



PLASMA VS. LASER

Claves para afrontar la difícil decisión entre Corte Plasma X-Definition y Láser de Fibra Óptica. *Por Ing. Sergio Ferrero

C Como fabricantes de mesas de corte BAW-FEMCOR y representantes de NUKON, líder en tecnología de corte por láser de fibra, muchas veces se encuentra con el desafío de asesorar a los clientes en cuanto a la selección del proceso de corte. Con base esta experiencia, a continuación se presenta un análisis comparativo entre ambos procesos de corte.

Al igual que muchos aspectos de la vida, la tecnología para corte de chapas de acero al carbono ha avanzado a pasos agigantados apalancándose en el desarrollo de la electrónica y la necesidad de cortar cada vez más rápido y con mejor calidad.

Es importante recordar que hace menos de 20 años el corte oxi-combustible, comúnmente llamado oxicorte, era prácticamente el único método de corte de chapa, el cual se operaba de forma manual con un soplete o bien sobre un dispositivo de guiado magnético u óptico llamado "pantógrafo".

Corte por plasma

A fines de la década del 90 se empezó a difundir el proceso de corte por plasma mecanizado en el país. El mismo consiste en un dispositivo tipo pórtico dirigido por un Control

Numérico Computarizado (CNC) que controla el movimiento, correctamente llamado "Mesa de Corte Plasma CNC" aunque muchos todavía lo llaman pantógrafo CNC por su similitud con los antiguos dispositivos.

El Dibujo Asistido por Computadora (CAD) fue clave en la adopción de esta tecnología pues, a medida que las empresas empezaron a digitalizar sus diseños, el corte con mesa de plasma CNC se volvió el paso natural en el proceso productivo.

El corte por plasma evolucionó notablemente incorporando la tecnología HyPerformance (alta definición y alto rendimiento) que consiguió excelente calidad de corte con velocidad hasta 10 veces mayor al oxicorte y capacidad de corte hasta 38mm. Esto lo convirtió en un proceso extremadamente flexible y adoptado por gran parte de la industria metalmeccánica argentina. Dada la variedad de configuraciones y capacidad de los equipos, el corte por plasma fue incorporado por empresas de todos los niveles, desde los grandes fabricantes de máquinas agrícolas y acoplados hasta pequeñas empresas dedicadas al corte para terceros o fabricación de algún producto.

La empresa Hypertherm (USA) ha desarrollado en 2017 una nueva generación de equipos de corte plasma llamados XPR con tecnología X-Definition. Esta tecnología permite alcanzar ángulos de corte cercanos a 2 grados con duración de consumibles duplicada con relación a los equipos anteriores. Esta tecnología, combinada con una mesa de corte de alto desempeño, eleva significativamente la calidad de corte y la productividad del plasma disminuyendo, al mismo tiempo, el costo operativo a la mitad.

Láser de fibra óptica

Al mismo tiempo que el plasma de alta definición, el uso del corte por láser de CO₂ creció en Argentina principalmente para el corte de chapas delgadas. La tecnología de corte por láser de CO₂ se basa en un resonador que amplifica el haz de luz en un medio gaseoso, el cual es transmitido por medio de reflexión a un cabezal de corte que se mueve sobre la chapa.

En general se trata de máquinas muy sofisticadas que, además de tener movimientos rápidos y precisos, poseen un sistema de espejos y lentes para la transmisión del haz del láser desde el resonador fijo hasta el cabezal móvil. Este tipo de máquinas consigue cortar con excelente calidad cualquier tipo de pieza, consiguiendo excelente calidad de agujeros y esquinas interiores de radio muy pequeño. Este sistema es eficiente hasta espesores de 10 ó 12mm dependiendo de la potencia del láser. El lado negativo de esta tecnología es el altísimo consumo eléctrico debido a la baja eficiencia eléctrica de la fuente láser y la necesidad de uso de gases especiales para el resonador, lo cual eleva el costo operativo. Además, el valor de la inversión crece drásticamente con la potencia del equipo, motivo por el cual los equipos con capacidad de corte en espesores gruesos resultan poco accesibles.

Hace aproximadamente 10 años se comenzó a desarrollar el nuevo proceso de láser de fibra óptica. Explicado de manera simple, el sistema consiste en generar luz en base a LEDs (bancos de diodos) la cual es canalizada y amplificada en un sistema de fibra óptica, para luego ser colimada (alineada) y enfocada con lentes para producir el corte.



El sistema de fibra óptica tiene una gran ventaja debido su mayor eficiencia eléctrica y a la facilidad de conducir el haz con sólo mover la fibra óptica, sin necesidad de espejos. El láser de fibra consigue cortar metales con gran eficiencia eléctrica aunque la calidad del borde no es tan suave como el láser de CO₂ en materiales superiores a 5mm de espesor y su velocidad de corte es algo inferior.

En cuanto a la configuración de la máquina, la fibra óptica permitió simplificar muchísimo las máquinas gracias a su flexibilidad disminuyendo el costo de inversión inicial, al mismo tiempo permitió que aparecieran muchos "fabricantes" nuevos de equipos láser en el mercado mundial. Este tipo de láser, al igual que el plasma, utiliza solamente Oxígeno o Nitrógeno, lo cual, sumado al menor consumo eléctrico, disminuyó su costo de operación y lo volvió más accesible para los usuarios.

Por último, a diferencia del láser de CO₂, el haz de láser de fibra es muy peligroso para la vista debido a que su frecuencia luminosa no es detectada por el ojo y no genera el parpadeo, por lo cual sólo es percibido por el ojo una vez producido el daño irreversible. Esto hace imprescindible que la máquina esté completamente cerrada con un carenado metálico durante la operación. Existen filtros especiales de vidrio que permiten hacer ventanas en el carenado para observar el proceso pero, dado el alto costo de dichos filtros, los fabricantes de →

| Característica | Láser de Fibra | | | Plasma X-Definition | | |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Menor a 5mm | 5mm a 10mm | Mayor a 10mm | Menor a 5mm | 5mm a 10mm | Mayor a 10mm |
| Espeor | Menor a 5mm | 5mm a 10mm | Mayor a 10mm | Menor a 5mm | 5mm a 10mm | Mayor a 10mm |
| Cara del borde | Suave | Algo estriado | Estrias finas muy visibles | Suave | Suave | Suave |
| Aristas del borde | Bien definidas | Bien definidas | Bien definidas | Bien definidas | Bien definidas | Bien definidas |
| Orificios redondos | Redondos Cilíndricos | Redondos Cilíndricos | Redondos Cilíndricos | Redondos Cilíndricos | Posible marca entrada | Posible marca entrada |
| Mínima sangría (ancho corte) | 0,1mm | 0,2mm | 0,4mm | 1,2mm | 1,5mm | 2,2mm |
| Esquinas interiores | Radio < 0,3mm | Radio < 0,3mm | Radio < 0,3mm | Radio 1 a 2mm | Radio 2 a 3 mm | Radio 3 a 4mm |
| Escoria removible | No | No | Algo | No | Algo en orificios | Sólo en orificios |
| Angularidad (norma ISO 9013) | Rango 1 | Rango 2 | Rango 2 | Rango 2 | Rango 3 | Rango 3 |

Tabla I.-

| Espeor | 1mm | 2mm | 3mm | 5mm | 6mm | 8mm | 10mm |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| Plasma | 3600 | 2700 | 3200 | 3700 | 3100 | 2400 | 2700 |
| Láser | 8000 | 6000 | 4000 | 2700 | 2200 | 1600 | 1300 |

Tabla II.-

equipos de baja calidad colocan ventanas muy pequeñas. Peor aún, algunos deciden vender el equipo sin el cerramiento.

En el momento de elegir una máquina de Corte por Láser de Fibra, se encuentra que la mayoría de las máquinas ofrecen la fuente fabricada por IPG Photonics, por lo cual la gran diferencia entre máquinas está en su configuración.

Es fundamental prestar atención a detalles técnicos tales como: la velocidad de corte y aceleración, la construcción y terminación de la máquina (el alto peso de la bancada es clave), y la calidad de guías y motores. Además, el nivel de automatización de la máquina hace a la productividad de la misma, recomendando que tengan mesa de apoyo intercambiable, sistema de detección automática de chapa, sistema de carga chapa y descarga de piezas, fly-cutting, pulse-piercing y otras tecnologías disponibles.

En resumen, se debe elegir una máquina que entregue el máximo desempeño durante

muchos años para poder amortizar su elevado costo.

Plasma X-Definition o Láser de fibra... ¿Quién gana?

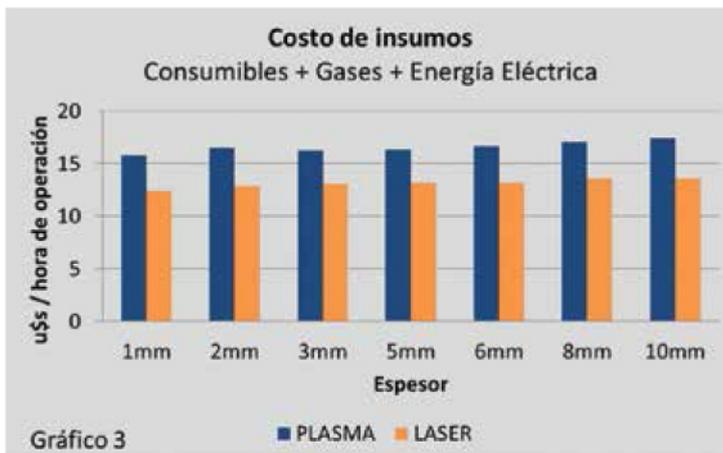
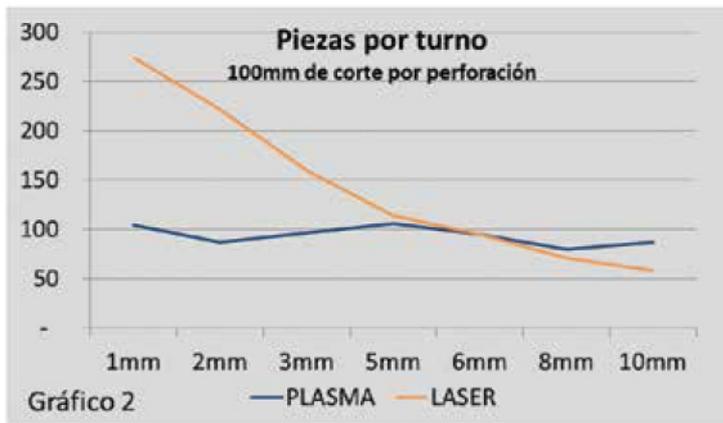
El primer paso en este análisis comparativo es identificar el rango de espesores y el tipo de piezas a cortar de manera de definir si alguno de los procesos es claramente la mejor solución.

A continuación se exponen dos casos extremos en los que cada proceso suele ser la mejor solución:

- El láser de fibra es la mejor solución sin dudas para empresas que cortan espesores menores a 2mm y piezas con agujeros y formas con esquinas interiores. También para quienes cortan inoxidable, bronce, cobre o aluminio en espesores hasta 2mm. Con Láser de fibra conseguirán excelente calidad y productividad, además que la inversión para este trabajo no es tan elevada.

- El corte por plasma X-Definition es la mejor





solución sin dudas para empresas que cortan grandes cantidades de piezas en espesores de 6mm hasta 20mm, con la mayoría de sus cortes en espesores superiores a 10mm, pueden ser formas sofisticadas en el exterior con agujeros redondos. Con el corte por plasma X-Definition podrán conseguir calidad y productividad superior al laser de fibra con un tercio de la inversión.

Sin embargo, la mayoría de los casos no son extremos y los usuarios necesitarán comparar los procesos para tomar una decisión. Para facilitar esta comparación, definimos 6 parámetros que permitirán enfocar la decisión en aquellos ítems que más impactan en los resultados de nuestro negocio.

Estos parámetros son:

- Productividad,
- Calidad de Corte,
- Costo Operativo,
- Repago de la Inversión,
- Facilidad de Uso y Mantenimiento,
- Seguridad Personal.
- Productividad

La productividad está definida principalmente por la cantidad de piezas (o metros) por hora que puede cortar una máquina. Analizando el tiempo de corte de una pieza o un programa, se observa que se divide en dos: el tiempo de corte efectivo y el tiempo de traslado (reposicionamiento).

Tiempo de corte efectivo: Como se puede ver en la Tabla I, las velocidades de corte efectivo de ambos procesos son muy similares en el rango entre 3 y 6mm. Las diferencias mayores están en los extremos de la tabla y corresponden a los casos considerados en la primera parte del análisis, es decir, si todos los cortes se realizan en espesores de 1 y 2mm, probablemente el Láser será la mejor decisión. Y, por el contrario, si todos los cortes se realizan en acero al carbono de 10mm o más, el corte por plasma X-Definition es la mejor opción.

Tiempo de reposicionamiento: El otro componente de la productividad es la traslación, es decir, el tiempo de reposicionamiento del equipo entre un corte y el otro. Al respecto se ve que, aunque esto no tiene nada que ver con el proceso de corte en sí mismo, el común de las máquinas láser tienen aceleración y velocidad de traslación superiores al común de las máquinas de plasma debido al diseño de los fabricantes.

En los casos de máquinas de láser con velocidades superiores a los 100 m/min y aceleración de 1G, el resultado es un ciclo de trabajo cercano al 85% mientras en el plasma suele ser cercano al 65%. Debido a que la diferen-

cia está en el tiempo de ciclo entre cortes, la mayor velocidad de traslación impactará más en piezas con mayor número de perforaciones. El Gráfico 1 muestra el número de piezas cortadas por turno en con promedio 1000mm de corte por cada perforación y en el Gráfico 2 las piezas tienen un promedio de 100mm de corte por cada perforación. En el segundo caso, la mayor cantidad de perforaciones juega en favor del proceso láser.

En conclusión, si la decisión se toma en función de la productividad en forma aislada, aquellos que corten piezas con gran número de agujeros en espesores menores a 6mm obtendrán mayor productividad con el Láser de fibra debido al menor tiempo de reposicionamiento. Por el contrario, quienes corten piezas con pocos agujeros en espesores finos y cualquier tipo de pieza en espesores mayores a 6mm obtendrán mejor productividad con el corte por plasma X-Definition.

Costo operativo

Los cuatro componentes más relevantes del costo operativo son la mano de obra, los consumibles, la energía eléctrica y los gases. Todos estos elementos son medidos en función del tiempo y, por lo tanto, la productividad tiende a ser inversamente proporcional al costo operativo. El quinto factor que influye en el costo operativo es la amortización de la inversión, la cual resulta menor cuánto más se usa el equipo y es especialmente importante en el láser debido a la alta inversión inicial.

El proceso de corte por plasma requiere cambiar los consumibles con mayor frecuencia que el láser, aunque este último tiene consumibles que el plasma no posee, tales como los lentes, cuyo costo es elevado. En cuanto a gases y energía eléctrica, el consumo para corte de acero al carbono hasta 10mm es similar en ambos procesos. El resultado se muestra en el Gráfico 3, que muestra que el costo por hora de los insumos del láser de fibra está levemente por debajo del plasma X-Definition.

Sin embargo, cuando combinamos estos valores con la velocidad de corte (metros que puede cortar cada proceso en una hora) y con la amortización del equipo, la curva de costo operativo en función del espesor cambia completamente.

Un factor importante a considerar es la carga de trabajo que tendrá el equipo. El Gráfico 4, muestra el costo operativo total de ambos procesos para una empresa que produce 4000 horas anuales (2 turnos diarios) considerando un período de amortización de 5 años. Como se puede apreciar, el costo operativo del Láser es menor al del plasma en espesores inferiores a 3mm y el plasma es significativamente más económico en espesores superiores a 6mm quedando una zona de "empate" entre 3 y 6mm donde la elección dependerá de otras variables. Sin embargo, en caso que esta misma empresa fuera a utilizar el láser sólo 2000 horas anuales (1 turno diario), el costo del plasma se tomaría inferior al del láser en espesores de 3mm en adelante debido al impacto de la amortización.

En conclusión, aunque el costo de operación del láser de fibra óptica ha bajado sensiblemente con relación al láser de CO₂, y también requiere menor costo de consumibles que el plasma, es extremadamente importante considerar la carga de trabajo que se le dará a la máquina para poder amortizarla en un tiempo prudencial sin impactar en el costo de corte.

Este efecto se incrementa en los mayores espesores debido a que el valor de una máquina Láser crece significativamente con su potencia y no así el de un plasma. Entonces, si se considera la variable Costo Operativo en forma aislada para la decisión, se recomienda el uso de Láser de fibra sobre el corte plasma X-Definition cuando se corten espesores menores a 5mm y operación en 2 turnos diarios.

Calidad de corte

Para analizar este factor, y considerando que "calidad" no tiene el mismo significado para todos, lo primero que se debe tener claro es el propio requerimiento de terminación del corte, el cual se define por el proceso posterior en la cadena de producción o bien por el uso o apariencia que queremos darle al producto.

Tanto el Láser de fibra como el plasma X-Definition alcanzan muy buena calidad de corte en términos generales. Sin embargo, cada uno de estos procesos tiene aspectos positivos y negativos que se deben analizar. La Tabla II



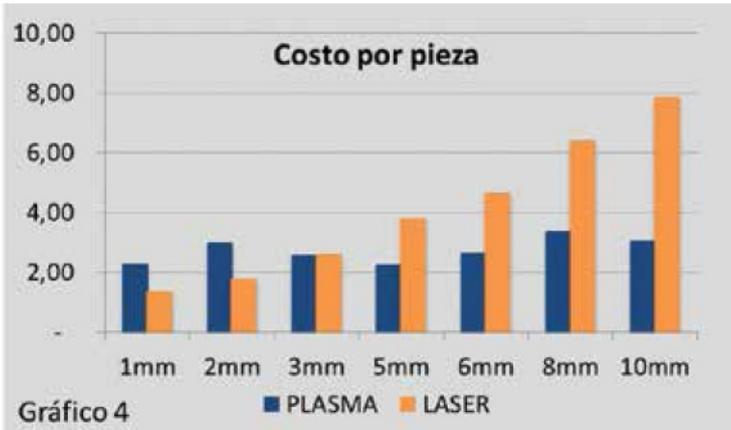
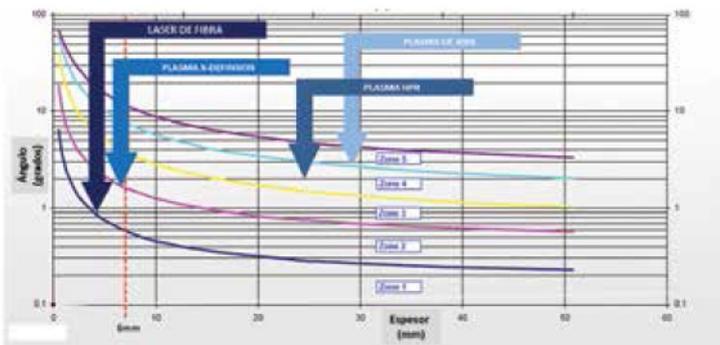


Gráfico 4



muestra las características de cada proceso desde diferentes puntos de vista.

Los puntos más destacados del Láser de fibra son la excelente calidad de agujeros pequeños con esquinas interiores que, gracias al pequeño diámetro del haz del Láser, se consiguen esquinas interiores definidas y con radio mínimo.

También se destaca la perpendicularidad del corte según se ve en el Gráfico 5 (norma ISO 9013) alcanzando rango 2 y en algunos casos rango 1 en espesores menores a 6mm. Por último, el Láser permite cortar figuras que el plasma no puede lograr, como por ejemplo realizar ranuras de ancho menor a 1mm. En el aspecto de calidad, el plasma X-Definition ha superado ampliamente al anterior plasma (HPR) alcanzando rango 2 hasta 6 mm y rango 3 en los espesores mayores y hasta 38mm, manteniendo la misma calidad a lo largo de toda la vida del consumible.

La conclusión en relación a la calidad de corte

no es simple pues depende principalmente de las necesidades de cada usuario. Si bien es cierto que el Láser de fibra produce cortes más precisos y permite hacer formas muy finas, la calidad del borde a medida que se incrementa el espesor disminuye, así como la productividad del proceso y, al mismo tiempo se incrementa la inversión inicial y el costo operativo. Por eso lo más importante es identificar claramente los requerimientos de cada aplicación para luego seleccionar el proceso que mejor se ajusta a los resultados esperados.

Facilidad de uso y mantenimiento

Actualmente los equipos de plasma X-Definition y Láser de fibra son muy similares en cuanto a la operación de corte pues los fabricantes se han esforzado mucho para lograr que el resultado sea cada día menos dependiente del operador.

En el proceso plasma, si bien el CNC provee todas las indicaciones y se programa prácticamente solo, el operador debe poner bastante atención durante el cambio de consumibles para evitar errores. También se requiere de la limpieza periódica de la máquina debido a que los humos del plasma, a pesar de los sistemas de aspiración o mesa de agua, suelen depositarse en toda la superficie del equipo. El mantenimiento del plasma es simple, no tiene piezas caras de desgaste y puede ser realizado por un servicio técnico local capacitado para esta labor.

El láser de fibra es un proceso fácil de usar, aunque tiene requerimientos muy exigentes en cuanto a la limpieza. Siendo un equipo tan sofisticado, el cambio de lentes y otros componentes del cabezal requieren ser realizado en un máximo de limpieza, bajo la posibilidad de un importante daño en el equipo si esto no sucediera. El gran inconveniente del láser de fibra es que el único que puede cambiar la fibra óptica ante una avería es el fabricante de la fuente, quien tiene que enviar una persona del exterior con equipamiento especial para realizar el cambio.

Lo mismo sucede si se daña el cabezal láser, el cual sólo puede ser abierto por el fabricante en una "habitación limpia", llamándose así a un →

recinto especialmente preparado para este propósito totalmente libre de partículas y otros posibles contaminantes. Si bien estos inconvenientes rara vez suceden, la probabilidad de aparición dependerá del cuidado del operador. Es por esto que la instalación del primer láser en una empresa requerirá de cierta conciencia relacionada con el mantenimiento y el trato del equipo.

En términos de facilidad de mantenimiento, es muy importante evaluar si la empresa está preparada para adicionar un equipo complejo como el láser ya que, si no se tiene el cuidado suficiente, el proceso podría resultar caro.

Seguridad personal

El plasma es un proceso menos seguro que el láser ya que tiene varios factores de riesgo tales como el arco eléctrico al alcance de la mano del operador y los humos producidos durante el corte. Obviamente, el riesgo eléctrico y de quemado por el arco se neutraliza fácilmente con sistemas de protección propios del equipo.

Con respecto a los humos, si bien las partículas no son tóxicas, el gran volumen producido contamina el ambiente y ensucia la planta. Por esto, un buen sistema de aspiración es requerido para extraer todo el humo, filtrando el aire y devolviéndolo a la atmósfera libre de partículas. Como alternativa se puede usar una cama de agua con o sin variación de nivel para contener los humos producidos. Las desventajas de este último método son la necesidad de procesar el agua desechada cuando se cambia y la producción de un corte con algo de escoria.

El corte por láser de fibra es un proceso muy seguro si se lo utiliza dentro del carenado metálico. Dicho carenado tiene por objeto aislar ópticamente el proceso de corte pues la frecuencia del Láser de fibra puede producir daño permanente en el ojo del operador. En general las máquinas vienen con sistemas de compuertas y también barreras para evitar que la mesa de intercambio arrastre al operador por accidente.

En conclusión, ambos procesos son bastan-

te seguros si se los utiliza con las condiciones preestablecidas, por lo que no parecería ser un factor importante en una decisión de compra.

Inversión

Como se mencionó anteriormente, la inversión en un equipo de corte por Láser de fibra es significativamente mayor a la última tecnología disponible en proceso plasma, el sistema X-Definition.

En términos numéricos, se podría decir que la inversión para el proceso láser puede oscilar entre USD 200k para un equipo de superficie útil 1500x3000mm con fuente de 1kW hasta cerca de los USD 500k para una máquina de 2000x6000mm con fuente de 6kW. Obviamente, estos valores corresponden a equipos industriales con bancadas que superan las 15 toneladas, con mesa de intercambio de chapa y todas las medidas de seguridad. Con respecto al plasma X-Definition, una máquina de clase mundial de 2500x6000mm útiles y fuente XPR 300 no alcanza los USD 150k, permitiendo cortar desde 1mm hasta 50mm de espesor en acero al carbono.

Finalmente, como en todos los campos, existen fabricantes que ofrecen productos Láser y plasma con menos prestaciones para bajar sus precios. Es importante no caer en el error de comprar un Láser económico en lugar de una máquina con plasma X-Definition de primera categoría, ya que esta decisión podría llevar a consecuencias muy caras.

Conclusión

En la batalla Plasma vs. Láser no hay un ganador claro entre ellos debido a que ambos procesos tienen ventajas y desventajas. Considerando los puntos desarrollados en el artículo, el único ganador será quien elija bien su proceso de corte basándose en criterios objetivos, informándose y comprendiendo cómo los beneficios y limitaciones del proceso de corte seleccionado impactarán en los resultados del negocio conveniente. Grupo BAW.

(*) Director Grupo Baw

 Más información:
www.baw.com.ar