



ITSA

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

“ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN LOS MÉTODOS: LÍQUIDOS PENETRANTES Y PARTÍCULAS MAGNÉTICAS E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÁMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA.”

POR:

ALINA PATRICIA SÁNCHEZ TORRES

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN:

SGOS. TEC. AVC. MARCO BASANTES LIC. DAC 2137

2013

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En vista de que nuestra Institución no dispone de un sistema formal de Control de Calidad en inspección de soldadura estructural con END, es un requerimiento esencial el disponer de este sistema que conste de elementos como procedimientos de inspección, capacitación interna, certificación de equipos y personal.

Es importante generar este manual para aumentar la confiabilidad de la evaluación, obteniendo ensayos sobre las soldaduras en forma metódica, donde se registren los parámetros relevantes de cada uno y con ello se logre la reproducibilidad de dichas pruebas.

Respecto al beneficio general de este trabajo, es evidente que el manejo de normas y códigos, el estudio teórico y práctico de Ensayos No Destructivos, será un aporte más detallado y preciso en cuanto a la formación que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico otorga, por lo que este proyecto forma parte de un complemento importante en la formación profesional de todos los estudiantes.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un manual de procedimientos para la ejecución de ensayos no destructivos en los métodos: líquidos penetrantes, partículas magnéticas e implementación de una lámpara de luz ultravioleta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los aspectos más importantes en lo que respecta a los distintos tipos de END aplicables en el campo de estructuras metálicas.
- Elaborar los procedimientos de inspección a efectuar en cada tipo de ensayo no destructivo en la evaluación de la soldadura de las estructuras metálicas.
- Determinar para cada tipo de ensayo propuesto, los parámetros y valores admisibles, en cuanto a soldadura de estructura metálica se refiere.
- Evaluar los resultados obtenidos en cada uno de los procedimientos, verificando su apego a normas de referencia.
- Proveer al ITSA (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico) de un sistema de inspección con END que le permita realizar el control de calidad de soldadura estructural, de una forma estandarizada y organizada, permitiéndole llevar un registro completo de cada actividad a realizarse, optimizando así tiempo, recursos, uso de personal y tratamiento de información.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Se denomina **ensayo no destructivo** (también llamado END, o en inglés NDT *non destructive testing*) a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades: físicas, químicas, mecánicas o dimensionales (incluso magnéticas). Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como: ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada.

En general los ensayos no destructivos suelen ser más baratos para el propietario de la muestra a examinar, ya que no implican la destrucción de la misma. En ocasiones los ensayos no destructivos buscan únicamente verificar la homogeneidad y continuidad del material analizado.

CLASIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Por su facilidad e idoneidad en la aplicación de este tema, se estudiarán ensayos no destructivos que puedan evaluar la calidad de la soldadura de elementos estructurales de acero y otros metales, es así que los END son: Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas magnéticas, y la aplicación e utilización de la Lámpara Ultravioleta.

- Examen Visual

- Líquidos Penetrantes

- Partículas Magnéticas

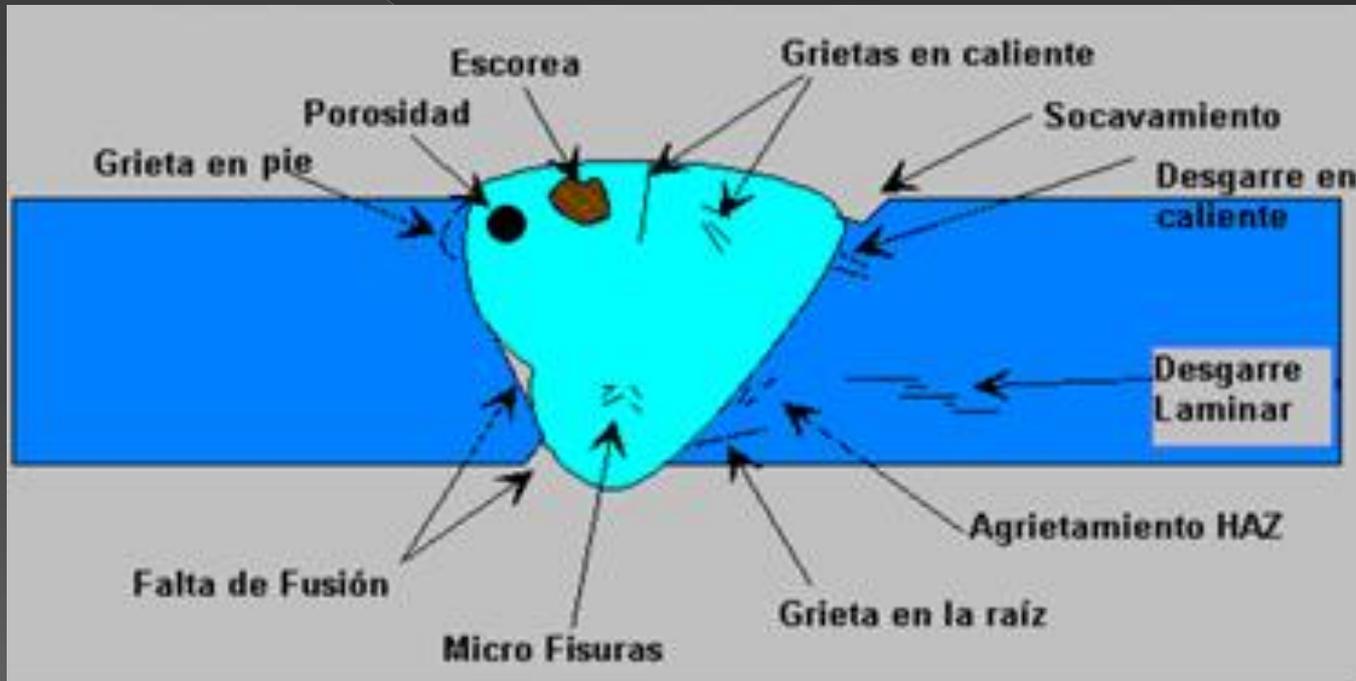


Implementación de Lámpara UV

INSPECCIÓN VISUAL

[ANSI/ASNT CP-189](#)

Se pueden utilizar lentes magnificadoras de baja potencia, microscopios equipados con aditamentos fotográficos, usados para obtener registros permanentes de los defectos, zonas dudosas y variaciones estructurales.

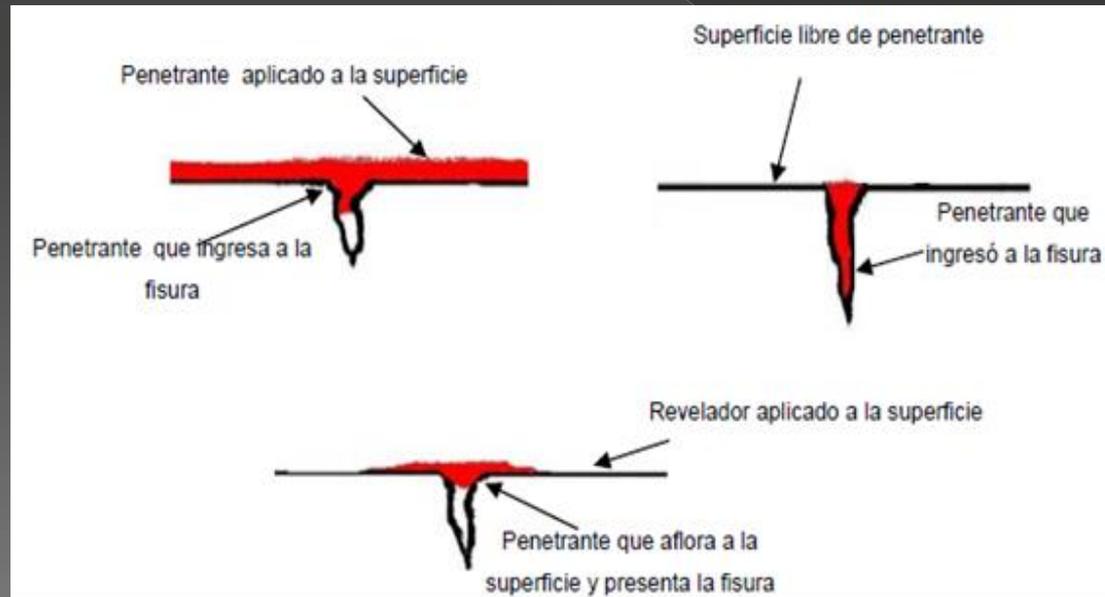


En la figura se detallan los defectos en el cordón de soldadura más comunes que se pueden detectar por VT.

La finalidad del ensayo por líquidos penetrantes (PT) es la detección de defectos que afloran a la superficie como grietas, porosidad, labios abiertos, pliegues, defectos laminares, etc.

- Pasos a seguir para la aplicación de PT.

- Limpieza de la superficie a inspeccionar con: cleaner, alcohol, tiñer, etc.
- Aplicación del penetrante.
- Remoción del exceso de penetrante.
- Aplicación del revelador.



PROCESO DE APLICACIÓN LÍQUIDOS PENETRANTES FLUORESCENTES

ASTM E 165-02

- *Pasos a seguir para la aplicación de PT.*
 - Limpieza de la superficie a inspeccionar con: cleaner, alcohol, tiñer, etc.
 - Aplicación del penetrante.
 - Remoción del exceso de penetrante.
 - Aplicación del revelador.
 - Utilizar una luz UV (ultravioleta) de, por lo menos, 1000 microwatts/cm² para iluminar la superficie sobre la que se realizó el ensayo para poder ver las indicaciones.

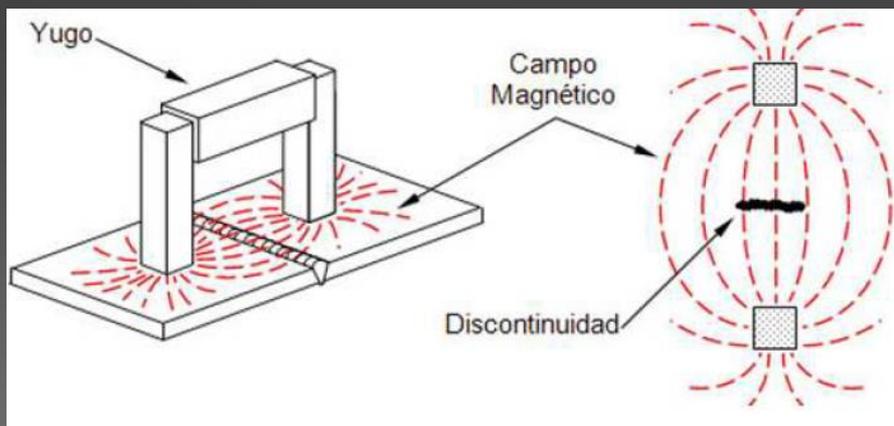


PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

[ASTM SE-709](#)

La inspección por Partículas Magnéticas permite detectar discontinuidades superficiales y sub-superficiales en materiales ferro-magnéticos. Se selecciona usualmente cuando se requiere una inspección más rápida que con los líquidos penetrantes.

El principio del método es la formación de distorsiones del campo magnético o de polos cuando se genera o se induce un campo magnético en un material ferro-magnético; es decir, cuando la probeta presenta una zona en la que existen discontinuidades perpendiculares a las líneas del campo magnético, éste se deforma o produce polos.



IMPLEMENTACIÓN DE LAMPARA UV MLK_35

MODELO	CARACTERISTICAS
 <p data-bbox="434 849 898 899">MLK-35 versión estándar</p>	<ul data-bbox="1072 485 1622 849" style="list-style-type: none">• Encendido previo calentamiento de cinco a diez minutos.• Funciona aún bajo luz solar directa• Rango de inspección de hasta 9,1 m• Intensidad 4800 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

Para obtener una buena sensibilidad, se debe mantener un nivel de luz ambiental lo más bajo posible, inferior a 20 Lx y el de la luz negra, al menos 1.000 mW/, medidos sobre la superficie de la probeta a inspeccionar y a una distancia de 30.

Estudio de normas de referencia para END e inspección de soldaduras en estructuras metálicas

Código ASME V

El código contiene los requerimientos y los métodos para pruebas no destructivas. Estos métodos de pruebas no destructivas son utilizados para detectar discontinuidades superficiales o internas, en los materiales, soldaduras y partes o componentes fabricados.

✓ Para Inspección Visual

ASME V trata, en su artículo 9 específicamente la inspección no destructiva por inspección visual.

✓ Para Líquidos Penetrantes

ASME V trata, en sus artículos 6 y 24 específicamente la inspección no destructiva por medio de líquidos penetrantes.

✓ Para Partículas Magnéticas

ASME V trata, en sus artículos 7 y 25 específicamente la inspección no destructiva por medio de líquidos penetrantes.

Estudio de Norma [ANSI-AWS D1.1](#)

Este código contiene los requerimientos para fabricantes de planta y montaje de estructura de acero soldada. Cuando este código esté estipulado en documentos contractuales, el estricto apego a todos los artículos del código será requerido, excepto aquellos documentos del contrato que modifiquen expresamente o los excluya.

Estudio de Norma [AWS D1.3](#)

Este código cubre la soldadura de arco de aceros estructurales, incluyendo los miembros conformados en frío (de aquí en adelante designados colectivamente hoja de acero) que sean menores o iguales a 3/16" en su espesor. (0.188" ó 4.8 mm.) <http://es.scribd.com/doc/72172899/Codigo-Ansi-Aws-d1-3-Del-98-1>

DESARROLLO DEL TEMA

Elaboración de procedimiento de Inspección Visual VT

Objetivo

El presente documento tiene la finalidad de establecer las condiciones y requerimientos necesarios para realizar una correcta inspección visual en juntas soldadas de elementos estructurales.

Este método permite detectar las discontinuidades superficiales en un cordón de soldadura, para de esta manera analizarlas y evaluarlas.

Alcance

La inspección visual de soldadura en estructura metálica se realizará en todo tipo de cordones de soldadura accesibles que apliquen el código AWS D1.1., con la ayuda de accesorios como galgas, iluminación artificial, lentes de aumento (magnificadores), etc.

Elaboración de procedimiento de inspección con Líquidos Penetrantes PT

Objetivo

El presente documento tiene la finalidad de establecer las condiciones y requerimientos necesarios para realizar una correcta inspección mediante líquidos penetrantes de juntas soldadas de elementos en estructura metálica.

Alcance

Este método permite detectar las discontinuidades que se encuentren abiertas a la superficie en cordones de soldadura de estructura metálica que aplique el código AWS D1.1., en fases de construcción de planta y de montaje, tales como fisuras, poros, etc. Para de esta manera analizarlas y evaluarlas.

El estado de la superficie de cordón de soldadura debe ser tal como se presenta luego de la aplicación del procedimiento pre-calificado de soldadura, libre de recubrimientos y escoria.

Elaboración de procedimiento de inspección con Partículas Magnéticas MT

Objetivo

El presente documento tiene la finalidad de establecer las condiciones y requerimientos necesarios para realizar una correcta inspección mediante partículas magnéticas en juntas soldadas de elementos estructurales.

Detectar las discontinuidades superficiales y sub superficiales en un cordón de soldadura mediante este método, para de esta manera analizarlas y evaluarlas.

Alcance

Se utiliza inspección por Partículas Magnetizables en cordones de soldadura de estructura metálica que aplique la norma AWS D1.1., realizado en fase de fabricación de planta y en montaje que tengan un acabado superficial tal como se presenta después de soldar con procedimientos y soldadores calificados, libre de recubrimientos y cuya accesibilidad permita la aplicación del campo magnético, las partículas magnetizables, sean estas en vía seca o en vía húmeda, y puedan ser iluminadas con luz visible o luz negra.

Aplicación del manual de procedimientos en probetas del Laboratorio de Materiales y Procesos.

		ITSA INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL		FORM- ENDVT-01	
Datos Generales				1 de 1	
1.- Laboratorio: Materiales y Procesos		2.- Estudiante: Alina Patricia Sánchez T			
3.- Fecha: 08/02/2012		4.- Informe No. 01			
Identificación de la soldadura					
5.- Descripción: Soldadura Tipo MIG para 2 mm de espesor		6.- Identificación de la probeta: P1			
7.- Material: Aluminio T6		8.- Estado del cordón de soldadura:		Acceptable:	✓
				Reparable:	
				Reprueba:	
9.- Esquema del cordón de soldadura					
					

10.- Equipos y Materiales:		
Accesorios:		
Brochas, Paños, Flexómetro, cámara fotográfica.		
Registro		
11. Indicación: Se verifica la posición del cordón y el nivel de aceptación.		
12. Posición cordón de soldadura	Horizontal:	Horizontal/Circular
	Vertical:	-----
13. Nivel de aceptación o rechazo	Acceptable:	Se observa que el cordón de soldadura es aceptable.
	Reparable:	
	Reprueba:	
Nota: P: porosidad FP: Falta de Penetración FF: Falta de Fusión E y R: Esmerilar y rellenar, otras.		
Resultados:		
14.- Observaciones: El cordón presenta rugosidad normal y no presenta discontinuidades visibles		15.- Evaluación: Presentación y acabado correcto
16.- Estudiante: Alina Patricia Sánchez T.		Firma:
17.- Supervisor:	SGOS. TEC. AVC. MARCO BASANTES LIC. DAC 2137	Firma:
18.- Nivel:	Nivel II	



IT SA
INFORME DE INSPECCIÓN POR
LÍQUIDOS PENETRANTES

FORM-
ENDPT-01

Datos Generales

1 de 1

1.- Laboratorio: *Materiales y Procesos* 2.- Estudiante: *Allina Patricia Sánchez T*
3.- Fecha: *08/02/2012* 4.- Informe No. *01*

Identificación de la soldadura

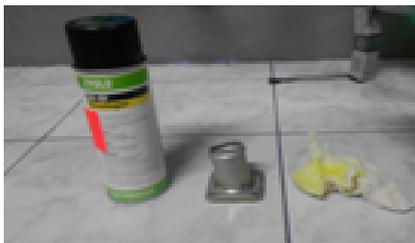
5.- Descripción:
Soldadura Tipo MIG para 5 mm de espesor

6.- Identificación de la probeta:

P2

7.- Material: <p align="center">Aluminio T6</p>	8.- Estado del cordón de soldadura:	Acceptable:	<input checked="" type="checkbox"/>
		Reparable:	
		Reprueba:	

9.- Esquema del cordón de soldadura



10.- Equipos y Materiales:

Líquidos:

Limpiador/Removedor: ✓ <i>Magnaflex Spotcheck SKC-5 Cleaner/Remover</i>	Penetrante: ✓ <i>ZL-27A PENETRANT PIN: 01-3187-79</i>
Revelador: ✓ <i>ZP9F DEVELOPER PIN: 01-3354-79</i>	Otros: <i>No se aplicó ningún otro tipo de limpiador o removedor.</i>

Accesorios:

Brochas, Paños, Cepillos de alambre, cámara fotográfica.

Medición de: *Luz Blanca: 20 lux*
Luz UV: 1000 µW/cm²

Registro

11. Indicación: *Se verifica la posición del cordón y el nivel de aceptación.*

12. Posición cordón de soldadura	Horizontal:	Horizontal
	Vertical:	-----
13. Nivel de aceptación o rechazo	Acceptable:	Por medio de PT
	Reparable:	
	Reprueba:	

Nota: P: porosidad FP: Falta de Penetración FF: Falta de Fusión E y R: Esmerilar y rellenar, otras.

Resultados:

14.- Observaciones: <i>La probeta analizada no presenta discontinuidad relevante en el cordón de soldadura.</i>	15.- Evaluación: <i>El procedimiento por soldadura MIG realizado en la probeta presentó condiciones aceptables en su cordón de suelda horizontal y no presenta mayores discontinuidades.</i>
--	---

16.- Estudiante: <i>Allina Patricia Sánchez T.</i>	Firma:
17.- Supervisor: <i>SGOS. TEC. AVC. MARCO BASANTES LIC. DAC 2137</i>	Firma:
18.- Nivel: <i>Nivel II</i>	



ITSA
INFORME DE INSPECCIÓN POR
PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

FORM-
ENDMT-01

Datos Generales

1 de 1

1.- Laboratorio: Materiales y Procesos 2.- Estudiante: Ailina Patricia Sánchez T.

3.- Fecha: 08/02/2012 4.- Informe No. 01

Identificación de la soldadura

5.- Descripción:
Soldadura Tipo MIG para 5 mm de
espesor

6.- Identificación de la probeta:

P2

7.- Material:
Acero ASTM A36

8.- Estado del cordón
de soldadura:

Acceptable:	<input checked="" type="checkbox"/>
Reparable:	<input type="checkbox"/>
Reprueba:	<input type="checkbox"/>

9.- Esquema del cordón de soldadura



10.- Equipos y Materiales:

Equipo:

- ◆ Yugo magnético de articulaciones móviles.
- ◆ Partículas secas Magnaflox® 8A RED

Accesorios:

Brochas, Paños, Cepillos de alambre, cámara fotográfica.

Medición de:

Luz Blanca: 20 lux
Luz UV: 1000 µW/cm ²

Registro

11. Indicación: Se verifica la posición del cordón y el nivel de aceptación.

12. Posición cordón de soldadura	Horizontal:	Horizontal
	Vertical:	-----
13. Nivel de aceptación o rechazo	Acceptable:	Por medio de MT
	Reparable:	
	Reprueba:	

Nota: P: porosidad FP: Falta de Penetración FF: Falta de Fusión E y R: Esmerilar y rellenar, otras.

Resultados:

14.- Observaciones: Las partículas se acumulan en la frontera soldadura-metal base	15.- Evaluación: La soldadura no tiene discontinuidades superficiales ni sub superficiales.
--	--

16.- Estudiante: Ailina Patricia Sánchez T. Firma:

17.- Supervisor: SGOS. TEC. AVC. MARCO BASANTES LIC. DAC 2137 Firma:

18.- Nivel: Nivel II

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El sistema de inspección desarrollado, apoya al inspector en la correcta ejecución de los Ensayos No Destructivos aplicables a soldadura de estructura metálica, tomando en cuenta, en su desarrollo, regulaciones establecidas por normas de soldadura como ANSI-AWS D1.1., guiando los pasos a seguir y los datos útiles a recolectar, para así ofrecer de manera óptima un servicio de calidad.
- Los procedimientos planteados en este trabajo permiten al estudiante manejar la información producida por las pruebas no destructivas de forma fácil y estandarizada, asegurar la calidad de la soldadura de estructura metálica, optimizando así sus procesos de producción, reparando apropiadamente las posibles fallas detectadas, y evaluando los puntos críticos en su sistema de producción.
- El estricto cumplimiento de estos procedimientos, permitirán a mediano plazo el adiestramiento de los estudiantes en END.

Recomendaciones

- Mediante los ensayos realizados a los cordones de soldadura, se puede verificar que los métodos de inspección superficiales no reflejaron ninguna discontinuidad, lo que evidencia que estos ensayos tienen una limitación importante que deberá ser tomada en cuenta el momento de escoger el método más adecuado de inspección en cada caso.
- Es necesario para el funcionamiento del laboratorio de Materiales y procesos adquirir equipo moderno y contar en su equipo de trabajo con personal de planta Capacitado, Calificado y Certificado y por ende, con experiencia previa en Ensayos No Destructivos, pues de esta manera, se aprovechará mejor el tiempo, y su capacitación será justificada y aprovechada por el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA.
- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA. debería impulsar, con el apoyo de colegios profesionales y otras relaciones públicas, la vigencia y aplicación de (al menos) normas locales, que exijan técnicamente, el uso del servicio de inspección de soldadura en estructura metálica de edificaciones civiles, con lo que se justifica la razón social de la institución con la comunidad.

Se recomienda que a futuro, el laboratorio del bloque 42 implemente nuevas técnicas de END como análisis de vibraciones para estructuras dinámicas, termografía, y ensayo de fugas, orientadas a otros campos diferentes a estructuras metálicas.