



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS
FLUORESCENTE PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingenieros
Electromecánicos

AUTORES:

Arias Mera Elias Samuel

Cedillo Marin Julian Bernabe

TUTOR:

Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl

LA MANÁ-ECUADOR

FEBRERO-2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Arias Mera Elias Samuel portador del número de cédula 050438517-0 y Cedillo Marin Julian Bernabe portador del número de cédula 125112656-9, declaramos ser autores de la Propuesta Tecnológica: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS FLUORESCENTE PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”, siendo el MSc. Alcocer Salazar Francisco Saúl tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificó que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, febrero del 2023



Arias Mera Elias Samuel

C.I.: 050438517-0



Cedillo Marin Julian Bernabe

C.I.: 125112656-9

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS FLUORESCENTE PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”, de los ponentes: Arias Mera Elias Samuel y Cedillo Marin Julian Bernabe de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, febrero del 2023



MSc. Alcocer Salazar Francisco Saúl
C.I: 050306679-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Arias Mera Elias Samuel y Cedillo Marin Julian Bernabe, con el título del proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS FLUORESCENTE PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná 24 febrero del 2023

Para constancia firman:



MSc. Vásquez Carrera Paco Jovanni

C.I: 0501758767

LECTOR 1 PRESIDENTE



MSc. Morales Tamayo Yoandrys

C.I: 1756958797

LECTOR 2 (MIEMBRO)



MSc. Pazuña Naranjo William Paul

C.I:0503338592

LECTOR 3 SECRETARIO

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento es a Dios y para las personas que estuvieron a lo largo de esta trayectoria de nuestras vidas como son familia, docentes, amigos.

De forma especial a nuestros padres quienes estuvieron en cada momento dándome su apoyo incondicional.

Un agradecimiento especial para Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl por su apoyo absoluto en este proceso investigativo.

Elias
Julian

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios y a mi madre Patricia Mera y hermanos por creer en mí y estar en constante apoyo durante este camino recorrido, gracias por cada palabra de aliento hacia mi vida

Elias

Dedico este trabajo de manera especial a mi madre Sofia Marin Troya quien estuvo conmigo al largo de esta etapa de mi vida, por sus sabios consejos y valores, quien me han permitido ser la persona de bien. A mi padre Abel Cedillo Delgado y hermanos quienes están presentes en cada momento dándome su respaldo y apoyo por completo con constancia y esfuerzo lograr mis metas alcanzadas.

Julian

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS FLUORESCENTE PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.

Autores:

Arias Mera Elías Samuel

Cedillo Marín Julián Bernabé

RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito principal la implementación de un banco de partículas magnéticas fluorescente, mediante la inspección de partículas magnéticas disueltas en agua, muchas veces encontramos indicaciones lineales que se forman en el contorno o pie de la soldadura. Estas indicaciones pueden provenir una grieta real o puede ser una indicación no relevante provocada por la propia geometría de la soldadura.

El uso de magnetismo es principalmente para evidenciar la presencia de discontinuidades que están abiertas a la superficie o muy cercana ellas, a través de los ensayos no destructivos con partículas magnéticas fluorescentes para observar grietas o una indicación no relevante provocada por la propia geometría de la soldadura. Estas pruebas determinan el daño que existen en la probeta. La técnica de magnetización se la realizo en un cuarto oscuro con iluminación Ultravioleta para el cumplimiento con las especificaciones de la investigación vigente, aplicando las normas ASTM E 1444, con la finalidad de establecer los criterios de aceptación para las diferentes imperfecciones que pueden presentarse en las pruebas. Es esencial desmagnetizar y limpiar las piezas después de cada prueba realizada para evitar resultados falsos en la inspección. Para visualizar el campo magnético se ve atraído por fugas de campo magnéticos causadas por discontinuidades de la pieza.

Palabras claves: magnetismo, banco, pruebas, inspección, soldadura, probetas, normas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

LA MANÁ EXTENSION

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TOPIC: “IMPLEMENTATION OF A FLUORESCENT MAGNETIC PARTICLE BANK FOR THE ELECTROMECHANICS LABORATORY OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI EXTENSION LA MANÁ”.

ABSTRACT

The principal purpose of this project is the application of a fluorescent magnetic particle bank through the inspection of magnetic particles dissolved in water, in some times we find linear indications formed in the contour or foot of the weld. These indications may come from a real crack or a non-relevant indication caused by the weld geometry.

The use of magnetism is mainly to evidence the presence of discontinuities that are open to the surface or very close to it through non-destructive testing with fluorescent magnetic particles to observe cracks or a non-relevant indication caused by the weld geometry. These tests determine the damage that exists in the test tube. The magnetization technique was performed in a dark room with ultraviolet illumination to achieve the current research specifications, applying ASTM E 1444 standards to establish the acceptance criteria for the different imperfections that may occur in the tests. It is essential to demagnetize and clean the parts after each test to avoid false results in the inspection. To visualize the magnetic field is attracted by magnetic field leakage caused by discontinuities.

Keywords: magnetism, bank, testing, inspection, welding, test tubes, standards.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. Beneficiarios directos	3
4.2. Beneficiarios Indirectos.....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4

5.1. Planteamiento del problema	4
5.2. Delimitación del problema	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. Ensayos no destructivos (END).....	6
8.2. Métodos de magnetización de elementos	7
8.2.1. Intensidad de campo "h"	8
8.2.2. La inducción o densidad de flujo "B"	8
8.3. Métodos de inspección	9
8.3.1. Inspección visual	9
8.4. Requisitos de la Inspección Visual.....	9
8.5. Herramientas para la Inspección Visual	10
8.6. Ventajas y Limitaciones de la Inspección Visual	10
8.7. Líquidos Penetrantes	11
8.8. Características de los líquidos penetrantes (LP).....	11
8.9. Clasificación de los líquidos penetrantes según la norma ASTM E-165	12
8.10. Inspección por partículas magnéticas	12

8.10.1. Tipo de partículas magnéticas	13
8.11. Método de aplicación de las partículas magnéticas	13
8.11.1. Método de vía seca	14
8.11.2. Método de vía húmeda	14
8.12. Importancia de usar el aceite correcto para la inspección de partículas magnéticas	15
8.12.1. Viscosidad	16
8.12.2. No fluorescente	16
8.12.3. Alto punto de inflamación	16
8.12.4. Protección contra la corrosión	17
8.12.5. Bajo olor y no volátil	17
8.13. Inspección por partículas magnéticas húmedas fluorescentes	17
8.14. Requisitos de luz al utilizar partículas fluorescentes Iluminación ultravioleta	18
8.15. American Welding Society (AWS) – Sociedad Americana de Soldadura	19
8.15.1. Código AWS D1.1	19
8.16. Procedimientos de inspección	20
8.16.1. Validación de procedimientos	20
8.17. Norma ASTM E1444	20
8.17.1. Criterios de aceptación	20
9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS	21
9.1. Hipótesis del proyecto	21

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
10.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	22
10.1.1. Investigación exploratoria	22
10.1.2. Investigación formativa	22
10.1.3. Investigación descriptiva	22
10.1.4. Investigación bibliográfica	22
10.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS FLUORESCENTES DISUELTAS EN AGUA	22
10.3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS	22
10.3.1. Mesa...	23
10.3.2. Cuarto oscuro,.....	24
10.3.3. Impermeabilización del cuarto oscuro.....	25
10.3.4. Pintada del cuarto oscuro y acabado.....	26
10.4. Equipos y herramientas usadas en la construcción del cuarto oscuro.	26
10.5. Proceso y procedimiento	29
11. ANÁLISIS Y DICUSIÓN DE LOS RESULTADOS	30
11.1. Datos del yugo magnético y bobina	30
11.2. Cálculo de potencia del equipo del yugo.....	30
11.2.1. Cálculo de potencia del equipo de la bobina	30
11.3. Calculo para la sección del núcleo	31

11.4. Cálculos para el bobinado del yugo y la bobina.....	31
11.5. Calculo para obtener el número de muestras de las probetas de ensayo para método seco de partículas no destructivas.....	32
11.6. Calculo para obtener el número de muestras de las probetas de ensayo para método húmedo de partículas no destructivas.....	33
11.7. Análisis de los ensayos de las probetas con el método seco de partículas no destructivas ..	34
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS)	58
12.1. Impacto técnico.....	58
12.2. Impacto social.....	58
12.3. Impacto económico.....	58
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO	58
13.1. Materiales de oficina	58
13.2. Materiales tecnológicos	59
13.3. Materiales del taller	59
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
14.1. Conclusiones.....	60
14.2. Recomendaciones	60
15. BIBLIOGRAFÍAS.....	61
16. ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Yugo de patas articuladas	8
Figura 2. Inspección visual.....	9
Figura 3. Inspección por líquidos penetrantes	11
Figura 4. Método vía seca	14
Figura 5. Ubicación de la Facultad de Electromecánica de la Universidad	21
Figura 6. Construcción de la mesa	24
Figura 7. Yugo magnético	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y limitación.....	10
Tabla 2. Aplicaciones de inspección por fluorescencia húmeda.....	19
Tabla 3. Herramientas utilizadas para la construcción.....	24
Tabla 4. Material utilizado para la construcción.....	24
Tabla 5. Características técnicas de los instrumentos utilizados en el proyecto.....	27
Tabla 6. Tiempo de operación de las diferentes tareas en los equipos de herramientas.....	29
Tabla 7. Datos técnicos del yugo magnético y de la bobina.....	30
Tabla 8. Resolución de ecuaciones.....	32
Tabla 9. Valores usados para la aplicación de ecuación de números de ensayos.....	32
Tabla 10. Análisis de datos informativos para ensayo seco blanco de la probeta N ⁰ 1.....	34
Tabla 11. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca blanca N ⁰ 1.....	35
Tabla 12. Análisis de datos informativos para ensayo seco blanco de la probeta N ⁰ 2.....	36
Tabla 13. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca blanca N ⁰ 2.....	37
Tabla 14. Análisis de datos informativos para ensayo seco blanco de la probeta N ⁰ 3.....	38
Tabla 15. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca blanca N ⁰ 3.....	39
Tabla 16. Análisis de datos informativos para ensayo seco rojo de la probeta N ⁰ 4.....	40
Tabla 17. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca roja N ⁰ 4.....	41
Tabla 18. Análisis de datos informativos para ensayo seco rojo de la probeta N ⁰ 5.....	42
Tabla 19. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca roja N ⁰ 5.....	43

Tabla 20. Análisis de datos informativos para ensayo seco rojo de la probeta N ⁰ 6	44
Tabla 21. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca roja N ⁰ 6	45
Tabla 22. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N ⁰ 1 .	46
Tabla 23. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N ⁰ 1	47
Tabla 24. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N ⁰ 2 .	48
Tabla 25. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N ⁰ 2	49
Tabla 26. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N ⁰ 3 .	50
Tabla 27. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N ⁰ 3	51
Tabla 28. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N ⁰ 4 .	52
Tabla 29. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N ⁰ 4	53
Tabla 30. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N ⁰ 5 .	54
Tabla 31. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N ⁰ 5	55
Tabla 32. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N ⁰ 6 .	55
Tabla 33. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N ⁰ 6	57
Tabla 34. Estimación de costes de materiales de oficina	58
Tabla 35. Estimación de costes de materiales tecnológicos	59
Tabla 36. Estimación de costes de materiales de taller	59

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación .1	Cálculo de potencia del equipo del yugo.....	30
Ecuación .2	Calculo para la sección del núcleo.....	31
Ecuación .3	Cálculos para el bobinado del yugo y la bobina.....	31
Ecuación .4	Calculo para obtener el número de muestras de las probetas de ensayo para método seco de partículas no destructivas.....	32

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imágenes 1. Construcción del cuarto oscuro	25
Imágenes 2. Impermeabilización del cuarto oscuro.	25
Imágenes 4. Resultado final del cuarto oscuro	26
Imágenes 3. Aplicación de la pintura	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Currículum del tutor de la investigación.	64
Anexos 2. Currículum de los investigadores.....	65
Anexos 3. Manual de mantenimiento del Yugo magnético.	67
Anexos 4. Aval de traducción	73
Anexos 5. Urkund	74

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:	“Implementación de un banco de partículas magnéticas fluorescente para el laboratorio de electromecánica de la UTC La Maná.”
Fecha de inicio:	Abril del 2022
Fecha de finalización:	Febrero del 2023
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica
Proyecto de investigación vinculado:	La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social.
Equipo de trabajo:	
Tutor del Proyecto:	Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl
Postulantes:	Arias Mera Elias Samuel Cedillo Marin Julian Bernabe
Área de conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de investigación:	Procesos industriales
Sub líneas de investigación:	Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El uso de las partículas magnéticas ha venido a más durante los últimos 10 años. Lo anterior ha estado condicionado por factores como la amplia investigación en materiales a nivel atómico, los retos propuestos por las diferentes áreas de investigación donde los niveles nanométricos cobran importancia, la inherente innovación tecnológica que pueden aportar a la industria dichas escalas y finalmente, el impacto socioeconómico que pueden tener estos avances tecnológicos. Sin embargo, la traslación a la industria de los avances tecnológicos se ha visto limitada por la falta de estrategias, ya que el 88% del conocimiento se queda en Universidades y Centros de Investigación y el resto, 12%, pasa a la industria o es obtenido en ella (García, 2012).

En las inspecciones por partículas magnéticas se utilizan medios visibles o fluorescentes, con partículas húmedas (suspendidas en un fluido) o en forma de polvo seco. Las partículas húmedas visibles normalmente son negras y pueden utilizarse con una pintura blanca que actúa como contraste para mejorar su visibilidad. Las partículas visibles secas están disponibles en color rojo, negro, amarillo y gris. Pueden utilizarse con pintura de contraste para mejorar la visibilidad (Applus, 2022).

Las inspecciones por partículas magnéticas fluorescentes tienen mayor sensibilidad que el método por partículas visibles. Estas inspecciones solo pueden realizarse con partículas húmedas y normalmente no se utiliza pintura de contraste. Es necesario utilizar una lámpara de rayos ultravioletas y contar con una zona oscura para ver e interpretar los indicios. Existen distintos métodos para crear el campo magnético: método del yugo magnético (indirecto), método de soporte y barras (directo) y método del banco: por disparo longitudinal (directo) o mediante una bobina (indirecto). Normalmente, para llevar a cabo inspecciones por partículas magnéticas es necesario poder acceder a una fuente de alimentación eléctrica para crear el campo magnético y para conectar la lámpara ultravioleta utilizada para el medio fluorescente (Applus, 2022).

Es por ello que este proyecto presenta la implementación de un banco de partículas magnéticas fluorescente para el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, el cual tiene como propósito el aprendizaje, teórico, práctico, de parte de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La realización de este proyecto tiene como fundamento la implementación de un banco de partículas magnéticas fluorescente para el laboratorio de electromecánica de la Universidad técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, por lo cual los estudiantes aplican sus conocimientos teóricos para el desarrollo de la practica en el laboratorio, lo cual ayudara a su formación como ingeniero. El desconocimiento sobre la aplicación de las inspecciones de partículas magnéticas en ensayos no destructivos para la detección de discontinuidades en materiales ferromagnéticos, es decadente por falta de recursos en el laboratorio de electromecánica, la implementación del presente proyecto es de gran valor para los estudiantes pues realizaran sus prácticas a través de ensayos y aplicación de sus conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos del proyecto son los estudiantes de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, ya que podrán realizar sus prácticas necesarias para fortalecer los conocimientos adquiridos en el aula, transmitidos por los docentes de la institución. Este módulo servirá para conocer las funciones del banco y como se puede detectar daños que existe a través de las partículas magnéticas.

4.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos es la población del cantón La Mana según el INEC existen 42, 216 habitantes en el cantón, entre ellos 20,796 mujeres y 21,420 hombres. A través de la aplicación de un banco de ensayos no destructivos ya que son de bajo costo como la aplicación de partículas magnéticas, tintes penetrantes, inspección visual lo cual beneficiaria en los talleres mecánicos, industriales donde se puede lograr obtener resultados favorables antes las fallas técnicas en los materiales ferromagnéticos.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Planteamiento del problema

La inexistencia de bancos de partículas magnéticas de ensayos no destructivos, en los laboratorios de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi por la falta de planificación para adquirir este implemento. Imposibilitando las prácticas de los estudiantes por falta de material didáctico para desarrollar sus conocimientos adquiridos. Con este proyecto los estudiantes y docentes tienen como evidenciar la integración y aplicación a la práctica de los aprendizajes obtenidos en las diferentes áreas de la malla curricular de la especialización.

El principio de este método involucra la magnetización del área a ser examinada y aplicar partículas ferromagnéticas (el medio de inspección) a la superficie. Las partículas formarán patrones sobre la superficie en los cuales las grietas y otras discontinuidades causan distorsiones en el campo magnético normal.

5.2. Delimitación del problema

El presente proyecto tiene como principal objetivo implementar un banco de partículas magnéticas fluorescentes para detectar defectos superficiales o subsuperficiales a través de ensayos, basado en el depósito de partículas ferromagnéticas, debido a los campos de fuga de ciertas detecciones que se originan por los materiales magnetizados.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Implementar de un banco de partículas magnéticas fluorescentes para el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

6.2. Objetivos específicos

- Investigar de fuentes bibliográficas todos los aspectos teóricos de los diferentes tipos de ensayos con partículas magnéticas fluorescentes.
- Diseñar un banco de partículas magnéticas fluorescentes disueltas en agua.
- Describir el procedimiento de inspección con partículas magnéticas fluorescentes en una cámara oscura.
- Realizar la investigación bajo la aplicación de normas ASTM E 1444 sobre ensayos no destructivos con diferentes métodos de partículas magnéticas.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividades	Descripción (técnicas e instrumentos)
Investigar de fuentes bibliográficas todos los aspectos teóricos de los diferentes tipos de ensayos con partículas magnéticas fluorescentes.	Recopilación de información.	Desarrollo del marco teórico.	Indagación de información de las de los diferentes tipos de ensayos con partículas magnéticas.
Diseñar un banco de partículas magnéticas fluorescentes disueltas en agua.	Construcción de un banco de partículas magnéticas fluorescentes diluidas en agua.	Inspeccionar las partículas magnéticas fluorescentes.	Investigación bibliográfica, científica y de campo.
Describir el procedimiento de inspección con partículas magnéticas fluorescentes en una cámara oscura.	Buscar los procesos de partículas magnéticas fluorescentes en un cuarto oscuro.	Elaborar el proceso del método en partículas magnéticas en un cuarto oscuro.	Investigación bibliográfica.
Realizar la investigación bajo la aplicación de normas ASTM E 1444 sobre ensayos no destructivos con diferentes métodos de partículas magnéticas.	Seleccionar la aplicación de las normas ASME E 1444, para los diferentes métodos de partículas magnéticas.	Identificación de las normas de ASME E 1444	Investigación bibliográfica y científica.

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Ensayos no destructivos (END)

Los ensayos no destructivos se definen como “aquellos que se realizan sobre piezas semiacabadas o acabadas, sin interferir con el uso futuro de las mismas”. “Los ensayos no destructivos (END) son técnicas que emplean métodos físicos indirectos para la inspección de productos, partes, piezas o componentes en servicio, para detectar las discontinuidades o defectos que afecten su calidad o utilidad”. “Los métodos de ensayo no destructivos permiten la inspección del 100% de la producción, si ello es requerido y la obtención de datos de todo el volumen de un producto o pieza; con lo que contribuyen a mantener un nivel de calidad uniforme, con la consiguiente conservación

y el aumento del prestigio del producto y a asegurar la calidad funcional de los sistemas y elementos (Soria, 2004)

De acuerdo con la Asociación Americana de Ensayos no Destructivos (ASNT) existen quince métodos de ensayos no destructivos clasificados como superficiales, volumétricos y de hermeticidad, esta clasificación se basa en la localización de la discontinuidad que puede ser detectada. (Miño, 2020).

8.2. Métodos de magnetización de elementos

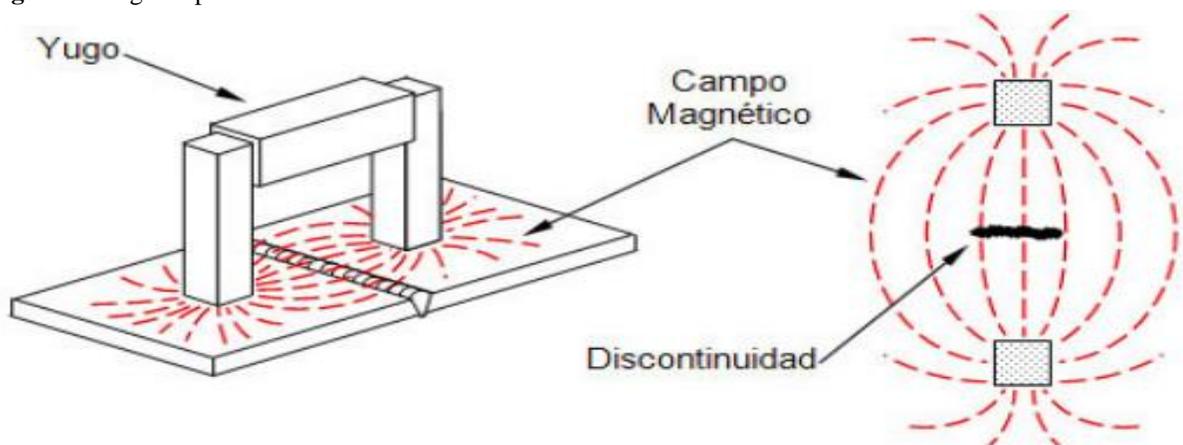
- **Yugos.** En esta técnica se utiliza un magneto denominado yugo, el cual se le aplica corriente alterna o directa, o un campo magnético permanente. Al utilizarlo directamente sobre el elemento, este genera un campo magnético en el que las líneas conectan ambos polos del magneto (Espinoza, 2019).

Para llevar a cabo la inspección se puede usar dos tipos de yugos:

- **Yugos permanentes:** No requieren energía externa para funcionar, por lo que es muy útil en casos donde no se tiene acceso a la energía eléctrica. La desventaja de estos es que no tienen la potencia necesaria para cubrir grandes áreas y tampoco se pueden desmagnetizar por lo que resulta complicado separarlos de la pieza a analizar.
- **Electroimanes:** Poseen una bobina eléctrica para inducir el campo magnético. Estos utilizan corriente alterna o directa.
- **Bobinas:** Son usadas para generar un campo magnético en el interior de la propia pieza. Esto produce un magnetismo longitudinal en el elemento a medida que la corriente fluye a través de la bobina. El uso de esta técnica no provoca daños térmicos ya que la corriente no se transmite directamente por el elemento (Espinoza, 2019).
- **Conductores centrales:** Se usa para piezas con agujeros, en la que se coloca el conductor por el centro de esta y se induce una corriente para generar el campo magnético. Al igual que la técnica de bobina es indirecta porque la corriente se transmite por el conductor y no por el elemento. Ya que esta técnica produce un campo magnético circular, es posible analizar superficies internas y externas.

- **Contacto directo:** Se aplica la corriente eléctrica directamente a la pieza a evaluar, colocando contactos eléctricos en los extremos para magnetizar la pieza en su totalidad. La inspección a través de este método suele ser rápida, aunque tiene la desventaja de que se requiere una alta corriente eléctrica dependiendo el tamaño de la pieza.
- **Puntas de contacto:** Se hace fluir corriente eléctrica por las puntas hacia el material inspeccionado. El campo magnético forma círculos alrededor de cada punta, por lo que se logra una sensibilidad en grietas perpendiculares al campo magnético (Espinoza, 2019).

Figura 1. Yugo de patas articuladas



Fuente: <https://comimsa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1022/78/1/Monograf%C3%ADa%20Alfonso%20Ballesteros-SIN.pdf>

8.2.1. Intensidad de campo "h"

O fuerza magnetizante, a la fuerza que actúa sobre un polo norte magnético unitario, colocado dentro de un campo magnético o sea es la fuerza que tiende a establecer un flujo magnético en un circuito magnético. Se mide en OERSTEDS. Su unidad de medida es amperios/metro (S.I.) y Oersted. (c.g.s.) amperio/metro $\approx 1,310^{-2}$ Oersted o Gauss de inducción magnética (Villacís, 2011).

8.2.2. La inducción o densidad de flujo "B"

Es el número de líneas de fuerza por unidad de área, tomada en ángulo recto a la dirección del flujo. Se mide en GAUS. Inicialmente su unidad de medida era el Gauss, siendo 1 Gauss = Maxwell/cm². Con posterioridad el Gauss, como unidad de densidad de flujo, se redefinió, siendo actualmente la unidad medida en el Sistema Internacional el tesla (T).

$$1 \text{ tesla} = \text{Wb/m}^2$$

Donde 1 Gauss = 10^{-4} tesla y 1 línea de flujo/pulgada² = $0,155 \cdot 10^{-5}$ teslas.

Un tesla corresponde a una densidad de flujo magnético tal que produce una fuerza de un Newton sobre una carga de un culombio que se mueve perpendicularmente al campo (Villacís, 2011).

Tenemos que: $B \propto H$

8.3. Métodos de inspección

8.3.1. Inspección visual

La inspección visual es el método de ensayo no destructivo más versátil que se utiliza con más frecuencia en las inspecciones de superficies expuestas o accesibles de cuerpos, ensambles o productos terminados, para determinar el estado de integridad general de una parte o componente y para la detección de objetos extraños en el interior de equipos que puedan afectar a su función (SISAC, 2018).

En esta actividad, se emplea como instrumento principal, el ojo humano, el cual es complementado con instrumentos de magnificación, iluminación y medición como, por ejemplo, vibroscopios, boroscopios, lupas y espejos. La experiencia del inspector y los conocimientos que tenga respecto a la operación, los materiales y demás aspectos influyentes en los mecanismos y objetos que puedan tener fallas, son necesarios para obtener resultados confiables (SISAC, 2018).

Figura 2. Inspección visual



Fuente: <https://aosmexico.com/inspeccion-visual.php>

8.4. Requisitos de la Inspección Visual

- a) Realizar un examen de agudeza visual cada 6 o 12 meses, a todo el personal que va a realizar la Inspección Visual.
- b) En algunos casos sería de gran importancia realizar un examen de discriminación cromática, para que el personal a realizar la inspección, pueda detectar variaciones de color o tonos

cromáticos, ya que en algunos casos es crítica la detección de estas variaciones o la apreciación de un color en particular. Este examen solo se realiza una vez, ya que pueden producir alteraciones genéticas que no son corregibles.

- c) Conocimiento del Inspector de las características del elemento a inspeccionar y de los tipos de discontinuidades que se pueden detectar mediante esta técnica (Bernal, 2014).

8.5. Herramientas para la Inspección Visual

Existen algunas herramientas que se pueden utilizar para la detección de discontinuidades mediante este método, entre las más utilizadas se encuentran.

- a) "Lentes de aumento o lupas: normalmente tienen aumentos de 5X y de 10X, como máximo para los estudios llamados macroscópicos. Sus ventajas son, tener un costo bajo y que abarcan una amplia gama de inspección.
- b) Sistemas de interferencia cromática o con luz polarizada: consiste en emplear luz polarizada sobre una superficie reflejante y por medio de los patrones cromáticos formados son determinadas las zonas con discontinuidades, como el caso de la inspección de porcelanas o recubrimientos vidriados.
- c) Endoscopios (Boroscopios): este sistema ha sido ampliamente difundido en las nuevas técnicas de Inspección Visual, principalmente porque permiten la observación del interior de una parte o componentes sin desarmar el equipo (Bernal, 2014).

8.6. Ventajas y Limitaciones de la Inspección Visual

Tabla 1. Ventajas y limitación

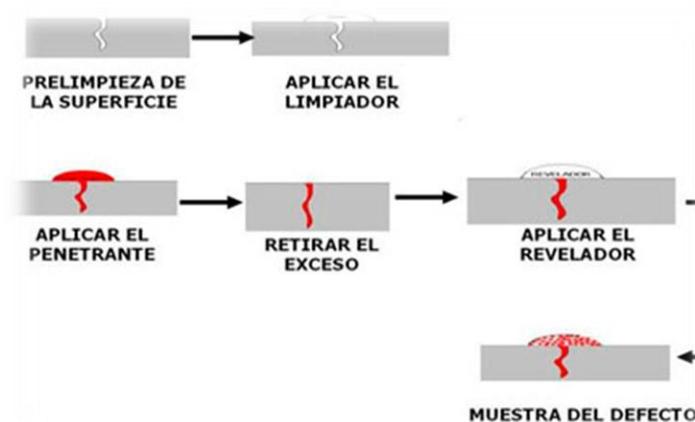
VENTAJAS	LIMITACIONES
Es un método de bajo costo.	Solamente se pueden inspeccionar discontinuidades superficiales. Hay que considerar las limitaciones de la visión humana
Se puede aplicar en cualquier etapa de un proceso productivo.	Se requiere una fuente efectiva de iluminación.
Se realiza en forma rápida y sencilla.	Es necesario el acceso a la superficie a inspeccionar.
La geometría de las piezas no presenta problema, al momento de la inspección.	Se requiere de personal capacitado y experimentado para realizar el proceso de inspección.

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

8.7. Líquidos Penetrantes

El ensayo no destructivo por líquidos penetrantes permite detectar defectos abiertos a la superficie, tales como grietas, fisuras y poros. Es aplicable en metales (ferrosos y no ferrosos), en materiales cerámicos, plásticos y vidrios que no sean porosos ni presenten rugosidad excesiva o escamado. Este tipo de inspección se distingue porque es prácticamente independiente de la forma o geometría de la pieza a examinar, requiere un equipamiento mínimo y permite obtener una gran sensibilidad en la detección de fisuras (superior a la que se puede lograr con radiografía, ultrasonido o corrientes parásitas) (Encarnación, 2015).

Figura 3. Inspección por líquidos penetrantes



Fuente: <http://www.grupocidesi.com/Servicio3.html>.

8.8. Características de los líquidos penetrantes (LP)

Después de haber analizado los conceptos, las características de los ensayos de Líquidos Penetrantes se resumen en:

- Tiene la habilidad para penetrar orificios y aberturas muy pequeñas y estrechas
- Tiene la habilidad de mantener su color o fluorescencia
- Tiene la habilidad de expandirse en capas muy finas
- Tiene la resistencia a la evaporación
- No es corrosivo.
- Es poco inflamable.
- Es estable bajo condiciones de almacenamiento (Concrelab, 2023).

8.9. Clasificación de los líquidos penetrantes según la norma ASTM E-165

- a) Penetrantes lavables con agua: Estos penetrantes son removidos de la superficie por un lavado directo con agua. La aplicación de una pulverización con agua forma una emulsión con el penetrante y esta es arrastrada por el flujo de agua. La temperatura del agua no debe exceder los 40°C para evitar remover el penetrante de defectos abiertos y poco profundos.
- b) Penetrantes Post emulsificables: La remoción de este tipo de penetrantes, debe ser precedido por una operación previa de emulsificación dado que estos líquidos no son lavables con agua.
- c) Penetrantes removibles con solvente: La remoción se realiza mediante la aplicación de solvente sobre papel absorbente o trapos limpios, para la posterior limpieza de los componentes ensayados (Encarnación, 2015).

8.10. Inspección por partículas magnéticas

Es un método no destructivo de tipo superficial utilizado para la detección de discontinuidades en materiales ferromagnéticos, es aplicable para materiales en bruto, semi acabados (billets, tochos, piezas de fundición y de forja), materiales con acabado final y soldaduras independientemente de que tengan o no tengan tratamiento térmico, y componentes en servicio como técnica de mantenimiento preventivo, su única restricción se presenta en metales no magnetizables y aleaciones como los aceros austeníticos (Miño, 2020).

Las partículas magnéticas se clasifican de manera general en dos tipos:

- **Partículas Secas:** Son diseñadas para ser aplicadas por rociado o espolvoreado directamente en la superficie a inspeccionar, se tiene como requisito de calidad mantener el tamaño de la partícula y controlar la posible contaminación, por lo cual la reutilización no es una práctica común en esta técnica. Este tipo de partículas son muy resistentes a condiciones extremas de temperatura, lo cual es una gran ventaja al momento de la versatilidad en las inspecciones. En el mercado se las puede encontrar en colores fluorescentes, no fluorescentes, o duales, siendo la primera presentación mucho más costosa por la necesidad del uso de luz ultravioleta. La elección del color dependerá de la aplicación y sensibilidad que se requiera obtener (Miño, 2020).

- **Partículas Húmedas:** Son diseñadas para ser suspendidas en un vehículo como agua o algún destilado ligero de petróleo a una concentración específica para su posterior aplicación, por baño, aspersión o inmersión, y se encuentran disponibles en colores fluorescentes, no fluorescentes y duales. Usualmente se emplean en equipos horizontales de tipo estacionario en los cuales la suspensión es retenida en un reservorio recirculante para su uso continuo; también se las puede encontrar en botes de aerosol como una mezcla lista para usarse. Este tipo de partículas son de menor tamaño que las secas y pueden detectar discontinuidades extremadamente finas, por lo tanto, se consideran más sensibles (Miño, 2020).

8.10.1. Tipo de partículas magnéticas

Partículas visibles, no fluorescentes, contrastantes o coloreadas

Las indicaciones de partículas visibles son examinadas con luz blanca, que pueden ser natural o artificial. Con partículas visibles la selección del color de la partícula a utilizar depende únicamente del cuál proporcione el mayor contraste con el color de la superficie de la pieza inspeccionada (Bachesteros, 2010).

Partículas fluorescentes

En partículas magnéticas, la fluorescencia es la propiedad que tienen ciertas sustancias para emitir luz blanca, dentro del rango de luz visible, cuando son iluminadas o expuestas a la luz ultravioleta (ASTM E-1444). Normalmente este tipo de partículas tienen una coloración verdeamarilla, la cual tiene la particularidad de ser la más fácilmente visible para el ojo humano, por encontrarse al centro del espectro visible. Con excepción de algunas aplicaciones, las partículas fluorescentes son usadas en el método húmedo. Con ello, la inspección con 27 partículas fluorescentes es rápida, confiable y más sensible para discontinuidades muy finas en la mayoría de aplicaciones (Bachesteros, 2010).

8.11. Método de aplicación de las partículas magnéticas

Los métodos de aplicación de las partículas magnéticas pueden ser en vía seca y vía húmeda, los cuales se deben de aplicar de una manera uniforme a lo largo de la superficie y en la cantidad correcta (Hengelber, 2010).

8.11.1. Método de vía seca

Este método consiste en utilizar una variación de tamaños de partículas para indicar diferentes tamaños de lugares de fuga de flujo. Las partículas más pequeñas son más sensibles a las fugas de flujo/campos y, por lo tanto, son capaces de identificar defectos/defectos más pequeños, mientras que las partículas más grandes son capaces de identificar fugas de flujo más grandes (TWI, 2022).

Figura 4. Método vía seca



Fuente: Arias & Cedillo (2023)

8.11.2. Método de vía húmeda

La inspección de partículas magnéticas en suspensión húmeda, más comúnmente conocida como inspección de partículas magnéticas en húmedo, consiste en aplicar las partículas mientras están suspendidas en un portador líquido. La inspección de partículas magnéticas en húmedo se realiza más comúnmente utilizando una unidad de inspección estacionaria, húmeda y horizontal, pero las suspensiones también están disponibles en latas de aerosol para su uso con un yugo electromagnético. La inspección en húmedo tiene varias ventajas sobre la inspección en seco. En primer lugar, todas las superficies del componente pueden cubrirse rápida y fácilmente con una capa relativamente uniforme de partículas. (Lowa State University, 2022).

Pasos para realizar una inspección utilizando suspensiones húmedas

- 1. Prepare la superficie de la pieza:** al igual que en las inspecciones con partículas secas, la superficie debe estar relativamente limpia. La superficie debe estar libre de grasa, aceite y cualquier otro tipo de humedad que pudiera impedir que la suspensión mojara la superficie e impidiera que las partículas se movieran libremente. Una fina capa de pintura, óxido o cascarilla

reducirá la sensibilidad de la prueba, pero a veces puede dejarse en su lugar con resultados adecuados. Las especificaciones suelen permitir dejar en la superficie hasta 0,003 pulgadas (0,076 mm) de un revestimiento no conductor (como la pintura) y 0,001 pulgadas como máximo (0,025 mm) de un revestimiento ferromagnético (como el níquel). Debe eliminarse cualquier resto de suciedad, pintura, óxido o cascarilla (Lowa State University, 2022).

2. **Aplicar la suspensión:** La suspensión se pulveriza o se hace fluir suavemente sobre la superficie de la pieza. Normalmente, la corriente de suspensión - Baño líquido en el que un sólido está suspendido en líquido. se desvía de la pieza justo antes de aplicar el campo magnetizante.
3. **Aplicar la fuerza magnetizante:** La fuerza magnetizante debe aplicarse inmediatamente después de aplicar la suspensión de partículas magnéticas. Cuando se utiliza una unidad de inspección horizontal húmeda, la corriente se aplica en dos o tres descargas cortas (1/2 segundo), lo que ayuda a mejorar la movilidad de las partículas.
4. **Inspección de indicios:** Busque zonas en las que las partículas magnéticas estén agrupadas. Las discontinuidades superficiales producirán una indicación nítida. Las indicaciones de defectos subsuperficiales serán menos definidas y perderán definición a medida que aumente la profundidad (Lowa State University, 2022).

8.12. Importancia de usar el aceite correcto para la inspección de partículas magnéticas

Generalmente se acepta que las partículas magnéticas fluorescentes son un componente importante para una inspección crítica de partículas magnéticas. Sin embargo, la importancia del aceite portador a menudo se minimiza. Consideremos por qué el aceite portador también es una parte importante de la inspección de partículas magnéticas y qué características son fundamentales al elegir un aceite portador (Stockhausen, 2022).

Técnicas de análisis de aceites lubricantes son fundamentales para determinar:

- a) Degradación del lubricante. Mediante el estudio de la degradación del aceite se pueden programar las sustituciones de los lubricantes y así aplazar la sustitución de aceites en buen estado o adelantar la sustitución de aceites deteriorados que no cuentan con la viscosidad suficiente para una lubricación eficaz, de manera que se evitan averías prematuras

- b) Desgaste de componentes de la máquina. El estudio de los componentes de desgaste férricos y no férricos permite localizar con la mayor antelación el desgaste de cojinetes, rodamientos, engranajes, obturaciones y otros componentes.
- c) Entrada de contaminantes sólidos y líquidos. La supervisión del nivel de contaminantes no férricos permite la identificación inmediata de la entrada de contaminantes sólidos. Por otra parte, la supervisión del grado de humedad alerta tanto de entrada de agua contaminante, como, por ejemplo, la comunicación de circuitos de lubricación y refrigeración (Chesterton, 2020).

8.12.1. Viscosidad

La viscosidad adecuada del aceite portador promueve la movilidad, la estabilidad y la suspensión eficientes de las partículas magnéticas para realizar inspecciones confiables. Con la viscosidad adecuada, las partículas magnéticas fluyen eficientemente e identifican indicaciones. El uso de un aceite portador con la viscosidad correcta significa que el fluido tiene suficiente "espesor" para ayudar a que las partículas magnéticas permanezcan en suspensión, mientras que también es lo suficientemente "delgado" para que las partículas se muevan libremente. Desafortunadamente, no todos los productos vendidos y utilizados como fluidos portadores cumplen con los requisitos básicos de viscosidad descritos en la norma ASTM E709 (Stockhausen, 2022).

8.12.2. No fluorescente

Un aceite portador aprobado por NDT es prácticamente no fluorescente, por lo que no interferirá con la detectabilidad de las indicaciones de partículas magnéticas fluorescentes al agregar fluorescencia de fondo. Los aceites portadores que no son específicos de NDT generalmente emiten fluorescencia bajo la luz ultravioleta, lo que crea un fondo automático en cualquier superficie de la pieza que hace que las indicaciones sean más difíciles de ver e incluso pueden enmascarar defectos finos o pequeños (IZASA, 2021).

8.12.3. Alto punto de inflamación

El aceite portador debe tener un punto de inflamación alto (superior a 200 °F/93,3 °C). Un alto punto de inflamación mejora la seguridad del operador y de la planta y ayuda a prevenir incendios.

OSHA generalmente requiere un punto de inflamación de 200 °F / 93,3 °C o superior para los fluidos que se usan en tanques abiertos (SISAC, 2018).

8.12.4. Protección contra la corrosión

El aceite portador debe brindar protección contra la corrosión a la mayoría de las piezas de aleación y los componentes del equipo en las máquinas de prueba de partículas magnéticas. La protección adecuada contra la corrosión protege la inversión en equipos y reduce el mantenimiento y el tiempo de inactividad (SISAC, 2018).

8.12.5. Bajo olor y no volátil

El aceite portador debe ser un destilado de petróleo ligero no volátil para que no se evapore fácilmente. Esto no solo significa que hay muy poco olor del portador, sino que también ayuda a prolongar la vida útil del baño al proteger las partículas magnéticas. Con un portador no volátil, los operadores se sienten mucho más cómodos y la concentración adecuada del baño es fácil de mantener porque la evaporación del baño será insignificante (Stockhausen, 2022).

8.13. Inspección por partículas magnéticas húmedas fluorescentes

Las pruebas con partículas magnéticas fluorescentes húmedas son más precisas que las pruebas con polvo seco para detectar discontinuidades muy pequeñas, porque las partículas son más pequeñas. y las inspecciones por partículas magnéticas fluorescentes húmedas es para localizar discontinuidades superficiales y ligeramente subsuperficiales.

Una ventaja de las partículas fluorescente húmeda es su facilidad y rapidez de aplicación, dado que los técnicos pueden rociar rápidamente el fluido de partículas magnéticas elegido sobre grandes superficies. Es extremadamente sensible incluso a indicaciones extremadamente pequeñas y finas, lo que aumenta la detección de indicaciones con resultados consistentes y fiables, a la vez que minimiza el tiempo de inspección. Este método puede utilizarse para inspecciones en servicio, lo que permite detectar daños en los activos sin detener la producción (MISTRAS , 2023).

8.13.1.1. Partículas fluorescentes

En partículas magnéticas, la fluorescencia es la propiedad que tienen ciertas sustancias para emitir luz blanca, dentro del rango de luz visible, cuando son iluminadas o expuestas a la luz ultravioleta. Normalmente este tipo de partículas tienen una coloración verdeamarilla, la cual tiene la particularidad de ser la más fácilmente visible para el ojo humano, por encontrarse al centro del espectro visible. Con excepción de algunas aplicaciones, las partículas fluorescentes son usadas en el método húmedo. Con ello, la inspección con 27 partículas fluorescentes es rápida, confiable y más sensible para discontinuidades muy finas en la mayoría de aplicaciones (MISTRAS , 2023).

8.14. Requisitos de luz al utilizar partículas fluorescentes Iluminación ultravioleta

La luz ultravioleta muestra los defectos de las piezas cuando se someten a inspección. Cuando se realiza una inspección por partículas magnéticas utilizando partículas fluorescentes, debe controlarse el estado de la luz ultravioleta y de la luz blanca ambiental. Las normas y procedimientos exigen verificar el estado de la lente y la intensidad de la luz. Las luces negras nunca deben utilizarse con un filtro agrietado, ya que aumentará la emisión de luz blanca y de luz negra nociva. (Lowa State University, 2022).

8.14.1.1. Ventajas

- Inspección relativamente rápida y de bajo costo.
- Equipo relativamente simple, provisto de controles utilizados para ajustar la corriente y un amperímetro visible para verificar la fuerza de magnetización que ha sido creada para la inspección.
- Equipo portátil y adaptable a muestras pequeñas o grandes. Se requiere menor limpieza que en líquidos penetrantes.
- Se pueden detectar discontinuidades con una profundidad cercana a la superficie.
- Las indicaciones se forman directamente en la superficie de la muestra.
- No se requiere de lecturas electrónicas de calibración o mantenimiento excesivo.
- Se obtienen mejores resultados en la detección de discontinuidades llenas de algún contaminante (escoria) y que no pueden ser detectadas en una inspección por líquidos penetrantes (MISTRAS , 2023).

Tabla 2. Aplicaciones de inspección por fluorescencia húmeda

Grietas por fatiga	Laps	Grietas por corrosión bajo tensión
Copos	Grietas de enfriamiento	Desgarros
Grietas por rectificado	Costuras	Defectos de soldadura
Inclusiones en desbastes, palanquillas y barras aeroespaciales	Grietas por contracción	

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

8.15. American Welding Society (AWS) – Sociedad Americana de Soldadura

La AWS es una organización creada en el año 1919 inicialmente sin fines de lucro y su principal enfoque fue el desarrollo de tecnología y avances científicos en el área de los procesos de uniones permanentes, soldaduras y cortes. En la actualidad la AWS es la encargada de establecer especificaciones, códigos y métodos para su correcta aplicación, además sus documentos y estándares son utilizados y aprobados a nivel mundial generalmente en lo que involucra al control de calidad de los procesos anteriormente mencionados (Vaca, 2020).

8.15.1. Código AWS D1.1

El Código AWS D1.1 [4] describe los requisitos para la fabricación y montaje de estructuras metálicas de acero. Su alcance manifiesta el uso de aceros estructurales mayores a 1/8 de pulgada (3 mm de espesor). Entre las más importantes aplicaciones radican el control de uniones en la construcción de edificios y puentes. Este documento está compuesto por nueve cláusulas, las cuales se detallan a continuación (Vaca, 2020).

- Requerimientos generales
- Diseño de conexiones soldadas
- Precalificación del WPSs
- Calificación
- Fabricación
- Inspección
- Soldadura de pernos
- Fortalecimiento y Reparación de Estructuras Existentes
- Estructuras Tubulares

8.16. Procedimientos de inspección

Los procedimientos de inspección son documentos que contienen la descripción de las actividades que deben seguirse para el cumplimiento de un objetivo, mediante el desarrollo del mismo se puede asegurar que cada uno de los pasos se realice de forma independiente, ordenada y sin improvisaciones. Los procedimientos de ensayos no destructivos deben ser realizados de manera específica, cumpliendo los requisitos mínimos de la normativa que se pretenda aplicar, es decir, existirá un procedimiento para cada método de END y para cada una de sus técnicas.

8.16.1. Validación de procedimientos

Consiste en la demostración de la aplicación eficaz de los procedimientos escritos a satisfacción de los requerimientos de una norma, código, referencia o estándar aplicable. En el caso de los procedimientos de inspección de END será necesario el uso de bloques patrón y probetas certificadas que provean las características necesarias para este fin, y que logren demostrar la validez de los mismos (Vaca, 2020).

8.17. Norma ASTM E1444

La prueba de partículas magnéticas es un método de prueba no destructivo para la detección de imperfecciones sobre o justamente debajo de la superficie de metales ferrosos que también se puede aplicar en soldadura. Es una técnica rápida y confiable para detección y localización de grietas superficiales. Un flujo magnético es enviado a través del material y en el lugar de la imperfección se forma un campo de fuga que atrae el polvo de hierro que se rocía sobre la superficie, así la longitud de la imperfección puede ser determinada de forma muy confiable (Macias, 2023)

8.17.1. Criterios de aceptación

Se debe indicar solamente la condición encontrada, es decir, la descripción de la discontinuidad o defecto. De acuerdo con esto, la pieza o elemento puede ser aceptable o rechazable únicamente por inspección. Cualquier defecto encontrado, por pequeño que sea deberá ser rechazado por Inspección No Destructiva. Aunque también existen parámetros estándar dados por las normas ASTM en función del tipo de material y magnitudes máximas permisibles en proporción al tamaño

del objeto que se pueden tomar como sugerencia, es importante recurrir en primera instancia a los manuales de inspección aplicables (Macias, 2023).

9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

9.1. Hipótesis del proyecto

Implementación de un banco de partículas magnéticas fluorescente para el laboratorio de electromecánica de la Universidad de Cotopaxi extensión La Maná, podrá dar resultados requeridos por las normas, para aprobar o rechazar uniones de soldaduras.

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, está ubicada en las estribaciones de la cordillera occidental de Los Andes, en la provincia de Cotopaxi, a 150 km de la capital de la provincia de Latacunga, Morfológicamente se ubica sobre una llanura de pie de cordillera compuesta de depósitos aluviales cubiertas de cenizas y arenas volcánicas de origen desconocido. La cabecera cantonal se asienta sobre una terraza aluvial antigua del río San Pablo. Tiene varios pisos climáticos que varía de subtropical a tropical. Su altura es variable de 200 a 1150 msnm. Tiene una superficie total de 662,58 kilómetros cuadrados y cuenta con una población de 42.216 habitantes según el censo INEC 2010 (GADLM, 2022).

Figura 5. Ubicación de la Facultad de Electromecánica de la Universidad Técnica de extensión La Maná



Fuente. Twitter @utcotopaxi

<https://pbs.twimg.com/media/D7Q6Iq8WsAIWTYd?format=jpg&name=360x360>

Dirección. Av. Los Almendros y Pujilí.

10.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

10.1.1. Investigación exploratoria

Este tipo de investigación nos permitió conocer los métodos volumétricos y visual para alcanzar los objetivos planteados. A través de este trabajo se recopiló información para alcanzar con los objetivos de forma fiable y relevante que permita indagar con los tipos de ensayos no destructivos aplicados para el diseño un banco de partículas magnéticas.

10.1.2. Investigación formativa

Se utilizó este tipo de investigación de carácter formativo con la intención de destacar en los profesionales la aplicación a nuevas tecnologías y herramientas para su desarrollo profesional a través de la práctica. La implementación de un banco de partículas magnéticas se empleó en la Universidad Técnica de Cotopaxi para el uso y beneficio de los estudiantes para aplicar sus conocimientos adquiridos.

10.1.3. Investigación descriptiva

Se realizará describiendo el problema en un suceso espacial explicativa, esta investigación será la más apropiada al problema por su origen y desarrollo (después del ensayo tintes penetrantes).

10.1.4. Investigación bibliográfica

Este tipo de investigación nos permitió identificar los métodos a través de los diferentes tipos de inspecciones aplicadas mediante fuentes revista, científicas, teórica para obtener resultados excelentes en este proyecto. Con la finalidad de cumplir lo descrito en esta investigación.

10.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS FLUORESCENTES DISUELTAS EN AGUA

10.3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

El objetivo principal realizar los procesos de manufactura y ensamble para llevar a la construcción de los diferentes equipos del banco de pruebas. La construcción del banco de pruebas se la realiza

por etapas a fin de optimizar los recursos y el tiempo de una mejor manera. A continuación, se detalla cómo se siguió el procedimiento para la construcción.

En el banco de pruebas, se pueden considerar los siguientes elementos:

- Mesa
- Cuarto oscuro
- Yugo magnético

10.3.1. Mesa

Su diseño desempeña un papel muy importante, ya que ella se asientan los accesorios del banco de pruebas, son el yugo, partículas magnéticas en polvo rojo y gris, marcador de pintura, toalla de limpieza de manos, tinner 2 litros, lupas. Los pesos a utilizarse en la práctica no son tan grandes, pero la mesa tendrá suficiencia resistencia y confiabilidad para soportar 700 lbs. Los objetos a ser inspeccionados, se manipulan corrientes eléctricas para lo cual requerimos, que se cuente con un material aislante, en este caso un pliego de madera. Los materiales serán guardados en el estuche portátil de esponja de amortiguación para la protección y conservación de los equipos contra los movimientos brusco que se presentan. La mesa llevara una geometría de 60 * 0.80 cm, la estructura externa. La altura de la mesa es de 1,20 m. Que permite trabajar de pie con mayor firmeza y concentración durante la práctica de la investigación.

10.3.1.1. Construcción de la mesa

Para el proceso de construcción de la mesa se realizaron los siguientes pasos para su elaboración:

- a) Corte de tol galvanizado, tubos cuadrados de acuerdo a medidas trazadas.
- b) Soldadura total de la mesa
- c) Lijada de pieza metálica y la aplicación del diluyente para evitar oxidación en el material y procedemos a pintar la mesa.

Las herramientas e insumos que se utilizó para la construcción de la estructura de la mesa son las siguientes:

Tabla 3. Herramientas utilizadas para la construcción

Tol galvanizado	Disco de corte y de pulir
Tubos cuadrados	Electrodos 6011
Lija para fierro	Suelda eléctrica
Metro	Escuadra
Compresor	Moladora
Diluyente	

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 4. Material utilizado para la construcción

Pintura sintética negra 1L	Tubos cuadrados ½
Tol galvanizado 2m	Diluyente 2 L

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Figura 6. Construcción de la mesa

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

10.3.2. Cuarto oscuro

Para la elaboración de cuarto oscuro tiene las siguientes dimensiones con una altura de 1.80m y ancho de 0.80m para su construcción, para el Laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Mana, los cuales dependerán de los métodos de inspección y cada uno con los equipos a utilizar para aplicarse en la práctica de cada uno de los ensayos no destructivos.

10.3.2.1. Construcción del cuarto oscuro

El cuarto oscuro de estar construido de tal manera que sea capaz de no ser penetrado por la luz del ambiente, para poder apreciar el resultado debe de estar completamente oscuro en su interior para

que las partículas fluorescentes puedan ser apreciadas y poder realizar una correcta inspección de las fisuras o mala prácticas en las soldaduras. En imagen 1 se aprecia la construcción del cuarto oscuro.

Imágenes 1. Construcción del cuarto oscuro



Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

10.3.3. Impermeabilización del cuarto oscuro

El cuarto no debe tener espacios abiertos por ninguna parte, ya que si los tuviera la luz del ambiente lograría entrar al interior del cuarto y de esta forma causaría errores al realizar el ensayo, en la imagen 2 se logra apreciar la impermeabilización de cuarto oscuro asegurándose que no exista espacios.

Imágenes 2. Impermeabilización del cuarto oscuro.



Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

10.3.4. Pintada del cuarto oscuro y acabado

El cuarto oscuro debe ser pintado con una pintura adecuada que logre sellar los pequeños espacios que queden del resultado de la construcción, además esta pintura debe tener la cualidad de absorber los espectros de haz de luz, para este proyecto de implemento una pintura en spray color negro ya que es el más adecuado en cumplir los parámetros mencionados con anterioridad en la imagen 3 y 4 se aprecia la aplicación de la pintura además del acabado final.

Imágenes 4. Aplicación de la pintura



Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Imágenes 3. Resultado final del cuarto oscuro



Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

10.4. Equipos y herramientas usadas en la construcción del cuarto oscuro.

Los equipos usados en la construcción del cuarto oscuro se aprecian en la tabla 5, además de los materiales usados se aprecia en la tabla 6, todos fue necesario para la elaboración del cuarto oscuro donde se podrá aplicar los ensayos no destructivos con probetas usando los dos métodos los cuales son seco y fluorescente húmedo.

Yugo magnético

Es muy impredecible saber cómo está diseñado nuestro yugo magnetización, con una fuerza de elevación de 5,5 kg y funcionara con un voltaje de 220 V, con una frecuencia de velocidad a la que la corriente cambia de sentido por segundo de 50 Hz (Hertzios). Las dos patas articuladas de los yugos se adaptan al contorno de cualquier pieza para garantizar buen contacto en el material ferromagnético a ser inspeccionados. Y los controles de estado sólido localizados en el alojamiento del yugo para máxima garantía y confiabilidad.

Figura 7. Yugo magnético

Fuente: Arias & Cedillo (2023)

Tabla 5. Características técnicas de los instrumentos utilizados en el proyecto

	Equipos de herramientas	Características
	Yugo magnetización de	<p>Nombre: detector de fallas de yugo en miniatura Modelo: CJE-220 Voltaje: 220V 50Hz Corriente: CA a Tiempo de trabajo: 1 minuto 1 minuto de encendido y apagado Paso de poste de magnetización: 50-200mm Fuerza de elevación: > 5,5 kg Peso de la sonda: 3,2 k Tamaño: 208x52x146mm</p>
	Suspensión de Partículas Magnéticas Visibles Base Aceite	<p>Apariencia Solución líquida de aceite y con partículas finas Color en la luz visible Black Olor Inodoro Tamaño medio de las partículas* < 2 micrones</p>
	Electrodos 6011	<p>La resistencia a la tracción de E6011 es de 60 Ksi o 430 MPa como mínimo, el rendimiento es de 48 Ksi o 330 MPa con un alargamiento mínimo del 22%. La dureza del E6011 es de 30pies. Libras. (probado a -20°F) o [20 J a -30°C].</p>

	<p>Suelda eléctrica</p>	<p>Modelo: TH-250 Conexión a: 220 volts CA 127 volts CA Alimentación: 220 Volts, 39 Amps Una fase 60 Hertz Max VCA 80 volts CA Salida Nominal: 250 Amp @ 25 Volts CD Máxima: 225 Amp @ 29 Volts Continua: 100 Amp @ 24 Volts Gama de corriente 25 a 300 Amps CD</p>
	<p>Pintura Blanca de Contraste</p>	<p>Apariencia Pintura opaca con terminación mate Color en luz ultravioleta N/A Método NDT Temperatura de almacenamiento 50 a 86°F / 10 a 30°C Temperatura de uso 42 a 120°F / 6 a 48°C</p>
	<p>Probetas de prueba de soldadura</p>	<p>N/A</p>
	<p>Luz negra</p>	<p>N/A</p>
	<p>Lupa</p>	<p>N/A</p>

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023).

Tabla 6. Tiempo de operación de las diferentes tareas en los equipos de herramientas

INSTRUMENTOS	OPERACIÓN						Total
	A	B	C	D	E	F	
Yugo de magnetización	2	2	2min	2	3	-	14
Suelda eléctrica	3	2	-	2	-	-	7
Mesa	4	4	4	3	3	-	29
Total de operación	15	8	4	12	11		50

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Simbología:

- Cortado
- Soldadura
- Limpieza
- Pintura
- Aceite
- Magnetismo

10.5. Proceso y procedimiento

Para analizar todo tipo de muestras en ensayo con partículas magnéticas no destructivas se debe considerar ciertos parámetros, además se debe de realizar una serie de pasos muy puntuales a la hora de realizar el ensayo de las probetas ya sea con el método húmedo fluorescente al igual con el método seco, los pasos a seguir son los siguientes:

- **Verificación del equipo**

Verificar el correcto funcionamiento del equipo a utilizar, en este caso se utilizará el yugo magnético.

- **Selección de la superficie**

Se utilizará probetas de uniones con soldadura para seleccionar la superficie que se considera los siguientes parámetros como, discontinuidad de soldadura, sobremontas. etc.

- **Limpieza**

La limpieza es fundamental al momento de realizar cualquier ensayo con partículas magnéticas, para dejar la superficie totalmente limpia sin la presencia de cualquier contaminante que afecte los resultados del ensayo (Bernal, 2014).

- **Establecer un campo magnético**

Una vez limpia la superficie a inspeccionar, se procede a inducir un campo magnético sobre la misma, aplicando las partículas magnéticas simultáneamente, hasta cubrir toda la superficie, para luego desactivar el campo. Es importante tomar en cuenta que solo se podrá apreciar las discontinuidades que sean perpendiculares al campo magnético (Bernal, 2014).

- **Inspección**

Se deberá eliminar el exceso de partículas magnéticas de la superficie, esto se hace únicamente soplando uniformemente la pieza, para luego apreciar las indicaciones obtenidas (Bernal, 2014).

11. ANÁLISIS Y DICUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Datos del yugo magnético y bobina

Tabla 7. Datos técnicos del yugo magnético y de la bobina

Yugo	Bobina
Voltaje = 220 voltios Amperaje = 25 amperios	Voltaje = 220 voltios Amperaje = 39 amperios

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

11.2. Cálculo de potencia del equipo del yugo

Ecuación. 1

$$P = E \times I$$

Donde:

P = Potencia

E = Tensión (Voltios)

I = Intensidad (Amperios)

Remplazamos lo datos del yugo:

$$P = E \times I$$

$$P = 220 \text{ V} \times 25 \text{ Amp}$$

$$P = 5500 \text{ W}$$

11.2.1. Cálculo de potencia del equipo de la bobina

$$P = E \times I$$

$$P = 220 \text{ V} \times 39 \text{ Amp}$$

$$P = 8580 \text{ W}$$

11.3. Cálculo para la sección del núcleo

Ecuación. 2

$$S_n = a \times e$$

Donde:

S_n : sección del núcleo

a : ancho de la lámina

e : espesor del paquete o apilamiento

Reemplazamos datos tenemos:

Datos del Yugo:

$a = 4\text{cm}$

$e = 4\text{cm}$

$$S_n = a \times e$$

$$S_n = 4\text{cm} \times 4\text{cm}$$

$$S_n = 16\text{cm}^2$$

Reemplazamos datos tenemos:

Datos de la bobina:

$a = 3.21\text{cm}$

$e = 3.21\text{cm}$

$$S_n = a \times e$$

$$S_n = 3.21\text{cm} \times 3.21\text{cm}$$

$$S_n = 10.30\text{cm}^2$$

11.4. Cálculos para el bobinado del yugo y la bobina.

Ecuación. 3

$$N1 = \frac{E1 \times 10^8}{4.44 \times f \times B \times S_n}$$

En donde:

$N1$: Espiras del bobinado

$E1$: Voltaje de alimentación

10^8 : Constante.

4.44: Constante

f : Frecuencia en Hz.

B: Inducción magnética en gauss yugo: 1500 Gauss - bobina: 21428.571 Gauss

Sn: Sección del núcleo en cm²

Tabla 8. Resolución de ecuaciones.

Remplazamos datos del yugo	Remplazamos datos de la bobina
$N1 = \frac{E1 \times 10^8}{4.44 \times f \times B \times Sn}$	$N1 = \frac{220 \times 10^8}{4.44 \times 50 \times 21428.571 \times 10.30}$
$N1 = \frac{220 \times 10^8}{4.44 \times 50 \times 1500 \times 16}$	$N1 = \frac{22000000000}{48998570.4486}$
$N1 = \frac{22000000000}{5328.0}$	$N1 = 448,99 \text{ espiras}$
$N1 = 4.129.129,12 \text{ espiras}$	

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

11.5. Cálculo para obtener el número de muestras de las probetas de ensayo para método seco de partículas no destructivas

Ecuación. 4

$$n = \frac{N * Z^2 * p * 1 - p}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Dónde:

Z= Nivel de confianza = 1.96

p = Variabilidad positiva al 50%

(1-p) = Variabilidad negativa al 50%

N = es el tamaño de la población de estudio = 6

e = es la precisión o error = 5%

Cuando se desconoce el error se considera un 5% (0.05)

Valores usados:

Tabla 9. Valores usados para la aplicación de ecuación de números de ensayos.

Niveles de confianza	99.73%	99%	98%	96%	95.45%	95%	90%
Valores de Z	3,00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.645

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Aplicando la fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * 1 - p}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

$$n = \frac{6 * (1.96)^2 * (50\%) * (50\%)}{(6 - 1) * (5\%)^2 + (1.96)^2 * (50\%) * (1 - 50\%)}$$

$$n = \frac{6 * (1.96)^2 * (0.50) * (0.50)}{(6 - 1) * (0.05\%)^2 + (1.96)^2 * (0.50) * (1 - 0.50)}$$

$$n = \frac{5.7624}{0.9729}$$

$$n = 5.92229$$

$$n = 6$$

11.6. Cálculo para obtener el número de muestras de las probetas de ensayo para método húmedo de partículas no destructivas.

Aplicando la fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * 1 - p}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

$$n = \frac{6 * (1.96)^2 * (50\%) * (50\%)}{(6 - 1) * (5\%)^2 + (1.96)^2 * (50\%) * (1 - 50\%)}$$

$$n = \frac{6 * (1.96)^2 * (0.50) * (0.50)}{(6 - 1) * (0.05\%)^2 + (1.96)^2 * (0.50) * (1 - 0.50)}$$

$$n = \frac{5.7624}{0.9729}$$

$$n = 5.92229$$

$$n = 6$$

11.7. Análisis de los ensayos de las probetas con el método seco de partículas no destructivas

Tabla 10. Análisis de datos informativos para ensayo seco blanco de la probeta N° 1

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
1.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	Bueno
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • En la probeta se logra visualizar oxido, por lo cual debe ser limpiada para proceder al ensayo seco • También se visualiza mordedura en la soldadura, una posible causa podría ser una soldadura muy rápida al final. • En el factor de unión no se percata sobre monta lo cual el soldador tiene experiencia. 			
1			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 11. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca blanca N° 1

ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS			
Ensayo N°	1	Limpieza	TINNER
Probeta N°	1	Partículas	Seca blanca
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	23°C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	Aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	No requiere reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	No requiere reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	No requiere reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Recomendación limpieza	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Con la ayuda del método seco color blanco se aprecia que las juntas están correctamente soldadas sin detalle de mordedura ni discontinuidad existente en la probeta la norma lo acepta. 			
1			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 12. Análisis de datos informativos para ensayo seco blanco de la probeta N° 2

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN	FECHA	
2.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA	10/01/2023	
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta salpicaduras por soldadura. • Presenta mordedura en las uniones, posible causa por el uso de electrodos humedecido. • Presenta discontinuidad, posible causa debido al incorrecto pulso del electrodo. 			
2			

Tabla 13. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca blanca N°2

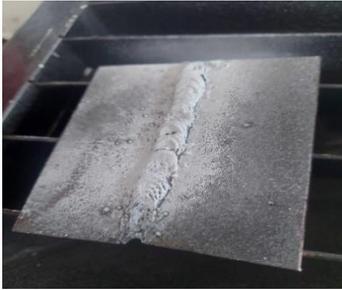
ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS			
Ensayo N°	2	Limpieza	TINNER
Probeta N°	2	Partículas	Seca blanca
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	Yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Recomendación limpieza	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Con la ayuda del ensayo seco podemos apreciar con más detalle los defectos que presenta la soldadura en las uniones de la probeta, por lo cual la norma lo rechaza. • Las discontinuidades se las puede relacionar por falta de conocimiento de la persona que suelda. 			
2			

Tabla 14. Análisis de datos informativos para ensayo seco blanco de la probeta N° 3

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N0	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
3.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPESOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPESOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • En esta probeta podemos apreciar una unión de sobre monta, además se aprecia discontinuidad en la soldadura. • Se aprecia oxidación en la probeta, por lo cual se debe de realizar una limpieza. 			
3			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 15. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca blanca N° 3

ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS			
Ensayo N°	3	Limpieza	TINNER
Probeta N°	3	Partículas	Seca blanca
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	No se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Recomendación limpieza	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Con la ayuda del ensayo seco se logra observar que existe una pequeña mordedura, además de una discontinuidad al final de la soldadura, una posible causa es debido al cambiar por otro electrodo y continuar la soldadura. • No existe una sobremonta significativa por lo cual la norma lo acepta. 			
3			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 16. Análisis de datos informativos para ensayo seco rojo de la probeta N° 4

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
4.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • En el examen visual inicial observamos en la probeta pequeñas áreas de oxidación acumulada. Se recomienda limpiar bien la probeta antes del ensayo por partículas magnéticas. • Existen grietas de considerable tamaño, esto se da por falta de continuidad en el cordón de soldadura. -Se visualiza claramente mordeduras en el material, se puede evitar este problema regulando el amperaje al momento de soldar. • Presenta un acabado no muy bueno porque existe presencia de salpicaduras 			
4			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 17. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca roja N° 4

ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS			
Ensayo N°	4	Limpieza	TINNER
Probeta N°	4	Partículas	Seca roja
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
(Villacís, 2011)			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Rechazable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	Rechazable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Rechazable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Verificamos el tamaño de las mordeduras y están fuera del límite aceptable lo cual se recomienda una reparación del área afectada. • La presencia de fisuras en la probeta nos permite determinar que al momento de los soldeos sufrió algún esfuerzo • Las salpicaduras son una molestia para el desarrollo del examen en la probeta, se debe limpiar la superficie. 			
4			

Tabla 18. Análisis de datos informativos para ensayo seco rojo de la probeta N° 5

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
5.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO INICIAL VISUAL			
			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Se detecta en la superficie de la probeta zonas con oxido, también existe la presencia en pequeñas zonas contaminadas con aceite, lo que se debe limpiar muy bien antes de continuar con el ensayo por partículas. • Claramente se detecta sobremontas, esto se da por interrumpir el cordón y no comenzar correctamente • Se visualiza claramente mordeduras en el material, se puede evitar este problema regulando el amperaje al momento de soldar. 			
5			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 19. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca roja N° 5

ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS			
Ensayo N°	5	Limpieza	TINNER
Probeta N°	5	Partículas	Seca Roja
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
(Villacís, 2011)			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda limpieza	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Las mordeduras son claramente detectable inmediatamente aplicado el polvo magnético, el exceso de fusión las ocasionan y se puede rectificar regulando el amperaje. La discontinuidad del cordón de soldadura se lo puede evitar reiniciando el cordón correctamente. Las salpicaduras son una molestia para el desarrollo del examen de la probeta, hay que limpiar la superficie 			
5			

Tabla 20. Análisis de datos informativos para ensayo seco rojo de la probeta N° 6

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
6.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
(Villacís, 2011)			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • En la probeta se visualiza un poco de oxidación aislada, se deberá limpiar para proceder con el ensayo. • Presenta una mordedura considerable a simple vista, los factores podrían ser, el electrodo húmedo, alta velocidad del material de aporte, un arco incorrecto por la corriente. • Uno de los factores de sobremontas puede ser la falta de experiencia del soldador. 			
6			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 21. Ensayo no destructivo partículas magnéticas seca roja N^o 6

Ensayo no destructivo partículas magnéticas			
Ensayo N^o	6	Limpieza	TINNER
Probeta N^o	6	Partículas	Seca Roja
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50HZ-AC
Resultado de la observación final			
			
(Villacís, 2011)			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda reparación	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda limpieza	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Con la ayuda del polvo magnético notamos con más detalle la mordedura existente en la probeta, la norma la rechaza. • Las discontinuidades podrían ser evitadas con la experiencia suficiente del soldador. 			
6			

Análisis de los ensayos de las probetas con el método de partículas no destructivas humedecidas

Tabla 22. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N° 1

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
1.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN		10/01/2023	
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPESOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE LA PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPESOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
(Villacís, 2011)			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • A simple vista se visualiza que la probeta tiene oxido, debido a la humedad se deberá limpiar correctamente antes de aplicar el ensayo. • El cordón se aprecia un acabado correcto sin ninguna imperfección. 			
1			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 23. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N° 1

Ensayo no destructivo partículas magnéticas			
Ensayo N°	1	Limpieza	TINNER
Probeta N°	1	Partículas	Húmeda Fluorescente
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	No presenta	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda limpieza	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> El método húmedo fluorescente se aprecia que no existe imperfección al igual que el método visual inicial, la unión es aceptable por las normas. 			
1			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 24. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N° 2

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
2.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE LA PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Se puede observar una notable discontinuación de la soldadura, además de mordeduras causado por una mala práctica. • Se puede visualizar la presencia de oxidación en la probeta. 			
2			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 25. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N° 2

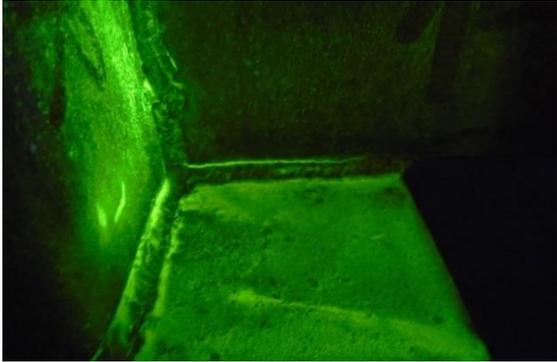
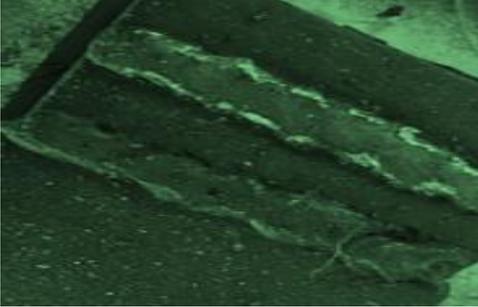
Ensayo no destructivo partículas magnéticas			
Ensayo N°	2	Limpieza	TINNER
Probeta N°	2	Partículas	Húmeda fluorescente
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Se recomienda reparar.	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda reparar	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se debe limpiar	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> Las partículas penetrantes fluorescente se logra apreciar una discontinuidad de la soldadura además de mordeduras por lo cual se recomienda corregir esos errores ya que las normas no aceptan. 			
2			

Tabla 26. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N° 3

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
3.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE LA PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Se puede ver la presencia de oxidación en la probeta, además de salpicaduras debido a la causa de electrodos en mal estado. • El cordón de la soldadura no presenta discontinuidad. 			
3			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 27. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N° 3

Ensayo no destructivo partículas magnéticas			
Ensayo N°	3	Limpieza	TINNER
Probeta N°	3	Partículas	Húmeda fluorescente
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda limpiar	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Con el método húmedo fluorescente se logra verificar que la unión de la soldadura no presenta ninguna imperfección por lo cual las normas es aceptanle 			
3			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 28. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N° 4

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
4.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE LA PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	42mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Se observa una probeta tubular que ha sido unida, se aprecia a simple vista una soldadura son imperfección pero que debe ser correctamente limpiada antes de proceder al ensayo. • La oxidación puede causar alteraciones al momento de realizar ensayos. 			
4			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 29. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N° 4

ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS			
Ensayo N°	4	Limpieza	TINNER
Probeta N°	4	Partículas	Húmeda fluorescente
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda limpiar	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Por el ensayo fluorescente se logra determinar que la unión esta correcta sin imperfección y es aceptable para las normas. 			
4			

Tabla 30. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N° 5

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
5.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN		10/01/2023	
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE LA PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Se logra percibir que la probeta está limpia para proceder al ensayo • Se aprecia ciertas partes con discontinuidad de soldadura, pero no presenta mordeduras ni sobre montas. 			
5			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 31. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N° 5

ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS			
Ensayo N°	5	Limpieza	TINNER
Probeta N°	5	Partículas	Húmeda fluorescente
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
Comparación con normas			
Según normas AWS D1.1. ASME V ART.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	Aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	No presenta	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	No presenta	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> El método fluorescente nos demuestra que la soldadura en la probeta no presente imperfecciones significativas, solo contiene muy poca discontinuidad que es aceptable por las normas, pero aun así debe de ser corregida ciertas fallas. 			
5			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 32. Análisis de datos informativos para ensayo húmedo fluorescente de la probeta N° 6

DATOS INFORMATIVOS DE LA PROBETA			
PROBETA N°	LUGAR DE REALIZACIÓN		FECHA
6.	FACULTAD DE ELECTROMECAÁNICA		10/01/2023
FECHA DE EJECUCIÓN	10/01/2023		
DIRECCIÓN: UTC Extensión La Maná		CIUDAD: LA MANÁ	
TRABAJO DE TESIS		REALIZADO POR: Arias & Cedillo	
TUTOR: Msc. Alcocer Salazar Francisco Saúl			
DATOS TÉCNICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA			
JUNTA			
POSICIÓN	1G	TIPO DE UNIÓN	Un solo lado
TECNICA	Seca	RAIZ	N/A
PROCESO	SMWA-MANUAL	ACABADO	E6013
TIPO O GRADO	ASTM 36	CARACTERISTICAS	Placa
ESPEJOR	4mm	METAL APORTE	E6013
LONGITUD DE LA PROBETA	250mm	EMP/VOLT	25A-220V
METALES BASE			
MATERIAL	Acero	ANCHO DE PROBETA	200mm
GRADO TIPO	ASTM A36	LONGITUD DE PROBETA	250mm
ESPEJOR	4mm	ESTADO	Bueno
ENSAYO VISUAL INICIAL			
			
(Arteaga y Alcocer, 2021)			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Se logra observa una pequeña cantidad de mordedura en la unión de la probeta, debido al mal uso del soldador • La probeta se encuentra sin oxido, pero debe ser limpiada para proceder con el ensayo. 			
6			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

Tabla 33. Ensayo no destructivo partículas magnéticas humera fluorescente N° 6

ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARTÍCULAS MAGNÉTICAS			
Ensayo N°	6	Limpieza	TINNER
Probeta N°	6	Partículas	Húmeda fluorescente
Parte a ensayar	Juntas soldadas	Tiempo de magnetización	Constante
Temperatura	230C	desmagnetización	N/A
Clima	Soleado	Tiempo de ensayo	60Min
Norma aplicada	ASTM E 1444	yugo	6" 50Hz-AC
Resultado de la observación final			
			
Comparación con normas			
Según normas aws d1.1. Asme v art.28 (examen visual)			
Tipo de efecto	Dimensión	Aceptable	Calificación
Mordedura	20mm	1.6mm Máximo	No()Rep
Sobremonta	10mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	3mm	3mm Máximo	No()Rep
Discontinuidad	4mm	3mm Máximo	No()Rep
(Rep)= reparar			
Interpretación de resultados			
Mordedura	Se recomienda reparar	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Sobremonta	Aceptable	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda reparar	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
Discontinuidad	Se recomienda limpiar	normas AWS D1.1. ASME V ART.28	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> El método de ensayo húmedo magnético se logra visualiza lo que a simple vista no, en este caso la probeta se logra observar una mordedura y una pequeña discontinuidad en la soldadura de la probeta, y que no es aceptable por las normas. 			
6			

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS)

12.1. Impacto técnico

Este proyecto se basó en la implementación de un banco de partículas magnéticas con la finalidad de aporte técnico en la sociedad, ya que en la actualidad se están instalados industrias con tecnologías de alta calidad para ayudar a la productividad.

12.2. Impacto social

Las inspecciones no destructivas de partículas magnéticas fluorescentes ayudaran a los estudiantes de la carrera de electromecánica a que practiquen aplicando los conocimientos teóricos adquiridos en el aula.

12.3. Impacto económico

A través de la ejecución de proyecto ayudara a reducir los costos para encontrar las fallas en las labores que lleven este tipo de ensayos no destructivos para producir beneficios en las industrias a través de esta alternativa de investigación.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

13.1. Materiales de oficina

Tabla 34. Estimación de costes de materiales de oficina

NOMBRE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Anillados	2	5	10
Papel bong icopy 75gr A4 500 hojas	2	5,50	11
Copias	100	0,05	5
Cartucho de impresora	3	15	45
Empastados	2	20	40
Impresiones	100	0,15	15
		TOTAL	126

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

13.2. Materiales tecnológicos

Tabla 35. Estimación de costes de materiales tecnológicos

NOMBRE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Internet	200	0,5	100
Memoria USB	2	16	32
Computadora	100	0,6	60
Impresora HP	720	0,1	72
		TOTAL	264

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

13.3. Materiales del taller

Tabla 36. Estimación de costes de materiales de taller

NOMBRE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Detector de defectos de yugo magnético de CA	1	1200	1200
Cable de alimentación	1	25	25
Interruptor de gatillo que puede aislarse y reemplazarse	1	25	25
Maletín de transporte	1	50	50
Mesa	1	30	30
Cartón	1	12	12
Lija para fierro	5	3	15
Electrodos 6011	8	0,20	1,60
Suspensión de Partículas Magnéticas Visibles Base Aceite	2	10	20
Lupas	1	2	2
Pintura sintética negra 1L	2	5	10
Diluyente 2 L	1	3	3
Pintura blanca de contraste	2	6	12
Probetas metálicas	5	10	50
		TOTAL	1.455,6

Elaborado por: Arias y Cedillo (2023)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- En el proceso investigativo se llevó a cabo una investigación de calidad través de fuentes bibliográficas, científicas, artículos con el fin de obtener una información relevante para poner desarrollar este trabajo.
- Se construyó un banco de partículas magnéticas con la finalidad de realizar ensayos no destructivos ya que son de bajo costos, para observar a través de diferentes pruebas una de ellas las partículas magnéticas.
- Se construcción un cuarto oscuro para ver las discontinuidades que existe en las probetas y dar un criterio de aceptación o rechazo a través de las pruebas de ensayos no destructivos.
- Los ensayos no destructivos se rigieron en base a la norma ASTM E 1444 donde se pudo evidenciar las falencias que existían en cada inspección, según los criterios dados por las inspecciones de partículas magnéticas fluorescentes.

14.2. Recomendaciones

- Se recomienda indagar más a través de sitios científicos de universidades internacionales para obtener más conocimiento.
- Estar listos con materiales previos a la investigación para una mayor seguridad del docente y estudiante.
- Usar implementos de seguridad para proceder hacer los respectivos ensayos no destructivos.
- Conocer más sobre las normas de Ecuador según las soldadura y partículas magnéticas para aplicar a los ensayos de partículas de magnéticas.

15. BIBLIOGRAFÍAS

- Applus. (24 de 12 de 2022). Applus. <https://www.applus.com/global/es/what-we-do/service-sheet/Inspecci%C3%B3n-por-part%C3%ADculas-magn%C3%A9ticas>
- Arteaga, L. O., & Alcocer, S. F. (2021). Evaluación de la calidad de procesos de soldadura a través de realidad aumentada. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33189>
- AWS. (2019). Código de soldadura estructural—Acero. Estados Unidos: La Sociedad Americana de Soldadura (AWS).
- Bachesteros, H. A. (09 de 2010). ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO: CORPORACIÓN MEXICANA DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES.
- Bernal, R. C. (2014). “Estudio técnico e implementación del laboratorio de ensayos no destructivos (end) para el área de ciencia y tecnologías de la universidad politécnica salesiana sede Cuenca”. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Chesterton. (12 de 11 de 2020). ISSRD. <https://issrd.com/analisis-de-aceites/>
- Concrelab. (2023). Ensayos de líquidos penetrantes. Bogotá:: M.C.
- Encarnación, F. E. (2015). Implementación de inspección no destructiva de soldadura en la empresa indima S.A. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Espinoza, A. E. (2019). Elaboración de una metodología para la detección de fallas en estructuras metálicas empleando técnicas no destructivas. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- GADLM. (8 de 11 de 2022). La Mana. <https://lamana.gob.ec/datos-generales/#:~:text=La%20Man%C3%A1%2C%20est%C3%A1%20ubicada%20en,y%20arenas%20volc%C3%A1nicas%20de%20origen>
- García, M. R. (2012). Caracterización dinámica de partículas magnéticas y su uso en aplicaciones biomédicas. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

- Hengelber, Y. P. (2010). Detección de caracteres obliterados en acero 1095, mediante el método de inspección con partículas magnéticas. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- IZASA. (21 de 06 de 2021). Izasascientific. <https://www.izasascientific.com/es/noticias/la-importancia-de-utilizar-el-aceite-portador-correcto-para-la-inspeccion-por-particulas-magneticas>
- Lara, G. J. (14 de 09 de 2014). DOKUMEN. <https://dokumen.tips/engineering/ensayos-no-destructivos-1231026.html?page=1>
- Lowa State University. (10 de 07 de 2022). Center for Nondestructive Evaluation (CNDE). <https://www.nde-ed.org/NDETechniques/MagParticle/Indications/WetExamples.xhtml>
- Macias, M. (15 de 01 de 2023). scribd. <https://es.scribd.com/document/399618356/Ensayo-Astm-e1444>
- Miño, V. B. (2020). Determinación, interpretación y evaluación de discontinuidades en juntas soldadas de estructuras metálicas por ensayos no destructivos, basado en el código AWS D1.1. Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.
- MISTRAS . (2 de 01 de 2023). MISTRAS Group . <https://www.mistrasgroup.com/how-we-help/field-inspections/traditional-ndt/magnetic-particle/>
- SISAC. (28 de 09 de 2018). Servicio de Acreditación Ecuatoriano. <https://www.acreditacion.gob.ec/inspeccion-visual-ensayo-no-destructivo/>
- Soria, L. E. (11 de 2004). Laboratorio de ensayos no destructivos de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Stockhausen, C. (15 de 11 de 2022). Magnaflux. <https://www.magnaflux.com/Magnaflux/Resources/Blog/Importance-of-Using-Correct-Oil>
- TWI. (6 de 11 de 2022). The Welding Institute. Great Abington, Inglaterra.

Vaca, B. A. (01 de 2020). DETERMINACIÓN, INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN DE DISCONTINUIDADES EN JUNTAS SOLDADAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, BASADO EN EL CÓDIGO AWS D1.1 . Quito, Ecuador: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

Villacís, S. J. (2011). ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS POR EL MÉTODO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS Y SU INCIDENCIA EN MATERIALES FERROMAGNÉTICOS. Ambato-Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

16. ANEXOS

Anexos 1. Currículum del tutor de la investigación.

CURRICULUM VITAE

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombre:	Francisco Saúl	
Apellidos:	Alcocer Salazar	
Estado Civil:	Casado	
Fecha De Nacimiento:	30 De Junio 1985	
Edad:	37 Años	
Teléfono:	0983227893	
Nacionalidad:	Ecuatoriano	
Email institucional:	francisco.alcocer6797@utc.edu.ec	

ESTUDIOS REALIZADOS

Estudios Primarios: Escuela Fiscal “Cristóbal Colón”

Estudios Secundarios: I.T.S “Ramón Barba Naranjo”

Tercer Nivel: Universidad Técnica De Ambato

Cuarto Nivel: Universidad Técnica De Ambato

TÍTULOS

- **Título:** Ingeniero Mecánico
- **Título:** Maestría en mecánica mención manufactura

Anexos 2. Currículum de los investigadores

Arias Mera Elias Samuel

INFORMACIÓN PERSONAL

Nacionalidad: Ecuatoriano

Cédula de ciudadanía: 0504385170

Fecha de nacimiento: 05 de mayo de 1998

Domicilio: El Roció

Teléfonos: 093 987 8505

Email institucional: elias.arias5170@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Segundo Nivel: Instituto La Maná

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi- Extensión La Maná

TÍTULOS

- Bachiller en Ciencias

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- **Certificación por competencias laborables “Prevención de riesgos laborales”**
Dictado: Secretaria técnica de sistema nacional de cualificaciones profesionales
Lugar y fecha: La Maná 13 al 18 de diciembre
Tiempo: 120 horas
- **Centro de Formación Artesanal “Centro Técnico Quevedo”**
Dictado: Centro Técnico Quevedo

Cedillo Marin Julian Bernabe

INFORMACIÓN PERSONAL

Nacionalidad: Ecuatoriano

Cédula de ciudadanía: 1251126569

Fecha de nacimiento: 03 de septiembre de 1997

Domicilio: Calle Benjamín Sarabia

Teléfonos: 099 034 2203

Correo electrónico:

Email institucional: julian.cedillo6569@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Segundo Nivel: Rafael Vascones Gómez

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi- Extensión La Maná

TÍTULOS

- Bachiller en Mecánica

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- **Curso de Auxiliar en Domótica**

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi, “Extensión La Maná”, con el aval de La Universidad Técnica de Cotopaxi.

Lugar y fecha: La Maná 13 al 18 de diciembre

Tiempo: 60 horas

Anexos 3. Manual de mantenimiento del Yugo magnético.



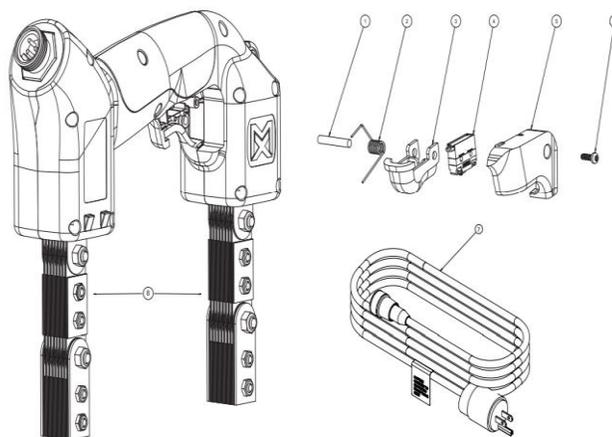
**MANUAL DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL
YUGO MAGNÉTICO**



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL CERCO ELÉCTRICO.

En este manual técnico tiene la finalidad de dar la información necesaria para el correcto uso de yugo magnético, además como realizar su respectivo mantenimiento con el fin de alargar la vida del equipo.

Dibujo del yugo con sus partes



ITEM	PART NO.	QTY	DESCRIPTION
1	628294	1	PASADOR
2	628282	1	RESORTE CON TORSIÓN
3	628280	1	ACCIONADOR, INTERRUPTOR, Y-2
4	628277	1	INTERRUPTOR, Y-2
5	628278	1	TAPA, INTERRUPTOR Y-2 (REF. ÚNICAMENTE)
6	--	1	TORNILLO, PLÁSTICO, DELTA-PT, M3X12mm, TORX
Ref	629261	1	KIT DE REEMPLAZO PARA EL INTERRUPTOR, Y-2, INCLUYE ITEMS 1,2,4,6
	628297	1	CABLEADO PARA NORTE AMÉRICA, ENCHUFE TIPO B CON ADAPTADOR TIPO G
	628298	1	CABLEADO PARA, UE/REINO UNIDO, CON ENCHUFE TIPO F CON ADAPTADOR TIPO G
7	628299	1	ADAPTADOR / ENCHUFE TIPO F - TIPO G, FUSIBLE DE REPUESTO BS1362 13A
	628299	1	CABLEADO PARA, CHINA, CON ENCHUFE TIPO I
	630447	1	CABLE, SIN ENCHUFE
8	625994	1	CONJUNTO DE PIERNAS/PATA (JUEGO DE 2)

PRECAUCIONES

Revise el yugo antes de cada uso. Si hay daños, consulte la sección de mantenimiento para obtener instrucciones.

	<p>ADVERTENCIA El yugo produce un campo magnético intenso</p>						
	<p>ADVERTENCIA Las personas con marcapasos o implantes médicos deben permanecer alejados a una distancia de 1,5 pies/ 0,5 m del yugo durante el funcionamiento.</p>						
	<p>ADVERTENCIA Si se sumerge el yugo en un líquido de cualquier tipo, pueden producirse descargas eléctricas. No use el yugo bajo la lluvia.</p>						
	<p>PRECAUCIÓN Se recomienda protección GFCI/GFI/RCCB/ELCB para prevenir las descargas eléctricas.</p>						
	<p>PRECAUCIÓN No supere el ciclo de trabajo nominal. El uso continuo del yugo durante un tiempo prolongado genera un calor excesivo y puede dañar el yugo de manera definitiva.</p>						
	<p>PRECAUCIÓN Dispositivo IEC 61140 Clase 1 con aislamiento parcial Clase II para receptáculo de cable.</p>						
	<p>PRECAUCIÓN No maltrate el cordón. Nunca levante el yugo por el cordón ni jale el cordón para desconectarlo del tomacorriente. Se proporciona un arillo, delante de la bobina, para colgarlo de un cinturón o colgarlo de un soporte.</p>						
	<p>PRECAUCIÓN Solo use extensiones con calificación nominal para exteriores SW-A, SOW-A, STW-A, STOW-A, SJW-0A, SJOW-A, SJTW-A o SJTOW-A Calificación nominal de la extensión 0-6 A</p> <table data-bbox="375 1549 1471 1650"> <tr> <td>0-25 pies / 0-7,6 m</td> <td>18 AWG / 0,75 mm mín</td> </tr> <tr> <td>26-100 pies / 7,6-30,4 m</td> <td>14 AWG / 2,5 mm mín</td> </tr> <tr> <td>16 AWG / 1,5 mm mín</td> <td>101-150 pies / 30,4-45,7 m</td> </tr> </table>	0-25 pies / 0-7,6 m	18 AWG / 0,75 mm mín	26-100 pies / 7,6-30,4 m	14 AWG / 2,5 mm mín	16 AWG / 1,5 mm mín	101-150 pies / 30,4-45,7 m
0-25 pies / 0-7,6 m	18 AWG / 0,75 mm mín						
26-100 pies / 7,6-30,4 m	14 AWG / 2,5 mm mín						
16 AWG / 1,5 mm mín	101-150 pies / 30,4-45,7 m						
	<p>PRECAUCIÓN No coloque el equipo de manera que sea difícil desconectarlo de la toma de corriente.</p>						
	<p>PRECAUCIÓN El uso inadecuado del equipo, contrariando las indicaciones del fabricante, puede invalidar las medidas de seguridad.</p>						

OPERACIÓN

1. Conecte el cable de alimentación y asegúrese de que la conexión quede segura.
2. Posicione las patas del yugo en ángulos rectos en la dirección de las discontinuidades sospechadas. Ajuste las patas para mejor contacto con la superficie.
3. Presione el gatillo para energizar el yugo. Aplique las partículas magnéticas entre las patas del yugo. Durante la aplicación de energía, sople el exceso de polvo para revelar las discontinuidades.
4. Evalúe el tamaño, forma y ubicación relevante de las discontinuidades.
5. Vuelva a posicionar las patas del yugo a 90 grados de la posición anterior y repita los pasos 2 y 3 para revelar las discontinuidades en todas las direcciones posibles.
6. Retire lentamente el yugo de la superficie para desmagnetizar, a una distancia de 18 pulg. / 45 cm, con el yugo energizado.
7. LUZ OPCIONAL PARA YUGO: Para instalarla, coloque sobre la pata posterior con la cara del LED hacia adentro. Empuje en el inserto hasta que las lengüetas queden fijas. La luz del yugo funcionará automáticamente cuando el yugo esté energizado.

ESPECIFICACIONES

FORMA DE ONDA	CA
Campo magnético (RMS)	7,1 kA / m a mínimo espacio entre polos 2,0 kA / m a 5 pulgadas / 127 mm de espacio 1,4 kA / m a la distancia máxima entre polos
Fortaleza de levantamiento	> 10 lb / 4.5 kg / 44 N
Rango de las patas / espaciamento entre postés	2.5-10.5 pulg. / 6.4-26.7 cm
Tamaño del contacto de patas/postes	1.00 x 0.75 pulg. / 25.4 x 19.0 mm
Longitud del cordón	12 pies / 3.6 m
Ciclo de servicio	50 %, tiempo de encendido máximo 90 seg.
Temperatura del mango durante el ciclo de trabajo máximo	< 104°F / 40°C
Protección de acceso (EN60529)	IP54
Tamaño	9 x 8.25 x 2.25 pulgadas / 23 x 21 x 6 cm
Peso	4.9 lb / 2.2 kg 6.2 lb / 2.8 kg (con cable)
Electricidad	4.3A máximo 6.3A máximo 2.6A máximo
	115V 60 Hz 230 V 50/60 Hz
Ambiental	32-120°F (0-49°C), hasta 100% Humedad Relativa, 16,300 pies / 5,000 m de altitud, sin condensación.

PROBLEMA	CAUSA DEL PROBLEMA	SOLUCIÓN POSIBLE/PASOS PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA
El Yugo no enciende	Cable desenchufado	Enchufe el cable en una toma de corriente o en una extensión completamente conectados a tierra
	Cable dañado o defectuoso	Reemplace el cable de alimentación
	Interruptor dañado o defectuoso	Siga el procedimiento de servicio para reemplazar el interruptor. Comuníquese con el centro de servicio autorizado para obtener asistencia
	Fusible fundido o disyuntor en la fuente de alimentación	Restablezca el disyuntor o reemplace el fusible
	Cable de extensión defectuoso	Reemplace el cable de extensión
El yugo no levanta la pesa de prueba de 10 lb	El GFI se disparó	Restablezca el botón GFI
	Base de la pata gastada o redondeada	Regrese la base de la pata a su condición original (plana) o reemplace
	La base de la pata no hace contacto	Ajuste las patas para que hagan contacto plano con la pesa
	El cable de extensión no tiene capacidad para suministrar una corriente adecuada	Consulte la tabla de precauciones para obtener la capacidad correcta
	Pesa de prueba inadecuado	Debe usarse el n.º de pieza 624115, pesa de prueba
Las patas están fijas no se mueven	Los pernos de las patas están muy apretados	Afloje levemente con una llave de tamaño adecuado
	Óxido en las uniones de las patas	Extraiga los pernos y las patas. Limpie con un cepillo de alambre para eliminar la acumulación de óxido. Ensamble de nuevo con un producto para eliminar/prevenir el óxido, como LPS-2. Vuelva a apretar los pernos hasta que las patas estén apretadas, pero asegurando que se muevan libremente.

MANTENIMIENTO.

- Use jabón suave y un paño húmedo para limpiar la carcasa del yugo
- No sumerja ninguna parte del yugo en líquido
- Las patas pueden desconectarse en las uniones para limpiarse
- Use un aerosol lubricante para prevenir la oxidación (LPS-3 o equivalente) en las patas

Reemplazo del Interruptor:

1. Utilice el kit de reemplazo para el interruptor del modelo Y-2, n.º de pieza 629261. Consulte la figura a continuación.

2. Afloje el tornillo TORX y extraiga la tapa del interruptor en el compartimiento. 2
3. Desmonte con cuidado el interruptor y extráigalo. NOTA: El resorte tipo torsión está bajo presión. Tenga cuidado de no perder el resorte al desarmar el compartimiento del interruptor. Si el resorte se sale, utilice las instrucciones que aparecen más abajo para volver a armar el accionador del gatillo.
4. Corte los cables del viejo interruptor aproximadamente por la mitad (1,5 pulg. / 38 mm) y deje alambre suficiente para pelar y empalmar. NOTA: Asegúrese de que haya lugar suficiente para colocar el empalme debajo del interruptor.
5. Pele ambos extremos de cada cable (uno desde el interruptor y el otro desde el yugo) y empálmelos. Haga coincidir el color de los cables.
6. Coloque el interruptor en las clavijas de alineación debajo del accionador del gatillo. Vuelva a colocar la tapa del compartimiento del interruptor y fíjela con el tornillo TORX hasta que quede apretado con fuerza.

Accionadores del Gatillo:

1. Coloque el resorte de torsión con la pata recta en la ranura en la carcasa, como se muestra en la figura a continuación.
2. Deslice la clavija a través de los dos orificios del accionador.
3. Para volver a armar el accionador en la carcasa, gire la pata torcida del resorte al ángulo de instalación y colóquela en el área de la cavidad del interruptor en la carcasa del interruptor.
4. Coloque el extremo de la clavija en el orificio del collarín y posicione la pata torcida del resorte en la ranura. Coloque el accionador en el compartimiento del interruptor.

Anexos 4. Aval de traducción**AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS FLUORESCENTES PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”**, presentado por **Arias Mera Elias Samuel** y **Cedillo Marin Julian Bernabe**, egresados de la Carrera de: **Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y aplicada-CIYA**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, febrero del 2023

Atentamente,



Mg. Wendy Núñez

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTCCI:

0925025041

Anexos 5. Urkund

Document Information

Analyzed document	PROYECTO PARTICULAS MAGNETICAS.pdf (D159188484)
Submitted	2/21/2023 7:51:00 PM
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	INFOME.pdf Document INFOME.pdf (D89197107)	 1
SA	submission.pdf Document submission.pdf (D109767003)	 1
W	URL: https://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1366/1/Tesis%20I.%20M.%2085%20-%20Villac%C3%ADs%20... Fetched: 12/3/2021 3:22:15 PM	 28
SA	submission.pdf Document submission.pdf (D53965172)	 1

Entire Document
