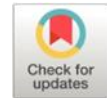


Factibilidad de la soldadura TIG en ensamblado de aluminio 6063 extruido para fabricación de automóviles

Feasibility of TIG welding in the assembly of extruded 6063 aluminum for automobile manufacturing

- 1 Javier Milton Solís Santamaria
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
milton.solis@esPOCH.edu.ec  <https://orcid.org/0000-0002-9291-1906>
- 2 Yadira Maricela Semblantes Claudio
Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE
ymsemblantes@espe.edu.ec  <https://orcid.org/0000-0002-6134-615>
- 3 Juan Antonio Villacís López
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua
jvillacis.istt@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-1284-4994>
- 4 Diego Paul Herrera Santamaria
Ciauto Cia. Ltda.
diegopaulherrera@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-7309-0030>



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 08/12/2022

Revisado: 10/01/2023

Aceptado: 01/02/2023

Publicado: 27/02/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i1.3.2497>

Cítese:

Solís Santamaria, J. M., Semblantes Claudio, Y. M., Villacís López, J. A., & Herrera Santamaria, D. P. (2023). Factibilidad de la soldadura TIG en ensamblado de aluminio 6063 extruido para fabricación de automóviles. *ConcienciaDigital*, 6(1.3), 6-19. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i1.3.2497>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Aluminio 6063,
extrusión,
soldadura TIG.

Keywords:

Aluminum
6063, extrusion,
TIG welding.

Resumen

Introducción. Uno de los materiales más utilizados en los diversos procesos industriales es el aluminio, debido a su gran versatilidad y bajo peso, gran maleabilidad y conformabilidad, resistencia a la corrosión y alta conductividad eléctrica. Su aparición ha permitido un gran auge en el desarrollo de nuevas técnicas, métodos y aplicaciones. Dentro de los métodos de unión se encuentran los procesos de soldadura, y en específico el proceso de soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) el cual utiliza una atmósfera de gas Argón para proteger la formación del cordón de soldadura. **Objetivo.** El presente estudio está enfocado en analizar la factibilidad de la soldadura TIG en el ensamblado de aluminio 6063 extruido para fabricación de automóviles. **Metodología.** Se basa en investigaciones de tipo documental y bibliográfica. **Resultados.** Se basaron en los análisis de las características de la aleación 6063, la extrusión de los metales y las características de la soldadura. **Conclusión.** Se obtuvo fragilización del material base a causa del calentamiento al arco eléctrico, así como, disminución de la resistencia a la tracción y aumento en la dureza del aluminio ante un procedimiento de soldadura. Para minimizar y solucionar los efectos descritos anteriormente en las características del aluminio, se debe recurrir posterior al proceso de soldadura, a un tratamiento térmico.

Abstract

Introduction. One of the most used materials in various industrial processes is aluminum, due to its great versatility and low weight, great malleability and formability, resistance to corrosion, and high electrical conductivity. Its appearance has allowed a boom in the development of new techniques, methods, and applications. Among the joining methods are welding processes, and specifically the TIG (Tungsten Inert Gas) welding process, which uses an atmosphere of Argon gas to protect the formation of the weld seam. **Objective.** The present study is focused on analyzing the feasibility of TIG welding in the assembly of extruded 6063 aluminum for automobile manufacturing. **Methodology.** It is based on documentary and bibliographical research. **Results.** They were based on the analyzes of the characteristics of the 6063 alloy, the extrusion of the metals and the characteristics of the weld. **Conclusion.** Embrittlement of the base material was obtained due to electric arc heating, as well

as a decrease in tensile strength and an increase in the hardness of aluminum before a welding procedure. To minimize and solve the effects described above on the characteristics of aluminum, a heat treatment must be used after the welding process.

Introducción

El aluminio es un material que se ha incorporado progresivamente dentro de la industria gracias a su alta resistencia, bajo peso y ductilidad, entre otras propiedades. Parte de esta incorporación se debe al desarrollo de nuevas tecnologías de unión, principalmente la soldadura por fusión y más objetivamente el proceso de soldadura por arco eléctrico con protección gaseosa, denominado por la American Welding Society (AWS) “Gas tungsten arc welding” (GTAW), también conocido como Tungsten Inert Gas (TIG) (Antunez, 2022)

El aluminio es un metal que reúne una serie de propiedades mecánicas excelentes dentro del grupo de los metales no férricos. La aleación de aluminio 6063 está dentro de uno de los grandes grupos en los que se encuentra clasificado el aluminio.

El estudio nace de la necesidad de analizar la factibilidad de la soldadura TIG en el ensamblado de aluminio 6063 extruido para fabricación de automóviles. Es importante encontrar los conceptos referidos a la aleación de aluminio 6063, la extrusión del aluminio, las características de la soldadura TIG y del ensamblaje de carrocerías de aluminio por soldadura.

Se justifica esta investigación ya que uno de los materiales más utilizados en los diversos procesos industriales es el aluminio y debido a su gran versatilidad y bajo peso a diferencia del acero u otros materiales. Su aparición ha permitido un gran auge en el desarrollo de nuevas técnicas, procesos y aplicaciones en la industria automotriz

Metodología

La metodología utilizada es de tipo investigación documental y bibliográfica apoyada por la utilización de instrumentos como textos, revistas científicas y documentos web. La aplicación metodológica está basada a través del desarrollo de los objetivos específicos tales como aleación de aluminio 6063, la extrusión del aluminio, las características de la soldadura TIG y del ensamblaje de carrocerías de aluminio por soldadura

Desarrollo

Aluminio 6063

Actualmente, el uso de las diferentes aleaciones de aluminio se ha incrementado y es utilizado en diferentes industrias como la aeronáutica, petroquímica, automotriz, entre otras. Las primeras aleaciones que empezaron a soldarse fueron las utilizadas en la industria aeronáutica empleando el método FSW (Friction Stir Welding) en los ejes de las turbinas, mientras que el proceso GTAW o TIG se utilizaba en componentes inoxidables (Almendariz et al., 2020).

Las aleaciones de la serie 6XXX constituye el grupo más importante destinado a la industria extrusora de aluminio, a nivel mundial el 80 % de las aleaciones empleadas en el sector de la extracción pertenecen a esta serie, siendo la aleación de aluminio 6063 la más destacada por su gran volumen de producción (López, 2022).

Una de las series de aluminio más utilizadas para los procesos de conformado, y en especial la extrusión, es la serie 6000. El resultado es un conjunto de materiales que varían en fuerza de 150MPas a 350MPas, todos con buena dureza y formabilidad. Dentro de las aleaciones de aluminio, la serie 6000 se pueden decir que es de las más utilizadas en los procesos de conformado, en especial los procesos de extrusión (Lema et al., 2020).

La aleación 6063 es una aleación termo tratable, o sea obtiene sus máximas propiedades mecánicas a través de tratamientos térmicos. Su composición química incluye 0,20 – 0,6% de silicio y 0,45 – 0,9% de magnesio. Estos elementos se combinan formando siliciuro de magnesio (Mg_2Si) que constituye el agente endurecedor de la aleación. El tratamiento térmico consiste en un calentamiento para solubilizar el Mg_2Si y luego precipitarlo en condiciones controladas de enfriamiento (Aluminio Caiama, 2018).

Este tipo de material presenta como característica esencial su buen comportamiento general, el cual presenta un rango de Mg del 0,3-1,5 % y de Si 0,2-1,5 %. Si se presenta un exceso de magnesio esta mejora la resistencia a la corrosión, disminuyendo la conformabilidad y las propiedades mecánicas. Si es el silicio el que aparece en exceso, aumentara la resistencia, sin empeorar la conformabilidad y la soldabilidad. Este tipo de aleación es empleado en la fabricación de piezas interiores y estructurales de las carrocerías, igualmente en la elaboración de paneles exteriores, consiguiendo, mediante tratamientos termo mecánicos, una buena resistencia semejante la del acero (Frasser & Osorio, 2018).

Extrusión en Aluminio

Las aleaciones de aluminios son utilizadas para procesos de conformado, en especial los procesos de extrusión. La facilidad con la que estas aleaciones se pueden extruir a formas

complejas debido a la flexibilidad permite que el diseño pueda variar en grandes proporciones por lo que contrarresta el alto costo de este. Es por ello por lo que los productos, utilizados mayormente en el área automotriz, son de aleación 6063, por la gran variedad de diseño y dimensiones y con gran resistencia mecánica y a la corrosión (Lema et al., 2020).

Los productos extruidos representan más del 50% del mercado europeo de productos de aluminio; de este porcentaje, el sector de la edificación utiliza la mayor parte. Además, el aluminio extruido se usa también en el transporte de cargas, en fuselajes de aviones, vehículos de carretera y ferrocarriles, y para aplicaciones marinas. Entre las ventajas del aluminio en las carrocerías de los vehículos se cuenta con: buena resistencia al fuego y al arco de resistencia térmica, ahorro de combustible, ahorro de un 6% en el consumo, alto rendimiento en la absorción de golpes puede absorber entre el 55-60 % la resistencia al golpe en comparación con el acero, baja emisión y mayor vida útil. 1kg de aluminio equivale a 2 kg de acero, reciclar. la chatarra de aluminio alcanza un valor de unos 1.550 USD / Ton. Alrededor del 75% de aluminio se reciclan en la tierra. Además, todo el peso del vehículo es más ligero 10% que la carrocería de acero. En definitiva, los beneficios que se consigue el aluminio respecto al acero son principalmente: la simplicidad de la estructura, menor coste, más ligero, fácil de ensamblar y sencillo de reparar (JG Automotive, 2023).

Características de la soldadura TIG

La soldadura es un componente esencial de muchas industrias, como la industria automotriz, la industria de la construcción, la industria de la aviación y más. Sin esta forma de trabajo en metal, muchas cosas, incluidos muchos edificios, puertas y cercas, pequeños electrodomésticos de cocina, vehículos, e incluso los viajes espaciales, no existirían (TWI Ltd, 2023).

La soldadura conocida como TIG (*Tungsten Inert Gas*) así como por las siglas GTAW del inglés (*Gas Tungsten Arc Welding*), es un método de soldadura que utiliza el arco eléctrico entre el electrodo, en este caso no consumible, y la pieza a soldar como fuente de energía para fundir el metal. Tanto el gas inerte de protección del baño de fusión como el metal de aportación se añaden de forma externa al electrodo (Vilda, 2020).

En este proceso, el soldador puede ir monitoreando claramente su trabajo, a diferencia de aquellos procedimientos donde se usa fundente, lo que repercute favorablemente en el proceso de soldadura. Hoy en día se está generalizando el uso de la soldadura TIG, sobre todo, en las aleaciones de aluminio, que son aplicadas en industrias como: la automotriz, la férrea, la náutica, la aeronáutica y aeroespacial. El uso de esta aleación se atribuye, principalmente, a que es liviana y su costo, con respecto a su duración, es más bajo, que para el acero; además, el aluminio puro posee una alta conductividad eléctrica y térmica.

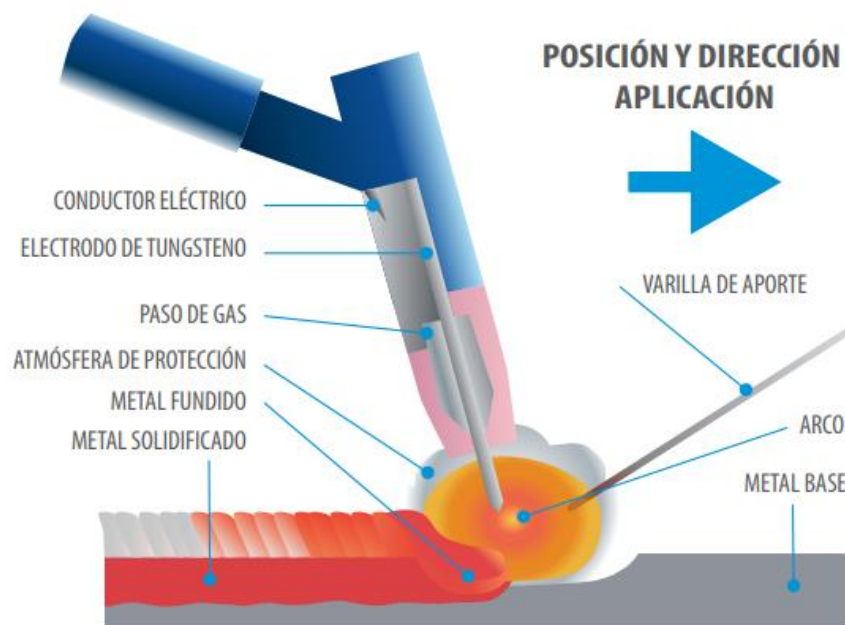
Presentado la misma una resistencia a la tensión de 634 kg/cm² (9000 Psi), la cual puede ser mejorada en el proceso de fusión (Antunez, 2022).

La soldadura TIG se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o circonio en porcentajes no superiores a un 2%. Dada la elevada resistencia a la temperatura del tungsteno (funde a 3410 °C), acompañada de la protección del gas, la punta del electrodo apenas se desgasta tras un uso prolongado. Los gases más utilizados para la protección del arco en esta soldadura son el argón y el helio, o mezclas de ambos (Yet Arco España, 2019)

El proceso TIG si es usado en aluminio puro o en unión de materiales con base de aluminio tiene unas particularidades que se deben considerar al momento de unir o soldar. Es decir, se debe tomar en cuenta los adecuados parámetros de soldadura, tales como: intensidad de corriente, si el equipo de soldadura opera con corriente alterna o corriente continua, el tipo de gas de protección, el voltaje, el tipo de material de protección y el espesor del material. Se pueden evaluar muchas de las características de una unión soldada en un proceso de inspección algunas se relacionan con las dimensiones, otras se refieren a las discontinuidades presentes en el cordón de soldadura, de igual manera el tamaño de una junta es de gran importancia ya que este se relaciona directamente con la resistencia mecánica de la junta (ver figura 1) (Fiallos, 2020).

Figura 1

Proceso de soldadura TIG



Fuente: Yet Arco España (2019)

Una de las bondades de la soldadura G.T.A.W o TIG, es que los cordones que se tienen son más dúctiles y resistentes, presentando además baja sensibilidad a la corrosión. Esto a causa de que el gas protector no permite el contacto entre el baño de fusión y el oxígeno de la atmósfera. Este gas protector hace más sencilla la soldadura con las deformaciones o inclusiones de escoria que pueden implicar. La gran ventaja de este método de soldadura es, básicamente, la obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión que en el resto de procedimientos, ya que el gas protector impide el contacto entre el oxígeno de la atmósfera y el baño de fusión (Yet Arco España, 2019).

Las variables que influyen en el proceso G.T.A.W o TIG, dependerán de aquellas que influyen directamente en las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la unión. Entre las variables se encuentran (Instituto Politécnico Nacional [IPN], 2017).

- *El tipo de corriente*

Corriente Continua: Cuando se utiliza corriente continua, se obtienen polaridades directa e invertida. Cuando se usa polaridad directa, la distribución de calor es menor en el electrodo que en el metal base, por lo que se obtiene buena penetración en la unión. Este tipo de polaridad permite que se suelden la mayoría de los metales con facilidad.

Corriente Alterna: Al usar corriente alterna, se obtiene la misma cantidad de calor en el electrodo y en el metal base en vista de que no existe polaridad. Lo anterior se debe a que la corriente cambia de sentido de circulación a razón de 50 o 60 veces por segundo de acuerdo con la frecuencia de 50 y 60 Hertz. La penetración de la corriente alterna está en un nivel intermedio entre las dos polaridades que ofrece la corriente continua y es aplicable para la soldadura de aluminio y magnesio.

- **Amperaje:** Un parámetro práctico es considerar que por cada milímetro de espesor del material corresponde a 40 amperes.
- **Características del electrodo no consumible:** La función principal del electrodo de tungsteno o wolframio es transferir el arco al metal base. Difiere de los otros electrodos de soldadura por arco eléctrico ya que no se funde con el calor generado en la fuente de poder de alta frecuencia; por lo tanto, no suministra material de aporte en la unión. Se fabrica en diámetros que van desde 0.60 hasta 6.35 mm, con aleaciones de cerio, lantano, torio y circo-nio.
- **Inclinación de la punta electrodo:** La inclinación de la punta electrodo con respecto al metal base es entre 75 y 80°; este rango permite facilitar el trabajo y controlar el cordón. Un ángulo menor repercute en la protección del gas inerte en la zona de fusión.
- **longitud de arco:** Es la distancia entre la punta del electrodo y la pieza a soldar. La longitud del arco eléctrico es aproximadamente 1.5 veces el diámetro del electrodo y se recomienda que no exceda los 5 mm ya que una distancia más

grande disipa más calor sobre la superficie del metal base, restándole profundidad y fusión además de crear un arco menos estable y con riesgo de contaminación en el baño de fusión.

- *Gas inerte:* La función principal del gas inerte es proteger y estabilizar el arco durante el proceso. Adicionalmente, evita en la zona de fusión, el contacto del metal fundido y del aire con el electrodo. Dentro de los gases que tienen mayor uso se encuentran: Helio, Argón o una composición de ellos con una pureza de 99.99%.
- *Metal de aporte:* En el proceso G.T.A.W. se puede o no usar metal de aporte y está en función de la soldadura. En el caso de su uso, se selecciona de acuerdo con las propiedades físicas, químicas y mecánicas del metal base. La A.W.S. cataloga el metal de aporte o varilla como sigue en la tabla 1.

Tabla 1

Metal de aporte o varilla utilizado en el proceso G.T.A.W

A5.18.	Varilla para soldadura de aceros al carbono de mediana resistencia.
A5.14	Varilla para soldadura de níquel y sus aleaciones.
A5.9	Varilla para soldadura de aceros inoxidable.
A5.10	Varilla para soldadura de aluminio y sus aleaciones
A5.28.	Varilla para soldadura de aceros de baja aleación y alta resistencia.

Fuente: IPN (2017)

Ensamblaje de carrocerías de aluminio por soldadura

En el Ecuador no existen empresas enfocadas en la manufactura de componentes vehiculares; sin embargo, aparecen industrias dedicadas al ensamblaje de los vehículos como son: General Motors Ecuador (Chevrolet), Ciauto (Great Wall, Zotye) y Aymesa (Kia, Hyundai, Volkswagen y Jac). A pesar de ello, se dice que el material más utilizado para la construcción de un chasis es acero al carbono, aunque aparecen aleaciones de aluminio por su ligereza (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE], 2021).

Hoy en día los fabricantes de automóviles buscan materiales que les permitan reducir el consumo y emisiones de sus vehículos. Uno de los metales más eficaces para ello es el aluminio, ya que consigue reducir el peso del vehículo hasta un 40% respecto al acero. Pero no solo su ligereza es la única característica favorable del aluminio, también hay que tener en cuenta que es resistente a la corrosión. Además, cuenta con otras muchas cualidades como su facilidad para el mecanizado, la capacidad de disipar el calor, fusibilidad y una baja resistencia mecánica. Todo esto permite a los fabricantes realizar

elementos como parachoques, mordazas de freno, cajas de cambio, pistones, culatas entre otros (Metalcon, 2021).

El aluminio 6063 posee ciertas propiedades que lo hacen un material propicio para desarrollar la construcción de un prototipo de cuadro estructural de vehículos alternos, debido a su costo moderadamente económico en comparación con otros materiales, aunque presenta inconvenientes para su unión, ya que requiere de dos tipos de procesos de soldadura TIG (Gas Inerte de Tungsteno por sus siglas en inglés) y MIG (Gas Inerte de Metal) que ocupan como material de aporte una aleación 4043 (López, 2022).

El uso de la soldadura GTAW o TIG, específicamente en Ecuador, se ha restringido operaciones manuales y estos no brindan las garantías para ser utilizados a nivel de empresas, además de su alto costo. En la industria automotriz del país, generalmente se utilizan remaches y roblones que son métodos de unión de materiales rápidos y sencillos, sin embargo, se debe tener en cuenta las desventajas que estos métodos tienen respecto al proceso de soldadura, para mejorar los resultados se ha utilizado el proceso de soldadura GTAW (Almendariz et al., 2020).

El aluminio utilizado en la industria carrocería de Ecuador recibe diferentes métodos de unión como roblonado, remachado y soldado. Estos métodos de unión son utilizados tanto a nivel industrial como a nivel artesanal, de estos tres métodos el que mejores resultados entrega es el método de soldadura. Gracias a esto, las uniones son mucho más fuertes, duraderas y con mejores propiedades mecánicas, los estudios realizados sobre soldadura de aluminio a nivel internacional han sido el punto de partida de diferentes estudios a nivel local como Fiallos (2020), donde se han realizado pruebas de soldadura por arco sobre aluminio.

NASCAR en su Centro de Investigación y Desarrollo, prueba el conjunto de chasis que requieren miles de soldaduras. Algunos chasis están completamente soldados con MIG, mientras que otros cuentan con una combinación de soldaduras MIG y TIG. Algunos equipos incluso juegan con el concepto de usar solo el proceso de soldadura TIG para su chasis. La soldadura TIG, aunque requiere mucho tiempo, también produce una soldadura más limpia y utiliza materiales más livianos que su contraparte MIG. Estos factores han provocado que los fabricantes de NASCAR se interesen cada vez más en la soldadura TIG, incluso si el proceso de soldadura lleva más tiempo. Los equipos siempre intentan ahorrar peso en la parte superior del coche. En cualquier lugar donde pueda quitar incluso una onza del chasis, lo hace. Si una soldadura TIG ahorra una onza o dos de peso, podría valer la pena (Holmes, 2018).

Las uniones de tubos circulares de chasis para un vehículo biplaza se pueden realizar mediante soldadura de ángulo si la relación entre los diámetros de las secciones a unir no excede 0,33 y si la separación a soldar no es mayor de 3mm. Para relaciones mayores la

soldadura puede cambiar uniformemente a lo largo de la curva de la unión. Para obtener rigidez, uniformidad y alta resistencia usualmente son empleadas las variantes TIG, MIG o una combinación de ambas (Molina & Morocho, 2022).

Como dato a considerar, se tiene que es necesario modificar también las técnicas de soldadura al hacer reparaciones o arreglos a la carrocería de aluminio, ya que hay que controlar el calor y es más exigente la calidad final de la soldadura. En cualquier caso, en los talleres de carrocería las herramientas para acero (lijas, martillos,) y para aluminio han de estar convenientemente separadas, tanto en su almacenamiento como a la hora de realizar trabajos de reparación. Trabajar el aluminio con herramientas que hayan estado en contacto con el acero puede ocasionar corrosión, normalmente las herramientas definidas para la reparación de aluminio se pintan de un color para hacer la distinción de estas (Autobodymagazine, 2018).

Finalmente la investigación de Fiallos (2020) resulto, en que al usar probetas de aluminio mecanizadas para ensayos de tracción, estas sufrieron una reducción en su resistencia a la tracción. Evidenciando, tener un límite de tracción mínimo de 75 Mpa, y un esfuerzo de 51.48 Mpa. También se presenta fragilización del material base debido al calentamiento de este por el arco eléctrico. Estos son los comportamientos del aluminio ante un procedimiento de soldadura. Y para mejorar estas características o propiedades se hace necesario, posterior a la soldadura, un tratamiento térmico.

De lo anteriormente descrito, se puede inferir que la soldadura TIG es factible en el ensamblado de aluminio 6063 extruido que se emplea en la fabricación de automóviles

Conclusiones

- El sistema de soldadura TIG, presenta mayor resistencia a la corrosión y fuerza. También, es más dúctil que las realizadas con electrodos convencionales. Cuando se necesita alta calidad y exigencias de terminación, es necesario usar este tipo de sistema ya que resultan soldaduras con un acabado liso, homogéneas, de muy buena apariencia.
- Se pudo determinar los factores importantes dentro del proceso, entre los cuales tenemos: los diferentes gases de protección debido a su relevancia de proteger la atmosfera del arco eléctrico con el fin de obtener buenos cordones de soldadura sin contaminantes, el caudal y tipos de mezclas posibles de los gases inertes; los varios electrodos de tungsteno disponibles en el mercado, su composición, aplicaciones, dimensiones, antorchas y componentes para realizar la soldadura y las fuentes de poder y los tipos de corriente disponibles (AC y DC) para los trabajos especificados, las características de limpieza de superficie de la corriente AC y sus aplicaciones en soldaduras manuales y automáticas (Mosquera, 2022).

- La fragilización del material base a causa del calentamiento al arco eléctrico, así como, disminución de la resistencia a la tracción y aumento en la dureza del aluminio afectan su comportamiento ante un procedimiento de soldadura. Para minimizar y solucionar los efectos descritos anteriormente en las características del aluminio, se debe recurrir posterior al proceso de soldadura, a un tratamiento térmico.
- La soldadura TIG es factible en el ensamblado de aluminio 6063 extruido que se emplea en la fabricación de automóviles, si se realiza un tratamiento posterior al proceso de soldadura, con la finalidad de disminuir el ablandamiento que se genera en el área transición del cordón de soldadura y el material base. El revenido a temperatura ambiente es el recomendable, porque aligera las tensiones que se generan en el material base por causa del calentamiento del arco eléctrico que se forma

Referencias bibliográficas

- Almendariz, M., Fiallos, J., Castro, L., Moreno, M., & Noguera, J. (2020). Efectos del proceso de soldadura GTAW aplicado a juntas de Aluminio. *Polo del Conocimiento*, 7(6), 1698-1718. doi:10.23857/pc.v7i6.4160
- Aluminio Caiama. (Noviembre de 2018). *Aluminio*. http://www.aluminiocaiama.org/wp-content/uploads/2018/11/07_ABC-Dic-2009.pdf
- Antunez, J. (2022). Estudio y valoración del procedimiento de soldadura en láminas de aleación de aluminio AW5086. *Ingeniería y sus alcances. Revista de Investigación*, 6(14), 100-123. Doi: <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v6i14.93>
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE]. (2021). *Anuario 2021*. <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2022/03/Anuario-Aeade-2021.pdf>
- Autobodymagazine. (01 de Abril de 2018). *La tendencia del aluminio en la fabricación de la carrocería en el automóvil*. <https://www.autobodymagazine.com.mx/2018/04/01/la-tendencia-del-aluminio-en-la-fabricacion-de-la-carroceria-en-el-automovil/>
- Fiallos, J. (2020). *Influencia de la soldadura semiautomática GTAW en la microestructura y propiedades mecánicas de juntas soldadas de aluminio A1200-H14 usado en la industria carrocera*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/14310/1/15T00736.pdf>

- Frasser, A., & Osorio, B. (2018). *Caracterización de los procesos de reparación de los elementos exteriores de la carrocería fabricada en aluminio para vehículos premium*. Fundación Universidad de América. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/6644>
- Holmes, M. (2018). *La soldadura remodela sutilmente el automóvil del mañana*. <https://www.lincolnelectric.com/es-mx/welding-and-cutting-resource-center/application-stories/welding-subtly-reshapes-car-of-tomorrow>
- Instituto Politécnico Nacional [IPN]. (2017). *Procesos de Soldadura*. <https://www.ipn.mx/assets/files/cecyt4/docs/estudiantes/aulas/guias/cuarto/vesperino/procesos/procesos-de-soldadura.pdf>
- JG Automotive. (2023). *Extrusión de Aluminio y Acero*. <https://jgautomotive.com/portfolio/extrusion-de-aluminio-y-acero/>
- Lema, J., Moreno, P., & Llanes, E. (2020). Características del proceso de conformado en láminas de aluminio de la serie 6000. *Polo del Conocimiento*, 5(09), 3-21. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1671>
- López, L. (2022). *Simulación CAE por medio de entornos de Nx Nastran, Autodesk Inventor y Abaqus/CAE en cuadro estructural de vehículo a propulsión humana fabricado en Aluminio 6063 T6 para competencia HPVC*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/16352>
- Metalcon. (2021). *Soldadura de aluminio en vehículos. Un trabajo muy meticuloso*. <https://metalcon.com.es/soldadura-de-aluminio-en-vehiculos-un-trabajo-muy-meticuloso/>
- Molina, F., & Morocho, W. (2022). *Construcción de un chasis tubular para un vehículo biplaza*. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12511>
- Mosquera, C. (2022). *Estudio del proceso de Soldadura GTAW para aceros inoxidables y aluminios*. Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22484/1/CD%2011968.pdf>
- TWI, Ltd. (2023). *What is welding? -Definition, processes, and types of welds*. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-welding>
- Vilda, Á. (2020). *Análisis y estudio de diferentes tipos de uniones soldadas para su optimización y mejora*. Universidad Politécnica de Cataluña. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/179179/146953_FNB%20TFG%20DEF.pdf

Yet Arco España. (2019). *Proceso de Soldadura con electrodo de Tungsteno*. <https://jet-arco.com/wp-content/uploads/2019/08/PROCESO-DE-SOLDADURA-TIG-JET-ARCO.pdf>

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

