

# **Dispositivo para la unión de 2 polímeros a través de tecnología de soldado laser**

**Víctor Eduardo Monroy Gomez<sup>1</sup>,**

**<sup>1</sup>Estudiante de Posgrado Ciateq.**

monrvi1@hotmail.com.mx

## **RESUMEN.**

Este documento presenta los principios y características de la soldadura de unión laser que se deben considerar al momento de diseñar y fabricar un dispositivo que alojara los polímeros durante su proceso de unión, conociendo las fases de soldadura laser y determinando los parámetros óptimos que deberán tomarse en cuenta para lograr una unión exitosa. Se observó que la presión que debe ejercer el dispositivo sobre los polímeros, es de entre 2 a 4 bars y el espacio entre la superficies de los componentes debe ser menor a 0.1 mm. Además de estos elementos se expondrán factores como tiempo de enfriamiento, tiempo de soldado y desplazamiento de unión de soldado durante el desarrollo del proceso.

**Palabras Claves:** Dispositivo, Soldadura laser, Polímeros.

## **1 INTRODUCCIÓN.**

La demanda cada vez más fuerte de la industria de la manufacturera para utilizar productos plásticos con mayor complejidad, exige el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan unir polímeros con mejores características, reduciendo el tiempo ciclo y los costos elevados, obteniendo mayor flexibilidad y otorgando mejor apariencia cosmética. En gran parte de los procesos es necesario unir dos polímeros con características diferentes, esto permite lograr un correcto funcionamiento y aplicación requerida, facilita la inyección de los componentes, logrando de esta forma, que se puedan unir sin la necesidad de un elemento adicional como podría ser tornillos que sujeten las partes, elementos complejos de sujeción entre los mismos componentes que complican el diseño o adhesivos que implica un costo adicional, que no aportan valor agregado al producto.

## **2 FUNDAMENTOS**

Los primeros elementos que debemos considerar durante la unión de los polímeros, es la característica de los mismos, como sería su composición molecular, coeficiente de absorción, transmisión y reflexión, Los dos polímeros seleccionados deben clasificarse como superior e inferior, ya que durante su unión estará uno por encima del otro, el componente que estará en la parte superior deberá ser translucido, para permitir la

transmisión del calor a través de la transparencia del material, ya que la luz láser a traviesa sin absorción el material de la parte superior.

La característica de segundo material que estará en la parte inferior de la unión, deberá ser un alto coeficiente de absorción. Este material al ser incidido por la luz Laser concentrar el calor suficiente para poder lograr una fusión entre los dos componentes. Otra de las características esenciales para lograr el objetivo de la unión entre los polímeros es la presión que se requiere para mantener unidas las superficies de ambos componentes. Uno de los requisitos es tener un contacto correcto o la unión no se lograra. Si el espacio entre las superficies de los componentes es mayor a 0.1mm se tendrá ausencia de soldadura [1]

Esta característica desprender nuestro objetivo de estudio al establecer los lineamientos necesarios para lograr que un dispositivo pueda mantener una presión constante y controlada que permita a los componentes mantener sus superficie unidas y de esta forma lograr una exitosa unión de los Polímeros. Si el espacio entre las superficies de los componentes es menor a 0.1mm se obtendrá un correcto Soldado [1]

El proceso es llamado Soldado Laser por transmisión, como se observa en la Figura 1.

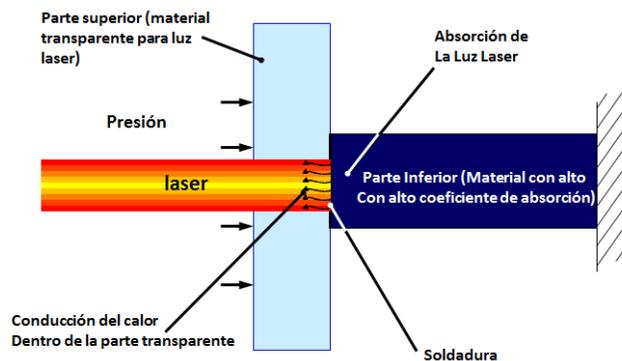


Figura 1. Soldado por transmisión Laser [1]

#### Principio de Absorción

La absorción está definida por tres características básicas

A\*= Coeficiente de Absorción

R\*= Coeficiente de Reflexión

T\*= Coeficiente de Transmisión

La luz láser es absorbida, Relejada, y Trasmitada como se observa en la Figura 2.

$$A^* + R^* + T^*$$

(1)

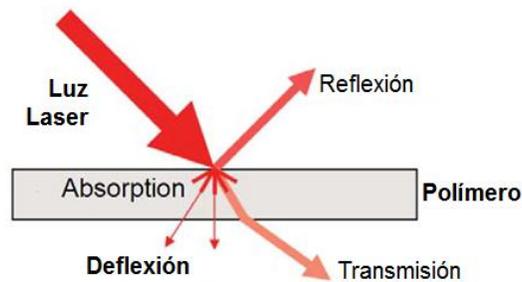


Figura 2. Absorción, Reflexión, Transmisión de la luz Laser

La razón por la que se toma la decisión de utilizar la tecnología láser de soldado por transmisión en la unión de los polímeros, es debido a su alta flexibilidad, y su tiempo de ciclo reducido. Acotaremos más el estudio para concentrarnos en la unión de los polímeros a través de la soldadura laser por puntos conocido también como (**Laser Spot Weld**). [1]

La unión laser por puntos, es una técnica utilizada para fijar y unir dos polímeros, en puntos específicos, que garantizaran la resistencia y buen funcionamiento de la unión entre los mismos. A continuación podemos ver un ejemplo de la necesidad de unir dos componentes plasticos por medio del soldado laser, Laser spot Weld como se observa en la Figura 3.



Figura 3. Unión Laser por puntos

#### Fases de unión Laser

El objetivo de las fases, es la unión correcta de los componentes, garantizando el desplazamiento total de la unión de soldado.

Las fases en las que se dividen los procesos de unión laser son 4, como se exponen a continuación.

Fase 1. Inicia la transmisión de energía por la incidencia de la luz láser en los polímeros, produciendo el calentamiento del componente con alto índice de absorción, en esta

etapa no existe desplazamiento de unión, deberá existir una presión contante entre los componentes a unir, que es proveída por un agente externo llamado también **Dispositivo** de unión.

Fase 2. Continúa la transmisión de energía, comenzado el desplazamiento de unión, el incremento de temperatura es transmitido al componente con menor coeficiente de absorción, material transparente que se encuentra en la parte superior. El agente externo deberá continuar con la presión contante entre los componentes

Fase 3. En esta etapa el desplazamiento de unión de soldado se ve incrementado rápidamente, el material con alto coeficiente de absorción alcanza la temperatura suficiente para transmitir el calor al material transparente o con bajo índice de absorción, alcanzado el máximo valor de desplazamiento en la unión. En esta etapa la presión ejercida por el dispositivo, juega un papel vital en el desplazamiento de la unión, ya que la unión es dependiente de la presión ejercida por el agente externo, garantizado el máximo desplazamiento.

Fase 4 Es interrumpida la transmisión de energía del haz de luz láser, comienza la fase del enfriamiento de la unión que ha alcanzado su máxima temperatura. El desplazamiento de unión continúa debido a la presión constante ejercida por agente externo, que deberá ser frenado por un elemento mecánico contenido en el dispositivo, controlando el desplazamiento de unión deseado una vez que ha terminado la Fase 3. En Figura 4 podemos observar las fases antes mencionadas.

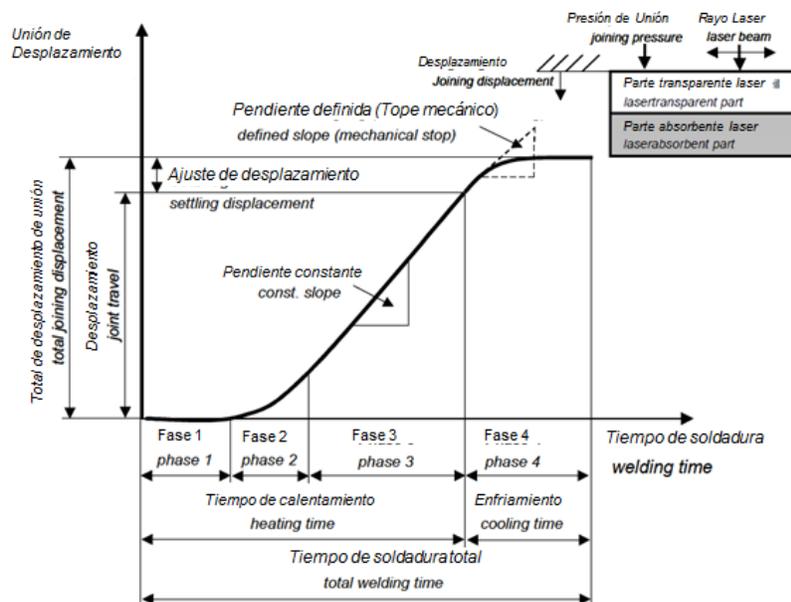


Figura 4. Fases de desplazamiento de Unión Láser

### 3 PROCEDIMIENTO

#### Dispositivo de Unión Laser

Como se ha mencionado el agente externo que ejerce una presión contante entre la unión de los polímeros, debe ser diseñado y controlado para garantizar el éxito del desplazamiento de unión entre los componentes.

La presión que debe ejercer el dispositivo de unión durante las fases de desplazamiento de unión laser esta usualmente en el rango de 2 a 4 MPa. Se debe considerar que la presión de unión es relativa a la fuerza de sujeción, ya que la fuerza de sujeción no es la misma que puede ser observada en un manómetro de presión neumática.

La regla de Oro. Cuando mayor es la fuerza de unión más corto es el tiempo de soldadura y menor es la resistencia de Soldadura [1]

Para que una unión de soldado este correctamente definida, se debe garantizar el contacto de las dos partes en todo su circunferencia de soldado, y adicionalmente debe añadirse fuerza suficiente para garantizar el contacto adicional de un valor de 0.1 mm

La definición de un buen desplazamiento de soldado se puede realizar por medio de una buena ejecución durante este desplazamiento, La luz láser debe ser apagada al alcanzar la velocidad adecuada para el derretimiento de los componentes. [1]

El tiempo de enfriamiento bajo presión de 2 a 4 MPa, es recomendado de 0.5 a 2 s

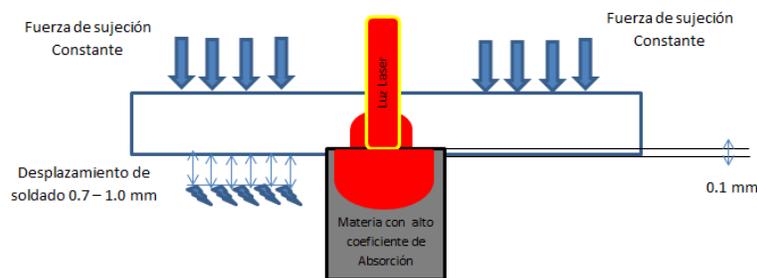


Figura 5. Desplazamiento de unión

Es posible lograr una alta calidad en el soldado con tiempos cortos de irradiación laser que pueden variar de entre 800 mm/segundos a 1000 mm/segundos,

El tamaño del diámetro del haz de laser en el plano laser tiene que ser adaptado a:

- La anchura del punto de unión.
- Exactitud dimensionar de las piezas
- Tolerancia del posicionamiento del dispositivo de unión

Para evaluar la unión del soldado laser se deben utilizar los siguientes parámetros.

- La pendiente de desplazamiento entre los componentes.
- Desplazamiento mínimo de unión
- Tiempo mínimo y máximo de soldadura
- Mínima y máxima fuerza de Sujeción [1]

Diseño del Dispositivo de Sujeción.

La primera consideración que se debe tener en cuenta para el dispositivo, es asegurar las partes de unión, superior e inferior, con alojamientos mecánicos y sujeciones neumáticas que permitan alcanzar la fuerza contante sobre las partes, específicamente en los puntos de unión, donde existe un desplazamiento de soldadura.

Los materiales que se utilizaran para las bases de alojamiento deben ser especificados, de acuerdo a los polímeros que se unirán, ya que de ellos depende que dichas bases no causen un daño cosmético a las partes que serán alojadas en las bases, Los tipos de materiales recomendados pueden ser resinas de Acetal y Aluminios con acabados superficial.

Utilizar los puntos de Referencia de las partes (RPS) ilustrado generalmente en el dibujo 2D, que nos permitirá restringir los movimientos de las partes con la fijación de la técnica 3-2-1. La técnica 3-2-1, utiliza en primer lugar 3 puntos de descaso para elevar las partes a un nivel de trabajo adecuado (X,Y,Z) en segundo lugar dos topes laterales a lo largo de los ejes (X,Y) y por ultimo un tope lateral opuesto en el eje (X) o en (Y), lo que significaría que se ha fijado el componente en un espacio tridimensional restringiendo 3 puntos en (X) 2 puntos en (Y) y 1 punto en (Z) [2]

Sujeción Neumática.

Para lograr una sujeción neumática adecuada es necesario saber cómo poder calcular la fuerza desarrollada por un cilindro, que está en función del diámetro del pistón o embolo, de la presión de aire de alimentación, y la resistencia producida por el rozamiento. Entonces la fuerza teórica (sin considerar rozamiento) se calcula por la expresión. [3]

$$F \text{ teórica} = \text{área} \times \text{Presión}$$

Siendo

$$F \text{ teórica} = \text{Fuerza teórica del embolo}$$

**(2)**

Área = área del embolo, que también se puede calcular a partir del diámetro interno del embolo

Ahora bien, el área efectiva de un cilindro depende si se considera en avance o en retroceso, dado que en retroceso tenemos que descontar el diámetro del vástago como se observa en la figura 6. [3]

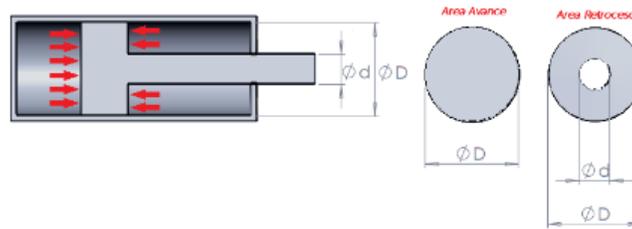


Figura 6. Área de un Cilindro

En el caso del avance, se calcula el área de un cilindro siendo esta una circunferencia, mientras que para el retroceso el área es de una corona Circular. Entonces el calcula del área efectiva puede realizarse mediante las siguientes dos fórmulas. [3]

$$\begin{aligned}
 Area_{avance} &= \pi \cdot \frac{D_{cilindro}^2}{4} \\
 Area_{Retroceso} &= \pi \frac{D_{Cilindro}^2 - d_{Vastago}^2}{4}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Por lo tanto si aplicamos esto a la fórmula de fuerza obtenemos:

$$\begin{aligned}
 F_{avance} [N] &= \pi \cdot \frac{D_{cilindro}^2}{4} [mm^2] \cdot \frac{P[bar]}{10} \\
 F_{retroceso} [N] &= \pi \cdot \frac{D_{cilindro}^2 - d_{vastago}^2}{4} [mm^2] \cdot \frac{P[bar]}{10}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Una vez que se tienen las consideraciones necesarias para poder diseñar el dispositivo, como alojamiento mecánico y fuerza de sujeción adecuada mediante los elementos neumáticos, es momento de considera la cubierta o mascarilla del dispositivo que posicionara los elementos neumáticos (cilindros de Sujeción) sobre los puntos específicos cercanos a los puntos de unión. Considerando que es indispensable tener un espacio suficiente para incidir la luz láser en los puntos de unión de los Polímeros.

El concepto del dispositivo debe alojar los dos componentes, como se observa en la figura 7



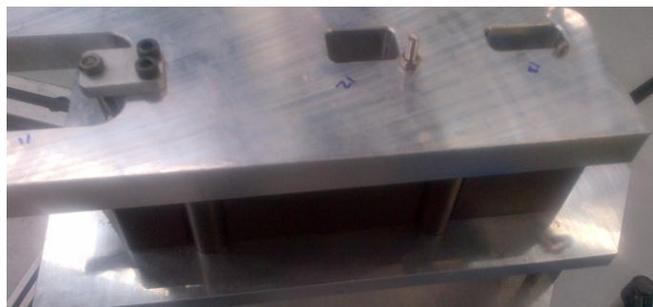
*Figura 7. Base de alojamiento de las partes*

Un elemento Mecánico debe transportar los cilindros Neumáticos a la posición de sujeción. Posicionándose por encima de los partes como se observa en la figura 8.



*Figura 8. Dispositivo Mecánico que transporta a posición los cilindros neumáticos de sujeción.*

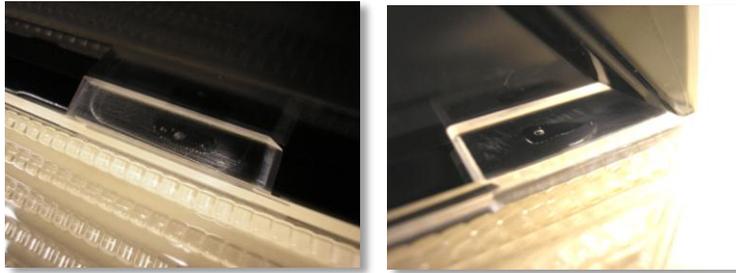
El dispositivo debe contar con espacio suficiente para incidir la luz láser sobre el punto de unión. Esto garantizará que el desplazamiento de soldado será exitoso durante la pendiente de unión, como podemos observar en la figura 9.



*Figura 9. Vista superior del dispositivo, se observa la ventana rectangular donde será inducida la luz Laser*

#### 4 ANALISIS DE RESULTADOS

El resultado esperado, deberá ser una unión de soldado con alta estabilidad mecánica y una resistencia al desprendimiento de 30 Netows, obteniendo una apariencia cosmética adecuada, conforme a los lineamientos y normas de apariencia establecidas. En la figura10 se puede observar los puntos de soldadura de dos polímeros en un proceso de soldado laser, mostrando una estabilidad mecánica y cosmética adecuada.



*Figura 10. Puntos de Soldadura laser*

#### 5 CONCLUSION

El diseño y concepción del dispositivo de unión para soldadura laser es determinante para alcanzar los resultados esperados, considerando que deben cumplir con los parámetros determinados en este artículo, como se enumeran a continuación:

- 1.Presión constate entre los componentes 2 a 4 MPa
- 2.Espacio entre la superficies de unión <0,1 mm
- 3.Exactitud dimensional de las piezas
- 4.Tiempo de enfriamiento 0.5 a 2.0 s

Con estos elementos obtendremos un resultado exitoso de nuestro proceso.

#### REFERENCIAS

[1] Dr.-Ing. O. Karger, Plastic Welding Technology Laser Welding, GL-PE1, Lippstadt, Sept. 2012. pp 147-161

[2] Pansoo Kim and Yu Ding, Optimal Design of Fixture Layout in Multistation Assembly Processes, ieee transactions on automation science and engineering, vol. 1, no. 2, october 2004, , pp 1-13

[3] Yogeshkumar K.S.\* Ramesh Babu K, AN ADVANCED METHOD OF JIGS AND FIXTURES PLANNING BY USING CAD METHODS, Dept. of PG-Studies, Govt. Tool Room and Training centre, Mysore. India, pp 1-5