

ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

ESTUDIO COMPARATIVO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW Y GTAW EN ACEROS INOXIDABLES AISI 304 PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA DUREZA

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
INGENIERIA METALURGICA	METALURGIA TRANSFORMATIVA	

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses (enero a diciembre del 2022)

4. Tipo de proyecto

Individual	
Multidisciplinario	
Director de tesis pregrado	X

5. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres: SARMIENTO SARMIENTO ANTONIO WALTER

Escuela Profesional: INGENIERIA METALURGICA

Celular : 989419629

Correo electrónico : awsarmiento@unap.edu.pe walsarmiento@hotmail.com

Apellidos y Nombres: CANAHUA ANCHAPURI NADIR

Escuela Profesional: INGENIERIA METALURGICA

Celular : 921575482

Correo electrónico : nadircanahuaanchapuri@gmail.com

I. Título

ESTUDIO COMPARATIVO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW Y GTAW EN ACEROS INOXIDABLES AISI 304 PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA DUREZA

II. Resumen del Proyecto de Tesis

En esta investigación se estudiará la soldabilidad del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante un estudio comparativo de los procesos de soldadura SMAW y GTAW para unir a tope en V y en posición plana 1G planchas de 8.0 mm de

espesor para determinar su resistencia a la dureza. Se procederá a determinar los parámetros adecuados de soldadura: velocidad de avance, intensidad de corriente y voltaje, siendo este uno de los objetivos del estudio, para luego establecer cuál de los procesos con uniones soldadas presenta óptimas propiedades mecánicas de resistencia adecuada de dureza en la ZAC. Se utilizará la metodología del tipo experimental y aplicada, una vez obtenidas las juntas soldadas primeramente se realizará una inspección visual y adicionalmente se efectuará barridos de dureza con escala Rockwell B de las zonas cercanas a la soldadura, considerándose la norma AWS D1.6 como referencia para establecer los criterios de aceptación de los ensayos realizados. Los datos obtenidos se tabularán y se procederá a la selección del mejor material de aporte mediante un análisis adecuado con la finalidad de determinar cuál presenta una mejor influencia en las propiedades de dureza del acero inoxidable austenítico AISI 304. La importancia de este estudio radica en que será de mucho interés y ayuda para realizar un proceso adecuado de soldadura ya sea SMAW o GTAW para obtener productos de calidad mediante un desarrollo tecnológico y además de ayudar a las industrias metalmecánicas a ser más competitivos y mejorar sus ingresos económicos mediante un incremento de mercado frente a productos extranjeros los cuales cuentan con sistemas tecnificados; así mismo se contribuye a mejorar los procedimientos de soldadura en este tipo de material que pueden ser aplicados en el campo industrial de la metalurgia transformativa.

III. Palabras claves (Keywords)

Austenítico, dureza, parámetros, Rockwell y soldabilidad.

IV. Justificación del proyecto

Al momento soldar un material y tomando en cuenta que existen diversos procesos de soldadura, es importante conocer el proceso más adecuado para un material específico.

En ese sentido, en el presente estudio se pretende determinar cuál es el proceso más conveniente para soldar en acero inoxidable AISI 304, que es un acero inoxidable austenítico con una amplia gama de aplicaciones en diferentes industrias debido a su alta resistencia a la corrosión, por ejemplo, construcción soldada, equipo ligero de transporte, partes para hornos e intercambiadores de calor, componentes para ambientes químicos severos, artículos de cocina, etc.

El proceso de soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304, implica una serie de consideraciones mecánicas y metalúrgicas que inciden en la calidad de los procesos industriales. La identificación del material base, la selección adecuada del material de aporte y el diseño del proceso, deben realizarse escrupulosamente para mantener sus propiedades mecánicas al ser sometidos a la soldadura y se puedan minimizar las transformaciones que ocurren en la zona fundida (ZF) y en la zona afectada por el calor (ZAC).

Desde el punto de vista técnico corresponde hacer un análisis de la unión que se debe realizar al acero inoxidable, de tal forma que los resultados sean satisfactorios, estableciendo al mismo tiempo el proceso y tipo de soldadura a utilizar, dependiendo este, del espesor, equipo, tipo de aporte y requerimientos de calidad establecidos en códigos. Los resultados de este estudio servirán de herramienta al momento de seleccionar el proceso de soldadura para unir partes de acero inoxidable 304, pues contendrá resultados de la aplicación de dos de ellos, brindando información acerca de la calidad de la unión soldada y por tanto, facilitando la toma de decisión.

V. Antecedentes del proyecto

Flores y Suarez (2020) en su trabajo de titulación se plantearon como objetivo caracterizar las juntas soldadas en acero inoxidable AISI 304 mediante los procesos de soldadura SMAW, GMAW y GTAW. Para esto se relacionó cambios en la microestructura, ZAC, propiedades mecánicas y costos en cada proceso. Para el análisis experimental prepararon las placas con la separación y bisel adecuado para cada proceso. Una vez obtenidas las juntas soldadas realizaron los ensayos no destructivos de: inspección visual, tintas penetrantes y radiografía industrial. También realizó ensayos destructivos: ensayo de tracción, doblado de cara y raíz. Adicionalmente, efectuaron barridos de dureza con escala Rockwell B de las zonas cercanas a la soldadura. Realizó comparaciones entre los tres procesos para determinar cuál de ellos: produce cordones con mayor resistencia a tracción, menor ZAC y genera menor costo. Estos resultados sirvieron para establecer el proceso más adecuado para la soldadura del material en estudio. Finalmente, se determinó que el proceso GMAW es el más conveniente desde el punto de vista técnico y económico para la soldadura en placas de acero inoxidable AISI 304.

Alberco (2020) en su investigación estudió la soldabilidad del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante un estudio comparativo de los procesos de soldadura GMAW y GTAW, para determinar el mejor procedimiento en estos

tipos de aceros. Para realizar la evaluación de los procesos de soldadura GMAW y GTAW se soldó dos probetas con ambos procesos, el cual fueron evaluados con los ensayos no destructivos de inspección y líquidos penetrantes, luego se prepararon 8 probetas para el ensayo de dobléz, 4 para el ensayo de tracción y 3 para en ensayo de dureza.

Al realizar los ensayos no destructivos de inspección visual y líquidos penetrantes a las probetas de los procesos de soldadura GMAW y GTAW, ambas probetas pasaron los criterios de aceptación según los códigos de soldadura, sin embargo, se observó una mejor formación de raíz (cordón interior de la tubería). Al realizar los ensayos destructivos de dobléz y de tracción, ambos procesos de soldadura obtuvieron un resultado aceptable según el criterio de aceptación del código de soldadura ASME IX.

Ushiña (2018) su trabajo de investigación se basa en el proceso de soldadura GTAW realizada en juntas de acero inoxidable martensítico AISI 420 con material de aporte ER 308L y ER 312. Posteriormente procedió a obtener probetas para realizar ensayos destructivos de impacto, dureza, dobléz guiado y tracción; cuyos resultados han sido evaluados en este trabajo de investigación con la finalidad de determinar la influencia de los materiales de aporte en las propiedades mecánicas de las juntas soldadas. A una de las conclusiones que llego es que en el proceso de soldadura GTAW aplicado en el acero inoxidable martensítico AISI 420 se incrementa la dureza en el punto de fusión del material base con el material de aporte (ZAC) dando como resultado que no exista riesgo alguno de romperse en el cordón de soldadura. Los mayores valores de dureza en todas las probetas ensayadas se presentan a una distancia de 6 mm medidas desde el centro del cordón de soldadura, los valores mínimos se producen a una distancia de 2 mm y a partir de una distancia de 8 mm hasta una distancia de 15 mm la dureza tiende a estabilizarse.

Esquivias (2018) manifiesta un estudio en la que se aprecia la importancia de una buena recuperación y mantenimiento a los álabes de un impulsor de acero inoxidable por medio de la soldadura, considerando los principales parámetros de operaciones en el proceso GTAW (Gas Tungsten Arc Welding); para ello preparó probetas normalizadas de acero inoxidable austenítico, las cuales fueron soldadas con diferente amperaje, voltaje y velocidad de avance, para luego llegar a una constante que permitió lograr una soldadura de calidad mediante el

proceso TIG (Tungsten Inert Gas) llamado también GTAW. Luego las muestras fueron ensayadas a tracción, impacto, dureza y análisis metalográfico con el fin de evaluar sus propiedades mecánicas. Se determinó que las durezas obtenidas en la zona fundida en la ZAC son mayores respecto al material base, dado que estas zonas alcanzan las más altas temperaturas y velocidades de enfriamiento, por ello sus durezas aumentan con respecto al material base.

Gómez y Ramírez (2016) realizó un estudio de la soldabilidad y del comportamiento corrosivo en medio salino, de un acero inoxidable AISI 304, utilizando el proceso de soldadura GTAW (TIG) con electrodo de aporte 308L-15, mediante la determinación de algunas propiedades mecánicas metalúrgicas. Se ha decidido realizar un análisis de acero inoxidable 304 en forma de tubería al ser sometido a soldadura, pues en este caso viene siendo el principal candidato para la fabricación las tuberías sanitarias. Por lo anterior, se ha dedicado aplicar sobre dos tuberías estandarizadas de acero inoxidable 304 el proceso de soldadura TIG, comúnmente es utilizado en la industria, para analizar seguidamente las propiedades mecánicas y metalúrgicas de las uniones soldadas. Se realizó la revisión del código AWS A1.6 sobre el tema de soldadura, en la cual se definieron los parámetros, variables esenciales y no esenciales del procedimiento logrado comprender la importancia de estos en la realización de un procedimiento de soldadura.

Naula (2014) en su trabajo de investigación determino la relación microestructura/propiedades para soldaduras con diferentes electrodos en acero inoxidable austenítico AISI 304 han sido evaluadas en este trabajo con la finalidad de determinar los cambios estructurales y las propiedades mecánicas de las juntas soldadas como: dureza Rockwell B, pruebas de impacto, análisis metalográfico, resistencia a la fluencia y rotura. El metal base fueron soldados en múltiples pasadas usando el material de aporte distintos electrodos AWS E308L-16, AWS E309L-16, AWS E316H-16 con el proceso de soldadura SMAW manual, para lo cual se ha calibrado la máquina a un amperaje adecuado según catálogos de fabricantes de electrodos, para mantener un arco equilibrado y una correcta disolución del material de aporte. Los ensayos de dureza Rockwell B indicaron una tendencia desde la zona de fusión la cual incrementa la dureza y se disminuye la misma cuando más se aproxima al metal base, mientras que los ensayos de tracción y rotura tuvieron resistencias aceptables.

Villavicencio (2010) indica que la relación microestructura/propiedades para soldaduras similares y disimiles entre aceros inoxidables AISI 304 y acero de bajo contenido de carbono AISI 1008 han sido evaluadas en este trabajo con la finalidad de determinar los cambios microestructurales y las propiedades mecánicas de las juntas como: microdureza Vickers, resistencia a la fluencia y rotura. Los materiales fueron soldados en una sola pasada usando el material de aporte ER-316L con el proceso GTAW semiautomático, para lo cual se diseñó y construyó un dispositivo de traslación lineal que permitió controlar la longitud de arco y velocidad de avance. Los perfiles de microestructura Vickers indicaron una tendencia descendente desde la zona de fusión hasta el metal base. Los ensayos de doblado revelaron buena ductilidad en las juntas, mientras que los límites de fluencia y rotura tuvieron resistencias aceptables. Esta investigación ha demostrado muy buenos resultados para la relación entre la microestructura y propiedades en este tipo de soldaduras disimiles.

VI. Hipótesis del trabajo

Al comparar el proceso de soldadura SMAW Y GTAW en aceros inoxidables AISI 304 se determina la resistencia a la dureza

VII. Objetivo general

Comparar el proceso de soldadura SMAW Y GTAW en aceros inoxidables AISI 304 para determinar la resistencia a la dureza

VIII. Objetivos específicos

- Seleccionar el material aporte y determinar los parámetros óptimos de soldadura en la aplicación del proceso SMAW y GTAW en uniones soldadas del acero AISI 304.
- Evaluar la propiedad mecánica de resistencia de la dureza en la aplicación del proceso de soldadura SMAW y GTAW en la soldabilidad del acero AISI 304.

IX. Metodología de investigación

La metodología que se utilizará será del tipo experimental y aplicada, debido a que se seleccionaran los materiales base, insumos, proceso de soldadura SMAW y GTAW y se seleccionaran parámetros de soldadura, con los cuales se procederá a efectuar las uniones soldadas, y previa preparación de las probetas, se someterán a pruebas de ensayo de dureza y finalmente se analizaran los

resultados en forma cuantitativa para elaborar y validar un procedimiento de soldadura.

Modalidad de la investigación

Tendrá la siguiente modalidad:

Descriptivo. – En esta investigación se dará un enfoque muy minucioso referente al problema en una circunstancia espacial determinada, la siguiente investigación es la más acertada al problema enfocado por su origen después de realizar el ensayo de dureza.

Aplicada: Los resultados obtenidos de esta investigación se utilizarán para la solución de la problemática de la investigación, es decir el estudio que se realizará contiene las soldaduras SMAW y GTAW en un acero inoxidable AISI 304 contendrá resultados de la aplicación de dos de ellos, brindando información acerca de la calidad de la unión soldada y por tanto, facilitando la toma de decisión.

Niveles de la investigación

La presente investigación contiene una modalidad de nivel experimental. La investigación experimental es indispensable en este proyecto puesto que para el desarrollo del trabajo se analizará y evaluará la fiabilidad de nuestro proyecto haciendo la comparación de los procesos de soldadura SMAW y GTAW; esta modalidad tomará contacto en forma directa con la realidad, para obtener información de acuerdo al objetivo del proyecto.

9.4. Población

La población estará constituida por placas de acero inoxidable AISI 304 austenítico, a los cuales se realizarán una serie de pruebas de laboratorio con el objeto de obtener datos acerca de las propiedades mecánicas de dureza los cuales deben ser concretos y verídicos. Los datos se obtendrán de: Placas en acero inoxidable AISI 304 austenítico.

9.5. Muestra

Para ensayos en juntas de soldadura de aceros inoxidables según norma AWS

D1.6 recomienda 2 muestras, en este caso para una mejor interpretación de datos se considerará 3 muestras para el proceso SMAW y 2 muestras para el proceso GTAW.

9.6. Plan de recolección de información

La recolección de información se tomará de los parámetros de soldadura y ensayos de dureza, esta información será tomada de manera directa de las probetas de acero inoxidable austenítico AISI 304 soldadas mediante el proceso SMAW y GTAW, además cabe destacar que se usará como fuentes de ayuda catálogos y normas que nos facilitarán datos técnicos los cuales ayudarán al momento de realizar el procesamiento y análisis de los resultados obtenidos.

9.7. Plan de procesamiento y análisis

Una vez concluido con la revisión de los datos y resultados obtenidos se procederá a interpretar de una manera adecuada y ordenada basándonos en los datos y resultados obtenidos mencionados anteriormente. Además, se realizará la representación de resultados obtenidos a través de tablas y gráficos los cuales permitirán de manera visual una mayor apreciación de los resultados que facilitarán determinar las conclusiones y recomendaciones.

9.8. Análisis estadístico

Para el análisis e interpretación de los datos obtenidos se utilizará la referencia MICROSOFT EXCEL, el cual permitirá conocer los parámetros de la presente investigación y la resistencia de la dureza y en cuanto a los indicadores se utilizarán tablas, gráficas de barras, dispersión entre otros para detallar los resultados a obtenerse.

X. Referencias

AWS (2007). Norma para la certificación de inspectores de soldadura AWS. Miami: American Welding Society.

Cedeño, C., Solórzano, J. y Vergara, E. (2015). Análisis de los cordones de soldadura de la estructura metálica del centro de investigaciones de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Manabí, Ecuador.

Alberco. (2020). Estudio comparativo de los procesos de soldadura GMAW y GTAW para determinar el mejor procedimiento en la unión de tuberías de acero

inoxidable austenítico AISI 304 del sector alimenticios. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería y arquitectura, Trujillo.

Flores, C. y Suarez, J. (2020) Caracterización de juntas soldadas en acero inoxidable AISI 304 mediante los procesos SMAW, GMAW y GTAW. Escuela Politécnica Nacional Facultad de Ingeniería Mecánica. Quito, Ecuador.

Gómez y Ramírez. (2016). Estudio de soldabilidad de tubería sanitaria en acero inoxidable con soldadura TIG para la empresa Ingeniar inoxidables de Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira.

Indura S.A. industria y comercio (2010). Manual de sistema y materiales de

Naula, W. (2014). Análisis de variación de electrodos en un proceso de soldadura SMAW en acero inoxidable AISI 304 austenítico y su incidencia en las propiedades mecánicas (tesis). Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Universidad Técnica de Ampato, Ecuador pp.252.

Villavicencio. (2010). relación microestructura/propiedad en la soldadura GTAW entre aceros inoxidables y aceros al carbono. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Soldexa (2015). Manual de soldadura y catálogo de productos Oerlikon, 295pp.

Ushiña, J. R. (2018). Análisis de material de aporte en el proceso de soldadura GTAW aplicado en el acero inoxidable martensítico AISI 420 y su influencia en las propiedades mecánicas (tesis). Ambato, Ecuador.

Esquivias. (2018). Estudio de investigación de los parámetros de operación en el proceso de soldadura GTAW para la recuperación de los álabes de un impulsor. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Este trabajo pretende plasmar un estudio de los factores que influyen en la soldabilidad de este tipo de aceros, métodos apropiados para realizar el proceso y recomendar diseños óptimos de juntas para realizar los procedimientos de unión; así como también mostrar un poco las actuales y modernas técnicas que

se usan para el proceso de soldadura de este tipo de material.

Generará un bien tecnológico en la educación y cultura mecánica, de las empresas metal mecánicas que existen en la región Puno, como parte fundamental en el desarrollo de la Metalurgia Transformativa y de calidad.

Los resultados de este estudio servirán de herramienta al momento de seleccionar el proceso de soldadura para unir partes de acero inoxidable 304, pues contendrá resultados de la aplicación de dos de ellos, brindando información acerca de la calidad de la unión soldada en cuanto a la resistencia a la dureza y por tanto, facilitando la toma de decisión.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

El análisis de los posibles cambios en las propiedades del acero AISI 304 luego de realizada la soldadura SMAW y GTAW permitirá conocer los parámetros del proceso, las transformaciones que ocurren en la zona fundida (ZF) y en la zona afectada por el calor (ZAC). Esta información contribuirá a mejorar significativamente la soldadura de estos materiales y consecuentemente disminuiría pérdidas por uniones deficientes que incumplan características y especificaciones necesarias para determinadas aplicaciones.

ii. Impactos económicos

Evaluar el método de aplicación de la soldadura mejorando las propiedades mecánicas y obtener una microestructura resistente a la dureza para soldar aceros AISI 3014 con el consiguiente ahorro económico. El uso de ambos procesos de soldadura permite evaluar un cuadro comparativo de costos en ambos procesos SMAW – GTAW, considerando tiempo y gastos económicos.

iii. Impactos sociales

Mediante la aplicación de los procesos SMAW y TIG con una respectiva evaluación se dará a conocer los resultados a estudiantes de la escuela profesional, técnicos, y soldadores para que puedan utilizar la mejor opción de soldadura en procesos con los respectivos materiales de aporte para el metal base determinado.

iv. Impactos ambientales

Se demostrará técnicamente que la alteración de la línea de base ambiental es mínima en el proceso TIG, debido al uso del gas argón, sin embargo, en el proceso SMAW existe una mayor producción de gases, productos de la combustión en el arco eléctrico que son tóxicos para el hombre y contaminantes.

XIII. Recursos necesarios

Infraestructura:

Laboratorios de la UNA-Puno, Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica.

Equipos e insumos

Máquina de soldar SMAW

Máquina de soldar GTAW

Materiales de aporte

Acero inoxidable AISI 304

Durómetro

Herramientas menores

Tecnología en uso relacionado con el proyecto

Metalurgia de la soldadura

Metalurgia Mecánica

Ciencia de materiales

Recursos humanos:

01 Ingeniero Metalurgista y 01 Bachiller en Ingeniería Metalúrgica

Medios económicos

S/. 15000.00 Soles

Recursos materiales e institucionales:

Bibliotecas y laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno

XIV. Localización del proyecto

La ejecución del proyecto se llevará a cabo en los laboratorios de Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNA Puno.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2. Diseño de investigación		X	X	X								
3. Protocolo de investigación			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4. Trabajo de laboratorio			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5. Procesamiento y análisis de resultados				X	X	X	X	X	X	X	X	X
6. Entrega del proyecto final												X

XVI. Presupuesto

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO S/.	CANTIDAD	COSTO TOTAL S/.
Personal:				
- Tesista	unidad	3000.00	01	3000.00
- Colaboradores	unidad	850.00	02	1700.00
Materiales y Equipos				
- Electrodos	Kg. millares	30.00	10	300.00
- Papel bond.	unidades	18	03	54.00
- Bolígrafos	unidades	2.50	12	30.00
- Folder A4	unidades	0.50	15	7.50
- USB	millar	25.00	02	50.00
- Fotocopias		0.10	1000	100.00
Servicios:				
- Análisis de dureza	unidad	1600.00	01	1500.00
- Servicio de computo	horas	0.80	100	80.00
- Encuadernación	ejemplares	40.00	07	280.00
- Movilidad para viajes	viajes	50.00	05	250.00
Imprevistos:				
- Otros.	dinero	7648.50	01	7648.50
TOTAL				15000.00