

Félix C. Gómez de León
Antonio González Carpena

TEMA 08. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

Curso de Resistencia de
Materiales y cálculo de
estructuras.



Índice.

- Introducción a los END.
- Presentación de los seis métodos más comunes de END.
- Ejemplos.

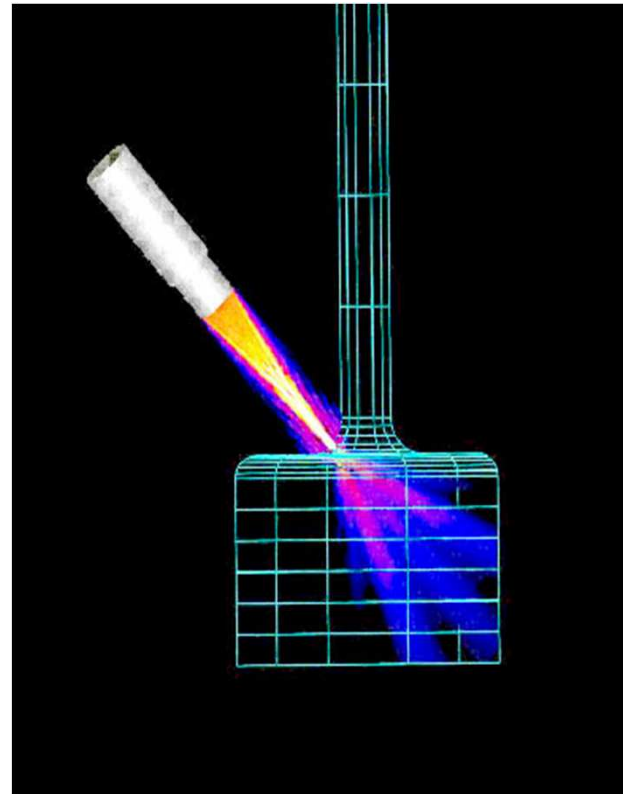
Definición de END.

El uso de técnicas no invasivas para descubrir, localizar y evaluar los defectos en la superficie o en el interior de un material.

o

Medir cuantitativamente alguna característica de un objeto.

p.e. Inspeccionar o medir sin necesidad de dañar la pieza.





Métodos de END

Visual

Termografía

Acústica

Microondas

Rayos-X

Partículas Magnéticas

Emisión Acústica

Microscopía

Líquidos Penetrantes

Ultrasonidos

Prototipado

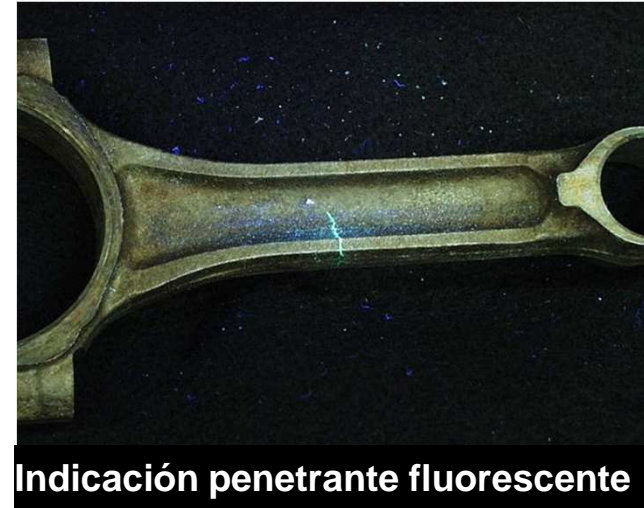
Dispersión de flujo

Interferometría Laser

Corrientes Inducidas

Aplicaciones de los END.

- Detección y Evaluación de Grietas.
- Detección de fugas.
- Localización de componentes.
- Medición de dimensiones.
- Determinación de estructuras y microestructuras.
- Estimación de propiedades físicas y mecánicas.
- Comportamiento dinámico.
- Selección de materiales y determinación de la composición química.



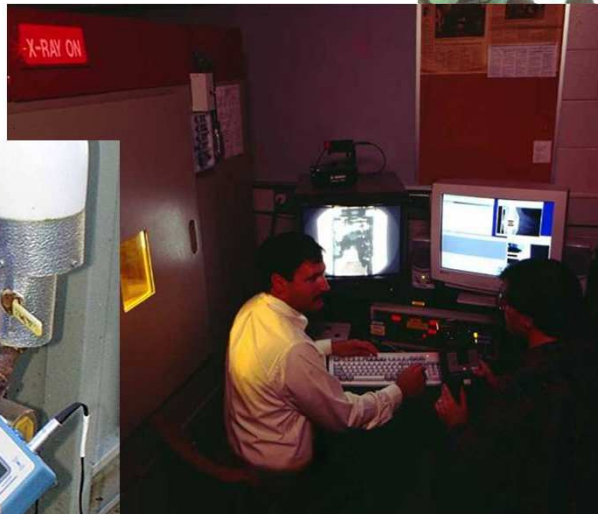


Justificación de los ensayos de Materiales.

- Análisis y mejora del diseño de elementos mecánicos.
- Inspecciones de mantenimiento preventivo.
- Recepción y puesta en marcha de nuevos equipos o instalaciones.
- Controles de calidad de materiales.
- Determinación de las causas de un fallo.
- Comprobación del resultado de los tratamientos térmicos.
- Desarrollo de nuevos materiales.

Métodos más comunes de END.

- Inspección Visual
- Líquidos Penetrantes
- Partículas Magnéticas
- Ultrasonidos.
- Corrientes Inducidas
- Rayos X



Inspección Visual.



Es el más básico de los métodos de inspección.

Como herramientas utiliza endoscopios, lupas, espejos.

Unidad de inspección video portátil con zoom que permite la inspección de depósitos, cisternas, alcantarillas.

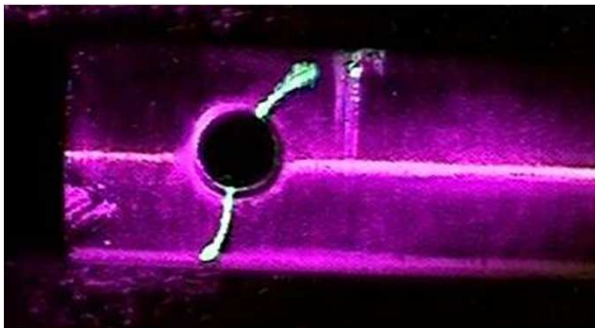


Las cámaras robotizadas permiten la observación en lugares estrechos o peligrosos como conductos de aire acondicionado, reactores, tuberías, etc.



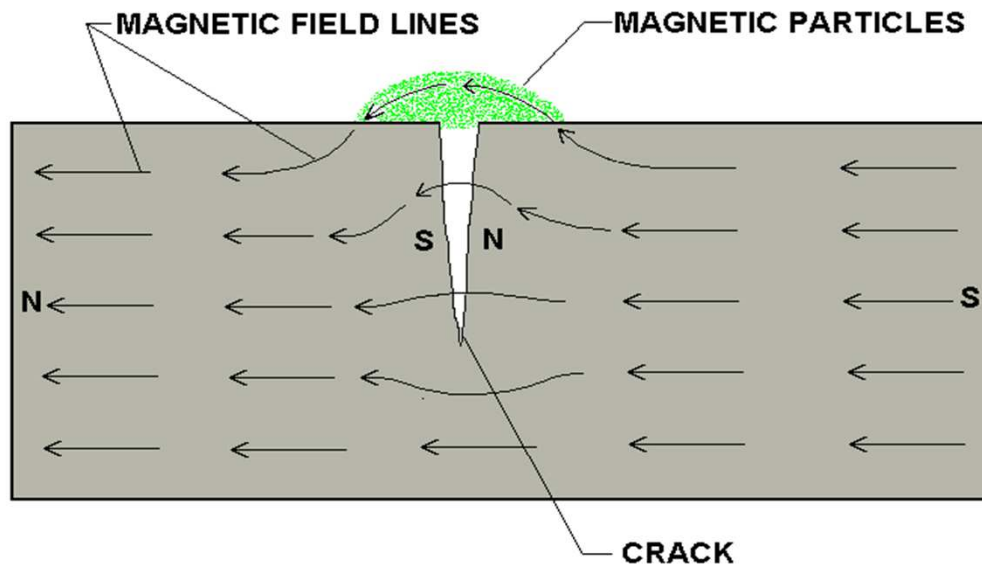
Inspección por Líquidos Penetrantes

- Aplicamos a la superficie de la pieza un líquido con facilidad de penetración por capilaridad y se espera un tiempo para que penetre en los defectos
- Se elimina el exceso de líquido de la superficie de la pieza.
- Se aplica un revelador que extrae el penetrante del defecto y forma una marca visible sobre la superficie de la pieza.
- La inspección visual es el último paso del proceso. Cuando el penetrante está formado por partículas fluorescentes la inspección se realiza bajo luz ultravioleta, lo que mejora la sensibilidad.

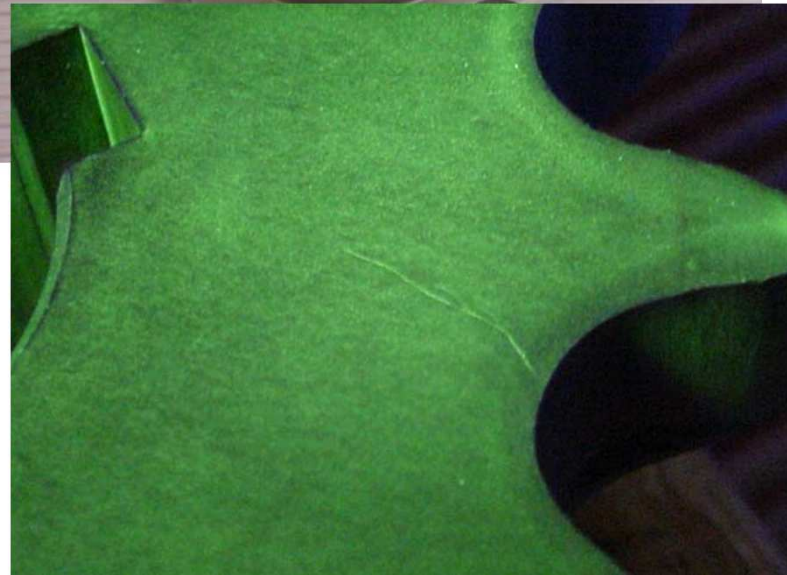
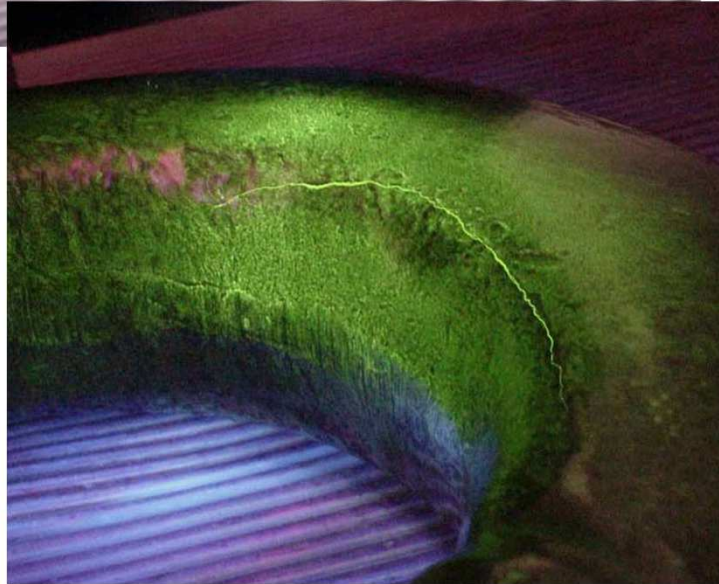


Inspección por Partículas Magnéticas.

Se magnetiza la pieza. Se le aplica unas finas partículas de hierro cubiertas de un pigmento fluorescente. Estas partículas son atraídas por el campo magnético, acumulándose sobre la discontinuidad formando una indicación. Esta indicación puede ser visualizada y detectada bajo ciertas condiciones de luz.

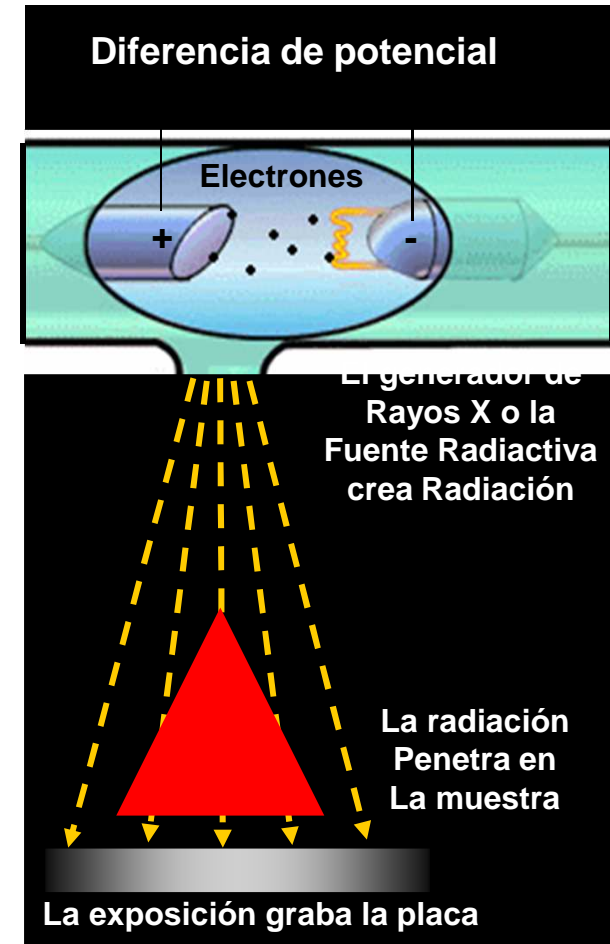
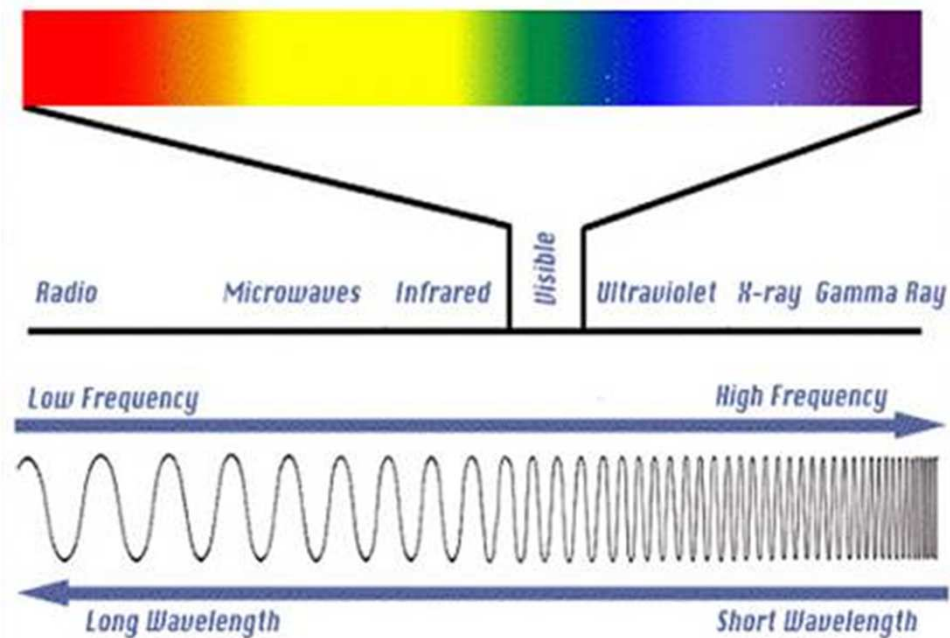


Grietas Indicadas por Partículas Magnéticas.



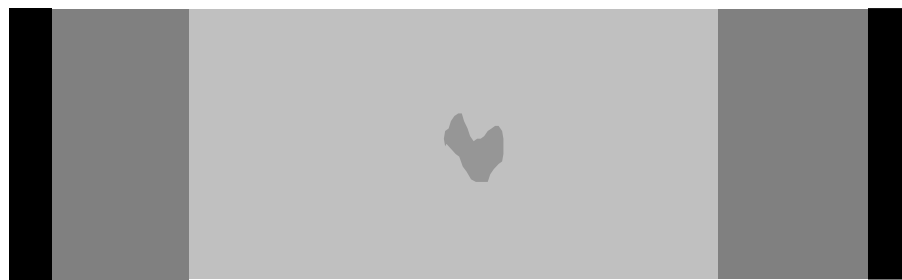
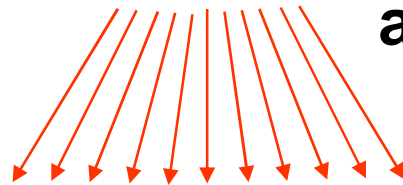
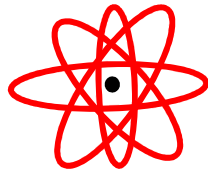
Rayos X.

La radiación usada en Rayos X es una versión de alta frecuencia (baja longitud de onda) de las ondas electromagnéticas que forman el espectro de la luz visible. La radiación puede provenir de un generador de Rayos X o de una fuente radioactiva.



Radiografías.

La pieza se sitúa entre la fuente de radiación y un trozo de película. La pieza absorberá parte de la radiación. Las zonas más gruesas y densas absorberán más radiación



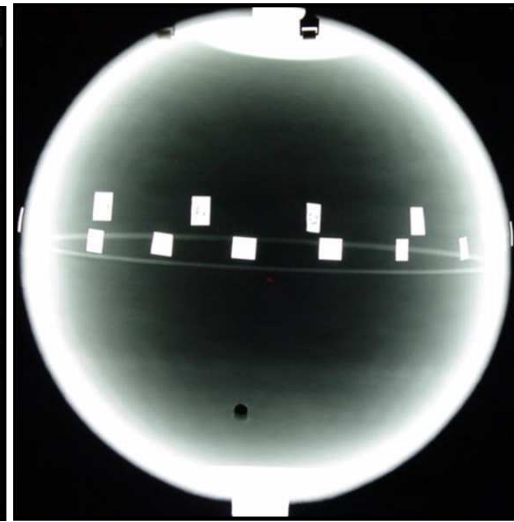
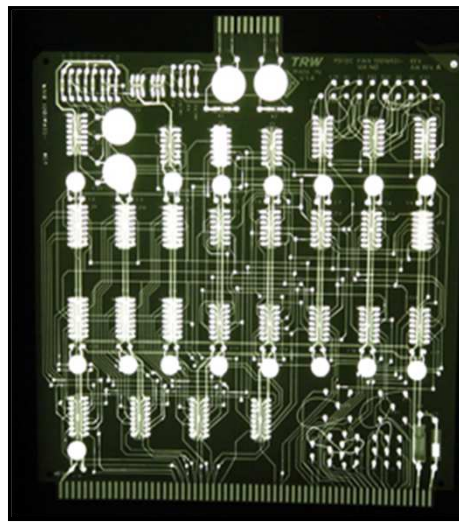
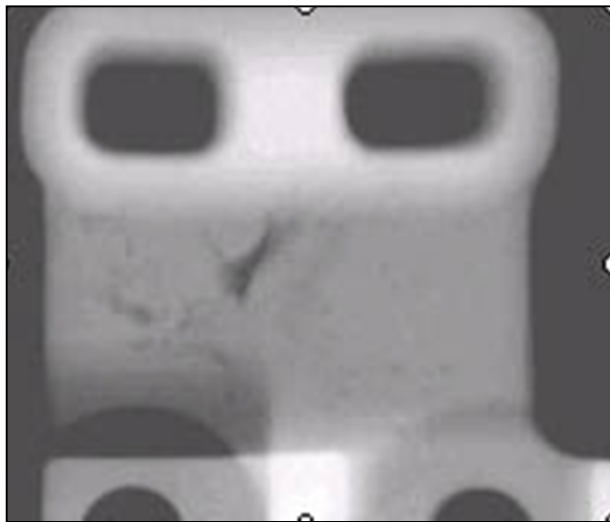
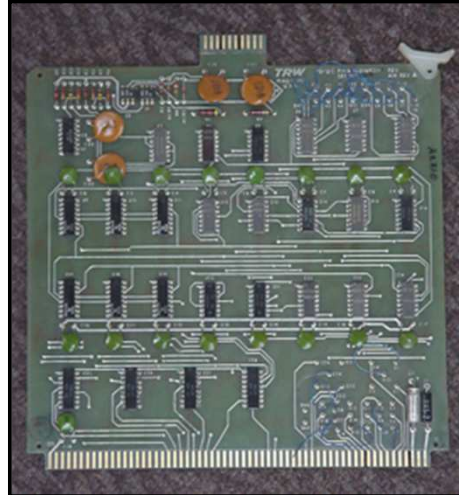
Vista superior de la película

El oscurecimiento de la película (densidad) variará con la cantidad de radiación que incida sobre ella una vez atravesada la pieza

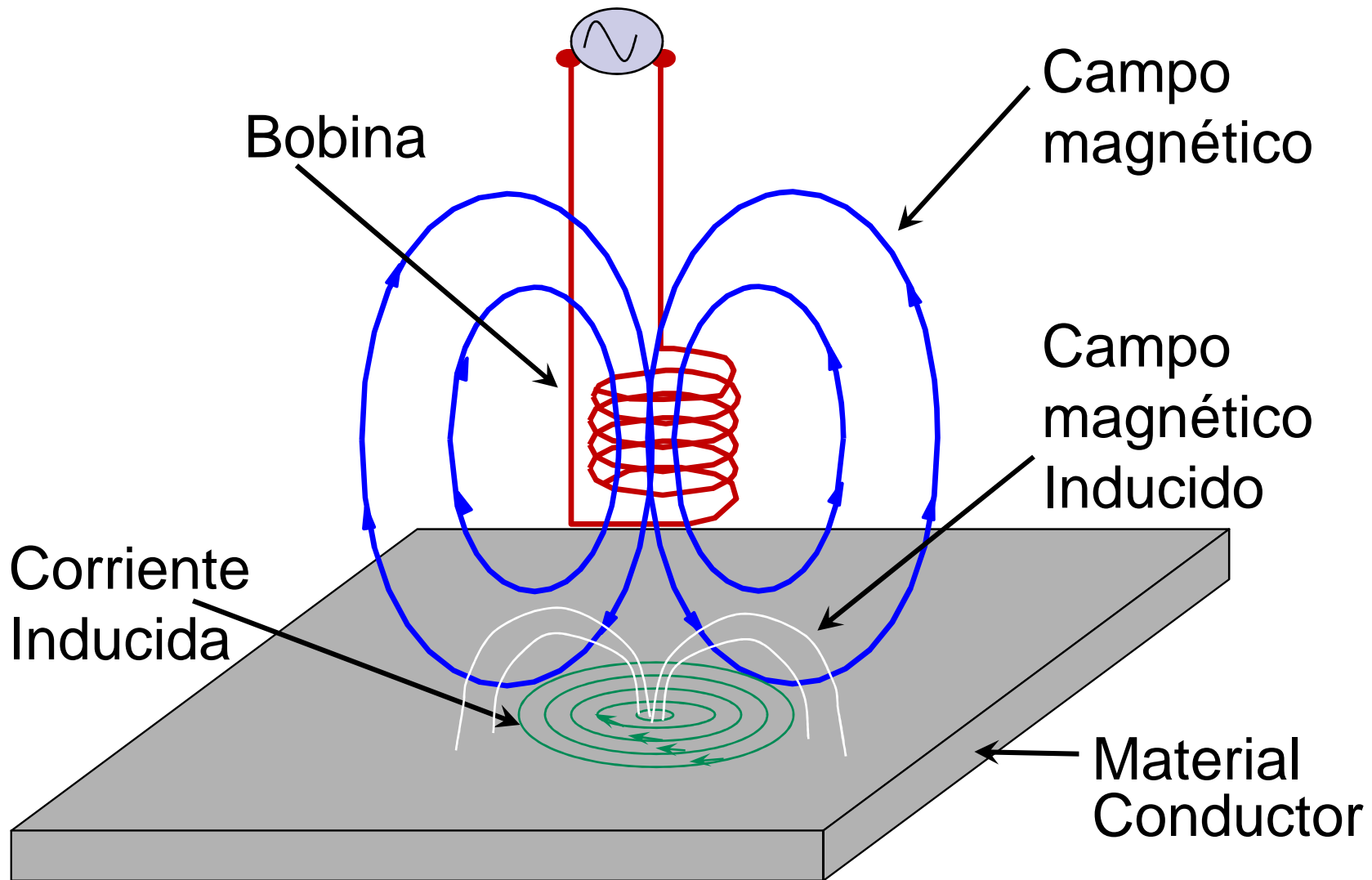
 = menos expos.

 = más expos.

Imágenes Radiográficas.



Inspección por Corrientes Inducidas.



Inspección por Corrientes Inducidas.

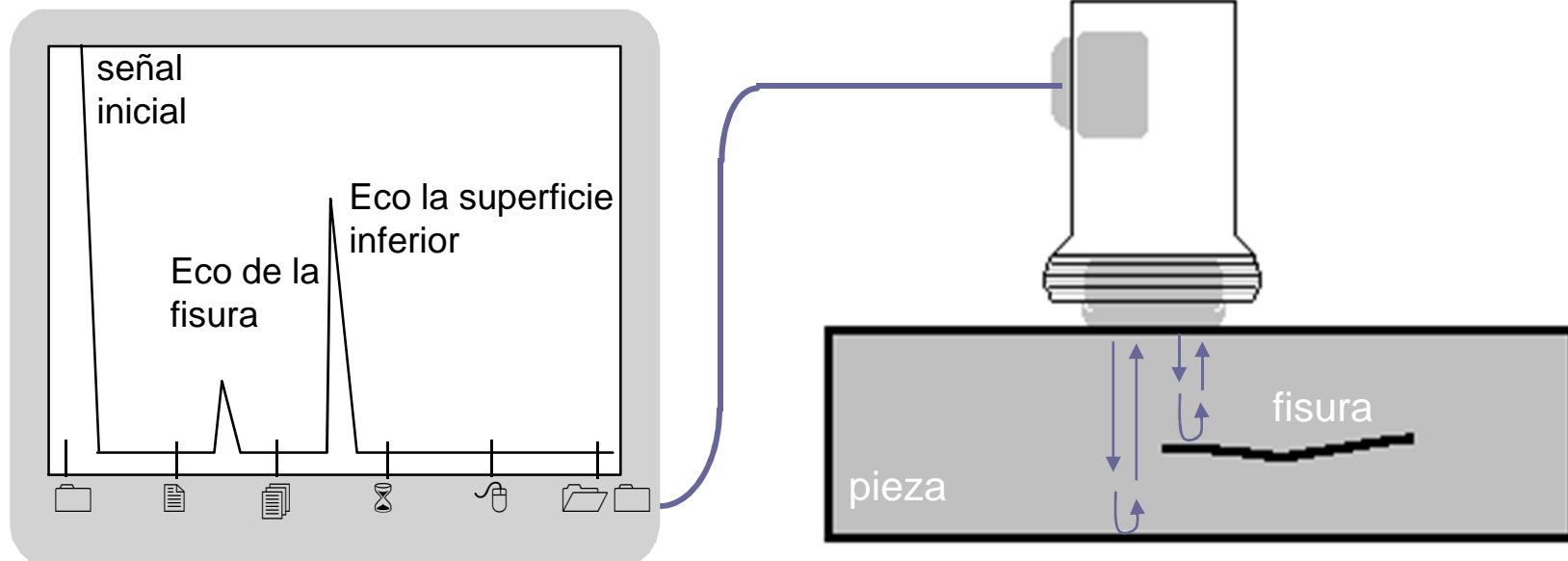
El método de las C.I. se emplea principalmente para detectar grietas superficiales aunque también se puede usar para medir la conductividad eléctrica de un material y para medir espesores de recubrimientos. En la imagen vemos el escaneado de la superficie de una probeta en busca de grietas.



Inspección por ultrasonidos

Ondas de alta frecuencia se introducen en el material y son reflejadas por superficies o defectos.

La energía sonora reflejada se representa en función del tiempo y el inspector puede visualizar la sección de la pieza mostrando la profundidad de las anomalías que refleja el sonido.



Osciloscopio, o
pantalla del detector

Imagen ultrasónica.

Se pueden conseguir imágenes con gran resolución, analizando la señal reflejada con un ordenador conectado al sistema de escaneado.



Imagen producida usando el sonido reflejado desde la cara frontal de la moneda.



Imagen producida usando el sonido reflejado por la cara inferior de la moneda (inspeccionada desde la "cara")



Ejemplos de Aplicación.

- Controles de calidad de materiales.
- Análisis y mejora del diseño de elementos mecánicos.
- Determinación de las causas de fallo.

Controles de calidad de materiales.

- Forja.
- Fundición.
- Extrusión.
- etc.



Análisis y mejora del diseño de elementos mecánicos.

- Mecanizado.
- Soldadura.
- Esmerilado.
- Trat. Térmico.
- Trat. superficial
- etc.



Determinación de las causas de fallo.

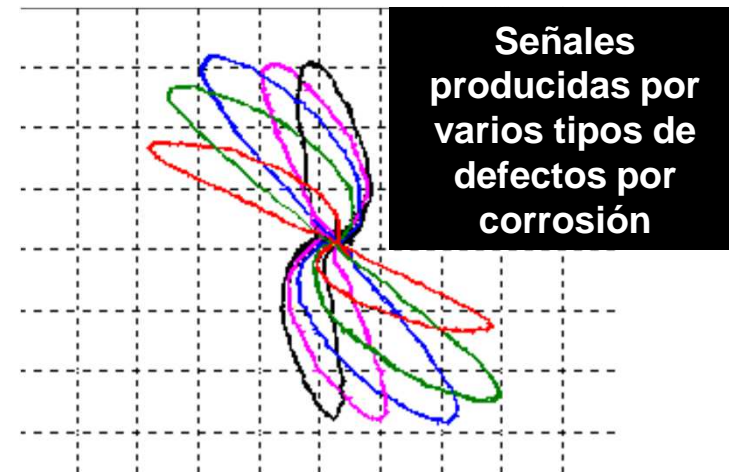
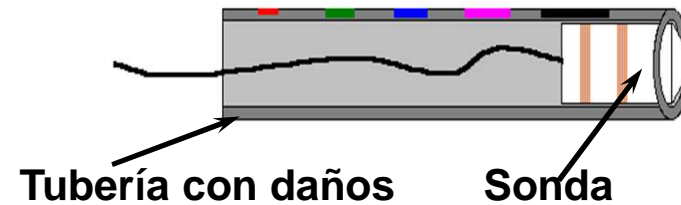
- **Roturas.**
- **Corrosión.**
- **Erosión.**
- **Daños por calor.**
- **etc.**



Inspección de plantas nucleares.

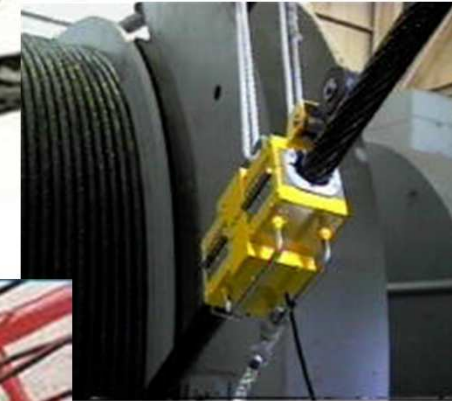
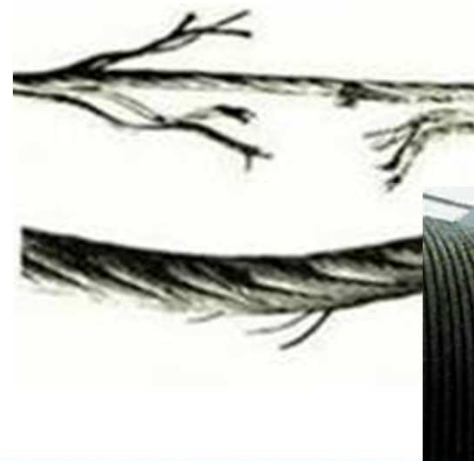


Periódicamente, las plantas nucleares paran para inspección. Los inspectores utilizan C.I. para comprobar los daños por corrosión en los tubos de los intercambiadores de calor.



Inspección de cables.

Con el fin de encontrar alambres rotos y otros daños en los cables utilizados en los telesillas, grúas y otros sistemas de elevación utilizamos sistemas electromagnéticos e inspecciones visuales.

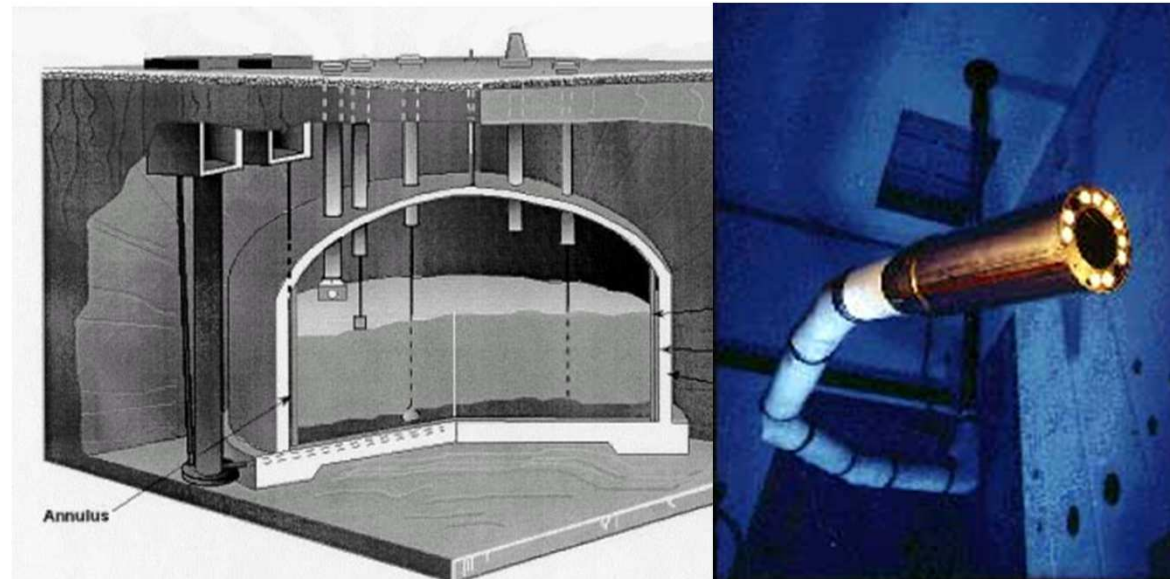


Inspección de depósitos.

Robots autónomos usan ultrasonidos para inspeccionar grandes depósitos en busca de señales de pérdida de espesor por corrosión

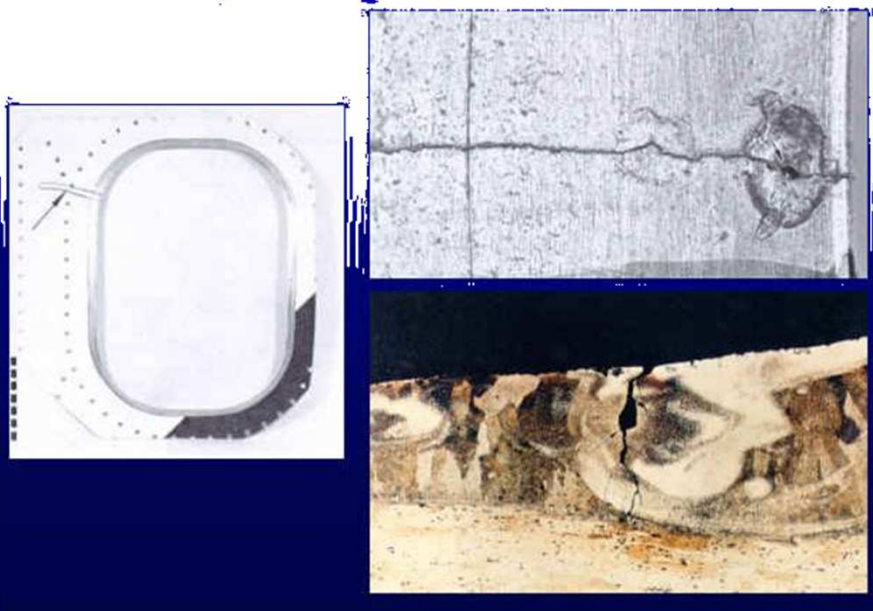


Se usan cámaras con brazos articulados para inspeccionar el fondo de los depósitos en busca de daños.



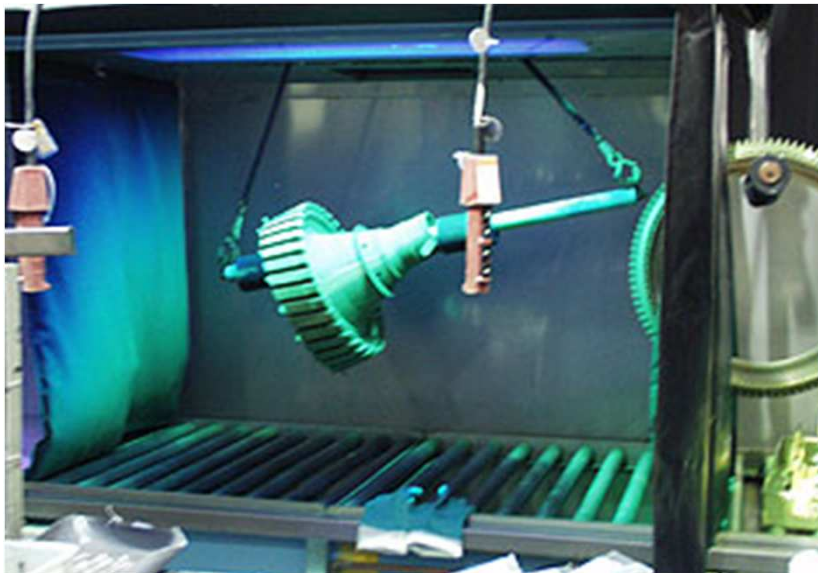
Inspecc. Industria Aeronautica.

- Los ensayos no destructivos son muy usados durante la fabricación de los aviones.
- Se usan también para encontrar grietas y daños por corrosión durante el periodo de operación.
- En la fotografía de abajo se muestra una grieta por fatiga que comienza en el extremo de una ventanilla de avión.



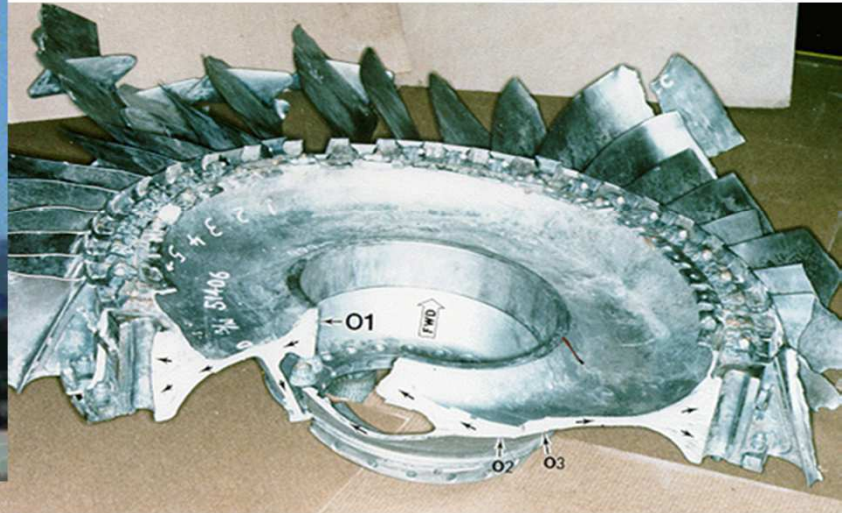
Inspección de reactores.

- Los motores de avión se revisan periódicamente a lo largo de su vida en servicio.
- Son completamente desarmados, limpiados, inspeccionados y vueltos a montar.
- La inspección por líquidos penetrantes fluorescentes se utiliza frecuentemente para comprobar la integridad de algunas piezas.



Accidente vuelo 232 United Flight Iowa, 19 de Julio de 1989

Un defecto no detectado en los alabes de la turbina de un motor fue el responsable del accidente



Inspección de depósitos

El fallo de un depósito puede causar grandes pérdidas económicas. Para evitar estas pérdidas estos se inspeccionan utilizando técnicas radiográficas y ultrasonidos.



Inspección de vías

Se utilizan vagones especiales para inspeccionar cientos de kilómetros de vías en busca de grietas que puedan ocasionar un descarrilamiento.



Inspección de puentes.

- En España existen multitud de puentes.
- La corrosión, las grietas y otros defectos pueden afectar a la resistencia del mismo.
- En EE.UU el colapso del Puente de Plata en 1967 causó 47 muertos.
- Los puentes son sometidos a inspección visual cada dos años.
- Algunos puentes se monitorizan con sensores acústicos que “oyen” los sonidos de las grietas al producirse.



Photo Courtesy of Physical Acoustics Corporations

Inspección de tuberías.

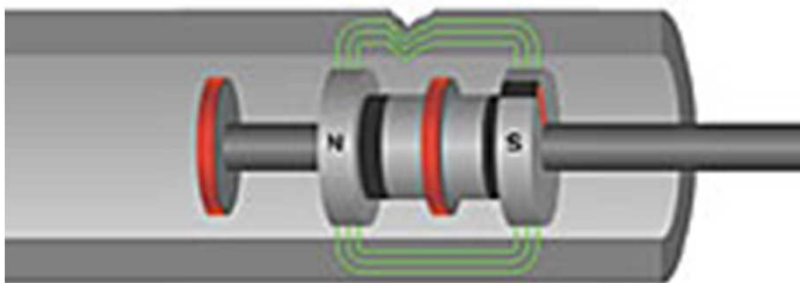


Inspección por dispersión de flujo.



Photo Courtesy of Inuktun

Inspección visual utilizando un robot autónomo.



El equipo se desplaza por la tubería y magnetiza localmente las paredes hasta un nivel próximo a saturación. Ante alguna zona con pérdida de espesor, las líneas de flujo se dispersan hacia el exterior de éste, y son captadas mediante sensores de campo magnético.



Photo Courtesy of Yxlon International

Radiografía de soldaduras