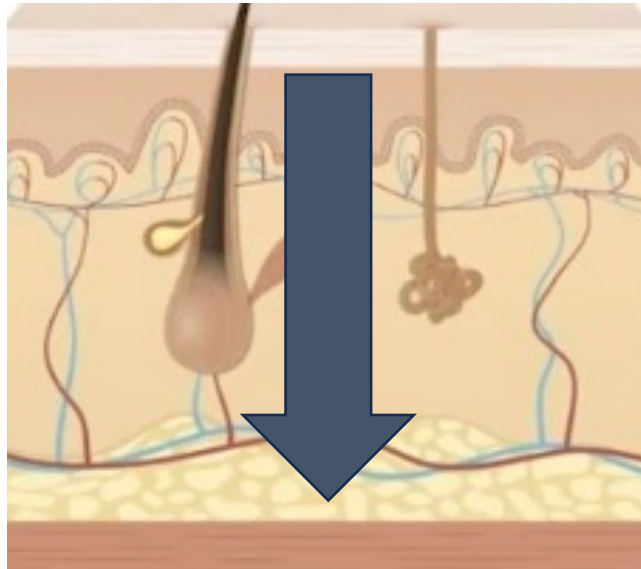
Interacción luz-tejido: REFLEXIÓN

Según rugosidad, sebo, longitud de onda



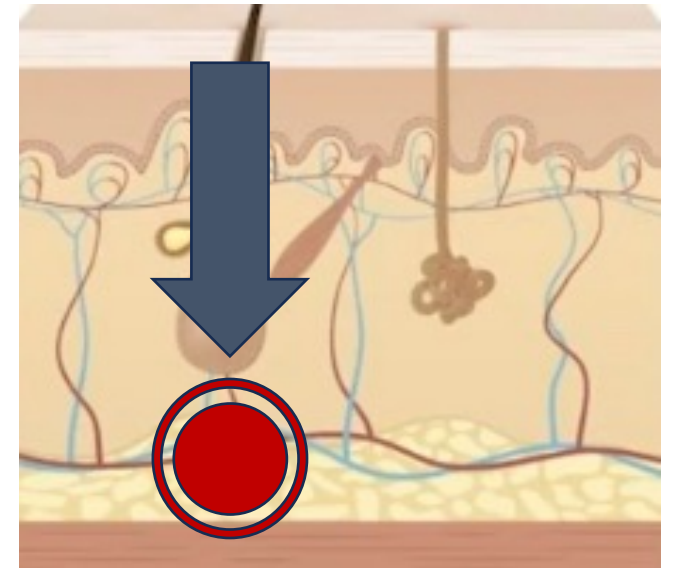
Interacción luz-tejido: REFRACCIÓN

Medios de distintas densidades



Interacción luz-tejido: **ABSORCIÓN**

- Captación de la energía por el medio
- La energía se transfiere en **forma de calor**
- Cromóforos habituales: **oxiHb, melanina y agua**
- Base de la **FOTOTERMÓLISIS SELECTIVA**



Fototermólisis selectiva

Aplicar una luz en una **diana específica** durante el **tiempo necesario** y con una **energía suficiente** para destruirla con el calor **sin dañar las estructuras adyacentes**

Fototermólisis selectiva

1. LONGITUD DE ONDA

2. DURACIÓN DE PULSO

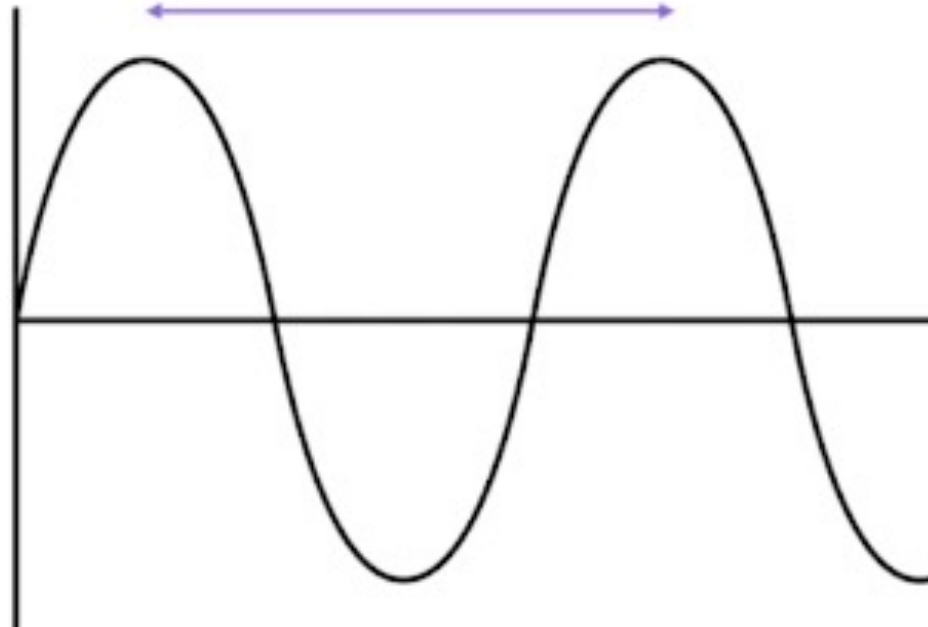
Aplicar una luz en una **diana específica** durante el **tiempo necesario** y con una **energía suficiente** para destruirla con el calor **sin dañar las estructuras adyacentes**

3. FLUENCIA

4. TIEMPO DE RELAJACIÓN TÉRMICA
(TRT)

LONGITUD DE ONDA

Distancia que recorre una onda periódica por un medio en un ciclo: **Distancia entre dos máximos**



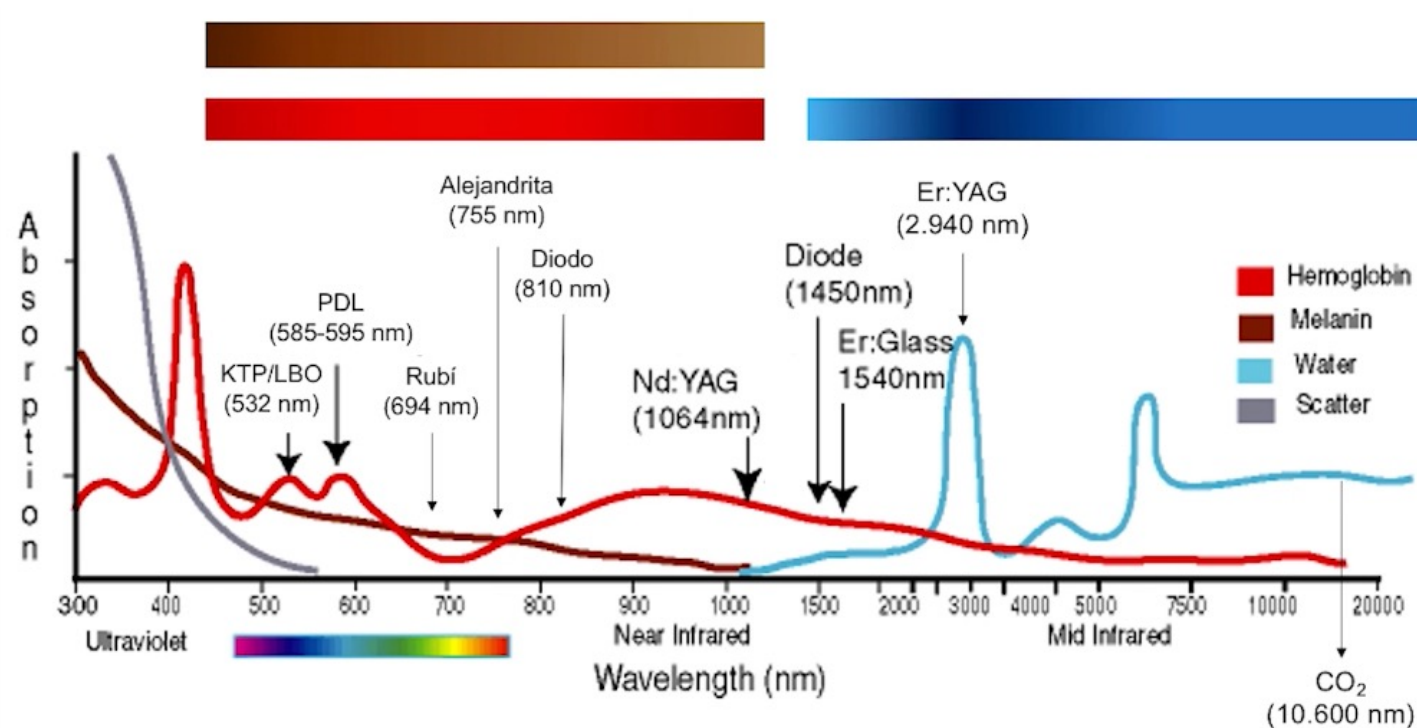
>>> longitud de onda, >>> mayor recorrido, >>> profundidad

LONGITUD DE ONDA

Cromóforos (oxihb, melanina, agua): afinidad por determinadas longitudes de onda



LA LONGITUD DE ONDA DETERMINA LA
DIANA TERAPEUTICA



LONGITUD DE ONDA

LONGITUD DE ONDA CORTA

- LESIONES SUPERFICIALES
- FOTOTIPOS CLAROS

LONGITUD DE ONDA LARGA

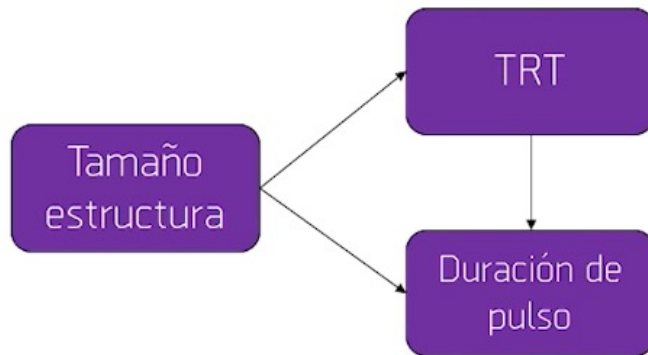
- LESIONES PROFUNDAS
- FOTOTIPOS OSCUROS



TRT Y DURACIÓN DE PULSO

Tiempo de relajación térmica: aquel necesario para que la diana **disipe** el 63% de la energía térmica incidente. **Proporcional** al **tamaño** de la estructura.

Duración de pulso (ancho de pulso): tiempo durante el cual el sistema lumínico emite energía.



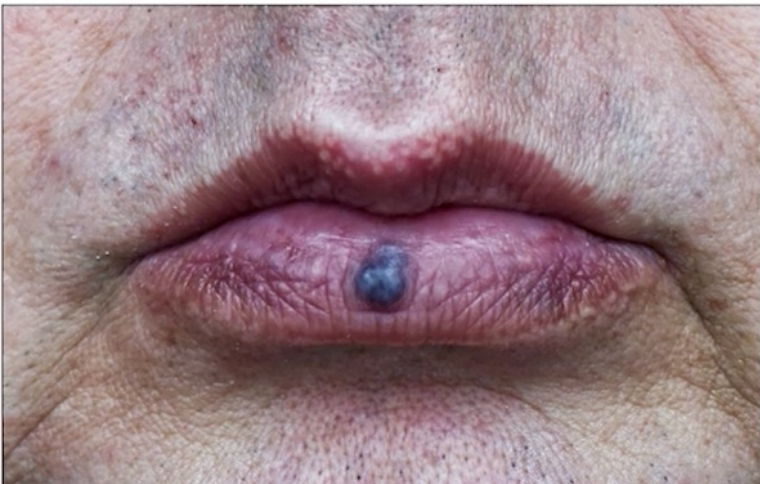
Tamaño estructura
determina duración del
pulso

*** Si duración **pulso** > **TRT**, daño **inespecífico** (difusión de calor, con daño en estructuras circundantes).

TRT Y DURACIÓN PULSO



Estructura minúscula
Picosegundos, $370 \times 10^{-12} \text{ s}$



Estructura grande
 $40 \times 10^{-3} \text{ s}$



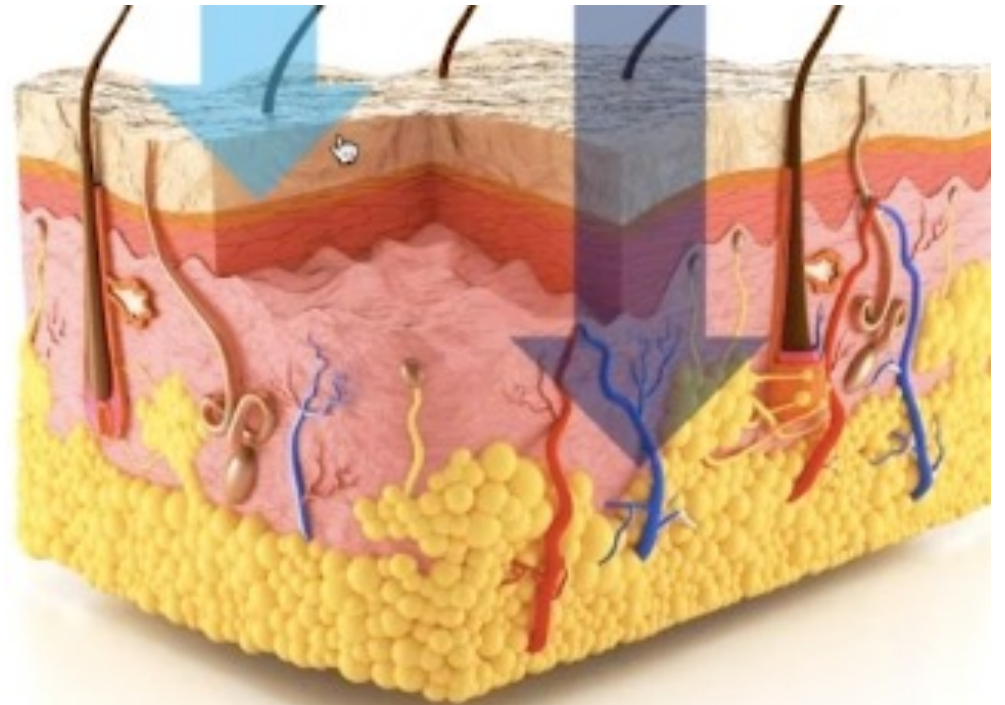
TRT Y DURACIÓN PULSO

DURACIÓN DE PULSO CORTA

- ESTRUCTURAS PEQUEÑAS
- LESIONES SUPERFICIALES
- FOTOTIPOS CLAROS

DURACIÓN DE PULSO LARGA

- ESTRUCTURAS GRANDES
- LESIONES PROFUNDAS
- FOTOTIPOS OSCUROS



FLUENCIA

DENSIDAD DE ENERGÍA: mide la intensidad del haz de luz por unidad de área (J/cm²)

Suficientemente **ALTA** para destruir la **estructura diana**, pero **INSUFICIENTE** para que el calor difunda a **estructuras circundantes**.

Siempre es RELATIVA a la duración del pulso, es decir siempre hay una relación entre duración del pulso y fluencia:

Duración de pulso	Fluencia	
3 ms	5.5 J/cm ²	OK
30 ms	5.5 J/cm ²	Muy baja
0.3 ms	5.5 J/cm ²	Muy alta

FLUENCIA

La fluencia tiene una **relación inversamente proporcional** a la cantidad de cromóforo de la estructura diana → **menos cromóforo más fluencia para obtener un beneficio terapéutico**

INTENSIDAD DE COLOR

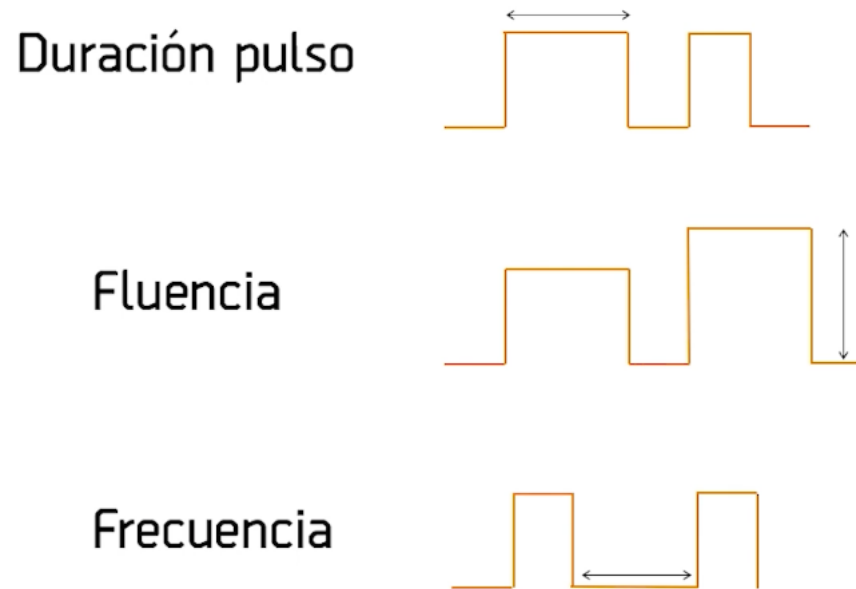
- **Mucha** → fluencia BAJA
- **Poca** → fluencia ELEVADA





FRECUENCIA DISPARO

- Ritmo al que se emiten los pulsos (nº de pulsos por segundo)
- **Menos frecuencia, más seguridad pero más lentitud.** Si más frecuencia más fácil es que se acumule energía calorífica y, por tanto, que se produzca un daño. Hz (1 pulso/s)



POTENCIA

- Cantidad de energía emitida por unidad de tiempo: $W = J/s$
- Es poco usado clínicamente, y normalmente en **láser de CO₂** para comparar equipos
- Si alargamos la duración del pulso emitiendo la misma energía por segundo estamos siendo más agresivos. Por tanto, si mantengo los Watios y bajo la duración del pulso estoy siendo más conservador



Láser de CO₂

Duración de pulso

Potencia (W = J/s)

3 ms

20W

OK

4 ms

20W

Alta

5 ms

20W

Muy alta

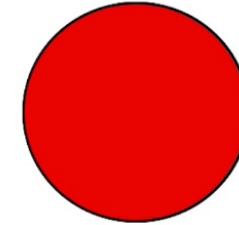


SPOT

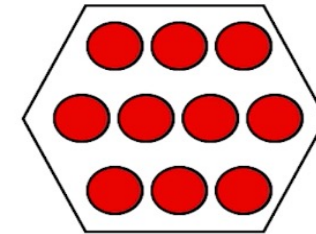
- Diámetro del haz de luz que impacta en la superficie cutánea
- **Poco diámetro penetra menos. Mayor tamaño del spot mayor penetración**

FRACCIONAMIENTO DEL SPOT:

- Dividir un único haz de luz en **varias columnas** dentro del spot.
 - La **aleatorización** sirve para que haya **más tiempo de enfriamiento** entre un disparo y otro (hay más distancia entre una columna a la siguiente). Si disparas todas las columnas de golpe eres más agresivo.
 - Láseres **fraccionados** ablativos o no ablativos
- % → densidad.** A mayor densidad, hay más columnas de superficie



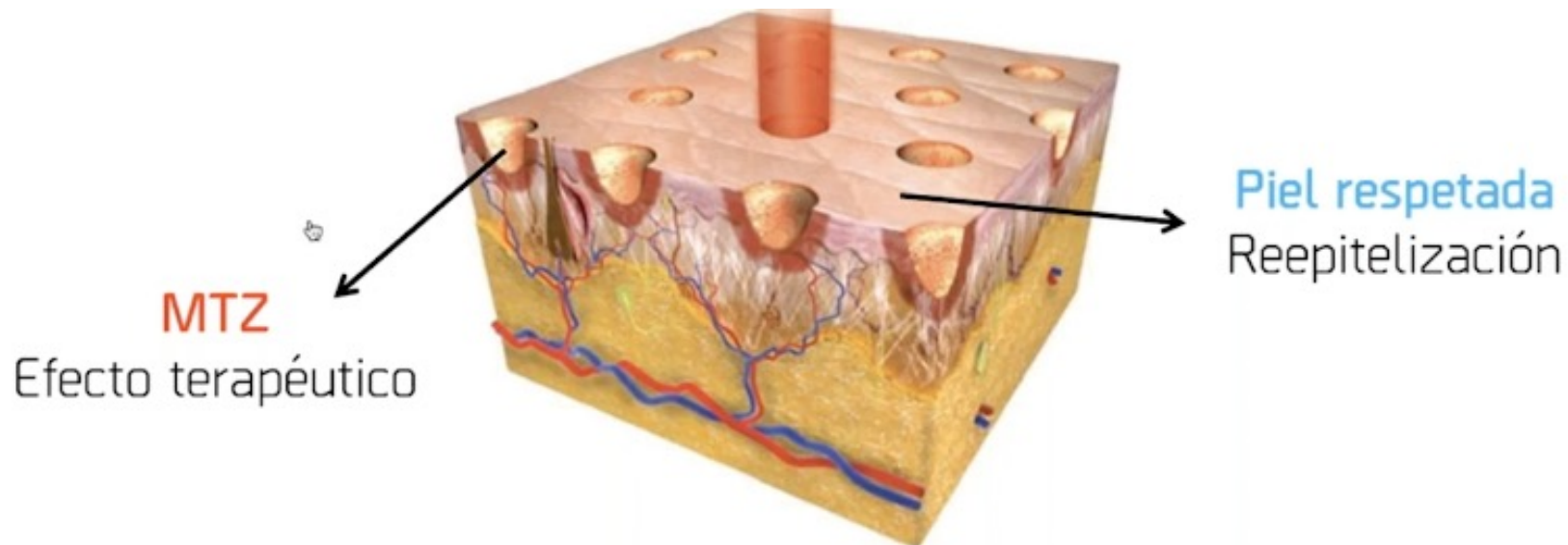
Láser ablativo clásico (no fraccionado)



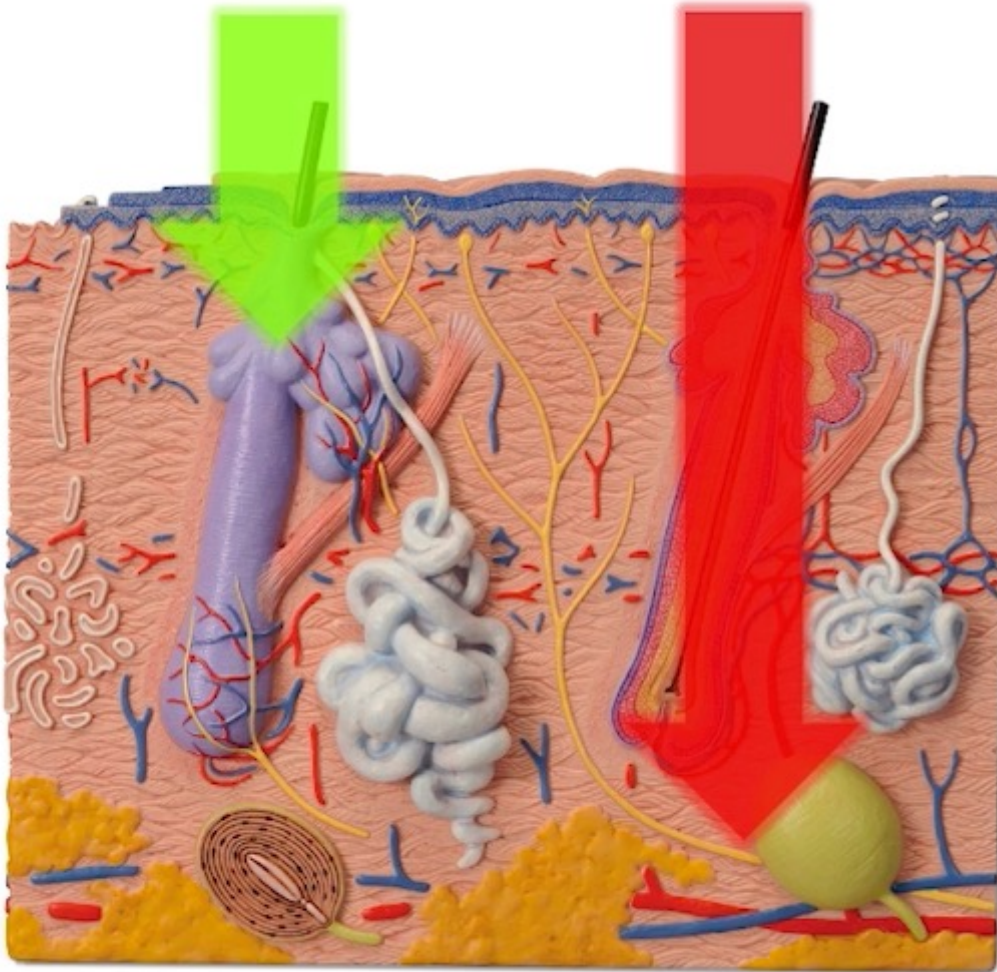
Láser ablativo fraccionado

FRACCIONAMIENTO

- **MTZ o zonas microtérmicas:** es donde incide la luz, y por tanto donde se produce el efecto terapéutico.
- **Las zonas de piel respetada** donde no ha impactado la luz, son zonas de piel sana **a partir de la cual se producirá la reepitelización del daño causado por el láser.**
- Estos láseres consiguen **reducir mucho los efectos adversos** con respecto a un láser clásico.
- A mayor densidad (%) → mayor eficacia, mayores efectos adversos, **mayor downtime**



PARÁMETROS Y PENETRACIÓN



Superficial

Longitud onda corta
Pulso corto
Baja fluencia
Spot pequeño
Fototipos claros

Profundo

Longitud onda larga
Pulso largo
Fluencia elevada
Spot grande
Fototipos oscuros

¿Qué quiero tratar?



Cromóforo



Longitud onda

¿Cómo lo quiero tratar?

Duración del pulso

Fluencia

Tamaño del spot

Repetición

Densidad



POTENCIA (W)

< 12 >

ANCHO PULSO (ms)

< 2.5 >

DENS. ENERGÍA (J/cm²)

15.3

APILAR

Repeticiones

< 1 >

REPETIR

Pausa (s)

< 1.0 >

Forma



ALTURA (mm)

< 10 >

ANCHURA (mm)

< 10 >

SEPARACIÓN (mm)

< 1.00 >

% ÁREA TRATADA

26

STBY->RDY

SCANNER ON

SPOT (micras)

190 ☒ 500

LUZ GUÍA (%)

< 100 >

TRATAMIENTOS

APAGAR

TEMPERATURA DE LA PIEL Y ENFRIAMIENTO EXTERNO

- Reducción de **efectos adversos**
- **Permite spots y fluencias mayores** con menor riesgo
- **Minimiza el dolor**

Hay distintos sistemas de enfriamientos:

- *Gel ecográfico
- *Icepacks
- *Láseres con cabezal refrigerado
- ***Zimmer**, que envía aire frío



ENDPOINT



- **Aspecto** de la diana inmediatamente **tras recibir el disparo** (o minutos)
- Dato clave para saber el **efecto conseguido**: **nada / bien / efecto adverso**
- Permite **ajustar** los parámetros según lo visto



Adara Molinero hace saltar las alarmas con unas preocupantes fotos: «Me han destrozado las piernas»

✓ Un calvario que le ha llevado al hospital

Table I. Therapeutic endpoints*

Target	Device	Endpoint
Port wine stain	PDL, KTP, Nd:YAG, and alexandrite	Purpura [†]
Hemangioma	PDL	Subtle, transient purpura
Telangiectasia, veins	PDL, KTP, Nd:YAG, and IPL	Vessel disappearance or transient vessel graying
Hair removal	Alexandrite, ruby, IPL, Nd:YAG, and diode	Perifollicular edema with or without erythema [‡]
Lentigines	Q-switched lasers (eg, alexandrite, ruby, and Nd:YAG)	Immediate whitening
Nevus of Ota	Long pulsed lasers (eg, PDL and 532-nm) or IPL	Subtle darkening; ash gray appearance (PDL)
Tattoo	Q-switched and picosecond lasers	Immediate dermal whitening
	Q-switched and picosecond lasers	Immediate dermal whitening

ENDPOINT

Endpoints dependen de:

- Cromóforo
- Fototipo
- Longitud de onda
- Duración del pulso
- Fluencia

Endpoints no deseables:

- Epidermólisis (**NIKOLSKY**), ampolla, erosión, úlceras
- Contracción de la dermis: **“Pucker sign”**. Suele dar lugar a úlcera → **cicatriz**
- Grisáceo nacarado
- Dolor intenso o prolongado

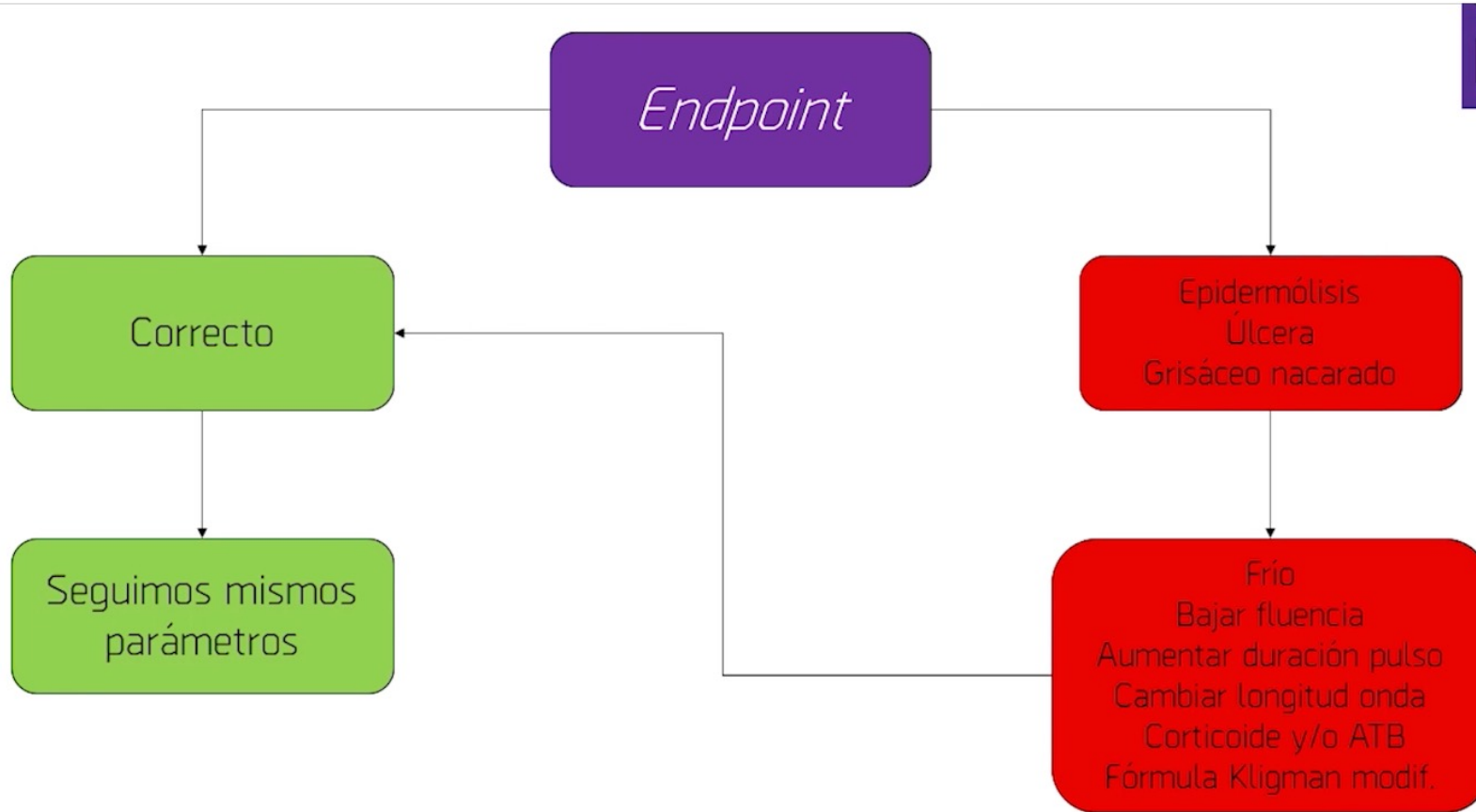


Fig 2. Superficial erosion of the lip after unintended bulk



Fig 8. “Pucker sign,” a radial pattern of superficial skin lines caused by immediate skin shrinkage. The pucker sign is illustrated by this test exposure using a defocused CO₂

ENDPOINT



Fórmula Kligman modificada:

Prednicarbato 0.1%
Hidroquinona 4-5%
Ácido kójico 4%
Ácido tranexámico 5%
Base glucídica / Beeler csp
10-20gr

TIPOS DE LÁSER

Se clasifican popularmente según su **indicación (cromóforo)** principales:

- Láseres vasculares
- Láseres para pigmento
- Láseres para depilación
- Láseres para colágeno (agua)

*****No es exacto ni veraz. PE, 1064 que es NdYAG y se clasifica como vascular también se puede depilar**

Modificando la **duración** del pulso, la **fluencia** y el tamaño del **spot**, determinadas longitudes de onda pueden tratar distintas dianas



Hemoglobina

Superficial

Telangiectasias
PWS maculares
Puntos rubí maculares

λ corta
400 - 600 nm

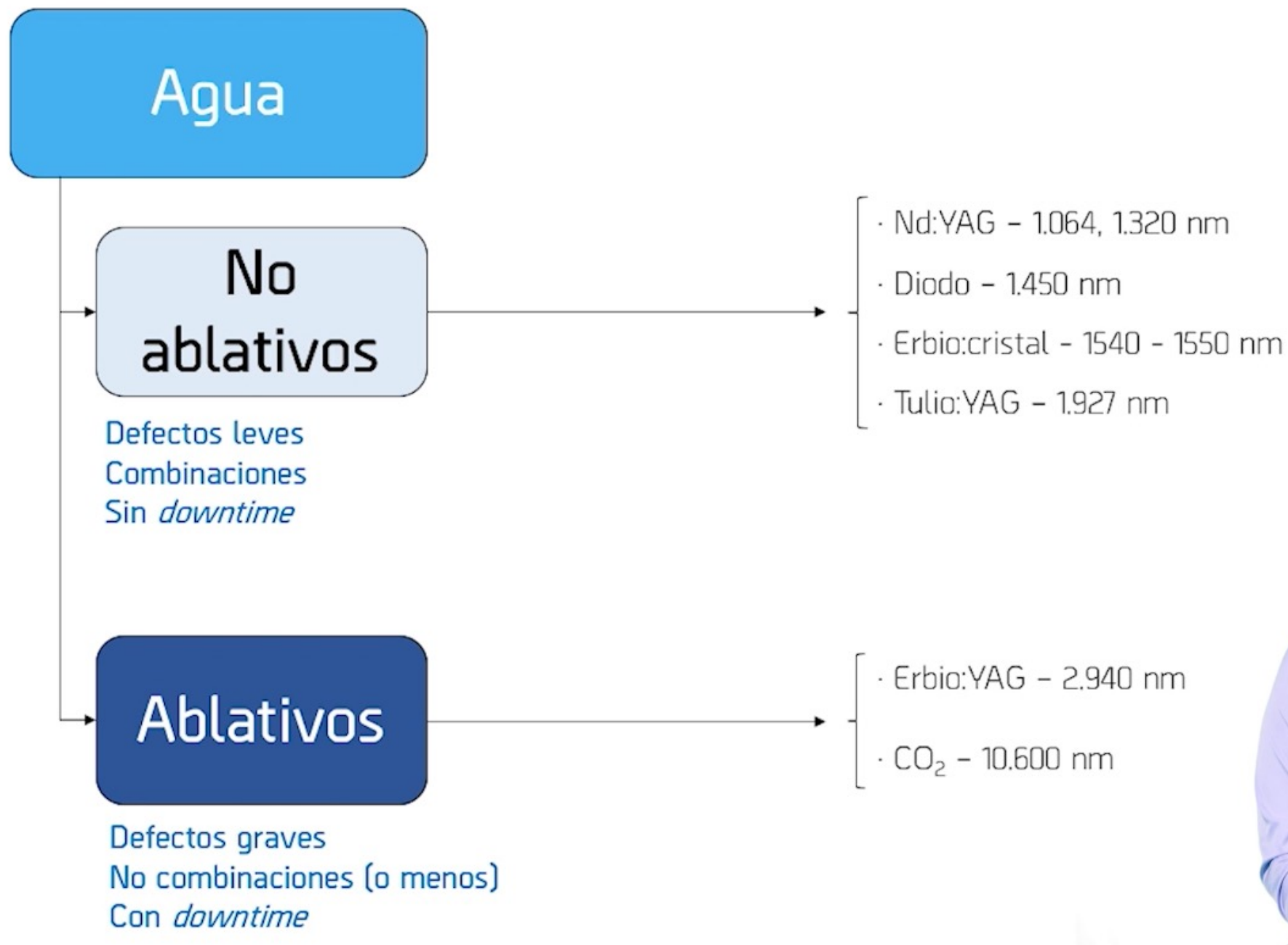
- Luz pulsada - 400 - 1.200 nm
- KTP o LBO - 532 nm
- PDL - 577 - 600 nm

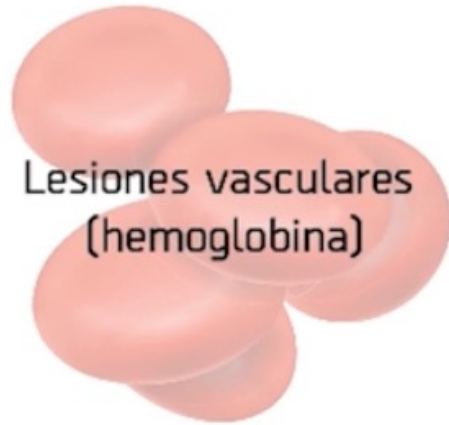
Profunda

Lagos venosos
Venas reticulares
PWS nodulares
Puntos rubí papulares

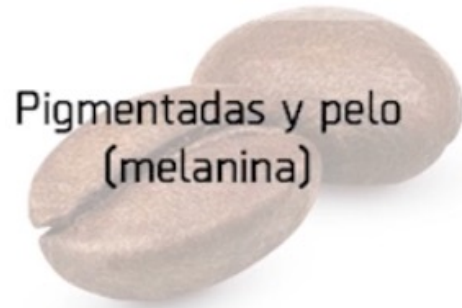
λ larga
600 - 1.100 nm

- Alejandrita - 755 nm
- Diodo - 800 nm
- Nd:YAG - 1.064 nm

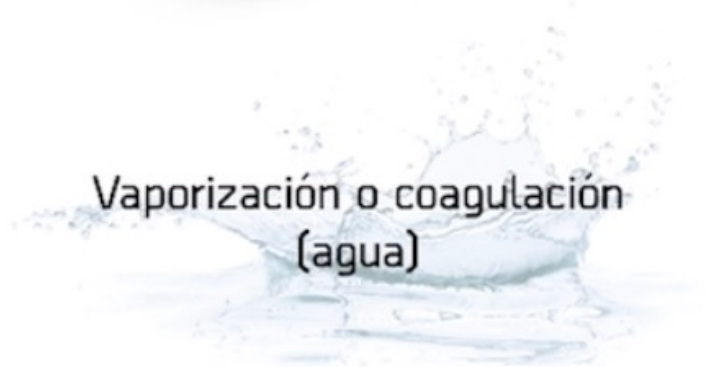




Lesiones vasculares
(hemoglobina)



Pigmentadas y pelo
(melanina)



Vaporización o coagulación
(agua)

Absorción

400 – 600 nm

- 418
- 542
- 577

750 – 1.100 nm

600 – 1.200 nm
(más cuanto <)

950 – 10.000 nm

Láseres

- KTP (532 nm)
- PDL (585 nm)
- IPL (500 – 1.200 nm)
- Nd:YAG (1.064 nm)
- IPL (500 – 1.200 nm)
- Rubí (694 nm)
- Alejandrita (755 nm)
- Diodo (810 nm)
- Nd:YAG (1.064 nm)
- Erbio (1.550, 2.940)
- CO₂ (10.600 nm)

A glowing blue network of nodes and lines forming a dome shape against a black background. The nodes are small blue dots, and the lines are thin blue lines connecting them. The dome shape is composed of many interconnected triangles, creating a mesh-like structure. The overall effect is a futuristic, digital, or network-themed background.

MUCHAS GRACIAS

J. Pablo Velasco Amador