



AEND

asociación española de ensayos no destructivos

revista nº 109 - 4º trimestre - 2024 - 6 €



Robot de ultrasonidos para superficies de mando

ARTÍCULOS TÉCNICOS



Transformando la Inspección Aeronáutica en servicio: avances en robótica y digitalización en END en el Ejército del Aire y del Espacio



END mediante ultrasonidos avanzados. Adecuación a los procesos de mantenimiento e inspección en servicio de componentes en plantas petroquímicas



Caminando Juntos

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ

SOLUCIONES DE CALIDAD

LÍQUIDOS PENETRANTES Y PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Consumibles y accesorios

MR CHEMIE
NDT-MATERIALS



RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL Y DIGITAL



Carestream



EQUIPOS DE RAYOS X

Gama completa de equipos de hasta
360KV, direccionales y panorámicos o
montados en crawlers.

ICM
INDUSTRIAL CONTROL MACHINES S.A.



DeltaFlux

Bancadas magnéticas estándar y a medida
Equipos de magnetización portátil



BANCADAS

it CONCEPTS
Inspection Technology Concepts

Videoscopios, Fibroscopios flexibles,
Boroscopios rígidos, Periféricos



**INSPECCIÓN
VISUAL REMOTA**

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.

Viladomat, 321, 5º - 08029 Barcelona, Tel. +34 934 952 500
end@cquasso.com - www.cquasso.com

Comisión de Dirección:

Presidente:

Emilio González Álvarez

Vicepresidentes:

Esmeralda Cuevas Aguado

Rafael Martínez-Oña

Emilio Miguel Eugenia

Emilio Romero Ros

Jesús Serrano Sánchez

Antonio Soto Agüera

Secretario General:

Fermín Gómez Fraile

Director de la Revista:

Jesús Serrano Sánchez

Consejo de Redacción:

Elena Gómez Sánchez

Marta L. Martínez Germán

Jesús Serrano Sánchez

Publicidad:

e.gomez@aend.org

Teléfono: 913 612 585

Redacción y Coordinación:

Ana Romero Jiménez

Editora:

AEND

C/ Bocángel, 28 - 2º izda.

28028 Madrid

Teléfono: 913 612 585

informacion@aend.org

www.aend.org

Maquetación y Producción:

QENTA NOVA, S.L.



**Robot de ultrasonidos para
superficies de mando**

SUMARIO



CARTA A LOS **LECTORES** 2



NOTICIAS 8



ENTREVISTA 12

Fernando Mañas Arteché, Director General de la Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión (CESOL)



ARTÍCULOS TÉCNICOS 16

Transformando la Inspección Aeronáutica en servicio: avances en robótica y digitalización en END en el Ejército del Aire y del Espacio



ARTÍCULOS TÉCNICOS 28

Ensayos No Destructivos mediante ultrasonidos avanzados. Adecuación a los procesos de mantenimiento e inspección en servicio de componentes en plantas petroquímicas



Queridos amigos,

Me hace mucha ilusión y, me siento muy agradecida y honrada por el hecho de poder dirigirme a vosotros, una vez más por este nuestro medio de comunicación de carácter escrito. Gracias a Emilio González, Presidente actual de la AEND, a Elena Gómez, Directora General de la Asociación y a Jesús Serrano, Responsable de la Revista, por esta oportunidad.



El pasado siete de noviembre tuvimos la ocasión de celebrar el cumpleaños de una inspiradora mujer, Marie Curie. Recordemos que Marie fue la primera mujer galardonada con un Premio Nobel (1903, Premio Nobel en Física por las investigaciones sobre la Radiactividad) y la primera persona, y la única mujer, en recibirlo en dos disciplinas científicas diferentes (en el año 1911, Premio Nobel en Química por el descubrimiento del Radio y el Polonio).

Admiro profundamente a esta mujer, por su dedicación a la Física y la Química, por su relación con los Ensayos No Destructivos, ya que una de las aplicaciones de sus investigaciones es la inspección por radiografía, pero, sobre todo, porque para mí, Marie Curie representa la perseverancia siendo una incansable exploradora de lo desconocido, un modelo a seguir. Marie Curie superó grandes retos en la ciencia, así como su invisibilidad en un mundo de científicos con una amplia mayoría masculina. Ninguna dificultad consiguió que dejara de perseverar en su compromiso con la ciencia, la innovación, la investigación y la tecnología.

Algunos de vosotros me conocéis por mi dedicación a los Ensayos No Destructivos, pero quisiera compartir que, desde 2019, colaboro activamente con AEMENER (Asociación Española de Mujeres de la Energía, www.aemener.es), una asociación sin ánimo de lucro, donde una de nuestras misiones es la de visibilizar el papel de la mujer en el sector de la energía.

Nuestro reto es potenciar y facilitar que las mujeres accedan a carreras técnicas, y esta carta me va a permitir unir mis dos mundos, mis dos pasiones a las que dedico mi energía: estas son las ya anteriormente mencionadas AEND y AEMENER.

Quisiera recordar unas palabras de Marie Curie: *"Nothing, in life is to be feared it is only to be understood. Now is the time to understand more, so that we may fearless."* (Nada en la vida debe ser temido, solo debe ser entendido-. Ahora es momento de entender más y, por lo tanto, temer menos.)

Con esta frase Madame Curie nos insta a seguir investigando, a seguir aprendiendo, a seguir inspirando a otras personas.

Celebrems juntos el legado de Marie Curie, inspirémonos en su modelo, y acompañemos a las nuevas generaciones de jóvenes que inician su carrera profesional en los Ensayos No Destructivos. Para conseguirlo, de la manera mas eficaz, no debemos dudar en dotarlas de modelos a los que seguir, visibilizando, de forma muy clara, a todas esas compañeras que dedican su esfuerzo y su desarrollo profesional a los Ensayos No Destructivos. Hagámosles saber a todas esas mujeres, que nos inspiran y que pueden inspirar a otras mujeres a unirse a este apasionante, tecnológico, innovador, ilusionador y retador campo de los Ensayos No Destructivos.

Las nuevas generaciones necesitan que visibilicemos los roles femeninos en END y en todos sus sectores: aeronáutico, aeroespacial, energía, energía nuclear, energías renovables, automoción, ferrocarril, etc. Al igual que hacemos en AEMENER, visibilizando el talento femenino en el sector energético.

Aprovecho estas líneas para desearos a todos unas muy Felices Fiestas en compañía de vuestros familiares y amigos.

Que el Nuevo Año 2025 comience con más vocaciones STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) dedicadas a los Ensayos No Destructivos y más roles femeninos visibilizando el talento.

Muchas gracias de antemano por vuestra ayuda.

#womeninndt #inspiration #comproise #ndt #STEM

Un abrazo,



Esmeralda Cuevas Aguado

*Directora de Calidad, Nuevas Tecnologías
y Desarrollo Sectorial en Ensayos
No Destructivos, AEND*



Albert Einstein y Marie Curie
(Fotografía gentileza de Alfredo García "Operador Nuclear", Chat GPT)

NUESTRA MISIÓN

Conseguir que la presencia de la mujer en todas las áreas de la empresa sea equilibrada y que los equipos sean diversos, mediante el fomento de las vocaciones femeninas en las áreas de tecnología, ciencias, matemáticas e ingeniería. Ayudando a la empleabilidad, fortaleciendo la presencia de las mujeres en el sector energético a todos los niveles, especialmente, en aquellos con mayores dificultades; e impulsando a la mujer en la promoción y desarrollo de su carrera profesional en el sector energético.



480
ASOCIADOS

72
ACUERDOS
DE COLABORACIÓN

120
VOLUNTARIOS

LÍNEAS DE ACTIVIDAD

Educación

Mentoring

Estudios

Internacional

Networking

ÚNETE www.aemener.es

- Visibilizar el importante papel de la mujer en el mundo de la energía
- Contribuir al impulso de la mujer en su carrera profesional
- Fomentar las vocaciones STEM en las niñas y jóvenes
- Difundir de manera amable los conocimientos de la energía
- Participar en todas las actividades de educación, estudios, mentoring e internacional
- Asistencia a encuentros y jornadas técnicas



**PARTÍCULAS
MAGNÉTICAS**

Ardrox®



**Resultados en los
que poder confiar**



**Dedicados a los END
en España desde 1970**



Ardrox®

**LÍQUIDOS
PENETRANTES**

Radiografía digital efectuada por gentileza de NOVADEP.



El equipo de la AEND
les desea

Feliz Navidad y Próspero
2025

INSPECCIÓN RX PORTÁTIL

Equipos de radiografía digital para trabajo en campo

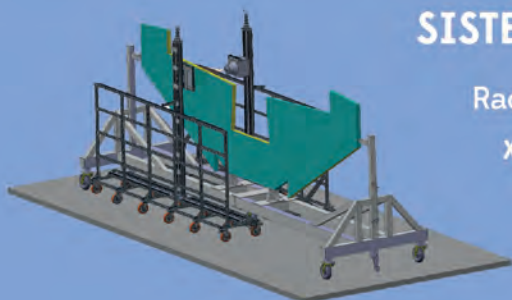


- M-pad:** detector tipo "flat-panel" totalmente inalámbrico
- M-link:** punto de acceso Wi-Fi con batería integrada
- M-ray:** tubo de Rayos X totalmente autónomo e inalámbrico
- M-focus:** tubo portátil con características microfoco de alta resolución
- M-touch:** tablet-PC para trabajar de forma cómoda en aplicaciones de campo

SISTEMAS DE RADIOGRAFÍA Y TOMOGRAFÍA

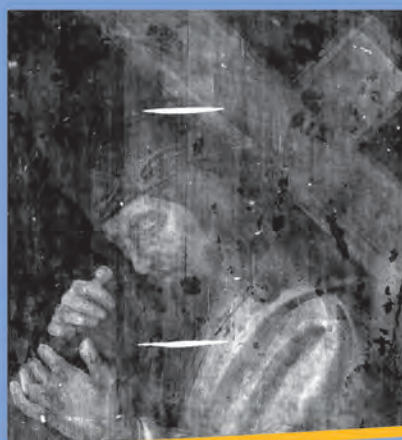
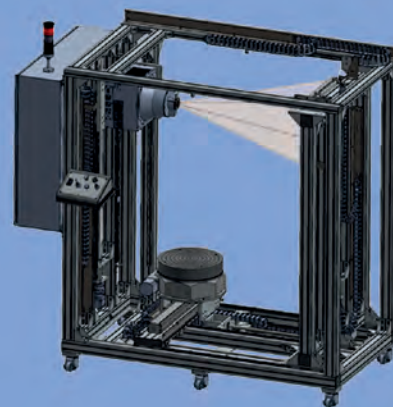
Radiografía de alta resolución y rendimientos en piezas de varios metros

- XoroYa:** solución de radiografía en arte de gran formato
- WideXcan:** radiografiado automático industrial de grandes estructuras
- RoboXcan:** brazo robótico X-Y-Z para radiografiado automático



Escaneado 3D para pequeñas y grandes piezas

- CT-falcon:** tomografía de alta resolución para muestras pequeñas
- CT-ursus / CT-mammoth:** tomografía de hasta 450 kV para muestras de gran tamaño



SOFTWARE INTUITIVO

Ecosistema de aplicaciones PC sencillas y modulares



Det-X



InXpect



ChronoX



Herit-X



Xmart



BoXel



*Digital radiography
made easy*

Novadep
NDT Systems

www.novadep.com

RESUMEN DE NOTICIAS

La normalización, fundamental en el campo de los Ensayos No Destructivos

La presente noticia está basada en una entrevista realizada por la revista UNE, a nuestro Secretario General, Fermín Gómez Fraile.

La Asociación Española de Ensayos No Destructivos (AEND) preside el Grupo de Trabajo CEN/TC 138/WG5 *Magnetic particle testing*, con el objetivo de abordar nuevos retos en la normalización, tanto europea como en el ámbito internacional, a través de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

¿Cómo afronta la AEND los desafíos que se plantean en el contexto actual de transición ecológica y transformación digital?

Cada día es más importante la digitalización en todos los aspectos técnicos. En el campo de los Ensayos No Destructivos es fundamental. De hecho, la industria 4.0 está requiriendo una digitalización completa del tema de END y, en particular, con la aplicación añadida de la inteligencia artificial.

Tanto la Asociación Española de Ensayos No Destructivos (AEND), como la Federación Europea de Ensayos No Destructivos (EFNDT), que me honro en presidir, han abordado este nuevo reto en combinación con el Comité Europeo de Normalización (CEN), analizando las capacidades disponibles y determinando en qué campos nos vamos a mover. Así, vamos a empezar a trabajar sobre el NDE 4.0, que es el futuro que nos espera en los Ensayos No Destructivos.

UNE Normalización Española



Fermín Gómez Fraile, Secretario General de la AEND

Adicionalmente, tendremos que afrontar nuevos desarrollos de normalización dentro de los Ensayos No Destructivos en campos tan importantes como la *Condition Monitoring*, la fabricación aditiva y las nuevas tecnologías que van apareciendo en cada uno de los sectores en los que nosotros nos movemos. Es el caso de la inspección submarina, nuevas metodologías de ensayos, etc.

Normalización Española

Cooperación internacional

Abriendo nuevos horizontes para la industria española

UNE es el organismo de normalización español en:

No debemos olvidar que, dentro de los (END) están teniendo una influencia, cada vez mayor, los factores humanos y la fiabilidad de los ensayos.

¿Qué significa para la AEND liderar el Grupo de Trabajo europeo de CEN sobre Ensayos No Destructivos mediante partículas magnéticas?

La AEND está cada día más interesada en colaborar con CEN en el desarrollo de normas técnicas.

Desde hace años, nuestra Asociación preside el grupo de trabajo *CEN/TC 138/WG 5 Magnetic particle testing* que, para nosotros, fue y es un hito muy importante. Este método, supone un primer paso para abordar nuevos retos en la normalización, tanto europea, como en el ámbito internacional, a través de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Tanto la AEND como UNE deben tener un mayor peso específico en estas organizaciones y debemos pelear y luchar para ello.

¿Qué normas europeas destacaría en este ámbito y qué aportan al sector?

La AEND y UNE deben emprender un nuevo reto que tendría que consistir en desarrollar nuevas normas sectoriales. Esto es, aplicaciones específicas de las normas existentes a sectores como el aeronáutico, el naval, los

ferrocarriles, automoción, etc., que asumirán nuevas normas adaptadas a estos sectores y que tengan una aplicación específica sobre los problemas de inspección de cada ámbito antes indicado. Además, estas normas sectoriales serán geográficamente transversales y supondrán grandes avances en el sector de la normalización.

¿Qué papel tiene UNE a la hora de canalizar la voz e influencia de los expertos españoles en los foros internacionales de normalización?

UNE ha asumido un gran papel dentro de la normalización europea en este ámbito, y, con el objeto de potenciar el liderazgo internacional en ISO, se va a realizar una colaboración conjunta de la AEND y UNE. La finalidad central es dar a conocer la actividad de Ensayos No Destructivos para lo que se van a organizar eventos conjuntos de difusión entre ambas entidades, donde se ponga en valor la elaboración de las normas en este ámbito, teniendo en cuenta las nuevas tecnologías y, el entorno de estas nuevas tecnologías. Concretamente en los *ISO/TC 135 Non-destructive testing* e *ISO/TC 137 Footwear sizing designations and marking systems*, donde las normas que desarrollamos en Europa se proyectan a nivel mundial.

Para ello, consideramos que puede apoyarse, tanto en la AEND como en la EFNDT. Ambas organizaciones apoyarán a UNE para alcanzar estos objetivos y ser un importante puntal en la normalización de nuestro sector.



Inspección mediante partículas magnéticas fluorescentes



EL ANÁLISIS MÁS EXHAUSTIVO,
SIN DAÑAR SU MATERIAL



FORMACIÓN



AEND
asociación española de ensayos no destructivos

MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org

24^{as} JORNADAS TÉCNICAS DE SOLDADURA Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN



SE CELEBRARÁN EN SEVILLA
Del 4-6 de junio de 2025

INDUSTRIA SOSTENIBLE



JORNADAS@CESOL.ES
WWW.CESOL.ES/24JORNADAS



Escuela Técnica Superior de
INGENIERÍA DE SEVILLA





En el presente número de nuestra revista nos cabe la satisfacción de entrevistar a Fernando Mañas Arteche, Director General de la Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión (CESOL)



Amigo Fernando, es inevitable recordar que en el número 79 de esta revista, que se publicó en el segundo trimestre del año 2017, tuvimos la ocasión de volver a publicar entrevistas a los asociados que se habían distinguido profesionalmente en el mundo de los Ensayos No Destructivos y la persona elegida para ello fuiste tú precisamente, ahora, después de 7 años, volvemos a hacerte protagonista de esta sección, habida cuenta de tu cambio de actividad.

En primer lugar, te solicitamos que nos hagas una semblanza de tu trayectoria en los Ensayos No Destructivos y la importancia de la aplicación de los mismos en la soldadura.

Conocía de qué se trataban por haberlos visto durante la carrera, pero fue ese primer curso en el Centro Ocupacional de Moratalaz, el que me enganchó y cambió mi vida para siempre. El curso de Nivel 2 de Radiografía Industrial y Corrientes Inducidas y su profesora Blanca (no recuerdo su apellido, aunque más de un lector sí lo hará), literalmente me cautivaron. A las pocas semanas de terminarlo ya estaba trabajando para una agencia de inspección en su laboratorio de Ensayos No Destructivos y Metalografía y en el 2001 me encontraba dentro de la caldera de licor negro de la papelería de ENCE en Navia haciendo réplicas metalográficas. Recuerdo que hice 75 entre colectores, tubos y tubuladuras en diferentes partes de aquella monstruosa caldera del tamaño de un edificio, con sus ascensores y ascensoristas que te llevaban a las distintas partes de la misma. No se me olvidará la zona en la parte más alta, que llamaban el "penthouse", en la que se acumulaba una gran cantidad de un producto blanco (creo recordar que se trataba de cal) y en la que era bastante complicado hacer la preparación, como podéis ver en la foto que he rescatado y que se adjunta.

Afortunadamente, a mi vuelta a Madrid, tuve una gran ayuda para la evaluación de las réplicas en el que, durante muchos años, fue mi jefe y maestro, José Ángel Frey, conocido por muchos de vosotros (si no por todos), lectores de esta revista.



Fotografía tomada en el interior del "penthouse" de la caldera de licor negro de la papelería de ENCE en Navia (Asturias).

(Esperamos que los lectores sepan perdonar la calidad de esta fotografía digital tomada con una Nikon Coolpix 950, hace más de 20 años, cuando los píxeles y las memorias de las tarjetas escaseaban).

Luego vinieron más niveles 2, los niveles 3 y el ir cada vez adquiriendo más responsabilidades, pero siempre manteniendo el contacto con la técnica hasta llegar a ser el Director Técnico del área de END de ATISAE.

En cuanto a lo que me preguntas sobre la importancia de la aplicación de los END en soldadura, la respuesta es: los END son cruciales para las uniones soldadas. No se concibe una soldadura, sin una posterior inspección mediante END, aunque se trate de una Inspección Visual. Y me atrevería a decir que más del 90% de los END que he realizado, evaluado y supervisado en mi carrera profesional han sido realizados a soldaduras, lo que me ha traído hasta el puesto que ocupo ahora mismo al frente de CESOL.

¿Puedes comentarnos como estáis incluyendo los END en los cursos que impartís?

Los END, como acabo de comentar, son una parte fundamental de la realización de uniones soldadas y están incluidos en todos nuestros cursos de Inspectores, tanto de Construcciones Soldadas (los conocidos ICS en sus tres niveles), como en los de Inspector de Soldadura Internacional o IWI (International Welding Inspector). Pero no solo en los de Inspectores; en las formaciones de Ingeniero Internacional de Soldadura o IWE (International Welding Engineer) se dedica buena parte de uno de los cuatro módulos que lo componen a los END.

Para un profesional dedicado a actividades de inspección de soldaduras o a las de coordinación de soldeo es fundamental conocer los tipos de END disponibles, los informes, y los resultados que se pueden obtener, aunque no sean los encargados de realizarlos.

¿Puedes facilitarnos algunos detalles de un par de proyectos que estéis realizando o que hayáis realizado en los que se apliquen los END y, en su caso, hablar un poco de la previsión de actividades a corto y medio plazo?

Precisamente este año 2024, hemos empezado dos proyectos de colaboración europeos en el ámbito de los END en soldadura. Uno de ellos, se llama COVE-WENDT (<https://cove-wendt.eu/>) que busca la creación de Centros de Excelencia de Formación a Profesionales en Soldadura y Ensayos No Destructivos, recopilando la experiencia de educadores y formadores de centros de investigación y formación, universidades, empresas del sector de la soldadura y otras partes interesadas clave de la Cuádruple Hélice.



En cuanto al denominado VR-VET (<https://vr-vet.eu/>), es otro proyecto de colaboración europeo con un consorcio formado por socios de Alemania, Rumanía, Italia y España, bajo el paraguas de la Federación Europea de Soldadura o EWF (European Welding Federation), con el objetivo de crear una plataforma de Realidad Virtual (VR) con documentación y experiencias prácticas para crear un curso de formación sobre líquidos penetrantes.



En relación con las actividades a corto/medio plazo, estamos valorando la participación en más proyectos. Concretamente hay una iniciativa nueva de la Unión Europea que está enfocada a la colaboración de Europa con Ucrania.

Tras casi tres años de guerra, se va a necesitar mucha soldadura y muchas inspecciones mediante END para garantizar la seguridad de la reconstrucción del país y es un empeño de Europa que Ucrania pueda contar con la ayuda y el apoyo de las entidades punteras en esas actividades.

¿Qué ha supuesto para ti y para CESOL la existencia de la AEND?

Como ya dijo Manolo Martínez, el Presidente de CESOL, en la última entrevista que le realizaste en esta misma revista, la AEND es el complemento necesario de CESOL. Según he comentado anteriormente, no se concibe la ejecución de una soldadura, sin la realización de unos END, antes, durante y/o con posterioridad a la misma. Tanto es así que en las certificaciones de END que ofrece el CERTIAEND hay un sector específico dedicado a la Soldadura.

Y a mí, personalmente, la AEND y los END, supusieron mi acercamiento a la Soldadura y por tanto a CESOL.

¿Qué esperáis de la AEND? y si procede ¿qué valor positivo ha aportado en la realización de vuestras actividades?

Para CESOL, la AEND siempre ha supuesto un apoyo. Somos Asociaciones "gemelas", referentes en nuestros respectivos sectores y que sufrimos los mismos problemas y dificultades. Incluso compartimos miembros y representantes en nuestros respectivos órganos de dirección.

¿Se podría incrementar la colaboración mantenida hasta el presente entre ambas asociaciones? ¿cómo?

¿En cuanto a si se podría incrementar la colaboración? Sin duda.

Siempre se puede hacer más. Muchas veces el trabajo diario nos absorbe y no nos deja ver más allá de lo que vamos a hacer mañana. Por ello, es importante de vez en cuando, el pararse a reflexionar y pensar y diseñar nuevas acciones juntos. La participación conjunta en algún proyecto europeo, de los que he hablado anteriormente, quizá pueda ser una de ellas.

Muchas gracias, Fernando, deseamos y esperamos, que la buena colaboración entre CESOL y la AEND continúe y, que, con el transcurso del tiempo vaya incrementándose.

No debemos olvidar que las dos actividades de nuestras asociaciones, la soldadura y los Ensayos No Destructivos, siempre van juntas en la mayoría de las actividades de producción de una industria avanzada.

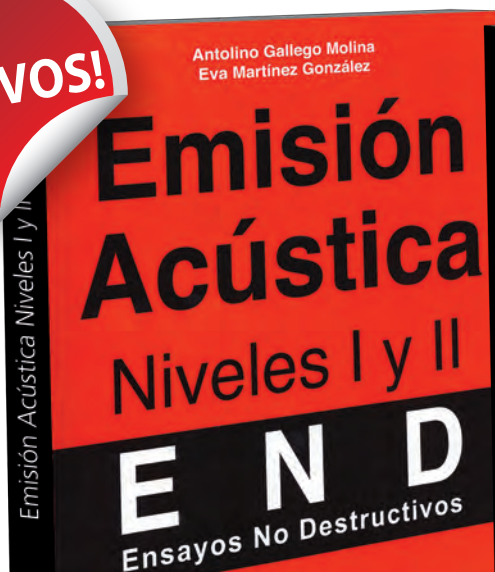


AEND

asociación española de
ensayos no destructivos

PUBLICACIONES

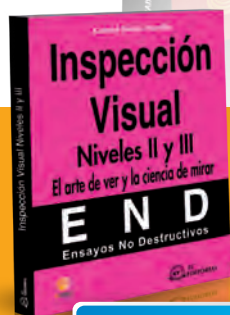
¡NUEVOS!



27€



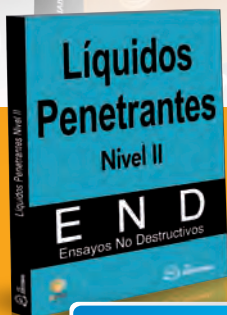
28€



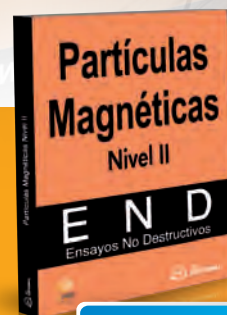
29€



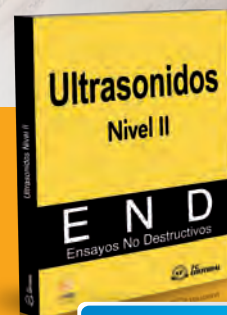
23€



19€



21€



23€

Y recuerde, si es socio de AEND, disfrutará de un **10% de descuento.**

Precios con IVA incluido.

MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org



Esté listo para lo que se viene

Nuevo detector de defectos OmniScan™ X4

Creado para otorgar velocidad y facilidad

Tecnología de procesamiento de imágenes avanzada e interfaz de fácil uso que permiten a los usuarios de todo nivel de experiencia ejecutar inspecciones con rapidez y exactitud. Experimente una distribución de su trabajo potenciada y agilizada.

Rendimiento probado para resultados fiables

Plataforma de digitalización todo en uno, dotada de una portabilidad y versatilidad sin precedentes para ofrecer resultados excepcionales, incluso en los entornos de inspección más desafiantes.

Diseñado para evolucionar a la medida de sus necesidades

Actualizaciones de software trimestrales para el OmniScan X4, que le facultarán para adaptarse continuamente a sus necesidades de inspección futuras.



TRANSFORMANDO LA INSPECCIÓN AERONÁUTICA EN SERVICIO: AVANCES EN ROBÓTICA Y DIGITALIZACIÓN EN END EN EL EJÉRCITO DEL AIRE Y DEL ESPACIO

Autor

Comandante David Pérez Jara, EA

Palabras clave: Ejército del Aire y del Espacio, Ensayos No Destructivos; Inteligencia Artificial; robótica; digitalización; aeronavegabilidad; sensorización; gemelo digital

1. Introducción

El Ejército del Aire y del Espacio (EA) tiene más de 400 aeronaves en diferentes flotas, varias de las cuales sobrepasan los 30 o 40 años de vida operativa. Todas las aeronaves deben mantenerse en vuelo de forma segura y aeronavegable hasta su baja en vuelo.

A medida que las aeronaves se "cargan de horas" es, práctica común, incrementar las inspecciones sobre la estructura y los sistemas a fin de garantizar una correcta aeronavegabilidad continuada. Gracias a una óptima gestión del personal inspector y a la adquisición de nuevas tecnologías y desarrollo de nuevas metodologías de inspección, se incrementa el alcance, la capacidad y la calidad de esas inspecciones.

La industria del mantenimiento aeronáutico moderna, se encuentra en un proceso continuo de transformación impulsado por la adopción de nuevas tecnologías, como la robótica y la digitalización. Estos avances cambian la forma en que se conciben y ejecutan las inspecciones de Ensayos No Destructivos (END) dentro de la estrategia de aeronavegabilidad continuada de las flotas del EA. Los END permiten la evaluación de materiales sin dañar su integridad. El uso de sistemas robóticos y tecnologías digitales mejoran la precisión, la eficiencia, la calidad y seguridad en estos procesos.

Este artículo analiza la integración de sistemas robotizados de inspección, conjuntamente con las técnicas de digitalización e inteligencia artificial aplicadas a los métodos de Ultrasonidos y Radiografía, así como los resultados obtenidos, hasta

la fecha, y sus posibles implicaciones futuras de estas tecnologías en el EA.

2. Avances en robótica

La automatización en robótica ha sido uno de los avances más significativos en los END. Tradicionalmente, las inspecciones son realizadas de forma manual por inspectores, lo que implica limitaciones de precisión, tiempos largos de inspección en estructuras de aeronave, motores, mandos de vuelo y piezas desmontadas.

El EA ha ido incorporando robots de inspección desde 2018 en los métodos de ultrasonidos y de radiografía, avanzando hacia el concepto de industria 4.0.

El uso de sistemas robóticos y tecnologías digitales mejoran la precisión, la eficiencia, la calidad y seguridad en estos procesos

En el método de ultrasonidos se ha incorporado un sistema robótico de tipo brazo con seis ejes de libertad y capacidad para hacer inspecciones por transmisión y pulso eco para estructuras alares, superficies de mando y compuertas de tren de aterrizaje, todo ello cubriendo un área cercana al 100% de la superficie requerida.

Para el método de radiografía digital, se han incorporado dos sistemas robóticos, uno de tipo brazo con seis ejes de libertad con yugo de gran alcance y otro con dos sistemas de movimiento en XY con cuatro ejes de libertad. En ambos casos se utiliza un generador de rayos X con microfoco y *flat panel* digital de altas prestaciones con amplificación geométrica de 2X, incrementable de forma automática, si fuese requerido.

En la Figura 1 se muestra la disposición de un caza *Boeing F/A-18* en el puesto de inspección radiográfica en la Maestría Aérea de Albacete (MAESAL) y el detalle del barrido que hace el robot sobre el empenaje vertical, del cual se pueden extraer hasta algo más de 500 imágenes radiográficas por superficie aerodinámica o lado. Se debe comentar la gran complejidad que ha supuesto tener capacidad para que el sistema robótico "reconozca" la posición de la aeronave (nunca en el mismo sitio) así como la variabilidad en cuanto a posición en los ejes X, Y y Z debido al sistema hidráulico del tren de aterrizaje.



Figura 1. Sistema robótico de inspección por radiografía digital de seis ejes

La Figura 2 muestra la segunda instalación disponible en MAESAL para la inspección de alas del caza *Northrop F-5* (AE-9) y de cualquier pieza plana de grandes dimensiones, como por ejemplo las alas desmontadas de un F/A-18.



Figura 2. Sistema robótico de inspección por radiografía digital de cuatro ejes

En la Figura 3 se observa el sistema robotizado de inspección de alas de fibra de carbono y de superficies de mando. El sistema cuenta con intercambiadores automáticos que permiten alternar inspección con yugo (Transmisión y Pulso Eco) o con un sistema directo (Pulso Eco). A fin de garantizar la máxima calidad y la fiabilidad en las inspecciones, se ha optado por tomar un *Ascan* cada milímetro observando las variaciones tanto en el *Cscan* como en el *Bscan* y *Dscan*. Aunque los tiempos de inspección son algo mayores, el resultado permite dimensionar, perfectamente, las indicaciones y acometer reparaciones dirigidas de alta capacidad y calidad.



Figura 3. Configuración del robot de ultrasonidos para superficies de mando

En ambos métodos, la reducción de tiempos, la calidad, la capacidad de análisis y la repetitividad se han mejorado en más de un 80% aproximadamente.

Asimismo, el elevado coste de adquisición y puesta en marcha de los sistemas robóticos, ha sido rápidamente compensado por la fiabilidad y capacidad de discriminar indicaciones en las piezas, lo que ha permitido la recuperación de diferentes superficies de mandos de vuelo, de compleja interpretación por métodos tradicionales, manteniendo en vuelo las mismas.

3. Digitalización y su impacto en los Ensayos No Destructivos

El uso de sistemas robóticos, según lo mencionado anteriormente, genera enormes cantidades de datos digitales en bases de datos numéricas de las que es necesario extraer, de forma efectiva, aquellos valores susceptibles de ser indicaciones. Se debe comentar la dificultad añadida en el análisis de señales sobre piezas y estructuras en servicio.

Hay gran variación en la capacidad para discriminar indicaciones obtenidas entre una base de datos de piezas durante su fabricación con una "base line" común, frente a una base de datos con información cambiante, como variación de espesores de pintura, retoques, sellados, reparaciones, variaciones en fabricación, corrosión, envejecimiento, etc.

Por otro lado, el uso de sistemas robóticos ha mejorado la seguridad del personal inspector al no requerir un trabajo próximo a los generadores, una reducción del tiempo de generación de radiación en un 80%, así como un nulo uso de películas convencionales y químicos de revelado, resultando en una mejora notable en seguridad medioambiental.

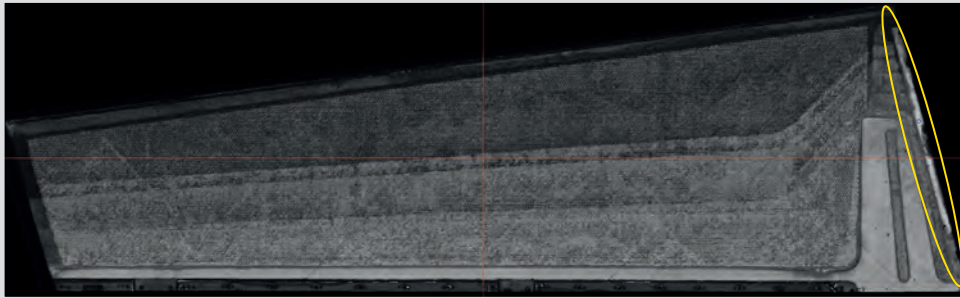


Figura 4. Resultado de una inspección ultrasónica de una superficie de mandos de vuelo por Pulso Eco mostrando una indicación de delaminado

Desde el EA se observó, desde el comienzo del programa de robotización, la necesidad de implementar sistemas de gestión avanzados de los datos obtenidos a fin de mostrar el resultado de las inspecciones de forma "amistosa" a los inspectores.

La variabilidad de las piezas y estructuras inspeccionadas hace que se requieran programas informáticos que deben ser adaptados, usualmente de "una inspección en fábrica" a una "inspección en servicio", para tener la capacidad de analizar los resultados obtenidos para cada tipo de pieza, su estado superficial o los defectos internos.

4. Validación y certificación de las inspecciones

Posiblemente, el mayor reto por el que el EA ha debido transicionar, ha sido la certificación de los procedimientos de inspección para poder cumplir con la estricta norma de aeronavegabilidad. No disponiendo, en principio, de los criterios de calidad mínima que se utilizaron para la selección de película, parámetros de generador y densidad de las imágenes para aeronaves diseñadas hace unos 70 años, se ha trabajado con ingeniería inversa y con la normativa actual más exigente.

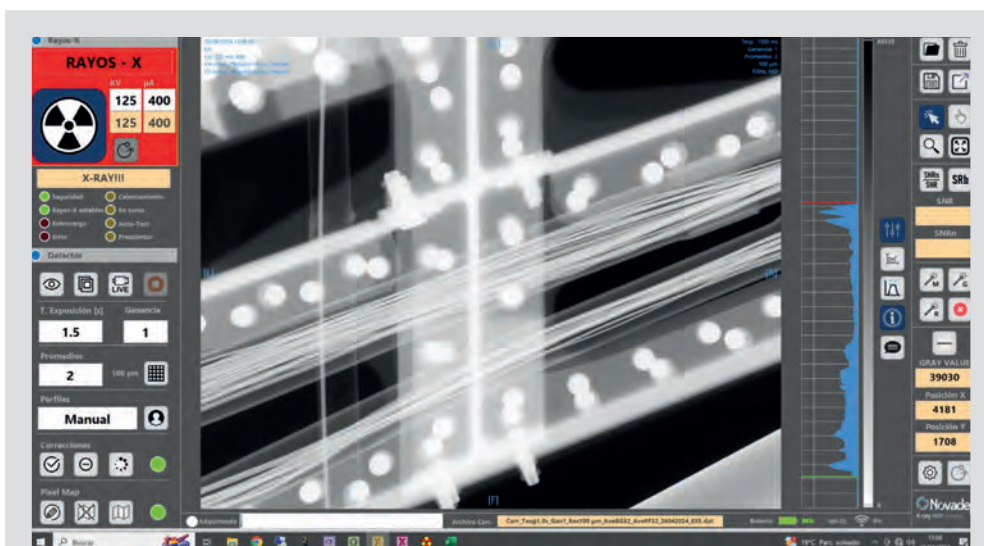


Figura 5. Pantalla de trabajo del sistema de detección por radiografía automático DET-X para grandes superficies alares. Varias de las capacidades se han ido desarrollando de forma específica para mejorar la detectabilidad de las aeronaves en servicio

En particular, se han seguido las indicaciones contenidas en varias normas, como la *NASA-STD-5009 "Nondestructive Evaluation Requirements for Fracture Critical Metallic Components"*, la *ECSS-E-ST-32-01C Fracture control*, la *USAF EZ-SB-15-002 "Requirements for NDI Procedure Development, Validation"*, *ASTM E1742*, *ISO 19232* y *AITM*, entre otras.

La validación ha requerido la realización de múltiples radiografías, tanto en convencional como en digital, de todas las

zonas de la aeronave con espesores característicos. Se han incluido grietas de fatiga y el uso de Indicadores de calidad (IQI), tanto ASTM como ISO, para garantizar un nivel de calidad adecuado.

Los resultados han mostrado que, con el uso de un *flat panel* digital de 50 a 100 micras, con magnificación geométrica de 2X y el uso de un generador de tipo microfoco, se obtiene un nivel de calidad similar o superior, en todas las zonas a inspeccionar, al obtenido mediante métodos convencionales.



Figura 6. La imagen muestra una radiografía convencional vs una radiografía digital filtrada



Figura 7. Detalle de la detectabilidad de un IQI en una radiografía digital sin filtro

5. Uso de *software* de visualización y análisis

El análisis de los datos obtenidos, tanto en radiografía digital como en ultrasonidos, requiere un estudio pormenorizado de los mismos, a fin de extraer toda la información posible para realizar la evaluación de las adquisiciones.

El *software* para ultrasonidos debe incluir capacidad para analizar los A, B, D, y C *scan* por sectores, así como tener capacidad para reducir o amplificar la señal en todos los *scan*. Esto permite tener la capacidad de "ver" detalles dentro de las piezas "retirando" capas cuya señal puede llegar a interferir en la interpretación.

Las Figuras 8, 9 y 10 muestran una adquisición en Pulso Eco del extradós de una superficie de mandos de vuelo, donde se puede extraer datos parciales para el estudio pormenorizado, tanto en su superficie (Figura 8), zona de los laminados del revestimiento de fibra de carbono (Figura 9) y zona del pegado con el *honeycomb* (Figura 10). Aunando este estudio junto al de Transmisión de la pieza y el de pulso Eco del intradós, es posible obtener una valoración muy clara del estado de la pieza y de su posible reparación guiada llegado el caso.

Por otro lado, el *software* de radiografía debe incluir filtros que magnifiquen la diferencia entre las indicaciones relevantes y el fondo de las estructuras sin perder información relevante.

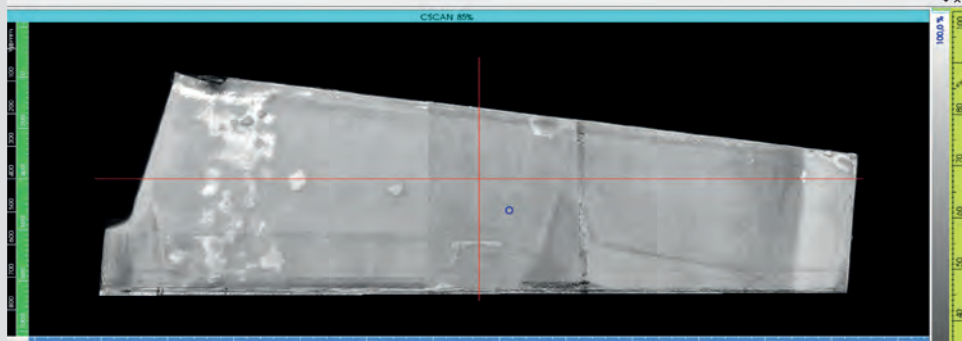


Figura 8. *Cscan* de una superficie de mando de vuelo en la superficie de la misma

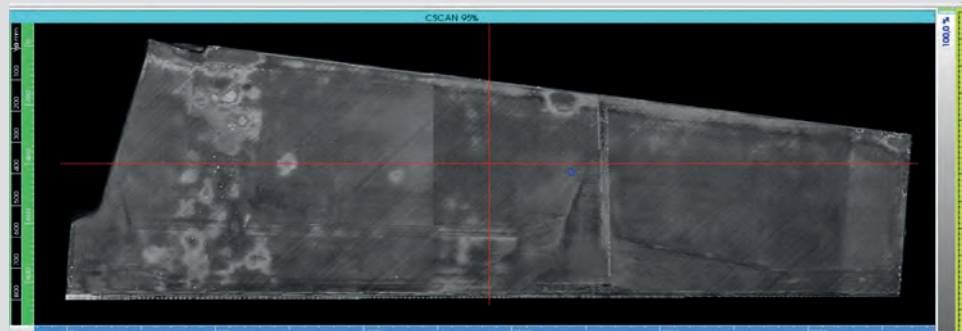


Figura 9. *Cscan* de una superficie de mando de vuelo mostrando el revestimiento de fibra de carbono

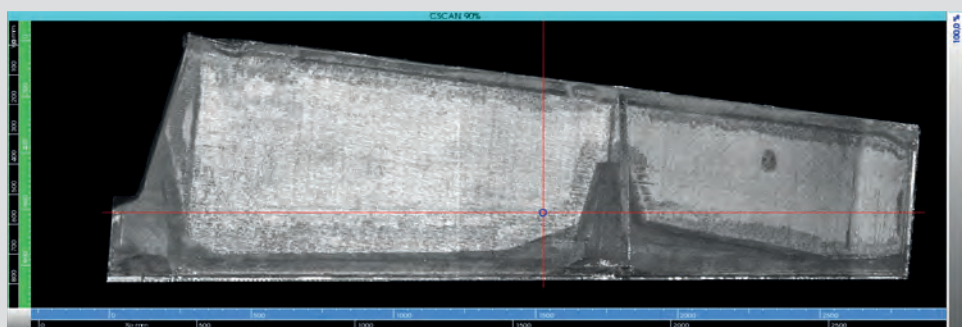


Figura 10. *Cscan* de una superficie de mando de vuelo mostrando la zona de pegado del revestimiento de Fibra de Carbono con el *honeycomb* de aluminio

Por último y, no menos importante, la generación de informes de forma automática, una vez evaluado por el inspector es crucial, de nuevo, para reducir los tiempos de inspección.

6. Inteligencia Artificial

El mayor avance dado por el EA, dentro de la digitalización 4.0, es la integración de programas de Inteligencia Artificial (IA) a la enorme base de datos obtenidos por los sistemas robóticos. Las IA, en continua mejora, son capaces de extraer las diferentes indicaciones de las piezas, modulando y ajustando la variabilidad típica de las piezas en servicio, así como analizando patrones y leves variaciones de señal, a veces casi imperceptibles para el ojo humano.

La validación de las IA en servicio ha supuesto un enorme esfuerzo humano por parte del personal de ingeniería y de inspección, que ha permitido una más que apreciable rebaja de los tiempos de revisión por el personal inspector.

Se han desarrollado varios paquetes de programas informáticos que incluyen el uso de Inteligencia Artificial, tanto en radiografía como en ultrasonidos, mostrando automáticamente las indicaciones que han sido encontradas al personal inspector.

Se debe tener en cuenta que una inspección de derivas verticales de F/A-18 sobrepasa las 500 radiografías o de un ala de F-5 las 1.000 radiografías. Asimismo, una adquisición por ultrasonidos en Transmisión y Pulso Eco por ambas caras de un timón de cola de F/A-18 puede llegar a los 20 GB de datos.

Para el método de ultrasonidos se está utilizando el programa IMAGIA, que busca variaciones en las diferentes capas de laminados y en las estructuras de tipo *sándwich* con materiales disimilares y una búsqueda de variaciones en los *Ascan* tanto en transmisión como en Pulso-Eco.

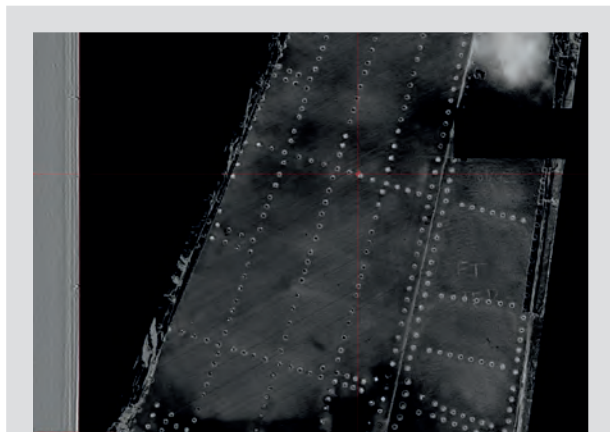


Figura 11. Resultado de la detección de la IA de ultrasonidos en Pulso Eco sobre una estructura de tipo laminado de fibra de carbono en el extradós de un ala mostrando una zona con un pequeño delaminado

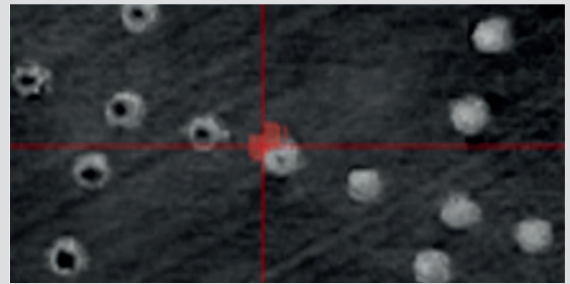


Figura 12. Detalle del delaminado de la Figura 11

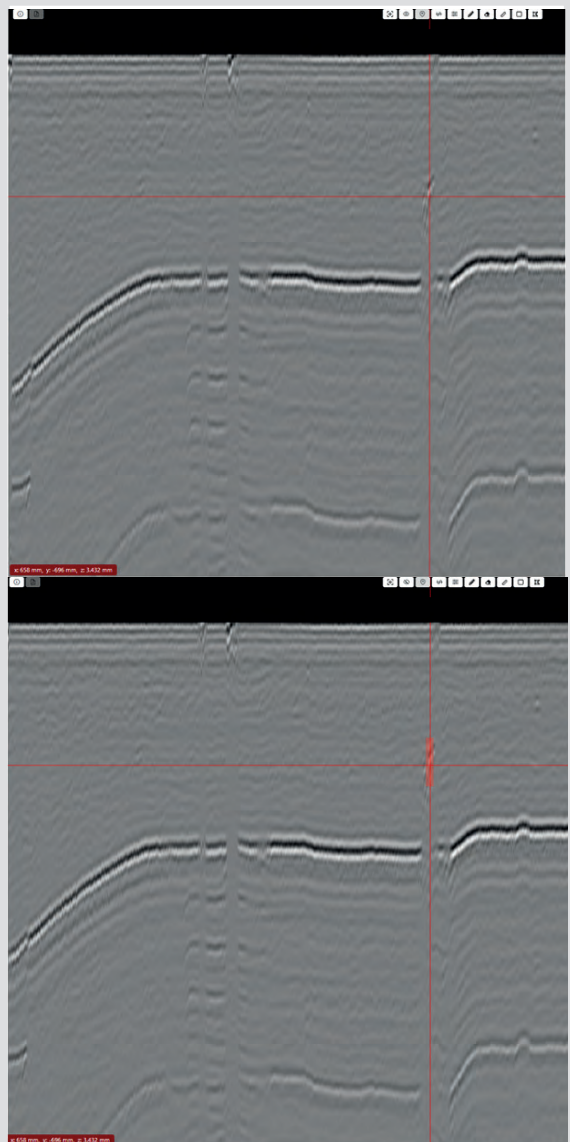


Figura 13. Bscan mostrando la detección automática por la IA de la zona de la Figura 11

El método de radiografía digital es cubierto por el programa IMAGINE y por el programa IMAGIA. Mediante enfoques diferentes, los programas buscan las variaciones, en las imágenes filtradas, de indicaciones de tipo grieta de fatiga, roturas en adhesivo, sellantes o pinturas. Todos ellos bastante similares en su interpretación.



Figura 14. Resultado de la detección de la IA de radiografía digital con IMA-GIA sobre una estructura mixta de aluminio y fibra de carbono en una deriva vertical con indicaciones en un sellado externo deteriorado que interfiere en las zonas de inspección

Ambos métodos han requerido un entrenamiento de los Modelos de Inteligencia Artificial con un conjunto limitado de imágenes o de adquisiciones con, por desgracia para el personal programador o afortunadamente para la gestión de flota, muy pocos defectos. El reentrenamiento de los módulos de las IAs permitirá mejorar las respuestas de las IAs en cada uno de los métodos e inspecciones. Recordemos que es necesario ajustar cada IA a cada estructura, pieza y método.

La utilización de las IA ha permitido una reducción de más del 50% del tiempo de inspección previo. Asimismo, ha permitido generar informes completos de forma automática, aunque vigilada y corregida por los inspectores cuando es requerido.

El uso de tecnologías conectadas, como IoT, puede llevar a tener un grado de exposición a riesgos de ciberseguridad que deben ser evaluados y analizados cuidadosamente. La integridad de los datos, así como del material aéreo que está siendo inspeccionado con medios robotizados, requieren confidencialidad y seguridad física.

8. Capacitación y habilidades

Posiblemente, el mayor reto de las nuevas tecnologías sea conseguir que todos los puntos anteriores puedan ser humanizados, asequibles y dominados por el personal inspector de los END. La operación y el mantenimiento de robots y sistemas digitales requieren personal altamente capacitado. El uso de herramientas digitales de visualización y extracción de datos, así como las herramientas de Inteligencia Artificial y su reentrenamiento requieren una formación específica y una gran motivación para el personal inspector. La inversión debe tener en cuenta el reentrenamiento y la capacitación continua del personal inspector.

Solo teniendo en cuenta el factor humano, unido a las nuevas herramientas, se podrá obtener unos resultados adecuados en cuanto a la calidad y el tiempo de inspección.

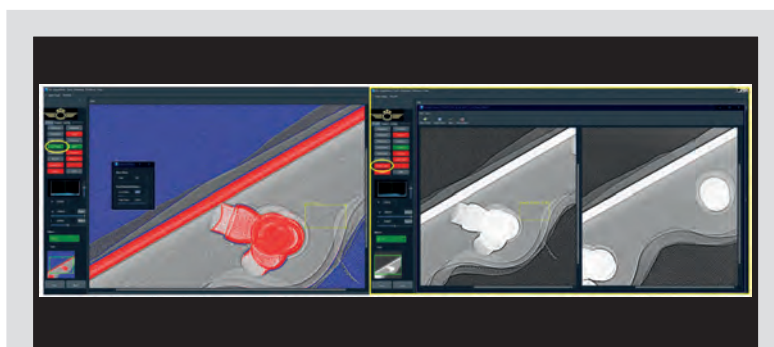


Figura 15. Resultado de la detección de la IA de radiografía digital con IMA-GIA sobre una estructura mixta de aluminio y fibra de carbono de una deriva vertical con indicaciones de tipo grieta de fatiga

7. Ciberseguridad y protección de datos

Como primer paso en la integración de los programas de control de los robots y de las IA, se ha optado por mantener aislados los sistemas de inspección robotizados, así como los datos obtenidos por los mismos.

9. Conclusiones

La digitalización está impulsando una nueva era en los END al integrar sensores avanzados, robotización, análisis de datos e inteligencia artificial. Esta convergencia tecnológica está redefiniendo la manera en que se recopilan, analizan y utilizan los datos de inspección, permitiendo rebajas en los tiempos de las inspecciones, así como en seguridad, eficiencia, calidad, sensibilidad, precisión y capacidad de mantenimiento de datos.

El futuro de los END está firmemente vinculado a estas innovaciones y desde el EA se sigue trabajando en nuevos conceptos como drones, androides o sistemas móviles que permitan ampliar los rangos de zonas de trabajo que requieren altos tiempos de preparación para un operador humano, pudiendo el inspector ser el gestor de los sistemas digitales y llevar a cabo la evaluación de datos, así como el reentrenamiento de las IAs.

El programa BACSI de Base Aérea Avanzada permite a cualquier ciudadano, centro tecnológico, escuela o universidad y empresa aunarse a estos nuevos proyectos.



SOLDADURA Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN

Servicios Altamente Cualificados
Highly Qualified Joint Technologies related Services

- SERVICIOS
SERVICES
- CERTIFICACIÓN
CERTIFICATION
- ASISTENCIA TÉCNICA
TECHNICAL ASSISTANCE

- FORMACIÓN
TRAINING
- I + D + i
R + D + INNOVATION
- PUBLICACIONES
PUBLICATIONS

www.cesol.es

C/ Condado de Treviño 2, local F-31 (entrada por Serrano Galvache)
28033 - MADRID
Tlf.: 914758307
Fax: 915005377



CESOL

LOS **END** SON LOS ANÁLISIS MÁS EXHAUSTIVOS **SIN DAÑAR SU MATERIAL**



MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org

Inspection starts here

Krautkrämer **75** YEARS

Waygate Technologies se asocia con SMART NDT

A partir de noviembre de 2024, SMART NDT será el distribuidor exclusivo y proveedor de servicios para nuestros Productos Estándar de Ultrasonidos Krautkrämer en España. Si bien nuestro enfoque está evolucionando, nuestro compromiso de ofrecer productos y servicios de alta calidad sigue siendo el mismo.

Sus contactos habituales de Waygate Technologies han pasado a SMART NDT y seguirán atendiendo sus necesidades.

Para todas las consultas de ventas, servicio y asistencia técnica relacionadas con los Productos de Ultrasonido Estándar, por favor contacte con SMART NDT:

- **Teléfono:** +34 919 612516
- **Email:** info@smartndt.es
service@smartndt.es
customercare@smartndt.es
- **Web:** www.smartndt.es

Estamos convencidos de que esta colaboración mejorará nuestra oferta de servicios y les brindará una experiencia más satisfactoria. ¡Estaremos encantados de ponernos en contacto con usted en esta nueva era!

waygate-tech.com

Más información en su web:



Waygate Technologies™
a Baker Hughes business

Certificación | Formación | Difusión

ASOCIACIÓN PROFESIONAL SIN ÁNIMO DE LUCRO CONSTITUIDA EN EL AÑO 1988



**Miembro
de pleno derecho de
la Federación Europea
de END (EFNDT) y del
Comité Internacional
de END (ICNDT)**

PRINCIPALES ACTIVIDADES

- **Certificación** del personal de END, a través de su organismo independiente CERTIAEND (acreditado por ENAC según EN ISO/IEC 17024 y UNE EN ISO 9712).
- **Formación** en END. Cursos permanentes en la sede y también a medida en las instalaciones del cliente.
- **Cualificación** del personal de Niveles 1, 2 y 3 que realiza END en el sector Aeroespacial, de acuerdo con UNE EN 4179, a través del centro de examen de la AEND, CECAEND.
- **Publicación** de manuales y textos de estudio.
- **Difusión** mediante su revista "AEND".
- **Organización** de eventos nacionales e internacionales.
- **Participación** en proyectos internacionales.
- **Normalización**, participando en los Comités Técnicos CTN 130 de AENOR, TC 138 del CEN y TC 135 de ISO.

SERVICIOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS



SGS

When you need to be sure

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS MEDIANTE ULTRASONIDOS AVANZADOS. ADECUACIÓN A LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN EN SERVICIO DE COMPONENTES EN PLANTAS PETROQUÍMICAS

Autor

Juan Alberto Torres y Jose Antonio Andrade, SGS

Introducción

Hasta hace pocos años, las inspecciones mediante ensayos no destructivos (END) en instalaciones industriales se limitaban al cumplimiento de normativas, empleando principalmente técnicas visuales o mediciones de espesores en áreas específicas. Esta práctica resultaba en una cantidad y calidad de información insuficientes, la cual no estaba integrada en la gestión del mantenimiento de la planta.

Actualmente, los principales programas de gestión de mantenimiento en la industria petroquímica se fundamentan en un conocimiento, detallado, del estado de los equipos y sistemas que conforman la planta. En este contexto, el uso de técnicas avanzadas de inspección END por ultrasonidos proporciona información fiable y precisa sobre los elementos inspeccionados.

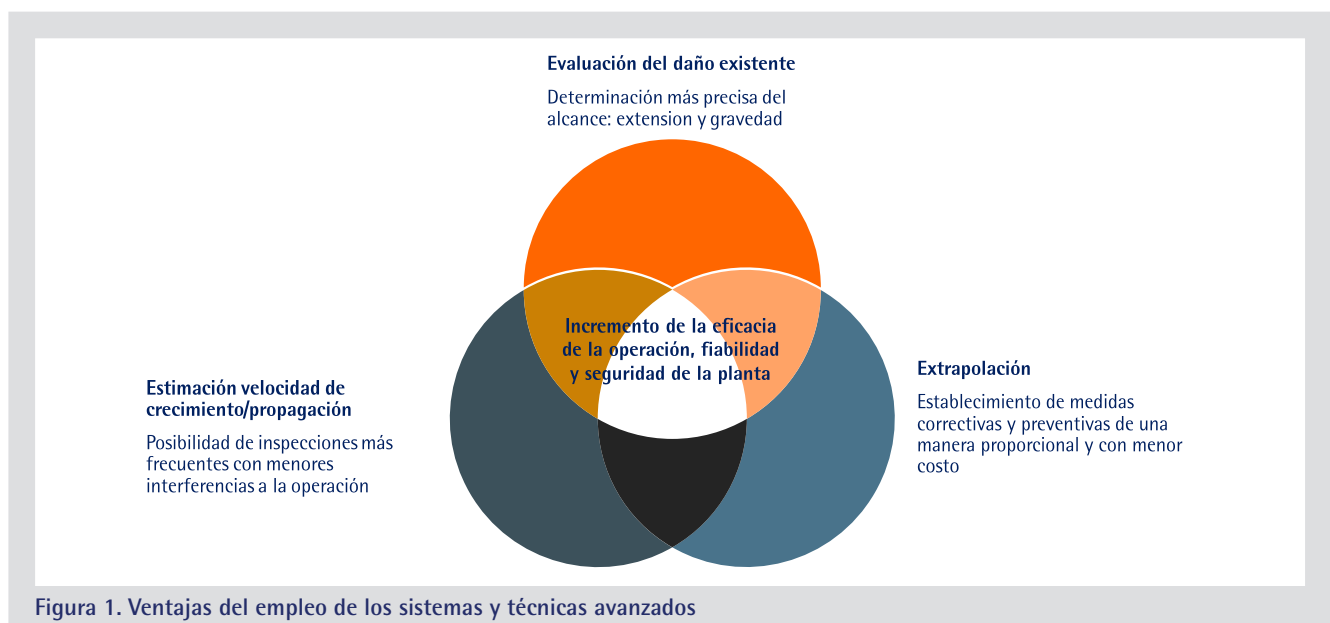
La implementación de estas técnicas ofrece información crucial sobre la evolución de los problemas, permitiendo no solo evaluar el daño existente, sino también:

- Estimar la velocidad de crecimiento del daño
- Extrapolar el momento de un posible fallo
- Establecer medidas correctivas y preventivas de manera proporcional y con un costo reducido

Adicionalmente, estas técnicas permiten, en ciertos casos, evaluar los elementos sin necesidad de interrumpir su funcionamiento normal.

1. Ventajas del empleo de los sistemas y técnicas avanzados

En la Figura 1 que se inserta a continuación, se indican, de forma esquemática, las ventajas del empleo de los sistemas y técnicas avanzadas.



La medición y el control de las indicaciones detectadas, junto con las medidas correctivas y preventivas derivadas de su análisis, permiten incrementar la eficacia operativa, la fiabilidad y la seguridad de la planta, al tiempo que se reducen los costos asociados a la renovación de las instalaciones.

Nuestra experiencia demuestra que la aplicación de técnicas ultrasónicas ha mejorado, significativamente, la probabilidad de detección (POD), la capacidad de dimensionado y la repetibilidad del ensayo. Además, en ciertos casos, estas técnicas permiten la inspección de elementos que anteriormente eran inaccesibles.

No obstante, es fundamental reconocer que el principal desafío al aplicar estas técnicas no radica, únicamente, en la capacidad para evaluar los registros obtenidos, sino en la calidad de dichos registros.

Por lo tanto, es vital establecer un proceso adecuado para la adquisición de datos. Una incorrecta adquisición de la información en el campo de los componentes inspeccionados, puede resultar en una disminución drástica de las ventajas anteriormente mencionadas.

2. Requisitos

Este proceso debe ser desarrollado, por lo tanto, por una organización que cuente con una serie de capacidades específicas. En la Figura 2 se muestran dichos requisitos necesarios.

3. Proceso de diseño

Si se tiene en cuenta la naturaleza de la organización que hemos descrito con anterioridad, es posible proponer una secuencia estandarizada con el fin de alcanzar el objetivo deseado durante la ejecución del proceso de inspección.

Esta secuencia incluye una serie de puntos clave a considerar:

3.1. Fase de análisis

En esta primera fase, se deben definir, entre otros aspectos, el objeto de la inspección, los mecanismos de fallo principales y asociados, los requisitos de funcionamiento y las condiciones de contorno.

3.2. Fase de establecimiento de medios

En función de los resultados obtenidos en la fase anterior, se determinarán todos los recursos técnicos necesarios, tanto humanos como equipos, así como

los ajustes requeridos para la correcta ejecución de la inspección.

3.3. Aplicación de la técnica

Una vez definidos y optimizados los recursos, estos deberán ser aplicados de manera adecuada al componente, asegurando un registro exhaustivo de los datos.

“Nuestra experiencia demuestra que la aplicación de técnicas ultrasónicas ha mejorado significativamente la probabilidad de detección (POD)”

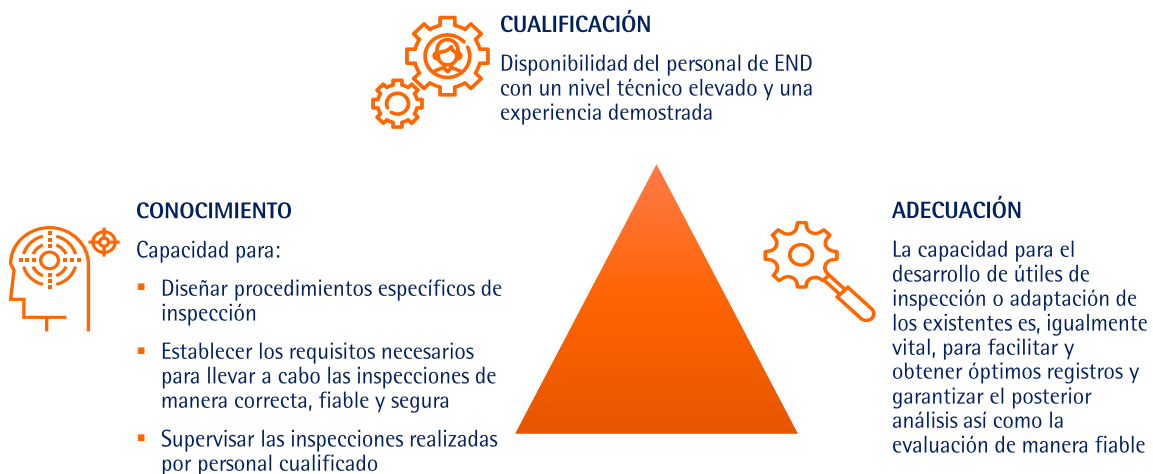


Figura 2. Requisitos necesarios



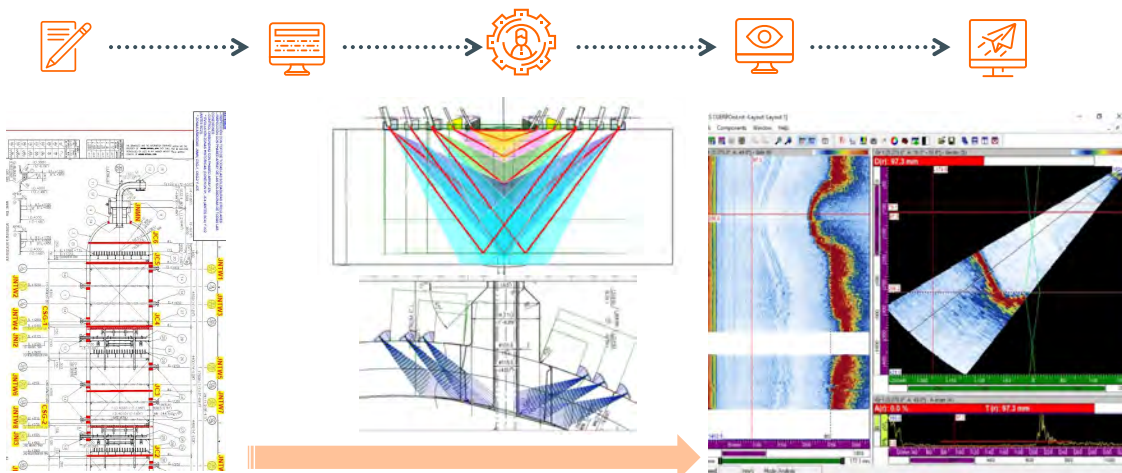
3.4. Evaluación y elaboración de informes

Finalmente, se procederá a evaluar los datos recolectados y a elaborar un informe que presente toda la información obtenida de la manera más clara y comprensible para el usuario final. Este informe debe ser útil y facilitar la integración de los datos en procesos de ingeniería forense, estudios de vida remanente, entre otros.

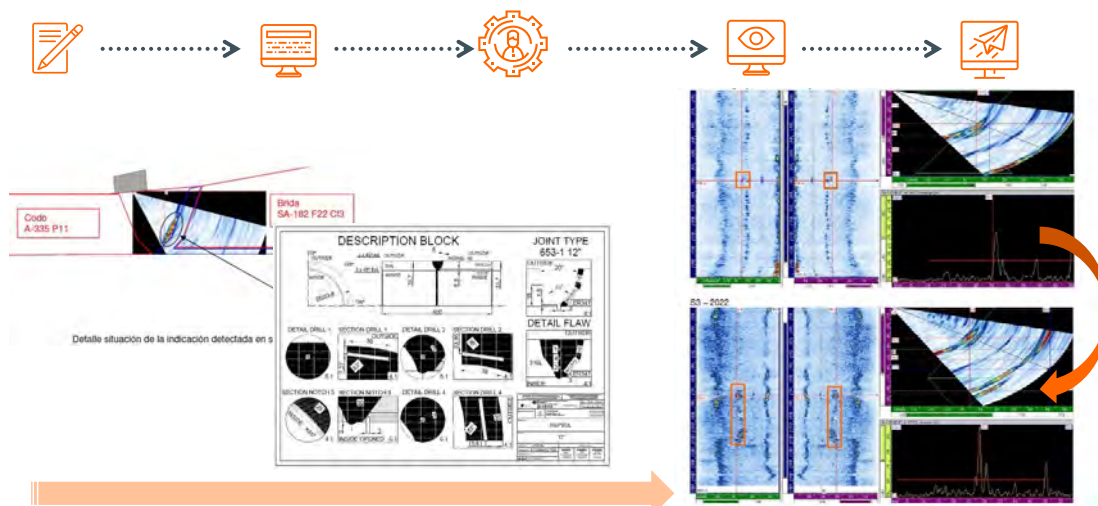
4. Aplicación del proceso a desarrollos específicos. Algunos casos de éxito

A continuación y, de manera muy esquemática, se presentan una serie de aplicaciones específicas que ilustran la metodología previamente descrita:

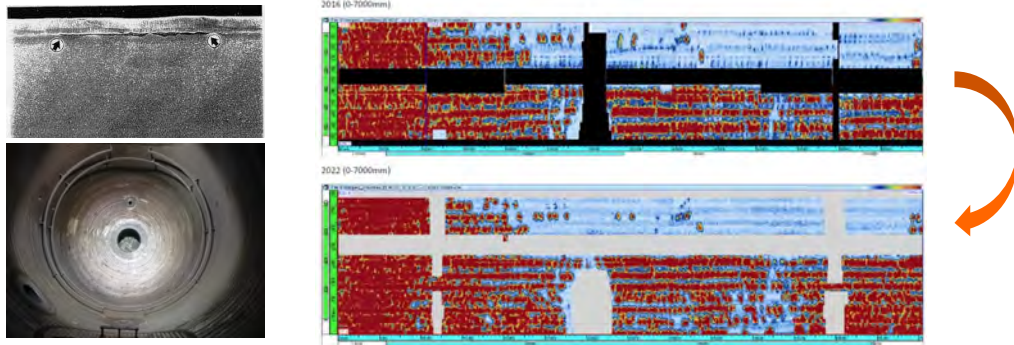
1. Detección de discontinuidades producidas en servicio por ataque de Hidrógeno a alta temperatura: soldaduras circulares, tubuladuras



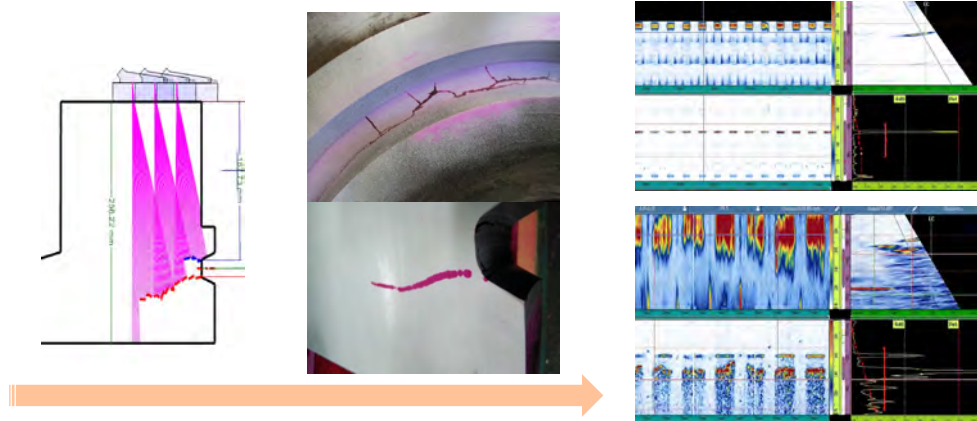
2. Inspección de soldaduras disimilares



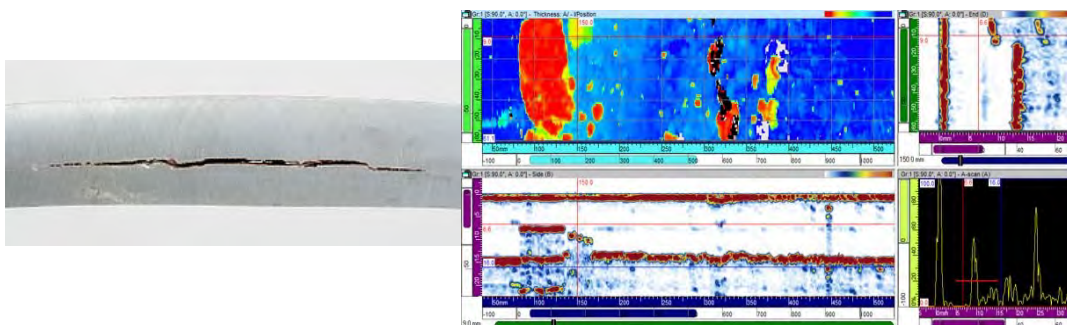
3. Detección y evaluación de la evolución de defectos tipo *disbonding*



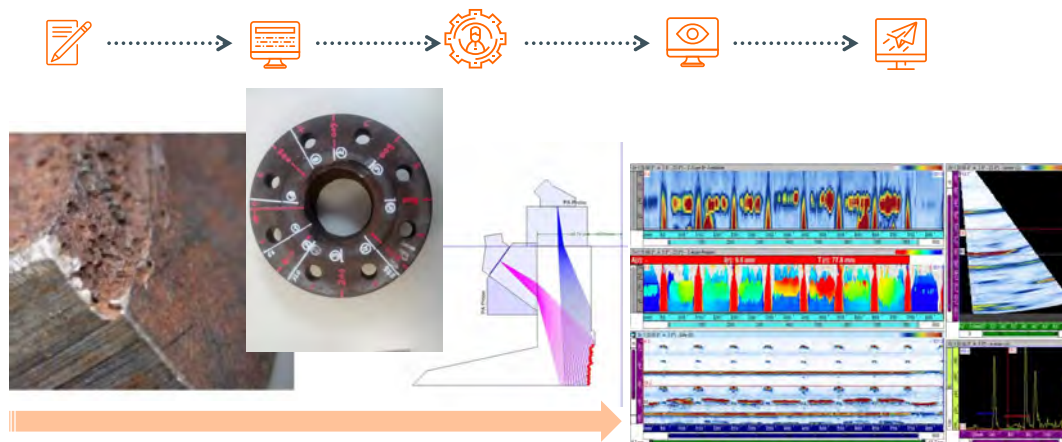
4. Detección de grietas en acoplamientos embridados de tipo RTJ



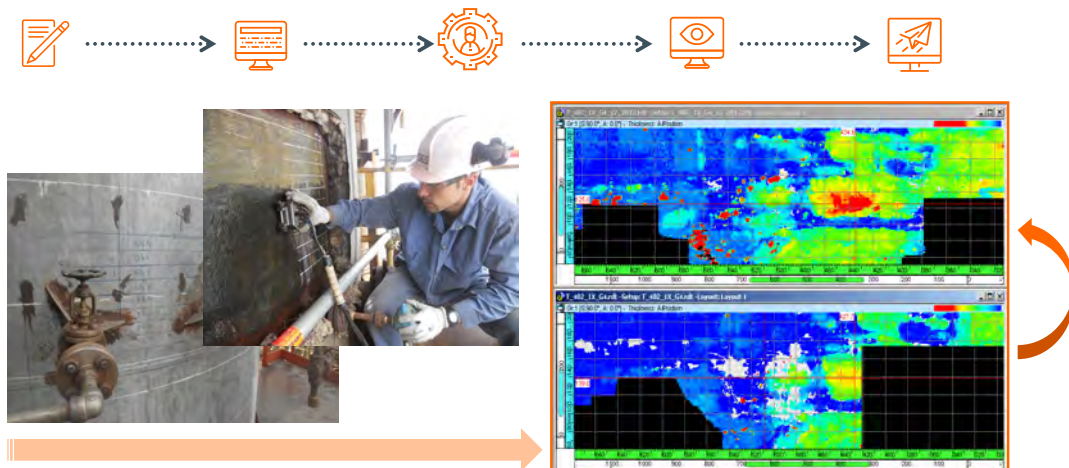
5. Detección de agrietamiento inducido por hidrógeno (HIC) en equipos



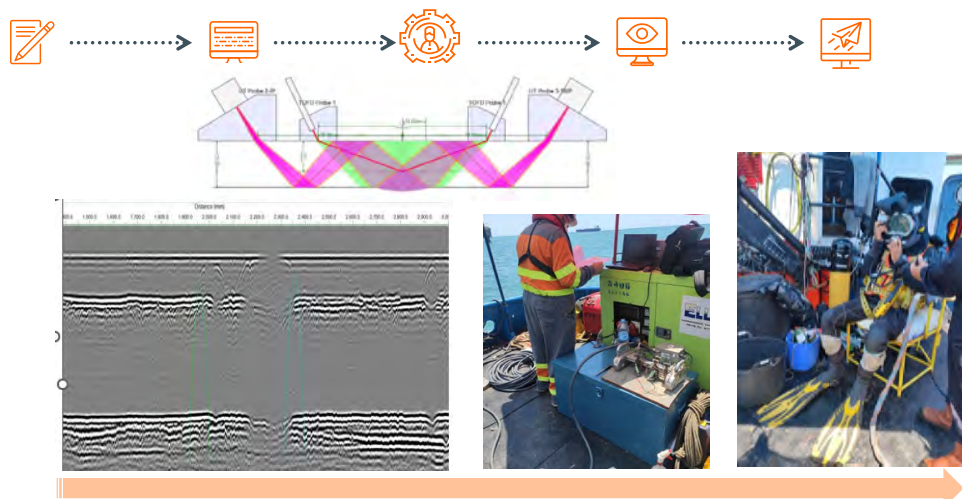
6. Detección de corrosión en acoplamientos embridados



7. Mapeados de corrosión en tuberías y equipos a presión



8. Inspección subacuática de soldaduras



5. Consideraciones y conclusiones

Considerando lo expuesto anteriormente, es fundamental evitar el error de descartar el uso de estas técnicas, evaluando, únicamente, el coste directo sin considerar el ahorro o la ventaja que pueden proporcionar a mediano y largo plazo. Esta visión podría llevarnos a abordar el problema con medios inadecuados, lo cual se manifiesta en los siguientes aspectos:

5.1. Cualificación y experiencia insuficientes

Además de la certificación en el método y la técnica, este tipo de ensayos requiere un entrenamiento específico y experiencia en el uso de las herramientas y procedimientos. Es esencial que se realice una supervisión en campo por personal debidamente cualificado.

5.2. Procedimientos y planes de inspección inadecuados

La utilización de un procedimiento genérico o uno diseñado para otra geometría o material puede resultar contraproducente, ya que no seríamos capaces de garantizar la cobertura total y el *Probability of Detection* (POD) adecuado para el tipo de indicación a evaluar.

5.3. Uso de equipos inadecuados o insuficientes

En muchos casos, es necesario contar con equipos costosos, diferentes tipos de palpadores y bloques de demostración/calibración para cada técnica empleada, así como el desarrollo de utillajes especiales que no estén disponibles en el mercado, según las técnicas a aplicar. Asimismo, el mayor costo de mantenimiento de los equipos en comparación con las técnicas convencionales—debido a múltiples conexiones, cableados y componentes—es un factor que debe considerarse.

5.4. Informes estandarizados

La utilización de informes "estándar" puede resultar engorrosa, poco útil y dificultar la integración en un programa de mantenimiento efectivo.

Por último, es fundamental destacar que, en el ámbito de los Ensayos No Destructivos (END), las técnicas ultrasónicas avanzadas están ganando cada vez más protagonismo en la industria. Sin embargo, existe el riesgo de que estas técnicas no se apliquen de manera adecuada o se utilicen de forma estándar en aplicaciones muy específicas. En gran medida, el objetivo de este artículo es concienciar sobre la importancia de una adecuada preparación del trabajo y la adaptación de los recursos a la especificidad del tipo de inspección requerida.



Diagrama del proceso



AEND

asociación española de ensayos no destructivos

NUEVAS PUBLICACIONES

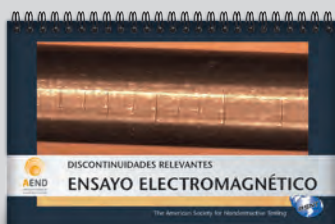
10% de descuento para socios de la AEND



37€



32€



32€



32€



32€



32€

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

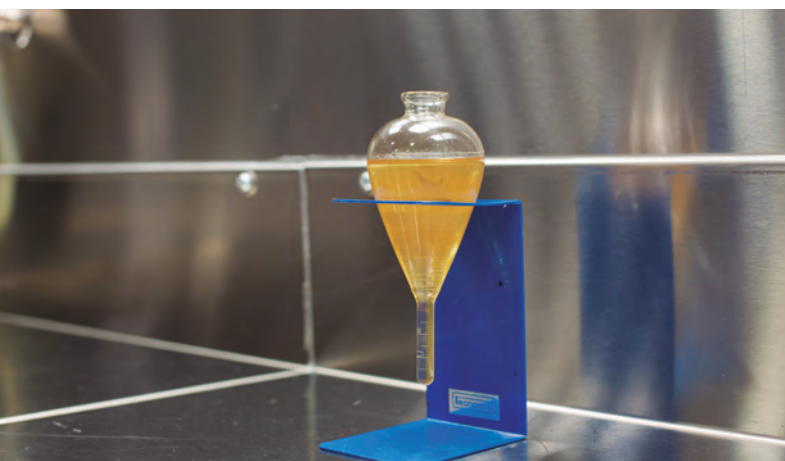
E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org

IVA no incluido

LABORATORIOS de la AEND

Ven a visitar nuestras Aulas y Laboratorios de Formación



MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org

TARIFAS de PUBLICIDAD

revista



2024*

Datos

Empresa / Persona de contacto:

Actividad:

Dirección:

Población:

Tfno.:

Fax:

E-mail:

C.I.F.:

C.P.:

Provincia:

Tarifas de anuncios y de noticias técnicas

Miembros AEND

Contraportada	709 €
Interior portada	625 €
Interior contraportada	550 €
Página interior	450 €

Anunciantes

Noticias técnicas de 1/2 pág.	150 €
Noticias técnicas de 1/4 pág.	100 €

** IVA 21% no incluido.

No Miembros AEND

Contraportada	780 €
Interior portada	680 €
Interior contraportada	600 €
Página interior	500 €

No Anunciantes

Noticias técnicas de 1/2 pág.	300 €
Noticias técnicas de 1/4 pág.	200 €

⁽¹⁾ Deseo la inserción de mi anuncio para el n° _____ que se publicará en el mes de _____ de 2025 para lo que les hago entrega del anuncio en formato digital, con prueba de color, indicando el espacio que deseo reservar:

Medidas página color: A4 (210 x 297 mm).

Las páginas con fondos o fotos a margen de la misma deben llevar sangre de 5 mm por todos los lados, cruces de recorte y en formato de color cmyk.

Ruego que la factura por n° aparecido (adjuntando prueba de inserción), y en la fecha que le corresponda sea con cargo a ⁽²⁾:

(Con la factura le adjuntaremos el n° correspondiente, donde aparezca su anuncio.)

Nota: El anuncio (marcar según proceda):

- ☐ Lo enviamos por mensajero a portes debidos, a:
AEND. Revista "AEND" (C/ Bocángel, 28 - 2º izda. 28028 Madrid)
- ☐ Rogamos lo recojan en: _____
- ☐ Lo enviamos por correo electrónico en alta resolución a: informacion@aend.org

⁽¹⁾ Si se contrata los cuatro números del año, la inserción del correspondiente al 4º trimestre será sin cargo, a condición de que, previamente, se hayan abonado las facturas correspondientes a las 3 anteriores.

⁽²⁾ La publicación de un anuncio implica el abono del correspondiente al n° anterior.

(*) Las tarifas correspondientes a 2025 están pendientes de aprobación por la Asamblea General.

Le informamos que sus Datos Personales recabados serán tratados por la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (AEND), como Responsable del Tratamiento, para la gestión administrativa de los socios, así como para enviarle información sobre productos y servicios de AEND, siempre con su consentimiento previo. La base legal para el tratamiento de sus datos es la prestación de los servicios de la AEND a sus socios y el desarrollo de una relación de carácter asociativo. Los datos proporcionados se conservarán mientras se mantenga la relación con el socio y, posteriormente, durante el tiempo necesario para cumplir con las obligaciones legales. Los datos no se cederán a terceros, salvo en los casos que exista un imperativo legal. Usted podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación al tratamiento y oposición dirigiéndose a AEND, Calle Bocángel, 28, 2º Izquierda, 28028 Madrid, o por email a datos@aend.org, adjuntando copia de su DNI o documento identificativo equivalente. Mas información en: <https://www.aend.org/Política-privacidad>

Autorizo el envío de información comercial sobre productos o servicios de AEND. ☐



AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.
28028 Madrid

Tfno.: 913 612 585

Fax: 913 614 761

E-mail: informacion@aend.org

www.aend.org

ADVERTISING PRICE LIST

magazine



20 24*

Invoice Data

Company / Full Name:

Activity:

Address:

City:

Phone No.:

Fax No.:

E-mail:

VAT No.:

Postal Code:

Province / State:

Advertising and technical news publishing price list

AEND Members

Back Cover	709 €
Inner Cover	625 €
Inner Back Cover	550 €
Page	450 €

Advertisers

Technical News 1/2 page	150 €
Technical News 1/4 page	100 €

*21% VAT not included.

No Miembros AEND

Back Cover	780 €
Inner Cover	680 €
Inner Back Cover	600 €
Page	500 €

No Anunciantes

Technical News 1/2 page	300 €
Technical News 1/4 page	200 €

(1) I wish my add to be included on issue no. _____ which will be published in the month of _____, 2025. To this effect, I am forwarding you a copy in digital form, already colour proved. I wish to book the following space:

Colour page size: A4 (210 x 297 mm).

Pages with backgrounds and borderless printing pictures must have a 5 mm-bleed layout on all sides, carry crop marks and be set in cmyk colour format.

Please issue the invoice for adds published on each issue no. (enclose en insertion proof copy) on the corresponding date to (2): _____

(Together with the invoice, you will receive a copy of the issue where your ad was published).

Note: The add in JPEG high resolution file (mark as suitable):

☐ Will be couriered COD to:

AEND. Revista "END" (C/ Bocángel, 28 - 2º izda. 28028 Madrid - SPAIN)

☐ Will be e.mailed to: informacion@aend.org

(1) If the advertising for the 4 issues in the year is hired, the ad corresponding to the 4th term will be free of charge, provided the payment of the 3 preceding invoices has been received.

(2) Publishing an advert implies payment of the invoices corresponding to previous ads.

(*) 2025 price list pending for approval in the next General Assembly.

We inform you that the personal data collect will be treated by ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (AEND), as the Data Controller, for administrative management of its members, as well as, to send you information about AEND products and services, having received your prior consent. The legal base for control of your data is providing AEND services to its members and developing and keeping an associative relation. The data provided will be kept while there exists a relation with the member and, after that for the time span required to comply with any legal obligations. The data will not be forwarded to third parties except for those cases in which there is a legal obligation. You have the right to access your data, modify them and request their deletion contacting AEND, Calle Bocángel, 28, 2º Izquierda, 28028 Madrid, by email datos@aend.org, enclosing a copy of your ID. For further information, go to: <https://www.aend.org/Política-privacidad>

I authorise AEND to send me commercial information about its products and services. ☐



AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.
28028 Madrid (SPAIN)

Phone No.: +34 913 612 585

Fax No.: +34 913 614 761

E.mailed: informacion@aend.org

www.aend.org

Hoja de Inscripción como miembro 2024*



Datos

Entidad / Nombre de la Persona:

Actividad:

C.I.F. / N.I.F.:

Dirección:

Población:

C.P.:

Provincia:

Tfno.:

E-mail:

Deseo inscribirme como Miembro (Colectivo de Número o Asociado)

en la AEND.

Dirigir la correspondencia e información a:

Población:

C.P.:

Provincia:

Cuotas Asociados

Miembro Colectivo de más de 500 empleados

348 €/anual

Miembro Colectivo de hasta 500 empleados

243 €/anual

Miembro de Número

40 €/anual

Miembro Asociado (estudiantes y jubilados)

8 €/anual

Domiciliación Bancaria

Banco / Caja:

Agencia N°:

Calle / Plaza:

N°:

Población:

C.P.:

Cuenta Corriente / N° IBAN:

/

/

/

Titular de la Cuenta:

Muy Sres. míos / nuestros:

Sírvase tomar nota que al recibo de la presente y hasta nuevo aviso, deberán cargar en mi Cuenta / Libreta indicada, los recibos que le sean presentados para su cobro por ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

Atentamente,

(*) Las cuotas correspondientes a 2025 están pendientes de aprobación por la Asamblea General.

Le informamos que sus Datos Personales recabados serán tratados por la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (AEND), como Responsable del Tratamiento, para la gestión administrativa de los socios, así como para enviarle información sobre productos y servicios de AEND, siempre con su consentimiento previo. La base legal para el tratamiento de sus datos es la prestación de los servicios de la AEND a sus socios y el desarrollo de una relación de carácter asociativo. Los datos proporcionados se conservarán mientras se mantenga la relación con el socio y, posteriormente, durante el tiempo necesario para cumplir con las obligaciones legales. Los datos no se cederán a terceros, salvo en los casos que exista un imperativo legal. Usted podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación al tratamiento y oposición dirigiéndose a AEND, Calle Bocángel, 28, 2º Izquierda, 28028 Madrid, o por email a datos@aend.org, adjuntando copia de su DNI o documento identificativo equivalente. Mas información en: <https://www.aend.org/Política-privacidad>

Autorizo el envío de información comercial sobre productos o servicios de AEND. ☐

AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.

28028 Madrid

Tfno.: 913 612 585

Fax: 913 614 761

E-mail: informacion@aend.org

www.aend.org

Membership 2024*

Registration Form



Invoice Data

Company / Full name:

Activity:

VAT No.:

Address:

City:

Postal Code:

Province / State / Country:

Phone No.:

Fax No.:

E-mail:

I wish to register as a (Collective, Full Individual, Associate)

Member at the AEND.

Please, send all the correspondence and information to:

City:

Postal Code:

Province / State / Country:

Membership Fees

Collective Member of over 500 employees

348 €/yearly

Collective Member of up to 500 employees

243 €/yearly

Full Individual Member

40 €/yearly

Associate Member (students and retired professionals)

8 €/yearly

Bank Debit Order

Bank:

Office No.:

Address:

City:

Postal Code:

Province / State / Country:

SWIFT / IBAN:

Account holder:

Dear Sirs:

Please take note that on reception of this document and until further notice, invoices issued by the Spanish Society for Non-destructive Testing should be charged to this account.

Yours faithfully,

(*) 2025 dues pending for approval in the next General Assembly.

AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.

28028 Madrid (SPAIN)

Phone No.: +34 913 612 585

Fax No.: +34 913 614 761

E.mailed: informacion@aend.org

www.aend.org

We inform you that the personal data collect will be treated by ASOCIACION ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (AEND), as the Data Controller, for administrative management of its members, as well as, to send you information about AEND products and services, having received your prior consent. The legal base for control of your data is providing AEND services to its members and developing and keeping an associative relation. The data provided will be kept while there exists a relation with the member and, after that for the time span required to comply with any legal obligations. The data will not be forwarded to third parties except for those cases in which there is a legal obligation. You have the right to access your data, modify them and request their deletion contacting AEND, Calle Bocángel, 28, 2º Izquierda, 28028 Madrid, by email datos@aend.org, enclosing a copy of your ID. For further information, go to: <https://www.aend.org/Politica-privacidad>

I authorise AEND to send me commercial information about its products and services. ☐



El valor de la **CERTIFICACIÓN**



ENAC
Entidad Nacional de Acreditación

Otorga la presente
ACREDITACION
a la entidad técnica

Asociación Española de Ensayos No Destructivos
Órgano de Certificación (CERTIAEND)
Según criterios recogidos en la norma EN 45013: 1989 (UNE 66513:1991),
para CERTIFICACIÓN de:

Personas

conforme a los documentos definidos en el Anexo Técnico adjunto.
Acreditación n.º: **01/C-PE001**
Fecha de entrada en vigor: **23/12/97**

La acreditación mantiene su vigencia hasta notificación en contra.
En Madrid, a 14 de abril de 2000

El Presidente

[Signature]
D. Antonio Muñoz Muñoz

Este documento es una copia correspondiente, cuyo número coincide con el del original registrado por ENAC en caso necesario.
El documento original y su validez al de fecha 23/12/97

EF European Federation for
Non-Destructive
NDT

Multilateral Agreement on Recognition of Certification
Certificate of Registration
Asociación Española de Ensayos no Destructivos
Órgano de Certificación (CERTIAEND)

has satisfied all of the qualification criteria of the EFNDT Multilateral Agreement for Recognition of NDT Personnel Certification Schemes, and has been accepted for recognition and registration within the terms of the Multilateral Recognition Agreement (MRA).

The Certification Body may therefore announce that holders of its certificates gained under these arrangements are certified by a scheme which is recognised by the European Federation for NDT as meeting the requirements of the European Standards and Technical Documents referenced in the schedule of accredited scope issued by the accreditor.

A copy of the MRA, including a list of the signatories and a schedule of those certification bodies registered as satisfying the criteria for recognition, is available from all organisations which are signatory to the Agreement.

Signed for the EFNDT

[Signature]

Secretary, EFNDT WGC

Initial registration date: June 1997
Issue date: 13th May 2003
Valid until: 22 December 2005

MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org



CETA X

INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS AUTOMATIZADA DE PAREDES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA DETECTAR LA DEGRADACIÓN POR CORROSIÓN.



SPOTCRAFT

EVALUACIÓN POR ULTRASONIDOS AUTOMÁTICA DE PUNTOS DE SOLDADURA, MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA Y VISION ARTIFICIAL EN LINEAS DE PRODUCCIÓN (ROBOT) Y MANUAL



TRITON 10

SISTEMAS DE INSPECCIÓN POR ULTRASONÍCOS AUTOMÁTICOS TIPO TANQUE DE INMERSIÓN, GANTRY O ROBOTIZADOS



- ULTRASONIDOS
- CORRIENTES INDUCIDAS
- LÍQUIDOS PENETRANTES
- PARTÍCULAS MAGNÉTICAS
- RADIOGRAFÍA DIGITAL
- INSPECCIÓN VISUAL



REALIZAMOS CALIBRACIONES Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS, NORMAS

AITM6-0013

AITM6-0016

ISO EN 22232



LINTERNA DE LUZ UV
LUMATORCH 2



WAVE

RAYTRACING EN TIEMPO REAL, SUPERPOSICIÓN EN TIEMPO REAL DEL A-SCAN DE LA INSPECCIÓN SOBRE LA GEOMETRÍA DE LA PIEZA



BANCADAS MAGNÉTICAS AJUSTABLES A CUALQUIER REQUERIMIENTO TÉCNICO



CORRIENTES INDUCIDAS
WELDCHECK 3



DIGITALIZADORA DE RADIOGRAFÍA
KOWOSCAN



MEDIDORES DE ESPESORES
SERIE ZX

SÍGUENOS EN



Tel: 91 796 14 18

Consultas: comercial@tecnitest.com

Control de Calidad Industrial

**Soluciones
Globales**

**Ensayos
No
Destructivos**

c•met
yxlon



KUBTEC
S C I E N T I F I C



NOVO
Digital Radiography

c•met
x-ray

Radiografía digital
Rayos-X
Control de semillas
Corrientes inducidas
Dureza
Líquidos penetrante
Partículas magnéticas



900 810 061



izasa@izasascientific.com

**Izasa
Scientific**
by Palex