



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

## TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Aplicación de ensayos no destructivos en las uniones soldadas de bastidor del buggy para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

**Autor:** Azogue Chulco, Xavier Josue

**Tutor:** Ing. Sánchez Mosquera, Carlos Rafael



# Antecedentes

Los procesos de inspección mediante pruebas o ensayos no destructivos en las estructuras cuyas uniones vienen aplicados por soldadura son importantes, estos ensayos tiene el objetivo de detectar discontinuidades en las uniones o probetas sin causar desgaste, destrucción parcial o total de la estructura soldada.

“La ASNT (American Society for Nondestructive Testing) los define como un grupo de ensayos que se utiliza para detectar defectos o fallas en los materiales, que deja a la probeta en condiciones de realizar la tarea para la cual fue hecha aún después del ensayo” (Sanchez, 2015).

# Justificación

En los procesos de soldadura en estructuras es necesario un control de calidad en las uniones y los cordones realizados con el fin de garantizar una estética, penetración, soporte a cargas que deben ser sometidos a lo largo de la estructura, por lo que existen diferentes métodos de inspección que se pueden aplicar en las uniones de soldadura para garantizar una buena construcción y soporte al añadir los diferentes elementos auxiliares en su estructura.

Los ensayos no destructivos por tintas penetrantes y partículas magnetizables son de mayor relevancia por su fácil aplicación y análisis de resultados fiables en las discontinuidades de la soldadura, sin la destrucción parcial o total de la estructura tomando como ventaja ahorro económico y tiempo.

Los ensayos se realiza en probetas tubulares y cuadradas de la estructura del buggy, tomando en cuenta los puntos donde están sometidos a mayores cargas, por los sistemas auxiliares, la fibra de vidrio paneles solares.

# Objetivos

- **Objetivo general**

Aplicar ensayos no destructivos en las uniones soldadas de bastidor del buggy para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

- **Objetivos específicos**

- Recopilar información sobre los tipos de ensayos no destructivos empleados en las soldaduras y estructuras de los vehículos.
- Estudiar la estructura del buggy y los puntos importantes a realizar ensayos no destructivos con las tintas penetrantes y partículas magnetizables previo al montaje de los sistemas auxiliares y el sistema de propulsión eléctrica.
- Aplicar el método de ensayo por partículas magnetizables como prueba no destructiva en los puntos establecidos de la estructura del buggy para comprobar posibles puntos de soldadura con deficiencia.



# Marco teórico

**Ensayos no destructivos**

NDT: Nondestructive Testing

Técnicas para control de calidad, detección de fallas, anomalías y discontinuidades en componentes y estructuras ferromagnéticos, conservando la integridad en sus propiedades físicas y químicas.

Métodos para elección de ensayo

- Localización y evaluación de discontinuidades.
- Metrología e inspección volumétrica.
- Estimación de resistencia sometida.
- Características de la estructura.
- Tiempo de inspección.
- Costos del ensayo.

Obtención de resultados

Exactitud



Sensibilidad



Fiabilidad

Cercanía a los parámetros

Facilidades para detectar fallos

Veracidad y confianza en el ensayo



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Tipos de ensayos no destructivos

Ensayos tipo visual (VT)

Inspección a primera instancia

- Ganar tiempo y dinero

Ensayos mediante líquidos penetrantes (PT)

Uso tintas penetrantes: Limpiador, penetrante y revelador.

- Detección discontinuidades

Ensayos mediante partículas magnéticas (MT)

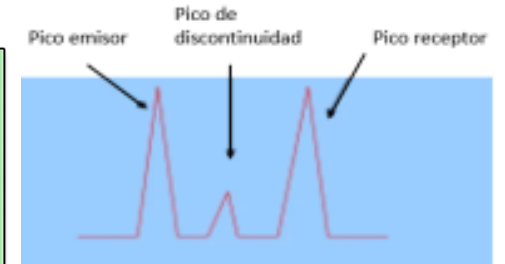
Ensayos para detección de discontinuidades superficiales y subsuperficiales.



# Tipos de ensayos no destructivos

Ensayos mediante ultrasonido (UT)

Ondas ultrasónicas  
Emisor- receptor de onda



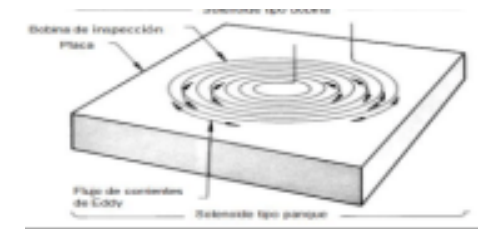
Ensayos mediante radiografía industrial (RT)

Rayos x ó gamma, absorbe rayos mediante radiación diferenciada y proyectado en una película radiográfica



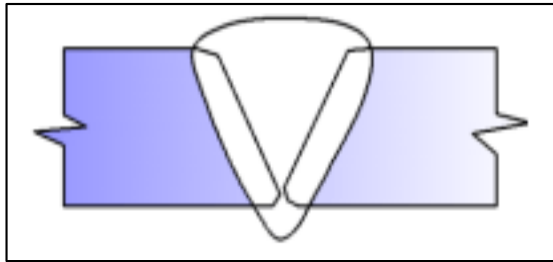
Ensayos mediante corrientes inducidas (ET)

Interacción de campo magnéticos, detección discontinuidades internos, espesor (6 mm)

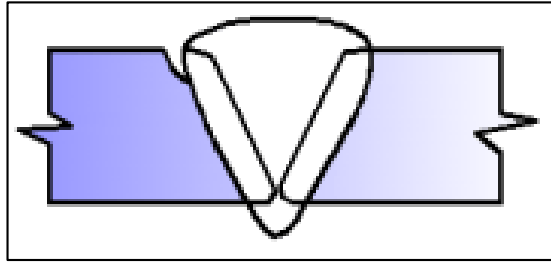


# Discontinuidades superficiales

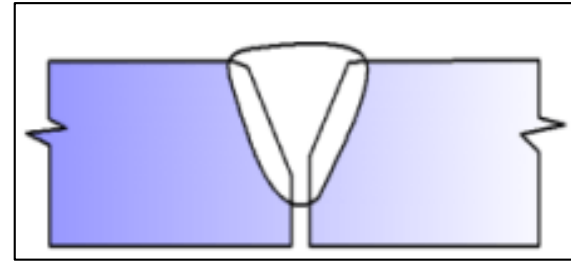
Exceso de penetración



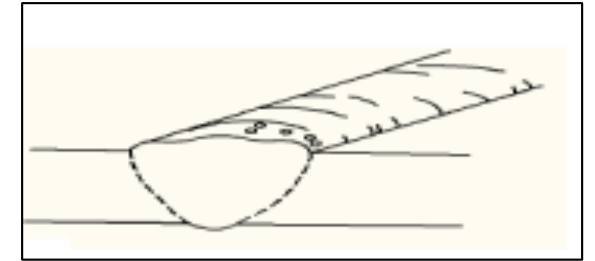
Mordeduras



Falta de penetración



Porosidad



Salpicaduras



Falta de continuidad de cordón

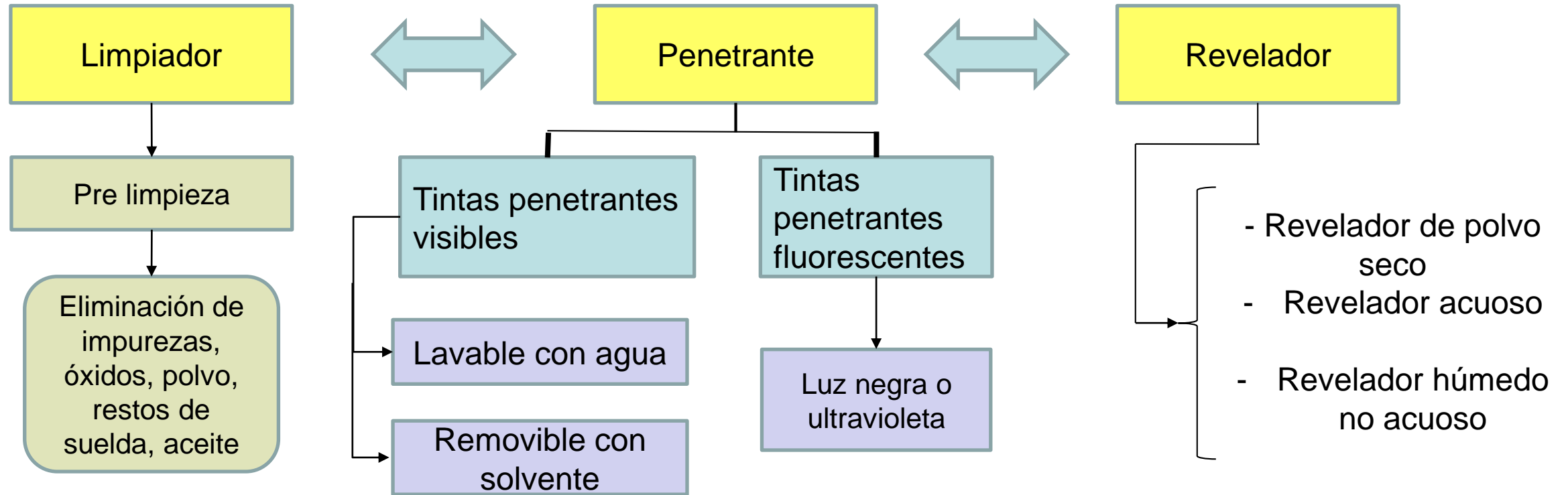




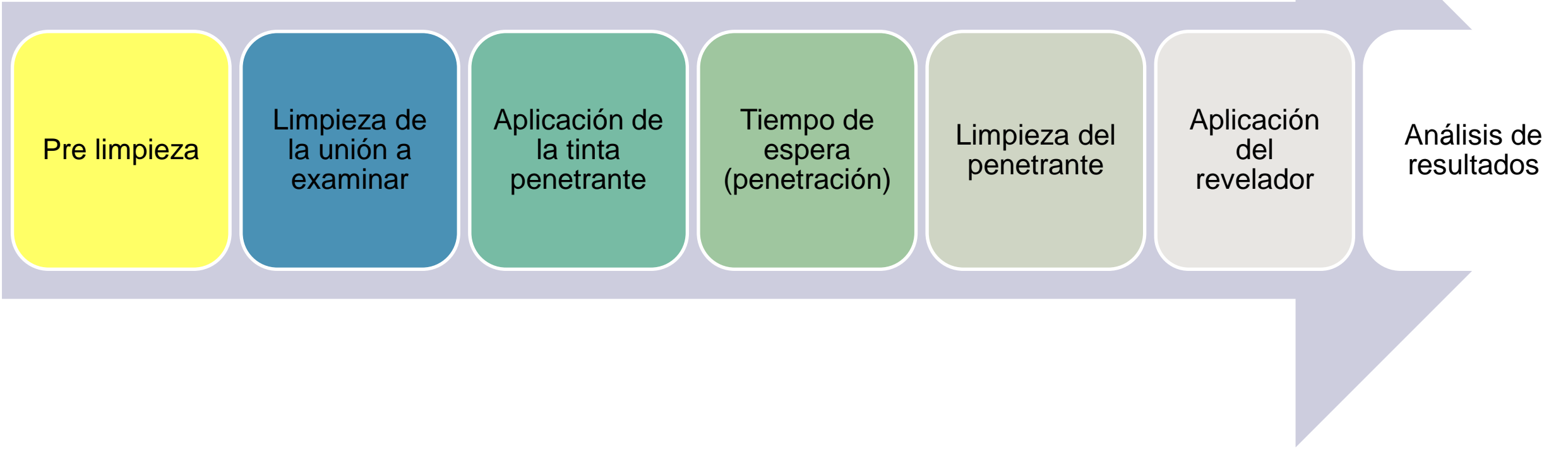
# Ensayo no destructivo por Tintas penetrantes

Detección de discontinuidades en la superficie de la unión soldada

Capilaridad de fluidos



## Fases de ensayos por tintas penetrantes



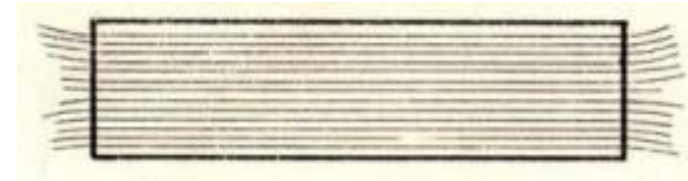
# Partículas magnetizables

“El método de inspección por partículas magnetizables se utiliza para localizar discontinuidades superficiales o subsuperficiales en materiales ferromagnéticos” (DINATECNICA, 2014)

Campo ferromagnético

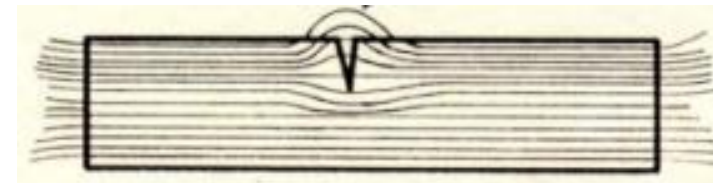
Línea magnética uniforme

Sin discontinuidad



Concentración de partículas en un punto

Presencia de discontinuidad



# Instrumentos y procesos de ensayo por partículas magnetizables

Partículas magnetizables

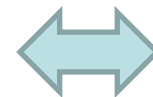
Partículas húmedas fluorescente

- Movilidad
- visibilidad y contraste



Yugo electromagnético

Posee bobinas de entrehierro, con brazos de geometría adaptable.



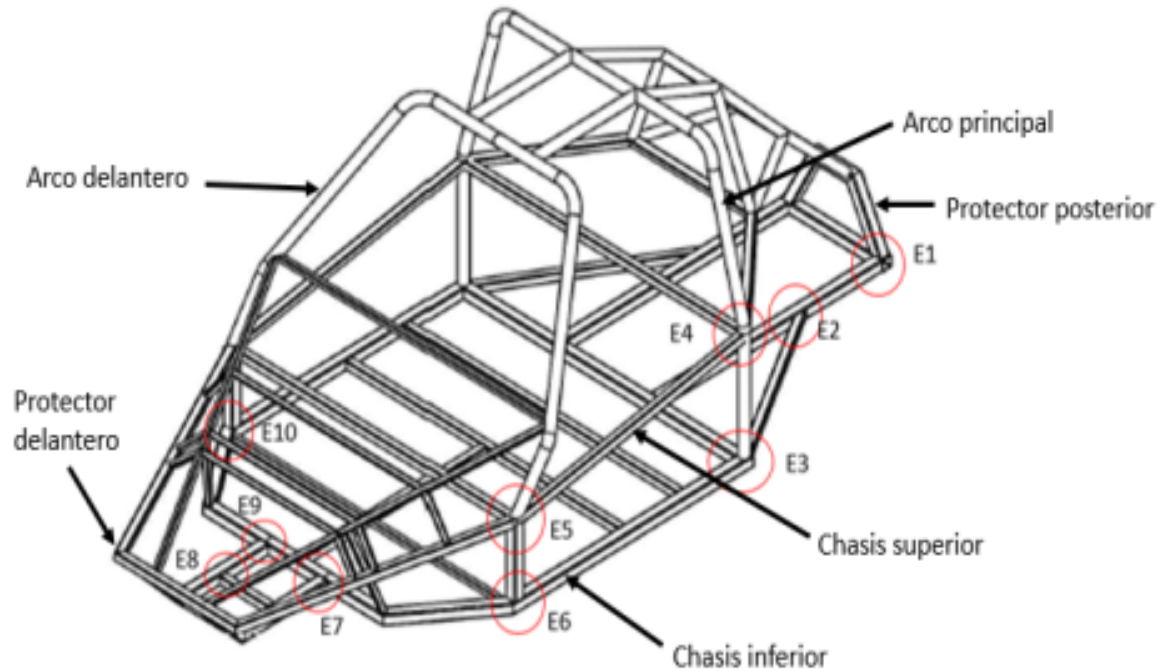
Luz ultravioleta

Para tener un contraste se usa luz ultravioleta o luz negra.



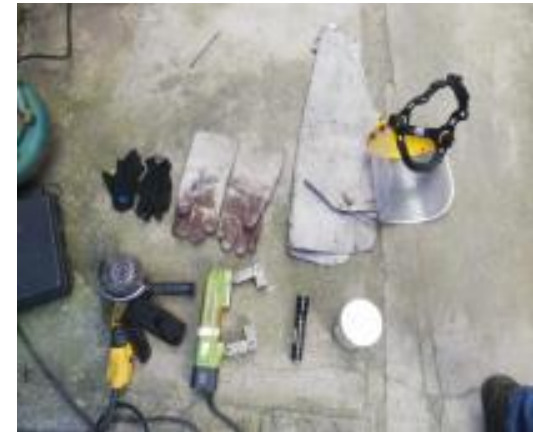
# Desarrollo

Establecer puntos fijos para los ensayos VT, PT y MT



Pre ensayos no destructivos

- Preparación EPP
- Preparación de la estructura
- Limpieza impurezas (óxidos)
- Verificación pre ensayo
- Comprobación de herramientas



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# ENSAYOS MEDIANTE TINTAS PENETRANTES

## Características de las tintas penetrantes

- Marca: Chem-pack
- Detección: Defectos superficiales en metales y materiales duros.
- Contenido: Tipo aerosol.

Tinta penetrante

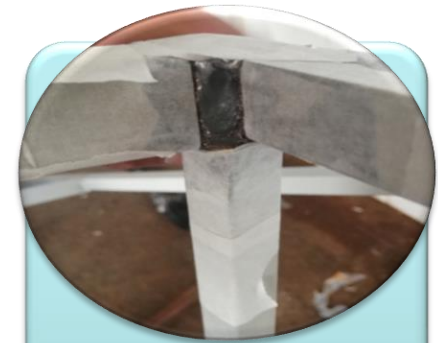
- Tipo no fluorescente o visible.
- Método removible con solvente

Aclarador

- Tipo “revelador húmedo no acuoso” compuesto por un polvo blanco.



# Proceso de ensayo



Embalaje de tubos



Aplicación del limpiador en el cordón



Aplicación de la tinta penetrante



Limpieza del penetrante



Aplicación del revelador


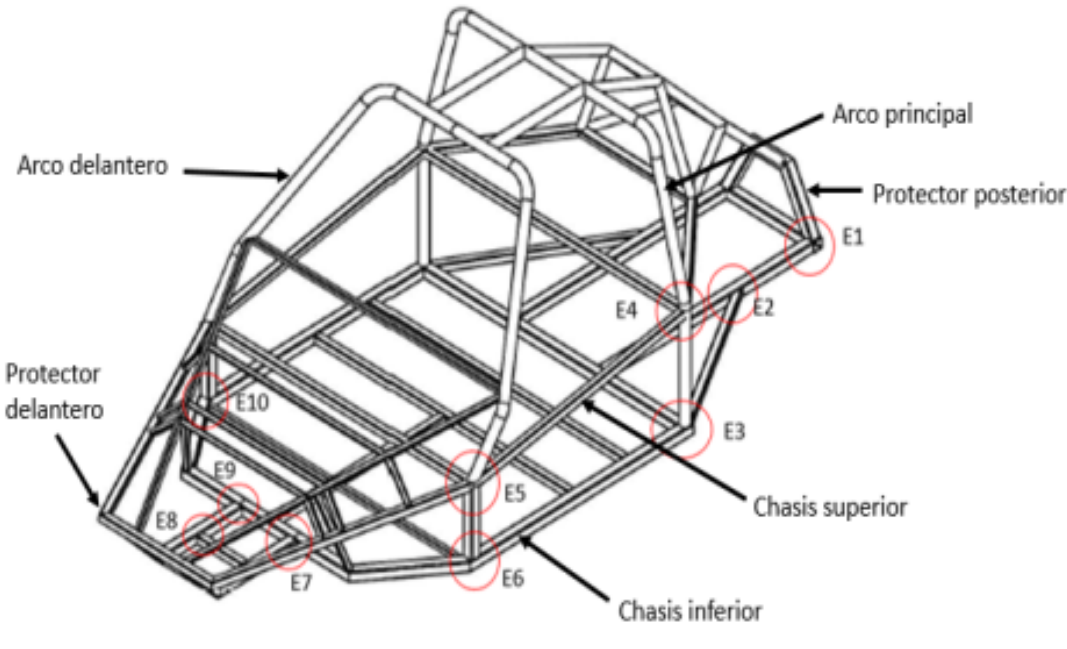


Interpretación de resultados



# Interpretación de resultados

Características	Imagen
<p><b>N°: 2</b>  <b>Ubicación:</b> Chasis inferior, soporte peso caja control.  <b>Análisis:</b>                      Cordón perfecto</p>	
<p><b>N°: 3</b>  <b>Ubicación:</b> Chasis inferior del arco principal  <b>Análisis:</b> Parte derecha aporte ligeramente mayor pero uniforme.</p>	
<p><b>N°: 4</b>  <b>Ubicación:</b> Arco delantero y chasis superior  <b>Análisis:</b> Disminución Leve de aporte pero es uniforme .</p>	

Características	Imagen
<p><b>N°: 5</b>  <b>Ubicación:</b> Arco delantero izquierdo superior.  <b>Análisis:</b> Mordedura al final del cordón.</p>	
	





# ENSAYOS MEDIANTE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

## Características de las herramientas

### Partículas magnéticas

Marca: Magnaglo 20B  
Características: Partículas magnéticas fluorescentes de alta sensibilidad, localiza discontinuidades finas en aplicaciones de gran volumen.

### Yugo electromagnético

Modelo: Y-7 sellado para resistir químicos, patas articuladas, controles de uso en CA para indicaciones superficiales y CC para indicaciones sub superficiales.

### Luz negra

Linterna de rayos UV

### Manta negra

Disminuye luz ambiente



# Proceso de ensayo



Preparación  
de la  
superficie

Preparación  
de la  
solución  
húmeda

Aplicación  
de la  
suspensión

Aplicación de  
la Fuerza de  
magnetización

Inspección de  
la soldadura

Análisis de  
Resultados



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Interpretación de resultados

MT1	MT2	MT3	MT4
			
			



## Aprobación de las juntas de ensayo (MT)

Descripción: Juntas soldadas en taller												
Description												
IDENTIFICACIÓN			INSPECCIÓN			DISCONTINUIDADES			RE-INSPECCIÓN			
SOLDADURA o ELEMENTO	TIPO	SOLDADOR	FECHA	Resultado		TIPO	LONGITUD (mm)	POSICION (mm)	SOLDADOR	FECHA	Resultado	
				Aceptado	Rechazado						Aceptado	Rechazado
<b>BUGGY</b>												
MT1	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT2	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT3	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT4	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT5	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT6	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT7	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT8	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT9	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
MT10	-	-	2021-01-07	✓	-	-	-	-	-	-	-	-





# Recomendaciones

En los END se debe conocer los métodos de inspección que se va aplicar al componente o estructura soldada ya que depende de las características para tener un buen análisis e interpretación de los resultados.

En los ensayos por partículas magnéticas se recomienda tener operativas las herramientas utilizados en el ensayo, además calibrar correctamente el yugo magnético porque depende de aquello obtener un buen resultado de ensayo.

El uso del equipo de protección personal es primordial para salvaguardar al operador, herramientas y proyecto, ya que se podría contaminar con los elementos usados que pueden ser inflamables como el aerosol de las tintas penetrantes o irritables las partículas ferromagnéticas y causar daños a la integridad física.

Tener en cuenta el presupuesto económico ya que en base a esto se elige el tipo de ensayo no destructivo, tomando en cuenta la magnitud de importancia del proyecto.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

*GRACIAS POR  
SU ATENCIÓN*

