

Evaluación de la calidad de procesos de soldadura a través de realidad aumentada.

Evaluation of the quality of welding processes through augmented reality

RESUMEN

La industria 4.0 en el país tiene un gran crecimiento por lo que uno de los principales problemas es el mejoramiento continuo de los procesos de control de calidad generalmente en soldadura, se usan métodos tradicionales de inspección visual, y actualmente el conocimiento de nuevas tecnologías para estos métodos está en auge. Se desarrolló una aplicación móvil en Android 10 a través de un software libre como el Unity y Vuforia con Visual Studio 2019, en el que se determinó los parámetros físicos a parámetros digitales para la evaluación de la calidad de procesos de soldadura a través de realidad aumentada, es así que el uso de esta nueva aplicación se puede visualizar en todos los dispositivos Android del mundo. El desarrollo de esta aplicación móvil utilizando realidad aumentada es una herramienta innovadora que ayuda a evaluar la calidad en cordones de soldadura hechos en juntas a tope en V simple, además mediante el menú de usuario se puede escanear un marcador o código QR el mismo que debe ser colocado en cada junta a analizar, en este caso la pantalla despliega un menú de opciones que permite seleccionar de forma manual las opciones de escaneo del marcador, luego de seleccionar el escaneo automáticamente la cámara busca el cordón de soldadura, una vez enfocado aproximadamente a 300 mm de longitud perpendicular a la superficie se despliega en la pantalla las regletas verticales, longitudinales, regletas de colores en las que se identifican ancho de soldadura, longitud de soldadura, socavaciones, porosidad, y falta de fusión. Esta aplicación es de gran ayuda y mejora continua en procesos de control de calidad utilizados en soldadura, su forma de uso es muy sencilla y el tiempo de inspección es mucho menor comparado a métodos tradicionales de inspección visual, y en el futuro se puede enlazar estos datos en tiempo real para su interpretación.

PALABRAS CLAVES: Industria 4.0, Software Libre, Calidad de Soldadura

ABSTRACT

Industry 4.0 in the country has a great growth so one of the main problems is the continuous improvement of quality control processes generally in welding, traditional methods of visual inspection are used, and currently the knowledge of new technologies for these methods is booming. A mobile application was developed on Android 10 through a free software such as Unity and Vuforia with Visual Studio 2019, in which the physical parameters were determined to digital parameters for the evaluation of the quality of welding processes through to augmented reality, is so the use of this new application can be displayed on all Android devices in the world. The development of this mobile application using augmented reality is an innovative tool that helps to evaluate the quality of weld seams made in single V butt joints, also by using the user menu you can scan a marker or QR code which must be placed in each joint to be analyzed, in this case the screen displays a menu of options that allows manual selection of the marker scanning options, After selecting the scan, the camera automatically searches for the weld bead, once focused approximately 300 mm long perpendicular to the surface, the screen displays vertical and longitudinal strips, colored strips in which weld width, weld length, undercuts, porosity, and lack of fusion are identified. This application is of great help and continuous improvement in quality control processes used in welding, its use is very simple and the inspection time is much less compared to traditional methods of visual inspection, and in the future you can link these data in real time for interpretation.

KEYWORDS: Industry 4.0, Free Software, Welding Quality.

INNOVACIÓN Y CONOCIMIENTO

Recepción: 31/05/2025

Aceptación: 11/06/2025

Publicación: 30/06/2025

AUTOR/ES

 **José Williams Morales Cevallos**

 **Francisco Saúl Alcocer Salazar**

 **Vanessa Fernanda Morales**

 **Rovalino**

 **Edison Patricio Iza Toapanta**

 **Ángel Rubén Iza Toapanta**

 **Luis Fernando Tierra**

 **Tingo**

 jw.morales@uta.edu.ec

 fsalcocer@espe.edu.ec

 vf.morales@uta.edu.ec

 edisoniza1983@gmail.com

 iangelruben@yahoo.com

 ltierra@institutos.gob.ec

 Universidad Técnica de Ambato (UTA)

 Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE)

 Universidad Técnica de Ambato (UTA)

 Universidad Técnica de Ambato

 Universidad Técnica de Cotopaxi

 Instituto Superior Tecnológico General Eloy Alfaro (ISTGEA)

 Ecuador–Tungurahua- Ambato

 Ecuador – Cotopaxi- Latacunga

 Ecuador – Tungurahua- Ambato

 Ecuador – Tungurahua- Ambato

 Ecuador -Latacunga

 Ecuador - La Joya de los Sachas

CITACIÓN:

Morales, J., Alcocer, F., Morales, V., Iza, E., Iza, Á., Tierra, L. (2025). Evaluación de la calidad de procesos de soldadura a través de realidad aumentada. Revista InnovaSciT. 3 (1). 302 – 315.

INTRODUCCIÓN

La soldadura es un método para unir dos o más piezas metálicas mediante procedimientos basados en códigos y estándares de calidad. En todo el mundo estos procesos son comunes en la industria metalmeccánica, (Bose,2016), menciona algunos elementos básicos para iniciar un proceso de soldadura, los más utilizados en la industria son: procedimiento SMAW por sus siglas en Inglés (Shielded Metal ArcWelding), MIG/MAG,(Metal Active Gas), TIG (Tungsten Inert Gas), GTAW (el inglés Gas Tungsten Arc Welding), y suelda de Punto. En el presente trabajo se realiza el desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada asociada a la evaluación de la calidad en procesos de soldadura MIG, utilizando técnicas de programación virtual tomando requerimientos específicos de la norma AWS D1.1, en referencia a los métodos de inspección visual y aseguramiento de la calidad de esta norma. A través de esta aplicación móvil el supervisor o inspector obtendrá hallazgos y observaciones a partir de un patrón de soldadura establecida antes, durante y después de la soldadura. En esta investigación utilizaremos un enfoque de la visión artificial en el que se logra almacenar datos en varias imágenes y comparar con datos enlazados hacia la realidad aumentada, los que sirven como objeto de evaluación de la calidad en un cordón de soldadura.

MÉTODOS MATERIALES

Este proyecto abarca en su totalidad una investigación de laboratorio, que comprende parámetros físicos de control de calidad en soldadura como tamaño, tipo de junta más utilizada en la industria metalmeccánica, defectos superficiales como discontinuidades, mordeduras, salpicaduras, falta de fusión, mediante la experimentación a través de la realidad aumentada se puede obtener resultados que permiten tomar decisiones antes, durante y después del proceso los mismos que influyen en la calidad de la soldadura.

La investigación que se va a realizar es bibliográfica por qué se va a recurrir a información de varios libros, revistas, artículos de impacto y el internet para obtener información referente al tema de investigación. La investigación que se realizó es experimental ya que es necesario analizar y comparar los resultados obtenidos y poder redactar las conclusiones.

En este estudio se utilizó la investigación exploratoria ya que consiste en tener un conocimiento general o aproximativo de la realidad de cómo identificar parámetros de calidad en cordones de soldadura.

Mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logró mejorar los conocimientos académicos para una relación teórico práctico así obtener ciertos criterios sobre el tema a investigar. En esta parte la estructura del proyecto dependió de variables aleatorias y relacionar imagen de placa soldada, marcadores de Unity, parámetros porosidad, falta de fusión, mordeduras, salpicaduras.

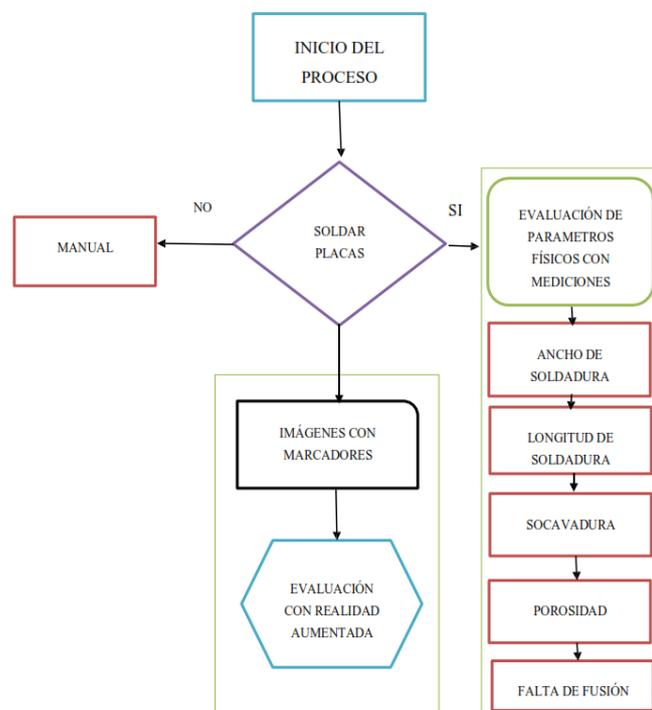
Matriz metodológica.

INICIO	QUE SE OBTIENE	QUE MÉTODO
Revisión bibliográfica referente al control de calidad en soldadura a través de realidad aumentada	- Informe bibliográfico	- Análisis y síntesis - Análisis documental - Análisis histórico lógico
Análisis teórico de aplicaciones móviles y determinación de los parámetros influyentes en la calidad del proceso de soldadura	- Mapa de parámetros	- Análisis y síntesis - Análisis del proceso
Experimentos de búsqueda, para buscar la relación optima de las variables.	- Mapa del proceso - Influencia de las variables	- Análisis del proceso
Diseño experimental, basados en el tipo experimental 2k con sus respectivas replicas, con el	- Mapa de variables - Toma de datos de los	- Análisis Experimental - Observación Científica - Medición

Fuente: Autores

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Expresiones de motores trifásicos: El presente trabajo identifica el proceso en un flujograma descifrando cada una de las variables.



Fuente: Autoi

Evaluación de parámetros físicos con mediciones.

Tabla 1.1 Mediciones de ancho de soldadura

ANÁLISIS DE MEDICIONES POR EL MÉTODO TRADICIONAL Y MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA						
ANCHO (a) DE SOLDADURA						
MATERIAL: ASTM A36		DIMENSIONES: 190X100X8 mm		PROCESO FCAW		
N° PROBETA	METODO TRADICIONAL		REALIDAD AUMENTADA (Cámara a 300 mm)	RESULTADO /METODO TRADICIONAL	RESULTADO REALIDAD AUMENTADA	EVALUACIÓN FINAL
	Ancho (a) inicial en mm	Ancho(a) final en mm	Ancho (a) en mm	Ancho	Ancho aceptable	Cumple con los criterios SI/NO a>5 mm <18 mm
W1	11.20	12.75	12.75	Aceptable	Aceptable	SI
W2	15.10	14.90	15.00	Aceptable	Aceptable	SI
W3	7.10	8.80	7.00	Aceptable	Aceptable	SI
W4	14.45	13.50	13.00	Aceptable	Aceptable	SI
W5	13.00	13.00	13.00	Aceptable	Aceptable	SI
MATERIAL: ASTM A36		DIMENSIONES: 190X100X8 mm		PROCESO FCAW		
W6	26.00	14.9	26.00	Aceptable	Aceptable	NO
W7	12.50	11.00	11.00	Aceptable	Aceptable	SI
W8	11.70	11.70	10.00	Aceptable	Aceptable	SI
W9	17.10	16.10	16.00	Aceptable	Aceptable	SI
W10	11.3	9.20	12.00	Aceptable	Aceptable	SI
W11	12.9	13.00	13.00	Aceptable	Aceptable	SI
W12	17.9	17.00	18.00	Aceptable	Aceptable	SI

En el presente análisis se define las mediciones de ancho de soldadura y sus resultados utilizando el método tradicional de inspección y el método propuesto por realidad aumentada, las unidades utilizadas son milímetros, las probetas utilizadas son desde la w1 hasta la w5 de

190x100x8mm y de w6 hasta w12 de 150x100x8mm.

Los resultados de este análisis son de tres, el método tradicional de control de calidad, luego el realizado por la realidad aumentada, y finalmente el que se evalúa con el criterio de inspección. En la probeta w6 los dos análisis son aceptables porque cumplen con los parámetros de medición, sin embargo, al evaluar con el criterio de aceptación no cumple por lo tanto se puede descartar ese tipo de cordón como no operativo.

Longitud de Soldadura.

Al tratarse de la longitud del cordón de soldadura, se realiza las mediciones en los dos grupos de probetas desde la w1 hasta la w5 que corresponden a longitudes de 150x100x8 mm de espesor, de la misma forma se obtienen dos tipos de resulta

el primero está basado en el método tradicional y el otro método está obtenido por ensayos con la cámara del dispositivo de realidad aumentada.

Tabla 1.2 Mediciones de longitud de soldadura

ANÁLISIS DE MEDICIONES POR EL MÉTODO TRADICIONAL Y MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA					
LONGITUD DE SOLDADURA (L) en mm					
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 190x100x8 mm		PROCESO FCAW	
*N° PROBETA	METODO TRADICIONAL	REALIDAD AUMENTADA (Cámara a 300 mm)	RESULTADO /METODO TRADICIONAL	RESULTADO /METODO REALIDAD AUMENTADA	Cumple con los criterios SI/NO Longitud L > 40 mm ó 6*a
W1	130.00	135.00	Aceptable	Aceptable	SI
W2	186.00	187.00	Aceptable	Aceptable	SI
W3	82.00	85.00	Aceptable	Aceptable	SI
W4	183.00	185.00	Aceptable	Aceptable	SI
W5	184.00	184.00	Aceptable	Aceptable	SI
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 150x100x8 mm		PROCESO FCAW	
W6	147.30	148.00	Aceptable	Aceptable	SI
W7	149.00	150.00	Aceptable	Aceptable	SI
W8	148.90	149.00	Aceptable	Aceptable	SI
W9	149.00	150.00	Aceptable	Aceptable	SI
W10	145.00	145.00	Aceptable	Aceptable	SI
W11	144.50	145.00	Aceptable	Aceptable	SI
W12	148.00	148.00	Aceptable	Aceptable	SI

Fuente: Autores

De acuerdo con las mediciones por los dos métodos en los dos grupos dan como resultado aceptable, por lo que en los criterios planteados también cumplen con las mínimas exigencias.

Socavación en soldaduras.

Tabla 1.3 Mediciones de Socavación de soldadura

ANÁLISIS DE MEDICIONES POR EL MÉTODO TRADICIONAL Y MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA					
SOCAVACIÓN EN SOLDADURA					
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 190x100x8 mm		PROCESO FCAW	
*N° PROBETA	METODO TRADICIONAL	REALIDAD AUMENTADA (Cámara a 300 mm)	RESULTADO /METODO TRADICIONAL	RESULTADO /METODO REALIDAD AUMENTADA	Cumple con los criterios SI/NO Socavadura s _{mín} ≤ 0.8 mm (metal base), smáx ≤ 1.6 mm, L acum ≥ 50 mm
W1	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W2	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W3	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W4	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W5	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 150x100x8 mm		PROCESO FCAW	
W6	7.00	7.00	Aceptable	Aceptable	NO
W7	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W8	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W9	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W10	30.00	30.00	Aceptable	Aceptable	NO
W11	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W12	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI

ANÁLISIS DE MEDICIONES POR EL MÉTODO TRADICIONAL Y MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA					
SOCAVACIÓN EN SOLDADURA					
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 190x100x8 mm		PROCESO FCAW	
*N° PROBETA	METODO TRADICIONAL	REALIDAD AUMENTADA (Cámara a 300 mm)	RESULTADO /METODO TRADICIONAL	RESULTADO /METODO REALIDAD AUMENTADA	Cumple con los criterios SI/NO Socavadura s _{mín} ≤ 0.8 mm (metal base), smáx ≤ 1.6 mm, L acum ≥ 50 mm
W1	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W2	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W3	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W4	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W5	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 150x100x8 mm		PROCESO FCAW	
W6	7.00	7.00	Aceptable	Aceptable	NO
W7	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W8	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W9	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W10	30.00	30.00	Aceptable	Aceptable	NO
W11	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W12	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI

Fuente: Autores

En las probetas w6 y w10 el resultado de las mediciones por el método tradicional y el método propuesto son aceptables, sin embargo, en la evaluación planteada con el criterio de aceptación no cumplen, por lo tanto, no estarán en estado operativo.

Porosidad en soldaduras.

Tabla 1.4 Mediciones de Porosidad en soldadura

ANÁLISIS DE MEDICIONES POR EL MÉTODO TRADICIONAL Y MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA							
POROSIDAD EN							
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 190x100x8 mm			PROCESO		
"N° PROBETA	DIAMETRO (mm)	METODO TRADICIONAL # poros	DIAMETRO (mm)	REALIDAD AUMENTADA (Cámara a 300 mm)	RESULTADO /METODO TRADICIONAL	RESULTADO /METODO REALIDAD AUMENTADA	Cumple con los criterios SI/NO Porosidad visible p _{mín} 0.8 mm ≤ p _{grb} , p _{máx} ≤ 19 mm, L _{acum} = 300
W1	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W2	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W3	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W4	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W5	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 150x100x8 mm			PROCESO		
W6	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W7	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W8	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W9	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W10	1.20	2.00	1.20	2.00	Aceptable	Aceptable	SI
W11	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W12	N/A	0.00	N/A	0.00	Aceptable	Aceptable	SI

Fuente: Autores

En la probeta w10 se localizan 2 poros de 1.20 de diámetro, dando como resultado acceptable para los dos métodos y en la evaluación cumple con los parámetros planteados.

Falta de fusión en soldaduras.

Tabla 1.5 Mediciones de Falta de fusión en soldadura

ANÁLISIS DE MEDICIONES POR EL MÉTODO TRADICIONAL Y MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA					
FALTA DE FUSIÓN EN SOLDADURA					
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 190x100x8 mm		PROCESO FCAW	
"N° PROBETA	METODO TRADICIONAL	REALIDAD AUMENTADA (Cámara a 300 mm)	RESULTADO /METODO TRADICIONAL	RESULTADO /METODO REALIDAD AUMENTADA	Cumple con los criterios SI/NO Todos los bordes deben estar soldados
W1	60.00	60.00	Aceptable	Aceptable	NO
W2	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W3	37.50	37.50	Aceptable	Aceptable	NO
W4	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W5	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 150x100x8 mm		PROCESO FCAW	
W6	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W7	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W8	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W9	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W10	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W11	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI
W12	0.00	0.00	Aceptable	Aceptable	SI

Fuente: Autores

Para motivos de esta evaluación todos los cordones deben estar soldados y los bordes que no se encuentren soldados se consideran no operativos.

Tiempo de Inspección.

Tabla 1.6 Tiempo de Inspección

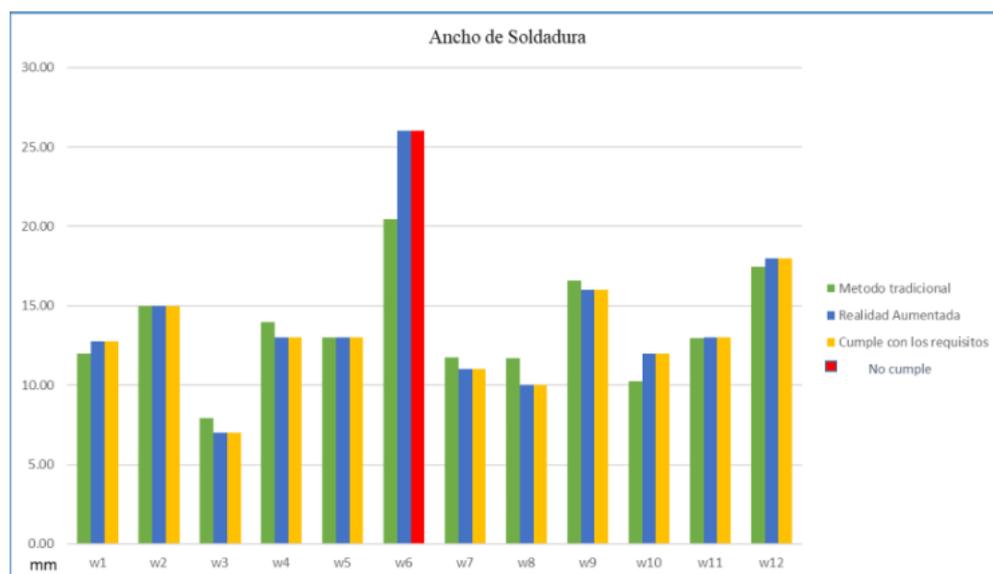
ANÁLISIS DE MEDICIONES POR EL MÉTODO TRADICIONAL Y MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA		
TIEMPO DE INSPECCIÓN minutos		
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 190x100x8 mm
°N° PROBETA	METODO TRADICIONAL	REALIDAD AUMENTADA (Cámara a 300 mm)
W1	1.00	0.15
W2	1.30	0.15
W3	1.45	0.15
W4	2.00	0.10
W5	2.00	0.20
MATERIAL: ASTM A36		Probeta: 150x100x8 mm
W6	0.45	0.25
W7	1.00	0.25
W8	1.00	0.25
W9	1.00	0.25
W10	3.00	0.30
W11	1.00	0.25
W12	1.25	0.20

Fuente: Autores

El tiempo se mide en minutos en los dos grupos de probetas

Representación gráfica del ancho de soldadura.

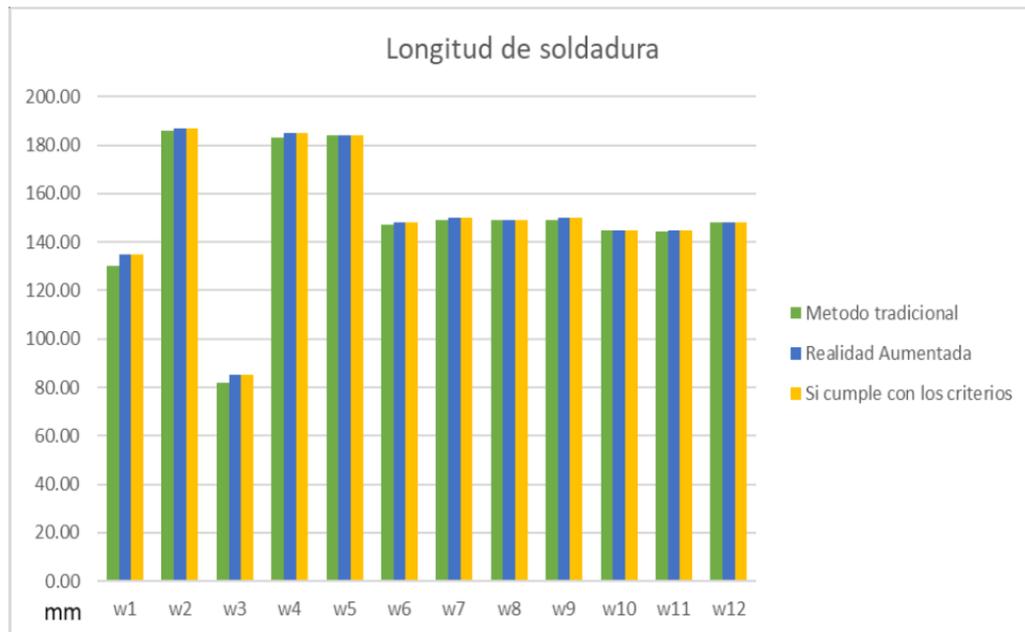
Figura 1. Evaluación de ancho de soldadura



Fuente: Autores

Representación gráfica de longitud de soldadura.

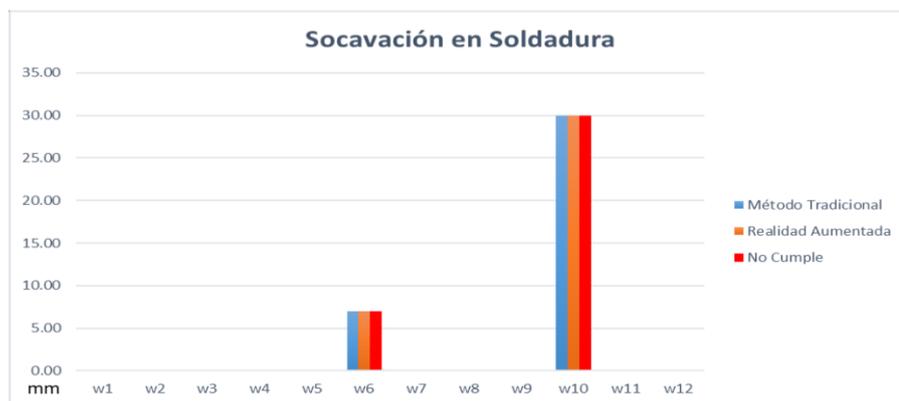
Figura 2. Evaluación de Longitud de soldadura



Fuente: Autor

Representación gráfica de socavación en soldadura

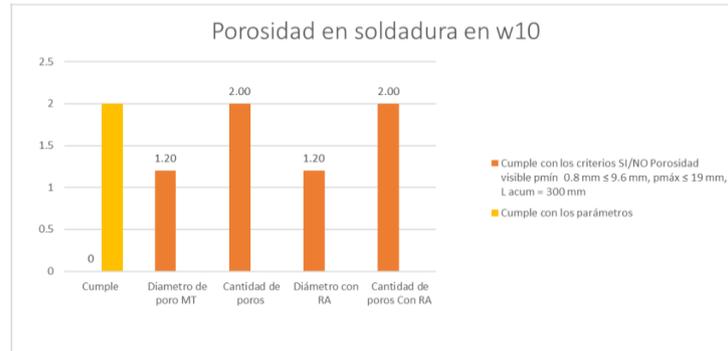
Figura 3. Socavación en soldadura



Fuente: Autores

Representación gráfica de poros en soldadura.

Figura 4. Porosidad en soldadura

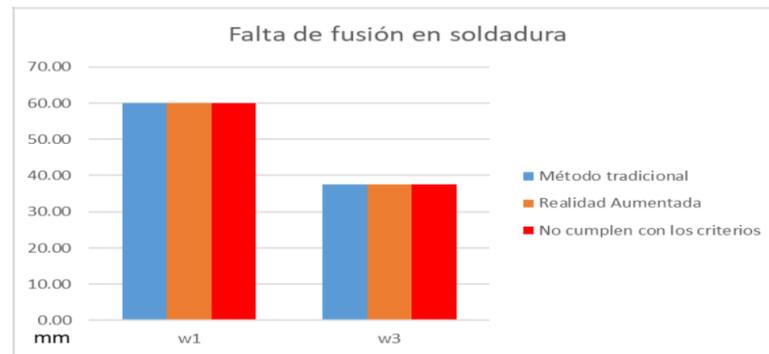


Fuente: Autores

La medición de porosidad se realiza únicamente en la probeta w10 ya que es la única que presenta porosidad.

Falta de fusión en soldadura.

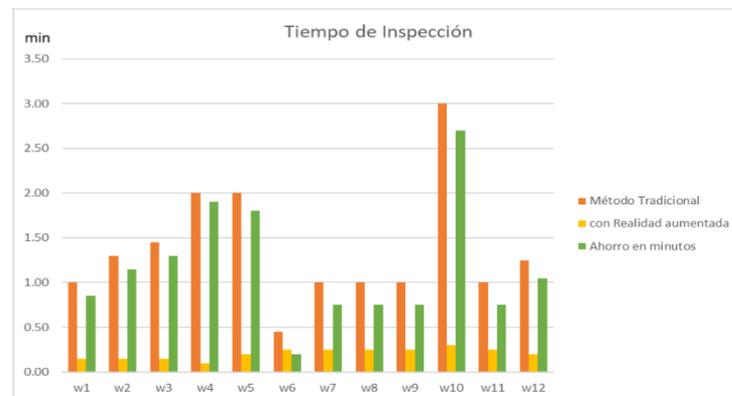
Figura 5. Falta de fusión en soldadura



Fuente: Autores

Tiempo de Inspección.

Figura 6. Tiempo de Inspección en soldadura



Fuente: Autores

En la Figura 1 en cuanto al ancho de soldadura en la probeta w6 debe repararse toda la junta, sin embargo, en la longitud cumple con los parámetros establecido, por, o que se reparará a la misma longitud y al ancho que cumpla. En la socavación de soldadura se reparará únicamente la distancia en mm observada en la Figura 3. En cuanto a porosidad en soldadura vista en Figura 4, solamente se deberá pulir y revisar su continuidad. La falta de fusión vista en la Figura 5, no cumple con los criterios si embargo se tiene que completar la distancia requerida. El ahorro de tiempos de inspección es una de las ventajas que brinda la aplicación, el tiempo mínimo de uso por probeta es de apenas 0.15 minutos (9 segundos), lo que ayudará a determinar en menor tiempo el análisis por realidad aumentada.

A continuación, se tiene en la siguiente tabla el resumen del análisis de todas las juntas soldadas

Tabla 1.7 Resumen de los resultados de evaluación

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE EVALUACIÓN																	
PROCESO FCAW																	
PROBETA	Ancho de Soldadura			LONGITUD			SOCAVADURA			POROSIDAD			FALTA DE FUSIÓN			RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN	
	MT	RA	OBSERVACIÓN	MT	RA	OBSERVACIÓN	MT	RA	OBSERVACIÓN	MT	RA	OBSERVACIÓN	MT	RA	OBSERVACIÓN	OBSERVACIÓN	
w1	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	L	OPERATIVO	
w2	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	OPERATIVO	
w3	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	L	OPERATIVO	
w4	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	OPERATIVO	
w5	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	OPERATIVO	
w6	SI	SI	G	SI	SI	N	SI	SI	G	SI	SI	N	SI	SI	N	NO OPERATIVO	
w7	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	OPERATIVO	
w8	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	OPERATIVO	
w9	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	G	SI	SI	N	SI	SI	N	NO OPERATIVO	
w10	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	L	SI	SI	N	OPERATIVO	
w11	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	OPERATIVO	
w12	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	SI	SI	N	OPERATIVO	
			OBSERVACIONES	G	GRAVES		REPARAR		ESTADO NO OPERATIVO								
				L	LEVES		PULIR, RELLENAR, LIMPIAR		OPERATIVO								
				N	NINGUNA		NO HACER NADA		OPERATIVO								

CONCLUSIÓN

El uso de la aplicación móvil en el dispositivo Android mejora las condiciones y manejo de método tradicional de inspección de soldadura. La identificación y almacenamiento de información en tiempo real a través del dispositivo móvil ayuda a interactuar con nuevas tecnologías de control de calidad en soldadura expuestos en el mundo de la industria 4.0. La Realidad aumentada aplicada al control de calidad mejora las condiciones de tiempos de inspección y almacena de una manera más rápida y segura la información.

Mejora la calidad y ambiente de trabajo ya que el uso de la aplicación no contamina el ambiente, no consume papel y el sistema es más fácil para utilizar. Evite reproducir los aspectos contenidos en el resumen como conclusión. Las conclusiones expuestas deben ser pertinentes exclusivamente al aporte realizado. No utilizar numeraciones. Una conclusión podría extender la importancia del trabajo o podría hacer pensar en aplicaciones y extensiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- H. C. Terán, O. Arteaga, F. S. Alcocer, N. R. Richard, M. P. Stalin, and C. A. Eduardo, “Application of multiple methods of ndt for the evaluation of welded joints in a steel bridge astm-a-588,” *Solid State Phenomena*, vol. 287. 2019, doi: 10.4028/www.scientific.net/SSP.287.8.
- O. Lopez, H. Trujillo, and L. Parra, “Aplication and selection of non-destructive test for the evaluation of welded joints,” *Sci. Tech.*, no. 48, pp. 1–10, 2011.
- J. M. Guivernau, “Procesos de Soldadura Aplicados en la Construcción Naval,” p. 126, 2011. R. Serrano, “Ensayos No Destructivos : Partículas Magnéticas,” pp. 1–8, 2007.
- J. Tomków, G. Rogalski, D. Fydrych, and J. Labanowski, “Advantages of the application of the temper bead welding technique during wet welding,” *Materials (Basel)*., 2019, doi: 10.3390/ma12060915.
- L. Cui, R. Luo, and D. Ma, “Carbon Fiber Reinforced Carbon-Al-Cu Composite for Friction Material.,” *Mater. (Basel, Switzerland)*, vol. 11, no. 4, Mar. 2018, doi:10.3390/ma11040538.
- S. Herz et al., “Magnetic Particle Imaging–Guided Stenting,” *J. Endovasc. Ther.*, 2019, doi: 10.1177/1526602819851202.
- J. S. Oh, J. S. Oh, T. H. Kim, and G. Y. Yeom, “Efficient metallic nanowire welding using the Eddy current method,” *Nanotechnology*, 2019, doi:10.1088/1361-6528/aaf13d.
- L. Song, X. Li, Y. Yang, X. Zhu, Q. Guo, and H. Yang, “Detection of Micro-Defects on Metal Screw Surfaces Based on Deep Convolutional Neural Networks,” *Sensors (Basel)*., 2018, doi: 10.3390/s18113709.
- O. J. Araque de los Rios, “Caracterización de discontinuidades típicas en soldadura, utilizando la técnica de Ultrasonido Pulso Eco-Scan A,” *Sci. Tech.*, vol. 20, no. 4, p. 335, 2015, doi: 10.22517/23447214.10501.
- J. Issa, “No TitleEAENH,” *Ayañ*, vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
- ICONTEC, “Guía Para La Inspección Visual De Soldaduras,” Gtc110, 2004.
- J. Santamarta Martínez and J. Mas Domínguez, “BIM, realidad aumentada y técnicas holográficas aplicadas a la construcción = BIM, increased reality and holographic techniques applied to construction,” *An. Edif.*, vol. 4, no. 1, p. 27, 2018, doi: 10.20868/ade.2018.3731.
- M. L. L. R. Okimoto, P. C. Okimoto, and C. E. Goldbach, “User Experience in Augmented Reality Applied to the Welding Education,” *Procedia Manuf.*, vol. 3, pp. 6223–6227, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.739.
- F. Echtler et al., “The Intelligent Welding Gun: Augmented Reality for Experimental Vehicle Construction,” in *Virtual and Augmented Reality Applications in*

- Manufacturing, London: Springer London, 2004, pp. 333–360.
- N. B. Fethke, L. C. Gant, and F. Gerr, “Comparison of biomechanical loading during use of conventional stud welding equipment and an alternate system,” *Appl. Ergon.*, vol. 42, no. 5, pp. 725–734, Jul. 2011, doi: 10.1016/j.apergo.2010.11.007.
- J. van Essen et al., “Identifying Welding Skills for Robot Assistance,” in 2008 IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications, Oct. 2008, pp. 437–442, doi:10.1109/MESA.2008.4735675.
- M. Quandt, B. Knoke, C. Gorltdt, M. Freitag, and K.-D. Thoben, “General Requirements for Industrial Augmented Reality Applications,” *Procedia CIRP*, vol. 72, pp. 1130–1135, 2018, doi: 10.1016/j.procir.2018.03.061.
- O. Giovanni and G. Fernández, “APLICACIÓN PARA DAR A CONOCER LOS ELEMENTOS Y ACCIONES BÁSICAS DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO MANUAL DESDE VIRTUALIDAD AUMENTADA,” Universidad Pedagógica Nacional, 2020. Accessed: Jun. 16, 2021. [Online]. Available: <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/13166>.
- I. M. Melo Bohórquez, “Realidad aumentada y aplicaciones,” *Tecnol. Investig. y Acad.*, vol. 6, no. 1, pp. 28–35, 2018.
- “Trabajos de investigación - 2015 : Welding Journal : Publicaciones : American Welding Society.” <https://www.aws.org/publications/page/research-papers-2015> (accessed Jun. 16, 2021).
- “Manual de Indura -2019” <https://www.indura.com>
- “AWS 2015: Welding Journal : Publicaciones : American Welding Society.” <https://www.aws.org/publications/page/research-papers-201516>, 2021).(accessed Jun.

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles.

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior