

UNIVERSIDADE DA CORUÑA



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA SOLDADURA LÁSER MANUAL Y LA SOLDADURA CONVENCIONAL EN LA FABRICACIÓN DE CHASIS TUBULARES DE VEHÍCULOS LIGEROS

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

AUTOR: Samuel López Sixto

TUTORES: Emilio Sanjurjo Maroño
Feliciano Fraguela Díaz

- 01 OBJETO Y ALCANCE**
- 02 ANTECEDENTES**
- 03 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**
- 04 ANÁLISIS DE SOLUCIONES**
- 05 CONCLUSIONES**



01 **OBJETO Y ALCANCE**

02 **ANTECEDENTES**

03 **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

04 **ANÁLISIS DE SOLUCIONES**

05 **CONCLUSIONES**



OBJETO

Evaluación Comparativa Láser vs. TIG

Analizar y comparar la soldadura láser manual frente a la soldadura convencional TIG en la fabricación de chasis tubulares para vehículos ligeros.

- **Caracterización:** Caracterización mecánica y microestructural de las uniones.
- **Defectología:** Inspección de imperfecciones superficiales.
- **Aplicabilidad:** Valoración de su utilización en estructuras tubulares ligeras.



¿Es la soldadura láser manual una alternativa viable al proceso TIG para este tipo de uniones?

ALCANCE DEL TRABAJO

01

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



Antecedentes de la soldadura y un estado del arte.

02

FASE EXPERIMENTAL



Soldadura de tubos AISI 316L y S235JRH mediante láser manual y TIG.

03

ENSAYOS DE LABORATORIO



Líquidos penetrantes, ensayos mecánicos y microestructurales

04

COMPARACIÓN



Análisis conjunto de resultados y valoración de la aplicabilidad.

01 OBJETO Y ALCANCE

02 ANTECEDENTES

03 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

04 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

05 CONCLUSIONES



PROCESOS CONVENCIONALES POR ARCO

Característica	TIG	MIG/MAG
Electrodo	No consumible (wolframio)	Consumible (hilo continuo)
Velocidad de soldeo	Baja	Alta
Aporte térmico	Moderado-bajo	Moderado-alto
ZAT	Reducida	Mayor que TIG
Calidad del cordón	Muy alta, limpio y preciso	Buena, puede presentar salpicaduras
Distorsión	Baja	Mayor
Destreza requerida	Alta	Media
Aplicación en tubular fino	Muy adecuado	Adecuado con control de parámetros

PROCESOS CONVENCIONALES FRENTE A SOLDADURA LÁSER MANUAL

VENTAJAS FRENTE A LOS PROCESOS DE ARCO

01 MENOR APORTE TÉRMICO

Una ZAT más pequeña reduce la distorsión, las tensiones residuales y el retrabajo.

02 MAYOR PRODUCTIVIDAD

Velocidades de soldeo superiores y ciclos más cortos mejoran la eficiencia del proceso.

03 MÁS CONTROL EN TUBO FINO

La oscilación del haz favorece precisión, repetibilidad y tolerancia a pequeños desajustes.

CONDICIONES DE ADOPCIÓN

■ INVERSIÓN

Mayor coste inicial del equipo.

■ SEGURIDAD

Zona controlada, accesos limitados y EPI específico.

■ ESPESOR

Pierde ventaja en materiales de elevado espesor.

ENCAJE ÓPTIMO

Tubos finos · prototipos · series cortas

Complementa al TIG cuando mandan la precisión dimensional y el tiempo de ciclo.

01 OBJETO Y ALCANCE

02 ANTECEDENTES

03 **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

04 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

05 CONCLUSIONES



EQUIPAMIENTO LÁSER Y PROTOCOLO DE SEGURIDAD

EQUIPO

- Soldadura láser manual portátil LightWELD XR
- $\lambda = 1070 \text{ nm}$ y $P_{\text{max}} = 1500 \text{ W}$
- Gas de protección (N_2)



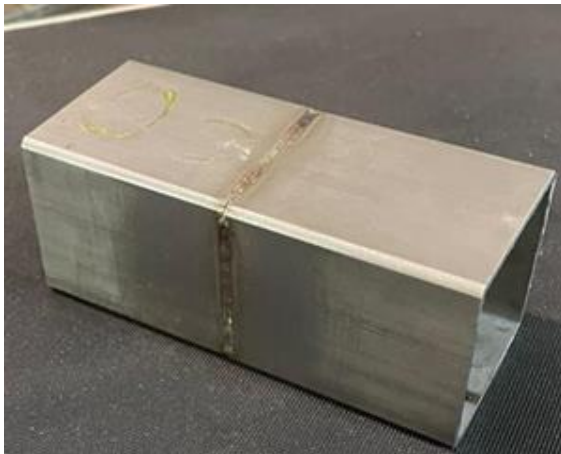
CONDICIONES DE SEGURIDAD

- Láser de fibra alta potencia Clase 4
- Entorno de trabajo adecuado
- Equipo de protección individual

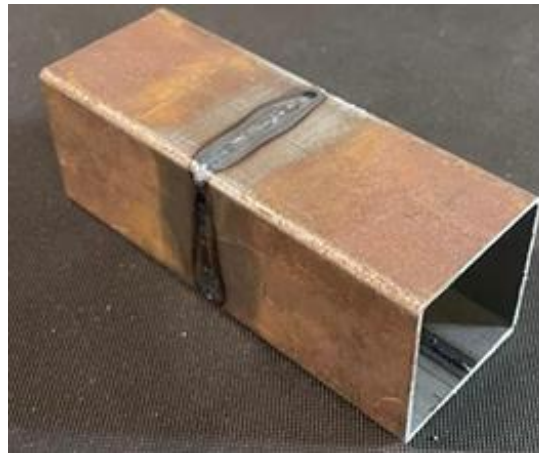


MATERIALES Y GEOMETRÍA

AISI 316L (Acero inoxidable)



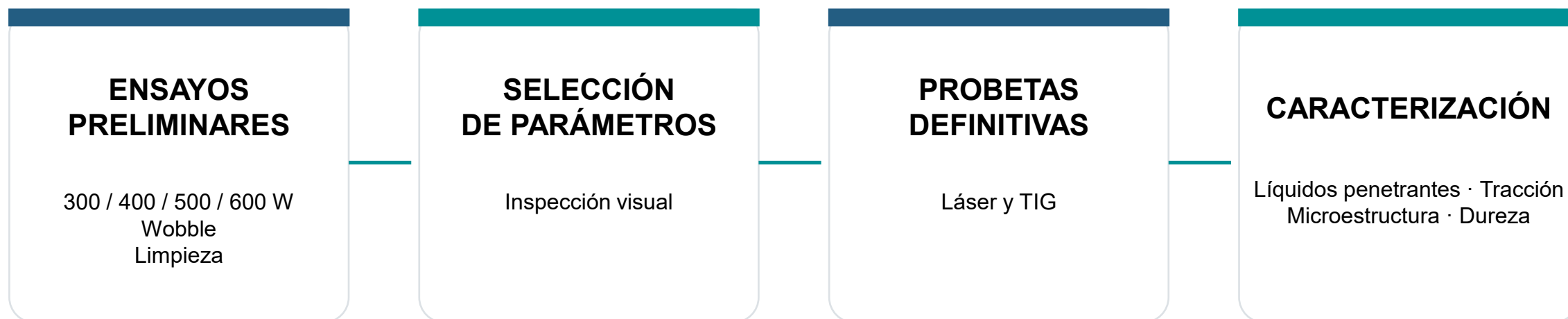
S235 JRH (Acero al carbono)



GEOMETRÍA DEL ENSAYO

- Sección cuadrada
- 1,5 mm espesor
- Misma geometría para ambos procesos
- Sin material de aporte

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL



PARÁMETROS DE SOLDADURA DEFINITIVOS

Parámetro	AISI 316L	S235JRH
Programa	A1	A4
Potencia punteado (W)	450	400
Potencia cordón (W)	500	450
Frecuencia de oscilación (Hz)	50	50
Amplitud de Wobble (mm)	2	2
Gas de protección	N ₂	N ₂
Material de aporte	Sin aporte	Sin aporte

- 01 OBJETO Y ALCANCE
- 02 ANTECEDENTES
- 03 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL
- 04 ANÁLISIS DE SOLUCIONES**

- 05 CONCLUSIONES



LÍQUIDOS PENETRANTES

AISI 316L (Acero inoxidable)



Láser



TIG

S235 JRH (Acero al carbono)



Láser



TIG

TIG presentó menos indicaciones superficiales que el proceso láser en ambos materiales.

ENSAYO DE TRACCIÓN – FUERZA DE ROTURA

Configuración	Probeta 1 (kN)	Probeta 2 (kN)	Probeta 3 (kN)	Media (kN)	Desv. estándar (kN)
FE -TIG	3,75	3,52	3,17	3,48	0,29
FE -LAS	3,07	2,93	4,42	3,47	0,82
IN -TIG	2,36	5,35	4,94	4,22	1,62
IN- LAS	5,36	3,64	5,50	4,83	1,04

*Acero al carbono fuerzas de rotura prácticamente idénticas.
Acero inoxidable mayor fuerza de rotura el soldado con láser*

ENSAYO DE TRACCIÓN – LOCALIZACIÓN DE LA ROTURA



Acero inoxidable - Láser



Acero al carbono - Láser



Acero inoxidable - TIG

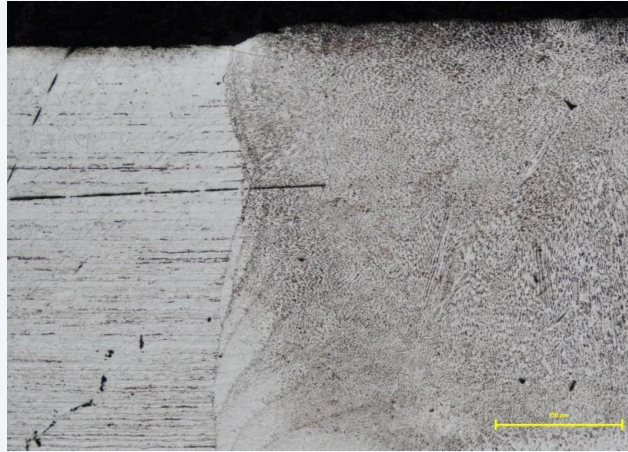


Acero al carbono - TIG

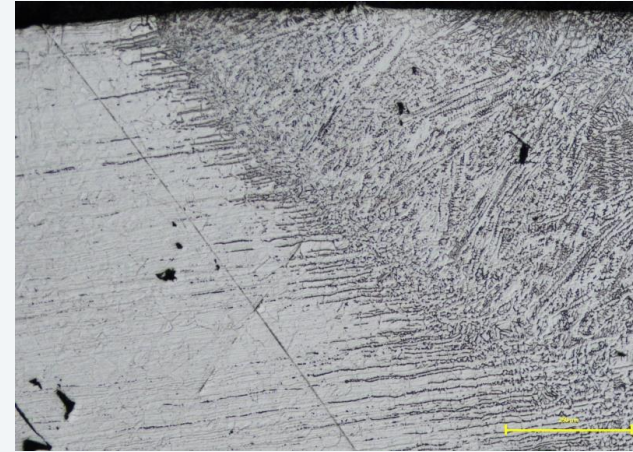
ENSAYO MICROESTRUCTURAL

AISI 316L

LÁSER

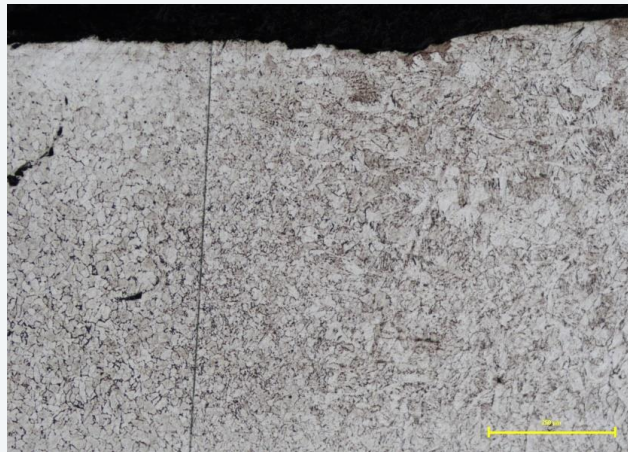


TIG

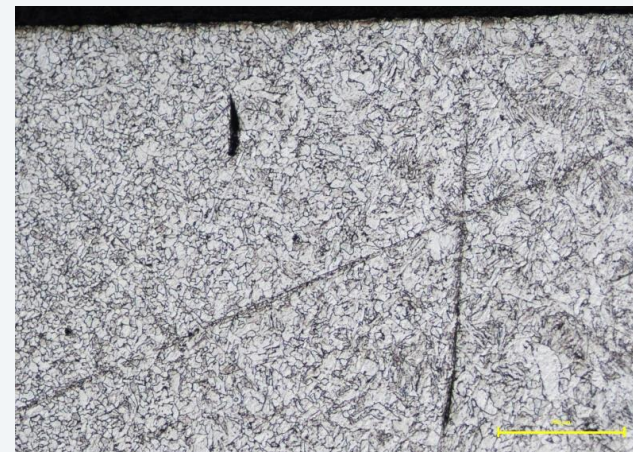


S235 JRH

LÁSER



TIG



DUREZA

Ensayo dureza de Vickers (HV0,2)

Zona	AISI 316L (HV)	S235JRH (HV)
Metal base	213,7	133,3
Cordón láser	292,7	195,3
Cordón TIG	235,7	144,3

Se observa mayor dureza media en las zonas soldadas mediante el proceso láser.

COMPARACIÓN GLOBAL DE RESULTADOS

Parámetro	Láser	TIG
Indicaciones superficiales	Mayores en láser	Menores en TIG
Fuerza media — S235JRH	3,47 kN	3,48 kN
Fuerza media — 316L	4,83 kN	4,22 kN
Microestructura	Mayor refinamiento observado	Grano menos refinado
Dureza	195,3 / 292,7 HV	144,3 / 235,7 HV

01 **OBJETO Y ALCANCE**

02 **ANTECEDENTES**

03 **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

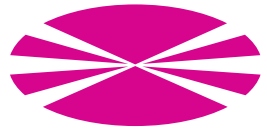
04 **ANÁLISIS DE SOLUCIONES**

05 **CONCLUSIONES**



VALIDEZ PARA CHASIS TUBULARES Y APLICABILIDAD EN GREENPOWER

- La soldadura láser manual iguala o supera el comportamiento mecánico de la soldadura TIG en la mayoría de los parámetros evaluados.
- La principal debilidad del láser son las indicaciones superficiales observadas en la inspección de líquidos penetrantes.
- Importante destacar que el soldador de láser manual no tenía experiencia previa en este proceso.
- La soldadura láser manual constituye una alternativa viable para chasis tubulares de vehículos ligeros de competición, como el Proyecto Greenpower.
- Recomendable optimizar y probar ciertos parámetros de soldadura y la técnica del operario para reducir en medida de lo posible los defectos superficiales.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA SOLDADURA LÁSER MANUAL Y LA SOLDADURA CONVENCIONAL EN LA FABRICACIÓN DE CHASIS TUBULARES DE VEHÍCULOS LIGEROS

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Samuel López Sixto