

# GUIA DE GRABADO Y CORTE LASER

## Talleres de Diseño y Microindustria



**Siprem Tech México**

[www.sipremtech.com.mx](http://www.sipremtech.com.mx)

## ÍNDICE

- 1 INTRODUCCION:  
EL GRABADO, CORTE Y OTROS PROCESOS DE MECANIZADO CON  
LÁSER
- 2 CLASIFICACIÓN DE LOS LÁSERES
- 3 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE GRABADO Y CORTE LASER
- 4 VENTAJAS DEL GRABADO Y CORTE CON LÁSER
- 5 APLICACIONES
- 6 EQUIPOS CNC LASER PARA MICROINDUSTRIA
- 7 MATERIALES A LOS QUE SE LES APLICA
- 8 OTROS PROCESOS CON LÁSER
  
- 10 BIBLIOGRAFÍA

## 1. INTRODUCCION

### EL GRABADO, CORTE Y OTROS PROCESOS DE MECANIZADO CON LÁSER

El uso de la tecnología láser en el grabado y corte de materiales ha sido desarrollado durante las últimas década y se presenta, al día de hoy, como una tecnología ampliamente insertada en el mundo industrial.

El Grabado con láser es un proceso especial o proceso no convencional de Grabado de índole térmica, que no genera viruta, en el que la eliminación del material se provoca por la fusión y vaporización del mismo al concentrar en zonas localizadas elevadas temperaturas.

'LASER' son las siglas del inglés 'Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation', lo que en castellano significa Amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación. El Grabado con láser, comparado con los procesos convencionales, presenta una mejor precisión y acabado superficial (rugosidad), siempre y cuando no lo comparemos con los procesos de superacabado.

Otros aspectos importantes son que se pueden lograr determinadas formas complejas no obtenibles por procesos convencionales, y que se pueden mecanizar materiales muy duros.

## 2. CLASIFICACIÓN DE LOS LÁSERES

Los láser se pueden clasificar según diferentes parámetros: el tipo de medio de amplificación de la luz y la duración de la emisión del láser.

### Tipos de láser por tipo de medio

Como hemos visto en otros posts, el medio de amplificación del láser es una carga de átomos de un sólido, un líquido o un gas con electrones a estimular alrededor del núcleo. Los láseres, por lo tanto, pueden ser:

**Láseres de estado sólido:** tienen material láser distribuido en una matriz sólida, por ejemplo, los láseres de rubí o neodimio-YAG (granate de aluminio y itrio). El láser de neodimio YAG emite luz infrarroja a 1.064 micrómetros.

**Láseres de gas** (helio y helio-neón, HeNe, son los láseres de gas más comunes): tienen una salida primaria de una luz roja visible. Los láseres de CO<sub>2</sub> emiten energía en el infrarrojo lejano, 10,6 micrómetros, y se utilizan para cortar materiales duros.

**Láser de excímeros** (el nombre se deriva de los términos excitado y dímeros): usan gases reactivos como el cloro y el flúor mezclado con gases inertes como el argón, el criptón o el xenón. Cuando se estimula eléctricamente, se produce una pseudomolécula o dímero y, cuando se aplica láser, produce luz en el rango ultravioleta.

**Láseres de colorante:** usan tintes orgánicos complejos como la rodamina 6G en solución líquida o suspensión como medio láser. Se pueden ajustar en una amplia gama de longitudes de onda.

**Láseres de semiconductores** (a veces llamados láseres de diodo): no son láseres de estado sólido aunque así se clasifican usualmente. Estos dispositivos electrónicos son generalmente muy pequeños y usan poca energía. Pueden estar integrados en matrices más grandes, por ejemplo, la fuente de escritura en algunas impresoras láser o reproductores de discos compactos.

## Tipos de láser por duración de la emisión láser

**Láser de onda continua** (cuyas siglas en inglés son CW, por continuous wave): el láser se bombea continuamente y emite luz de forma continua, es decir, que tiene una potencia de haz media estable.

Generalmente este tipo de láser se enfoca en la potencia y el alto rendimiento, por lo que donde son más habituales es en entornos industriales, como la industria automotriz, aeroespacial, electrónica y de semiconductores, así como el sector médico. Son adecuados para aplicaciones como el taladrado láser, corte por láser y soldadura láser, y pueden ser tanto de gas, como de estado sólido, semiconductores o de colorante.

En los láseres de gas de baja potencia, como el de helio-neón (HeNe), que son los primeros de onda continua que se pusieron en funcionamiento, el nivel de potencia se fija por diseño y el rendimiento generalmente se degrada con el uso a largo plazo.

**Láser pulsado:** es lo opuesto al láser de onda continua que acabamos de ver. Son láseres que emiten luz en forma de pulsos ópticos de cierta duración, presentando patrones de repetición.

Esto permite una amplia gama de tecnologías que abordan usos diferentes, aunque algunos láseres son pulsados simplemente porque no se pueden ejecutar en modo continuo. Son muy apreciados, por ejemplo, en cirugía, ya que un láser de onda continua que entra en contacto con tejidos blandos podría sobrecalentar el tejido circundante, por lo que la luz pulsada puede prevenir la necrosis, al espaciar los pulsos para permitir un enfriamiento eficiente del tejido (tiempo de relajación térmica) entre ellos. Dependiendo de la duración del pulso, la energía del pulso, la frecuencia de repetición del pulso y la longitud de onda requeridas, se usan métodos muy diferentes para la generación de impulsos y tipos muy diferentes de láseres pulsados.

El término “láser pulsado” a menudo se usa como sinónimo de un tipo de láser pulsado en concreto, que es el ‘Q-Switched laser’ (o conmutación Q), que emite pulsos de nanosegundos, pero existen otros tipos, como los que enumeramos a

continuación.

Los láseres bloqueados en modo (mode-locked lasers en inglés) emiten pulsos con duraciones en el dominio de picosegundos o femtosegundos. Pueden ser láseres a granel de estado sólido, láseres de fibra o láseres de semiconductor. Para energías de pulso alto, se usan amplificadores regenerativos o láseres de cavidad.

Los láseres semiconductores con conmutación de ganancia (gain-switched semiconductor lasers en inglés) son adecuados para pulsos de nanosegundos o picosegundos con energía relativamente pequeña.

Los láseres de diodo, entre otros, emiten pulsos relativamente largos, de onda casi continua, dando lugar a un subtipo de láseres pulsados llamados láseres de onda casi continua.

### 3. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE GRABADO Y CORTE LASER

#### **Proceso de grabado láser**

La tecnología del grabado con láser se basa en la generación de un haz láser de elevada potencia que es dirigido hasta a la pieza a mecanizar mediante un sistema de espejos de reflexión de alta precisión y una lente de enfoque convergente. En la zona de incidencia del rayo se consigue una elevada densidad de energía térmica concentrada que produce la volatilización del material.

La tasa de eliminación del material no es masiva, y se produce una zona afectada por el calor que puede alterar la estructura cristalina, perjudicando así las propiedades resistentes del material. Una de las ventajas que aporta este proceso es la de poder mecanizar microorificios con relaciones de profundidad-diámetro de 20:1 a 10:1, siendo el diámetro mínimo alcanzable de unos 0,1 milímetros.

Otra característica de esta tecnología es que al ser una fuente de energía la que incide sobre el material a mecanizar, no se producen desgastes, roturas ni colisiones de la herramienta de corte.

Es fundamental para la mecanización por láser la absorción de la radiación del láser en el material de base o en una capa de recubrimiento. La absorción depende de la longitud de onda, del tipo de láser y del material.

El láser refuerza la luz mediante absorción e irradiación de energía. Se dirige energía a una barra de cristal (cuerpo del láser) o a una mezcla de gas especial (gas del láser). Esta energía se produce a través de la luz (lámparas de rayos o diodo láser), o mediante una descarga eléctrica.

De esta forma, la barra de cristal o el gas, anteriormente activado por el láser, son dirigidos entre dos espejos, produciendo un resonador de luz. Este fenómeno proporciona al haz láser una dirección determinada. Una proporción de la luz del láser pasa por un espejo parcialmente traslúcido y se queda a disposición de la mecanización del material. El haz láser erosiona el material en varias capas, obteniendo de este modo, la geometría y profundidad requeridas.

La alta densidad de energía y la alta temperatura del rayo en el punto de enfoque o punto focal, permiten que se produzca la eliminación, haciendo que el material se fusione y se vaporice, siendo casi siempre necesaria la protección de la zona de Grabado con un gas inerte de aporte.

Cuando se realiza este proceso de Grabado, el material de base se vaporiza por la radiación del haz láser, por lo tanto, la intensidad de la radiación láser deberá superar un valor límite. Éste se llama el valor umbral. La intensidad del valor umbral es muy grande en materiales que poseen alta conductividad eléctrica. A causa del perfil del haz y de la conductividad térmica en el material, se produce una profundización del rayo en forma cónica. Éste método es el más rápido del Grabado con láser.

### **Proceso de Corte láser**

El corte por láser es un proceso sin contacto del material y libre de fuerzas que permite realizar cortes de cualquier geometría.

Corte bidimensional (2D): En la operación de corte se divide un material en forma de placa mediante un rayo láser dirigido. El haz realiza un desplazamiento relativo a la pieza. En el corte de los metales suelen quedar marcas en forma de estrías y no se permite el corte de grandes espesores.

Corte tridimensional (3D): Este sistema se emplea en campos que requieren gran precisión y es utilizado por el sector del automóvil para el corte de piezas de interior como apoyabrazos, columnas, material decorativo o piezas de exterior como depósitos de gasolina.

Para poder evacuar el material cortado es necesario el aporte de un gas a presión como por ejemplo oxígeno, nitrógeno o argón. Es especialmente adecuado para el corte previo y para el recorte de material sobrante pudiendo desarrollar contornos complicados en las piezas. Entre las principales ventajas de este tipo de fabricación de piezas se puede mencionar que no es necesario disponer de matrices de corte y permite efectuar ajustes de silueta. También entre sus ventajas se puede mencionar que el accionamiento es robotizado para poder mantener constante la distancia entre el electrodo y la superficie exterior de la pieza.<sup>1</sup>

Para destacar como puntos desfavorables se puede mencionar que este procedimiento requiere una alta inversión en maquinaria y cuanto más conductor del calor sea el material, mayor dificultad habrá para cortar. El láser afecta térmicamente al metal pero si la graduación es la correcta no deja rebaba. Las piezas a trabajar se prefieren opacas y no pulidas porque reflejan menos. Los espesores más habituales varían entre los 0,5 y 6 mm para acero y aluminio. Las potencias más habituales para este método oscilan entre 3000 y 5000 W. El corte por haz láser (LBC) es un proceso de corte térmico que utiliza fundición o vaporización altamente localizada para cortar el metal con el calor de un haz de luz coherente, generalmente con la asistencia de un gas de alta presión. Se utiliza un gas de asistencia para eliminar los materiales fundidos y volatilizadores de la trayectoria del rayo láser. Con el proceso de rayo láser pueden cortarse materiales metálicos y no metálicos. El haz de salida con frecuencia se pulsa a potencias máximas muy altas en el proceso de corte, aumentando la velocidad de propagación de la operación de corte.

Los dos tipos más comunes de láser industrial son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y granate de Aluminio de itrio dopado con neodimio (Nd:YAG). Un láser CO<sub>2</sub> utiliza un medio gaseoso para producir la acción láser mientras que el Nd:YAG utiliza un material cristalino. El láser CO<sub>2</sub> está disponible comercialmente en potencias de hasta 6kW y los sistemas Nd:YAG están disponibles en hasta 6kW.

Si se realiza con equipo mecanizado, los cortes láser brindan resultados altamente reproducibles con anchuras de ranuras angostas, mínimas zonas afectadas por el calor y prácticamente ninguna distorsión. El proceso es flexible, fácil de automatizar y ofrece altas velocidades de corte con excelente calidad, pues el láser tiene la capacidad de operar perfiles de corte muy complejos y con radios de curvatura muy pequeños. Además, es una tecnología limpia, no contamina ni utiliza sustancias químicas.<sup>2</sup> Los costos del equipo son altos pero están bajando a medida que la tecnología de resonadores es menos costosa.

**La importancia del software de control en esta tecnología es básico**, ya que se puede controlar desde los parámetros del haz de luz como velocidad y frecuencia, hasta los movimientos del mismo cabezal o pieza (según que desplazemos), mediante el control numérico (CNC).

#### 4. VENTAJAS DEL GRABADO y CORTE CON LÁSER

- Este Grabado es rápido y productivo.
- Las cortaduras por láser son de aplicación flexible. Los trabajos grandes de corte se pueden realizar de forma fácil y rentable, como producciones en masa.
- Son adecuadas para el corte con láser tanto piezas muy pequeñas como objetos de grandes dimensiones.
- El Grabado por láser es muy seguro, el material no necesita ser fijado ni enderezado. Los usuarios no entran nunca en contacto con piezas móviles o abiertas de máquinas.
- El corte por láser es especialmente sencillo, los principiantes en este proceso pueden conseguir un corte perfecto.
- Esta técnica es muy limpia, con ella se consiguen rebordes agudos sin deshilachamientos.
- En el Grabado por láser no hay contacto entre herramienta y pieza, así se evita que se produzcan fallos, roturas y desgastes.
- Con este proceso se pueden obtener paredes verticales y acabados de esquinas vivas.

#### 5. APLICACIONES

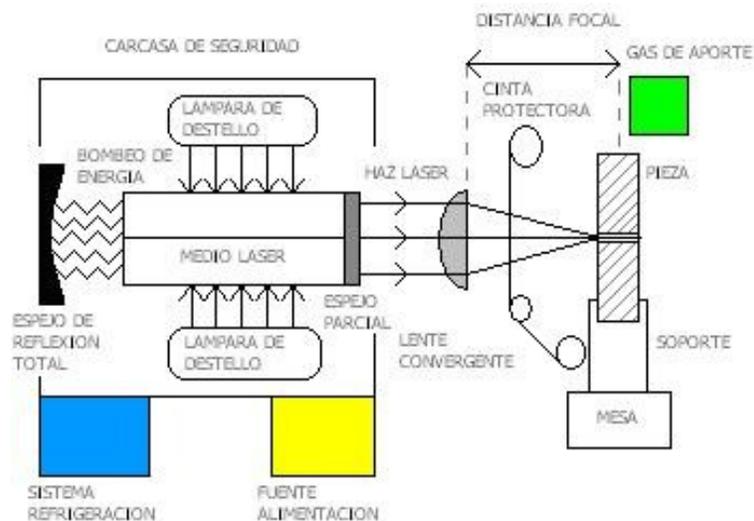
La técnica de grabado y corte con láser es empleada para grabar y cortar piezas de diversos materiales caracterizada en que su fuente de energía es un láser que concentra luz en la superficie de trabajo.

El láser posibilita el grabado de figuras y piezas de pequeñas dimensiones, permitiendo obtener esquinas vivas y agujeros de pequeño diámetro, es decir, formas geométricas complejas que no son posible o es muy caro obtener por procesos convencionales. Permite la creación de cavidades para aplicaciones tan diversas como moldes técnicos de precisión, técnica médica, electrónica, moldes de semiconductores, microtecnología, construcción de prototipos, moldes de microinyección, micropostizos para la matricería, grabados superficiales y profundos y sustituir operaciones de electroerosión en casos concretos. Algunas aplicaciones típicas del taladrado láser son la perforación del papel del filtro de los cigarrillos, la perforación de cañerías de goma para irrigación, la perforación de tetinas de biberón y de catéteres cardiovasculares.

## 5. EQUIPOS CNC LASER PARA MICROINDUSTRIA

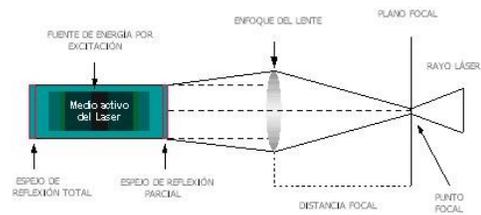
Los láseres empleados habitualmente a nivel microindustria o talleres de diseño y prototipos, son el de CO<sub>2</sub>, entre los gaseosos (gas láser), y el láser Nd-YAG (láser de neodimio con un cristal de granate (mineral) de ytrio y aluminio de cuerpo fijo bombeado por diodos), entre los de estado sólido o diodos. Estos permiten una potencia media de láser desde 0.5 watts, siendo los picos de potencia de 40, 60 y hasta 100 watts

Esquema de un equipo de mecanización láser.

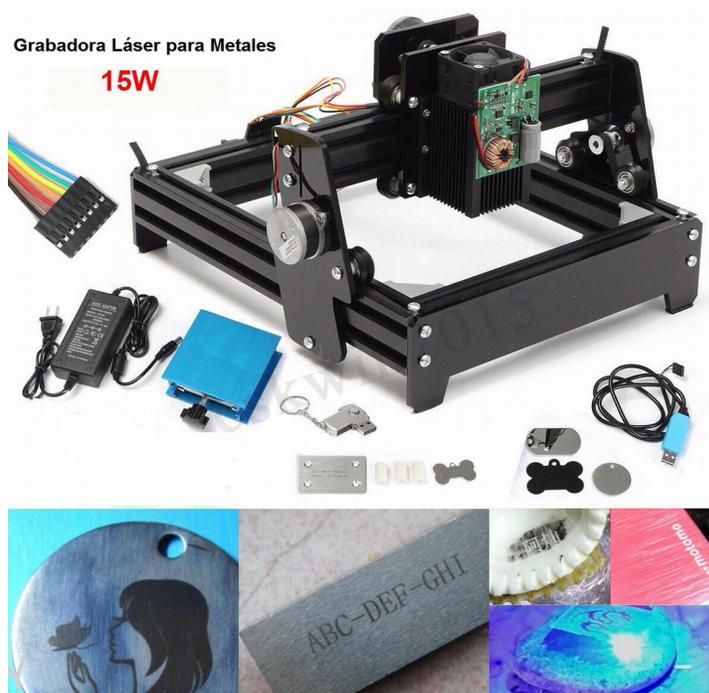


Puede ser necesario acompañar el grabado mediante haz láser con un flujo de gas que elimina el material sobrante y protege las lentes focalizadoras. Normalmente este gas suele ser aire, para materiales no metálicos, ya que no existe peligro de oxidación. Para materiales metálicos se suelen emplear gases inertes como por ejemplo el argón.

## ALGUNOS EQUIPOS RECOMENDABLES PARA MICROINDUSTRIA Y TALLERES DE DISEÑO O PROTOPTIPOS



## MAQUINA DE LASER CO2 (GAS) MODELO DE ESCRITORIO POTENCIA 40 A 60W

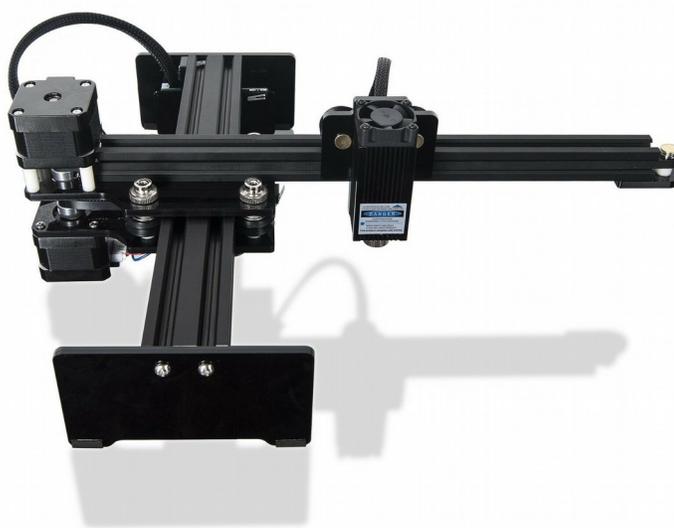


## MAQUINA LASER DE DIODO AZUL 15W PARA METALES Y OTROS MATERIALES

MAQUINA LASER DE DIODO AZUL 15W PARA OBJETOS CILINDRICOS DE METAL Y OTROS MATERIALES



MAQUINA LASER DE DIODO AZUL 15W PARA OBJETOS DE METAL Y OTROS MATERIALES CON BRAZO LIBRE PARA MAYORES DIMENSIONES



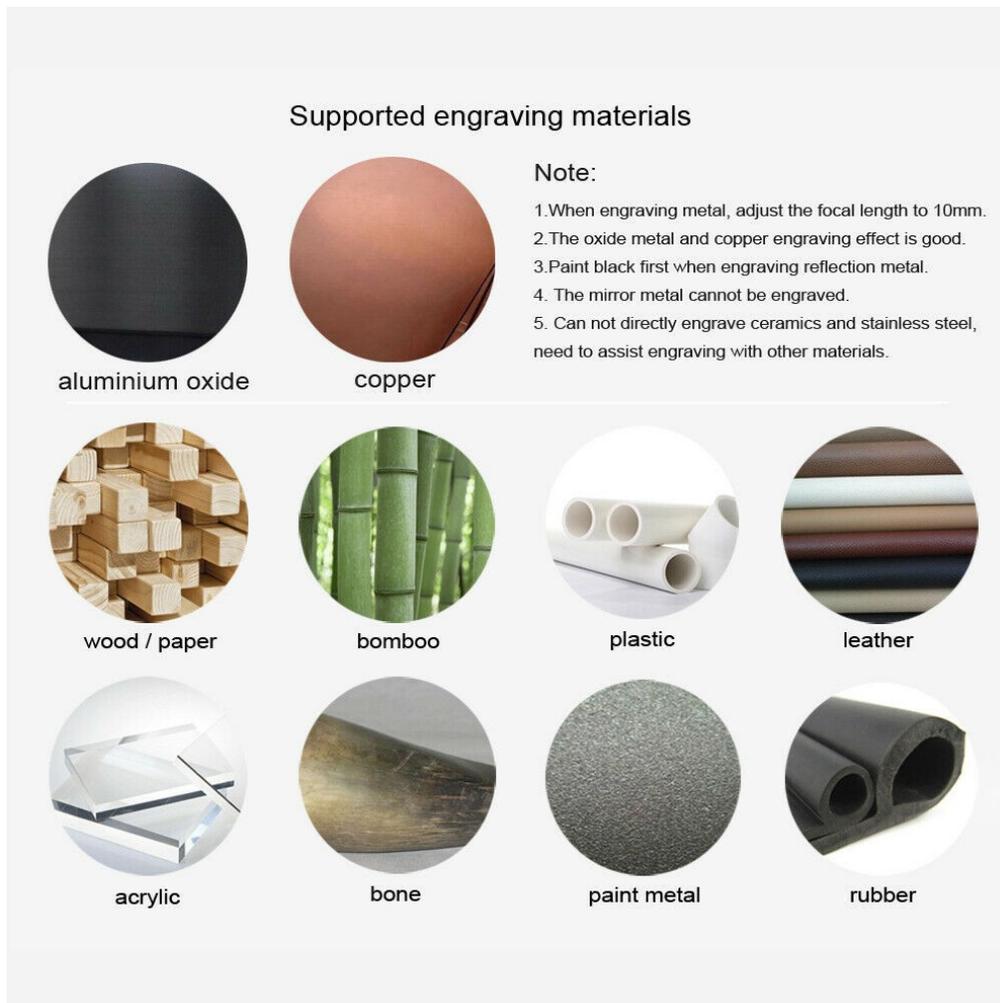
## 6. MATERIALES A LOS QUE SE LES APLICA

El Grabado con láser se emplea para mecanizar cualquier tipo de material independientemente de su dureza o maquinabilidad, como por ejemplo: metales duros y blandos, aleaciones termorresistentes, cerámicas, silicio, composite, cueros, cartón, tejidos, madera, plásticos, etc...

Algunos materiales absorben la radiación del haz excepcionalmente bien, pero otros mucho peor.

El aluminio o el latón sin recubrimiento tienen un grado de absorción débil. En estos casos es necesario por lo tanto un potente sistema láser.

También es muy habitual utilizar este proceso para el Grabado de materiales compuestos de matriz polimérica.



## Materiales Compatibles con equipos CO2 Laser

Material	Grabado	Corte
Madera	X	X
Acrilico	X	X
Tela	X	X
Vidrio	X	
Ceramica	X	
Delrin	X	X
Ropa	X	X
Cuero	X	X
Marmol	X	
Melamina	X	X
Nácar	X	X
Papel	X	X
Mylar	X	X
Carton	X	X
Hule	X	X
Chapa de madera	X	X
Fibra de vidrio	X	X
Metales pintados	X	
Arcilla	X	
Plasticos (excepto PVC)	X	X
PVC	¡NO!	¡NO!
Corcho	X	X
Corian	X	X
Aluminio Anodizado	X	
Acero Inoxidable	*	
Laton	*	
Titanio	*	
Metales expuestos	*	

\* Los lasers CO2 podran marcar metales si estos son recubiertos con una solucion especial

## Materiales compatibles con láser de fibra

	Marcado
Acero inoxidable 17-4 PH	X
Acero inoxidable 303	X
Acero 4043	X
Aluminio 6061	X
Policarbonato, Bayer 2807 Makrolon	X
Bayers Bayblend FR 110	X
ABS negro/blanco	X
Bronce	X
Aluminio pulido	X
Nanotubo de carbono	X
Aluminio anodizado con revestimiento transparente	X
Acero de cromo-cobalto	X
Delrin de color (negro/blanco)	X
Hierro pulvimetalúrgico compactado con revestimiento de fosfato de hierro	X
Cobre	X
Ftalato de dialilo (DAP)	X
Resina de policarbonato de plástico GE 121-R	X
PEEK relleno de vidrio	X
Teflón relleno de vidrio	X
Aluminio anodizado con capa dura	X
Acero para herramientas mecanizadas	X
Magnesio	X
Cerámicas con revestimiento metálico	X
Molibdeno	X
Acero dulce 1215 niquelado	X
Nylon	X
Tereftalato de polibutileno	X
Polisulfona	X
Rynite PET	X
Santopreno	X
Carburo de silicio	X
Acero de silicio	X
Obleas de silicio	X
Diversos metales Inconel (superaleaciones de níquel-cromo)	X
PEEK blanco	X
Cromato de aluminio amarillo	X
Acero dulce zincado	X

## Marcado de metal con un láser de CO2

Los metales desnudos reflejan la longitud de onda de un láser de CO2, lo que significa que el marcado directo generalmente requiere una fuente láser de fibra. Afortunadamente para los propietarios de sistemas láser de CO2, existe otra excelente opción. Los metales base como el titanio o níquel pueden tratarse previamente con un compuesto de marcado de metales antes de grabarlos con un láser de CO2.

Las máquinas láser de CO2 pueden marcar de forma directa una diversidad de metales recubiertos tales como el aluminio anodizado o el acero inoxidable con recubrimiento pulvimetalúrgico.

El proceso de pretratamiento es muy simple y, aunque no elimina realmente parte del metal, usted logrará un marcado durable y permanente en sus productos de metal base. Los operadores simplemente aplican la solución para marcar -algunos productos comunes incluyen [CerMark](#), [Enduramark](#) y [LaserBond](#)- esperan a que se seque y luego realizan el grabado de manera normal. El calor del láser adhiere la solución al metal lo que resulta en una marca negra, plateada o con brillos permanente por el uso de la máquina láser de CO2.

## 8. OTROS PROCESOS DE MECANIZADO O TRATAMIENTO DE MATERIALES CON LÁSER

### Taladrado de agujeros

Pueden llegar hasta los 0,1 milímetros de diámetro y relaciones de profundidad-diámetro de 20:1, pudiéndose realizar taladros con un grado de inclinación determinado respecto a la superficie de entrada. Sin embargo, los taladros tienden a ser ligeramente cónicos, impidiendo grandes profundidades, y no pueden obtenerse agujeros escalonados.

### Abrasión

Con este método se volatiliza una pequeña capa superficial del material. Las capas superficiales finas, como las capas de anodizado o de pintura, son apropiadas para el grabado por láser. La radiación láser suele ser muy bien absorbida por estas capas. Una potencia de láser muy baja es capaz de producir grandes contrastes.

### Templado (revenido)

Si se calienta el metal, éste se tiñe por el efecto del temple, que se produce por los cambios de la textura de la capa externa. La coloración o el tinte dependen de la temperatura máxima que se consigue. Con la tecnología láser se puede calentar superficies de manera controlada así, pueden crearse colores claros y oscuros de templado.

### Quemado

Los metales se pueden rotular mucho mejor quemando por inserción las capas externas del material con polvo cerámico. A la capa superficial se le aplica un procedimiento de pulverización que vuelve a quitarse tras el grabado. Éste proceso provoca oxidación en la superficie del metal.

### Espumado

Cuando se mecaniza por láser determinados plásticos, se produce un espumado. El haz láser funde la capa superficial del plástico, produciendo burbujas de gas que al enfriarse el material quedan cerradas. Gracias al gas encerrado se forma el volumen y los puntos que se han Grabado por el rayo láser quedan visibles en relieve.

### Viraje de color y blanqueamiento

Este efecto solo es posible conseguirlo con plásticos y depende de la longitud de onda de la radiación láser. La radiación láser penetra en el material y es absorbida en pigmentos. Si éstos se modifican químicamente, se produce un cambio en la coloración del material.

### Marcado por láser

Este proceso se utiliza para marcar materiales como el metal, plásticos y cuero mediante un sistema de rotulación láser. Estos sistemas de rotulación son adecuados para la aplicación de códigos de barras, de números de serie y de fechas de fabricación en productos y piezas individuales. Las ventajas de este subproceso son la seguridad, la rentabilidad y la rapidez de marcado.

Puesto que la radiación láser penetra en el plástico, la superficie queda prácticamente sin defectos.

### Ablación láser

La Ablación láser es un proceso que se utiliza para extraer o limpiar el material de la superficie de un sólido mediante la irradiación de este con un haz láser.

### Soldadura láser

La soldadura por rayo láser es un proceso de soldadura por fusión que utiliza la energía aportada por un haz láser para fundir y re cristalizar el material o los materiales a unir. No existe aportación de ningún material externo.

## BIBLIOGRAFÍA

Millán Gómez, Simón (2006). Procedimientos de Grabado. Madrid: Editorial Paraninfo. ISBN 84-9732-428-5.

Serrano Mira, Julio. Romero Subirón, Fernando. Bruscas Bellido, Gracia M. Vila Pastor, Carlos. (2005). Tecnología mecánica: Procesos de conformado con arranque de viruta y soldadura de metales (234). Publicaciones de la Universidad Jaime I. Campus del Riu Sec.

Sierra Alcolea, Cayetano. Costa Herrero, Lluís. Buj Corral, Irene. Vivancos Calvet, Joan. Fabricación de piezas por deformación plàstica y por sinterizado, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona. Universidad Politècnica de Catalunya.

Portlaser - Maquinas laser : Las ventajas del láser en la Industria»  
(<http://www.portlaser.com/ES/es/pages/page/118>). *portlaser.com*. Consultado el 24 de enero de 2017.

Bromberg, 1991, p. 202

*Fabricación de piezas por deformación plàstica y por sinterizado* - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona - Universidad Politecnica de Catalunya.

Cayetano Sierra Alcolea, Lluís Costa Herrero,  
Irene Buj Corral, Joan Vivancos Calvet

Contenido obtenido de Wikipedia y otras fuentes públicas  
[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Corte\\_con\\_láser](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Corte_con_láser)

El texto está disponible bajo la Licencia Creative Commons