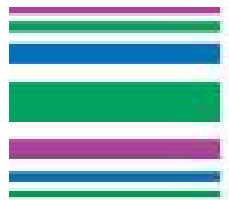


Ensayos No Destructivos



Tenaris Siat

- Ing. Jorge Bunge
- Ing. Diego Magallanes

Agenda



- Introducción a los END.
 - Definición.
 - Fundamentos.
 - Objetivos.
 - Areas de aplicación.
 - Condiciones de aplicación.
- Metodología de aplicación.
 - Problemas de aplicación.
- Criterios de selección de una técnica.
- Clasificación de los métodos.
 - Específicos.
 - Especiales.
 - Nuevos métodos.
- Descripción de las técnicas de END.
- Calificación y certificación de operadores.



Como concepto, un Ensayo No Destructivo consiste en la aplicación de ciertas pruebas sobre un Objeto, para verificar su Calidad sin modificar sus propiedades y estado original.

Estas pruebas, permitirán detectar y evaluar discontinuidades o propiedades de los materiales sin modificar sus condiciones de uso o aptitud para el servicio.



Los END están basados en principios físicos y de su aplicación se obtienen los resultados necesarios para establecer un diagnóstico del estado o de la Calidad del objeto inspeccionado.

Los resultados no se muestran en forma absoluta, si no que deben ser interpretados a partir de las indicaciones propias de cada método.

Introducción - Objetivos



TECNICOS

- Asegurar Calidad y Confiabilidad.
- Contribuir al desarrollo de materiales.
- Controlar los procesos de fabricación.
- Mantener uniformidad de productos.
- Realizar seguimientos predictivos.

DE SEGURIDAD

- Prevenir accidentes.

ECONOMICOS

- Producir beneficios.

Introducción - Areas de aplicación



- Control de Calidad.
 - Detección de discontinuidades y defectos.
 - Caracterización de materiales.
 - Metrología dimensional.

- Mantenimiento de instalaciones y equipos.
 - Establecer condiciones de trabajo en estructuras y componentes.
 - Establecer condiciones de vida residual de equipos.

- Respaldo para el estudio y preservación de patrimonios culturales.

Introducción - Condiciones de aplicación



- Los métodos **NO** son de **APLICACIÓN GENERAL** sino Específica.
- **NO EXISTE** ningún método que pueda abarcar todo el espectro de aplicaciones.
- Su selección depende de la **INFORMACION** que se necesite con respecto al **TIPO** y **ESTADO** del material.
- Las propiedades de los materiales y su estado **LIMITAN** la aplicación de los métodos.

Agenda



- Introducción a los END.
 - Definición.
 - Fundamentos.
 - Objetivos.
 - Areas de aplicación.
 - Condiciones de aplicación.
- Metodología de aplicación.
 - Problemas de aplicación.
- Criterios de selección de una técnica.
- Clasificación de los métodos.
 - Específicos.
 - Especiales.
 - Nuevos métodos.
- Descripción de las técnicas de END.
- Calificación y certificación de operadores.

Metodología de aplicación



- Aplicación de un campo de energía.
 - Luz visible.
 - Transporte de materia.
 - Campos eléctricos y magnéticos.
 - Radiaciones electromagnéticas.
 - Propagación de ondas elásticas.
- Interacción del campo de energía con el material.
- Detección de los cambios del campo de energía.
- Procesamiento de la información.
- Registro de los resultados.

Problemas de aplicación para los END



•Discontinuidades.

▪ Según su forma:

- Lineales -> penetradores, desalineación de bordes
- Planares -> fisuras, escorias, falta de fusión
- Volumétricas -> poros, inclusiones

▪ Según su ubicación:

- Superficiales -> escamas, rayones, colaminados
- Sub superficiales -> óxidos, inclusiones, falta de penetración

▪ Según su origen:

- Inherentes -> rechupes, sopladuras
- De proceso -> fisuras por temple y por rectificado
- En servicio -> fisuras de fatiga, corrosión bajo tensiones

•Composición.

- Inhomogeneidad y segregaciones.
- Composición química.
- Clasificación de materiales.

Problemas de aplicación para los END



- Propiedades físicas y mecánicas.
 - Conductividad eléctrica y térmica.
 - Densidad.
 - Propiedades magnéticas.

- Estado físico.
 - Estructura metalográfica.
 - Tamaño de grano.
 - Acabado superficial.

- Metrología.
 - Medición de espesores.
 - Extensión de una discontinuidad.
 - Ubicación de inserciones.
 - Identificación dimensional.

Agenda



- Introducción a los END.
 - Definición.
 - Fundamentos.
 - Objetivos.
 - Areas de aplicación.
 - Condiciones de aplicación.
- Metodología de aplicación.
 - Problemas de aplicación.
- **Criterios de selección de una técnica.**
- Clasificación de los métodos.
 - Específicos.
 - Especiales.
 - Nuevos métodos.
- Descripción de las técnicas de END.
- Calificación y certificación de operadores.

Criterios de selección de un END



- Especificaciones del Ensayo.
 - Características del diseño.
 - Proceso de fabricación.
 - Tipo de defectología.
 - Materiales a examinar.
 - Ferrosos / No ferrosos.
 - Magnéticos / No magnéticos.
 - Conductores / No conductores.
 - Superficie a inspeccionar.
 - Acabado superficial.
 - Accesos.
 - Temperatura.
 - Umbral de detección exigido.
 - Nivel de aceptación o rechazo.
 - Trazabilidad, repetitividad y reproducibilidad.
 - Documentación del ensayo.

Criterios de selección de un END



- **Condiciones de ensayo.**

- Ensayos de laboratorio.
- Inspecciones en obra, en línea de producción o en servicio.
- Operación manual o automatizada.
- Disponibilidad de técnicas alternativas.
- Tiempo disponible.

- **Requisitos económicos.**

- Cantidad y calificación de los operadores.
- Insumos requeridos.
- Complejidad y costo del equipamiento.
- Consumo de energía.
- Tiempo de preparación de los dispositivos de ensayo.
- Costo de la seguridad industrial.
- Costos de tratamiento de residuo.

Agenda



- Introducción a los END.
 - Definición.
 - Fundamentos.
 - Objetivos.
 - Áreas de aplicación.
 - Condiciones de aplicación.
- Metodología de aplicación.
 - Problemas de aplicación.
- Criterios de selección de una técnica.
- **Clasificación de los métodos.**
 - **Específicos.**
 - **Especiales.**
 - **Nuevos métodos.**
- Descripción de las técnicas de END.
- Calificación y certificación de operadores.

Clasificación de los métodos de END



• Métodos Específicos.

- Inspección visual.
- Líquidos penetrantes.
- Partículas magnéticas.
- Corrientes inducidas.
- Ensayo de pérdidas.
- Ultrasonido.
- Radiografía.

• Métodos Especiales.

- Análisis de vibraciones.
- Emisión acústica.
- Extensometría y tensiones residuales.
- Métodos ópticos.
- Termografía infrarroja.

• Métodos Nuevos.

- Métodos ópticos.
- Georadar.

Agenda



- Introducción a los END.
 - Definición.
 - Fundamentos.
 - Objetivos.
 - Areas de aplicación.
 - Condiciones de aplicación.
- Metodología de aplicación.
 - Problemas de aplicación.
- Criterios de selección de una técnica.
- Clasificación de los métodos.
 - Específicos.
 - Especiales.
 - Nuevos métodos.
- Descripción de las técnicas de END.
- Calificación y certificación de operadores.



Inspección Visual

Métodos – Inspección Visual



Se basa en la utilización de luz visible como campo de energía y en las leyes fundamentales de la óptica.

•Técnicas:

- Observación directa: A ojo desnudo o con la ayuda de instrumental auxiliar; se complementa con técnicas de registro.
- Transmisión de imágenes: La imagen de la pieza se obtiene de sistemas de cámara de video y filmación.
- Técnica de réplicas: Se obtiene la reproducción exacta de la superficie mediante el uso de lacas, barnices, polímeros, etc.

Métodos – Inspección Visual



•Ventajas:

- Bajo costo.
- Rápido.
- No requiere equipo sofisticado.

•Desventajas.

- Solo apto para inspección superficial.
- Sensibilidad limitada por iluminación y agudeza visual; 0.1 mm aproximadamente.

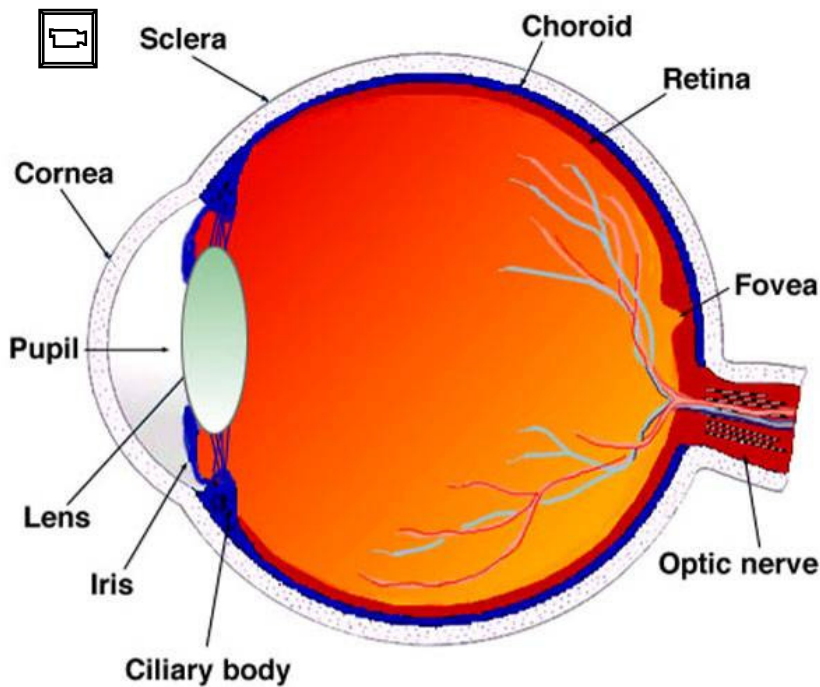
•Aplicaciones:

- Complemento de todas las otras técnicas de END.
- Control y detección de defectos superficiales en producción.
- Detección de corrosión, erosión y fisuras en mantenimiento.
- Estudio de estructuras metalográficas.
- Metrología.

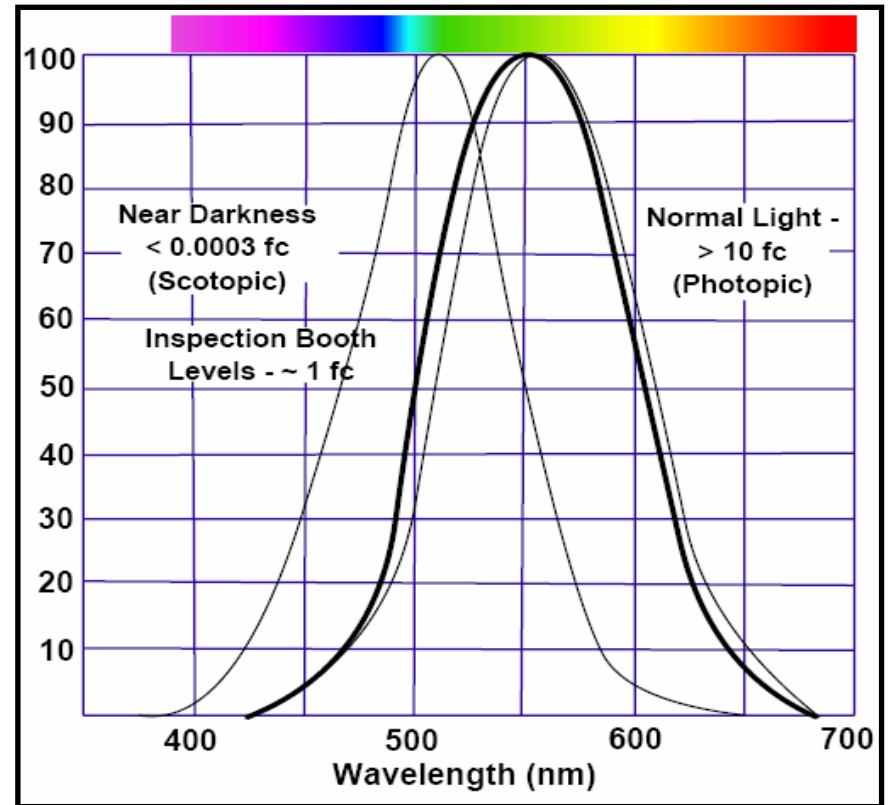
Métodos – Inspección Visual



- Ojo humano.



Corte esquemático del ojo



Respuesta del ojo a la luz visible

Métodos – Inspección Visual



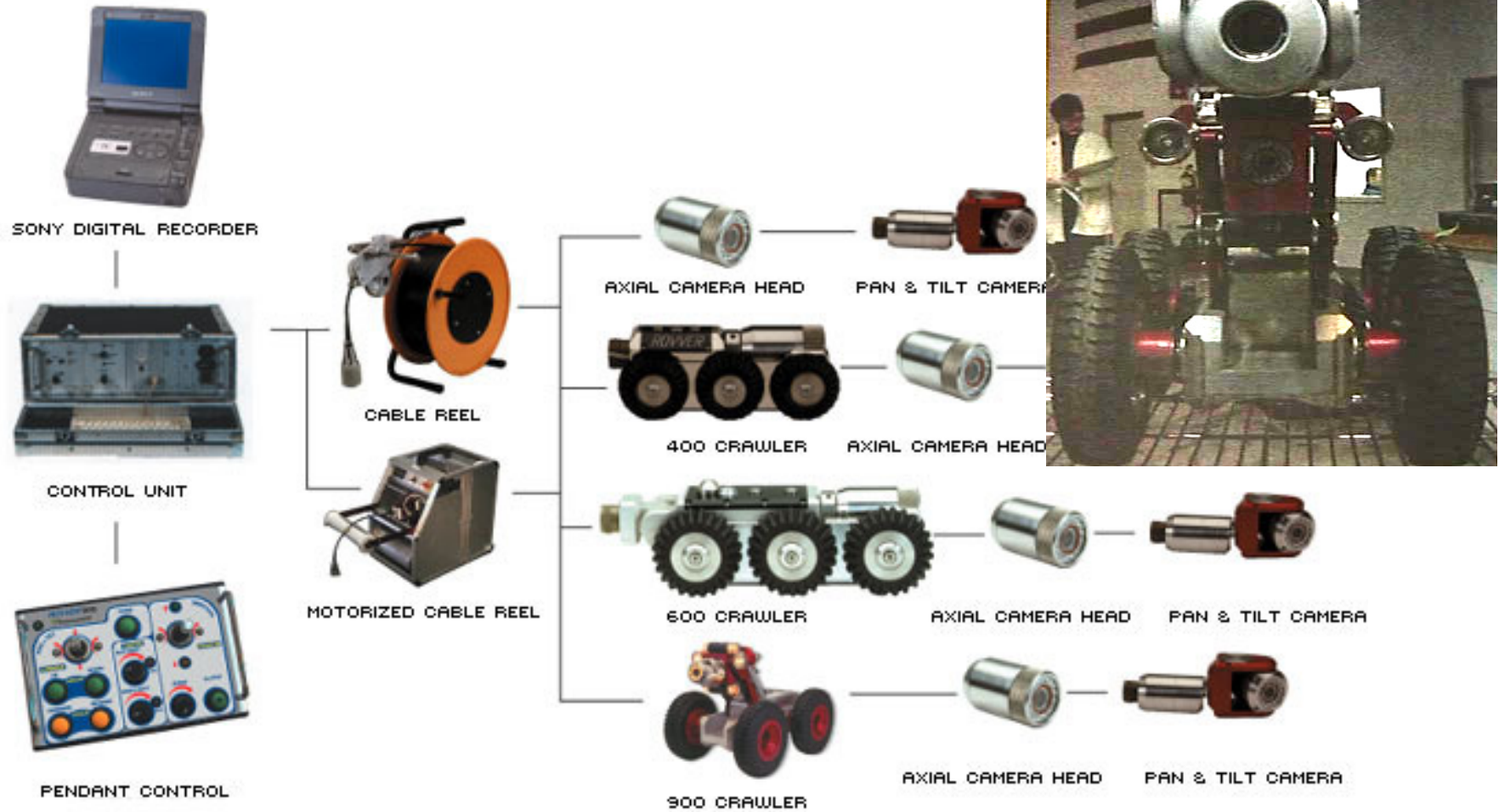
- Auxiliares de la visión:



Métodos – Inspección Visual



- Visión remota: Crawler





Radiografía Industrial



Campo de energía: Radiaciones electromagnéticas.
La absorción diferencial de las radiaciones X o γ en los materiales y la sensibilización de las emulsiones fotográficas, constituyen la base del método.

- Técnica de:

- Radiografía: Imagen sobre un film fotográfico.
- Fluoroscopia: Imagen sobre placa fluorescente que puede ser digitalizada.
- Xerografía: Imagen sobre un dieléctrico fotoconductor (lámina de Al-Se) cargado electroestáticamente.
- Neutronografía: Imagen sobre film fotográfico producida por partículas subatómicas.

Métodos – Radiografía industrial



•Ventajas:

- La radiografía obtenida constituye un registro permanente inviolable.
- Apta para casi todo tipo de materiales.
- La dirección del haz no es afectada por la geometría de la pieza.
- No requiere patrón de calibración.
- Apto para utilización en campo.
- Se puede automatizar.












•Inconvenientes:

- Peligro de irradiación.
- No indica la profundidad del defecto.
- La orientación de las discontinuidades planares es importante para su detección.
- Profundidad de penetración limitada.
- Requiere acceso de ambos lados.

Métodos – Radiografía industrial



•Parámetros de ensayo:

- Material y espesor. 
- Rayos X – Gamma. 
- Kilovoltaje, exposición y tamaño de foco. 
- Diagrama de exposición. 
- Distancias, borrosidad geométrica y distorsión de la imagen. 
- Placas y pantallas intensificadoras. 
- Indicadores de calidad de imagen. 
- Sistema de revelado. 
- Interpretación radiográfica y criterios de aceptación y rechazo. 
- Conservación de las placas. 
- Protección radiológica. 

Métodos – Radiografía industrial



• Materiales

Material	X-rays								Gamma Rays			
	50 kV	100 kV	150 kV	220 kV	400 kV	1000 kV	2000 kV	4 to 25 MeV	Ir 192	Cs 137	Co 60	Radium
Magnesium	0.6	0.6	0.5	0.08								
Aluminum	1.0	1.0	0.12	0.18					0.35	0.35	0.35	0.40
2024 (aluminum) alloy	2.2	1.6	0.16	0.22					0.35	0.35	0.35	
Titanium			0.45	0.35								
Steel		12.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18-8 (steel) alloy		12.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Copper		18.	1.6	1.4	1.4			1.3	1.1	1.1	1.1	1.1
Zinc			1.4	1.3	1.3			1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
Brass*			1.4-	1.3-	1.3-	1.2-	1.2-	1.2-	1.1-	1.1-	1.1-	1.1-
Inconel X alloy		16.	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Zirconium			2.3	2.0		1.0						
Lead			14.	12.		5.0	2.5	3.0	4.0	3.2	2.3	2.0
Uranium				25.				3.9	12.6	5.6	3.4	

Aluminum is taken as the standard metal at 50 kV and 100 kV and **steel** at the higher voltages and gamma rays. The thickness of another metal is multiplied by the corresponding factor to obtain the approximate equivalent thickness of the standard metal. The exposure applying to this thickness of the standard metal is used.
Example: To radiograph 0.5 inch of copper at 220 kV, multiply 0.5 inch by the factor 1.4, obtaining an equivalent thickness of 0.7 inch of steel. Therefore, give the exposure required for 0.7 inch of steel.

* Tin or lead alloyed in the brass will increase these factors.



Métodos – Radiografía industrial



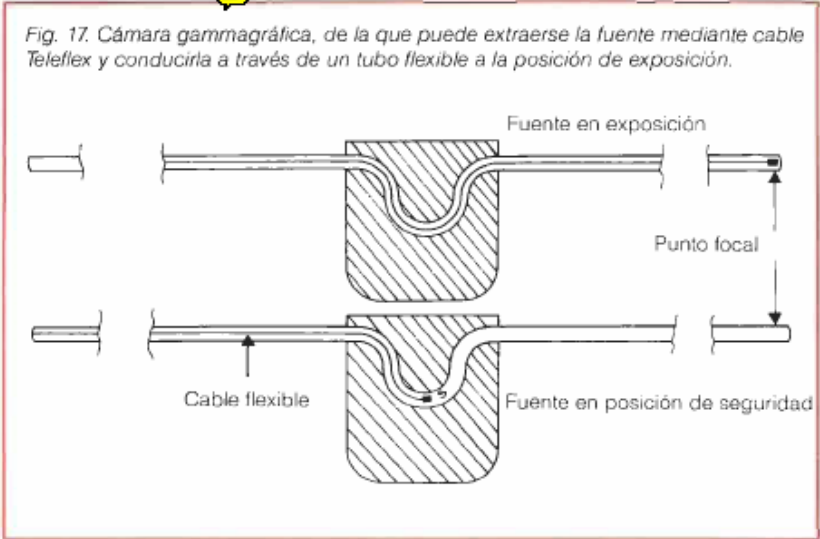
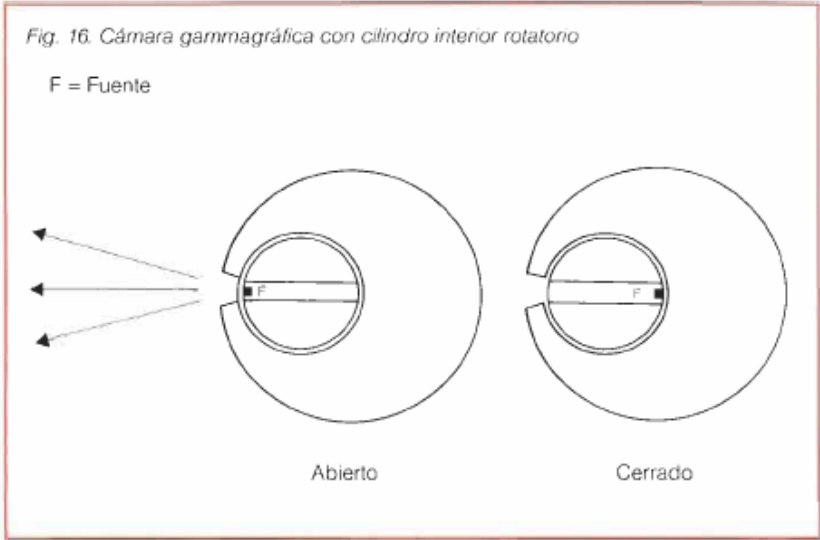
- Equipo de RX



Métodos – Radiografía industrial



- Fuente de Rayos γ



Métodos – Radiografía industrial



- Diagrama de exposición:

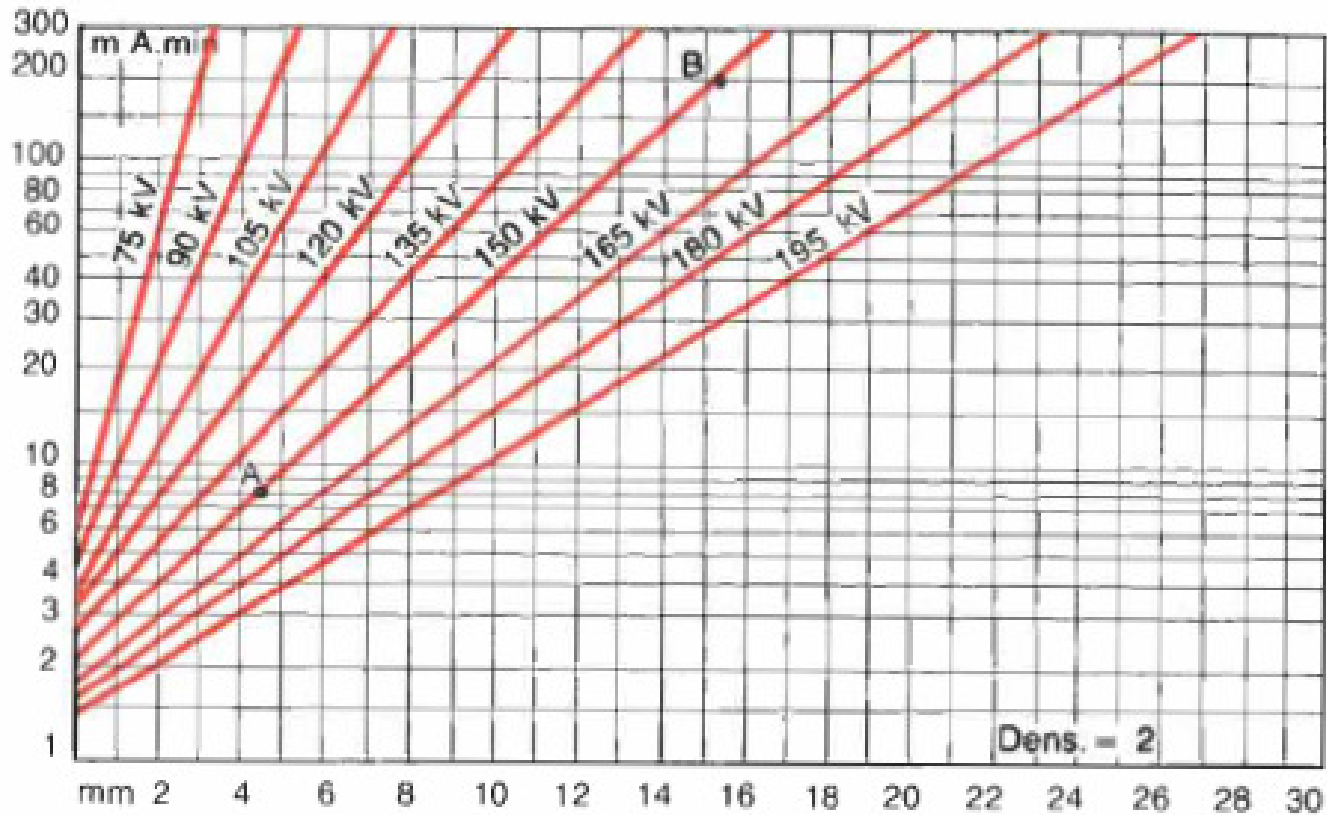


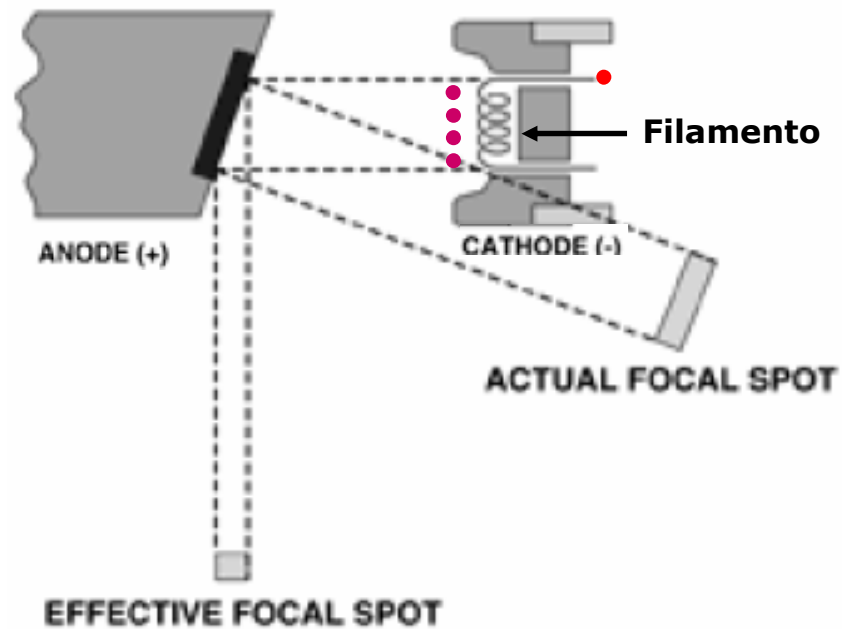
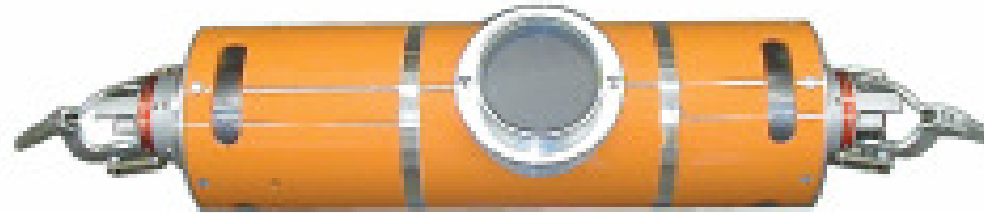
Fig. 42. Diagrama de exposición (acero)



Métodos – Radiografía industrial



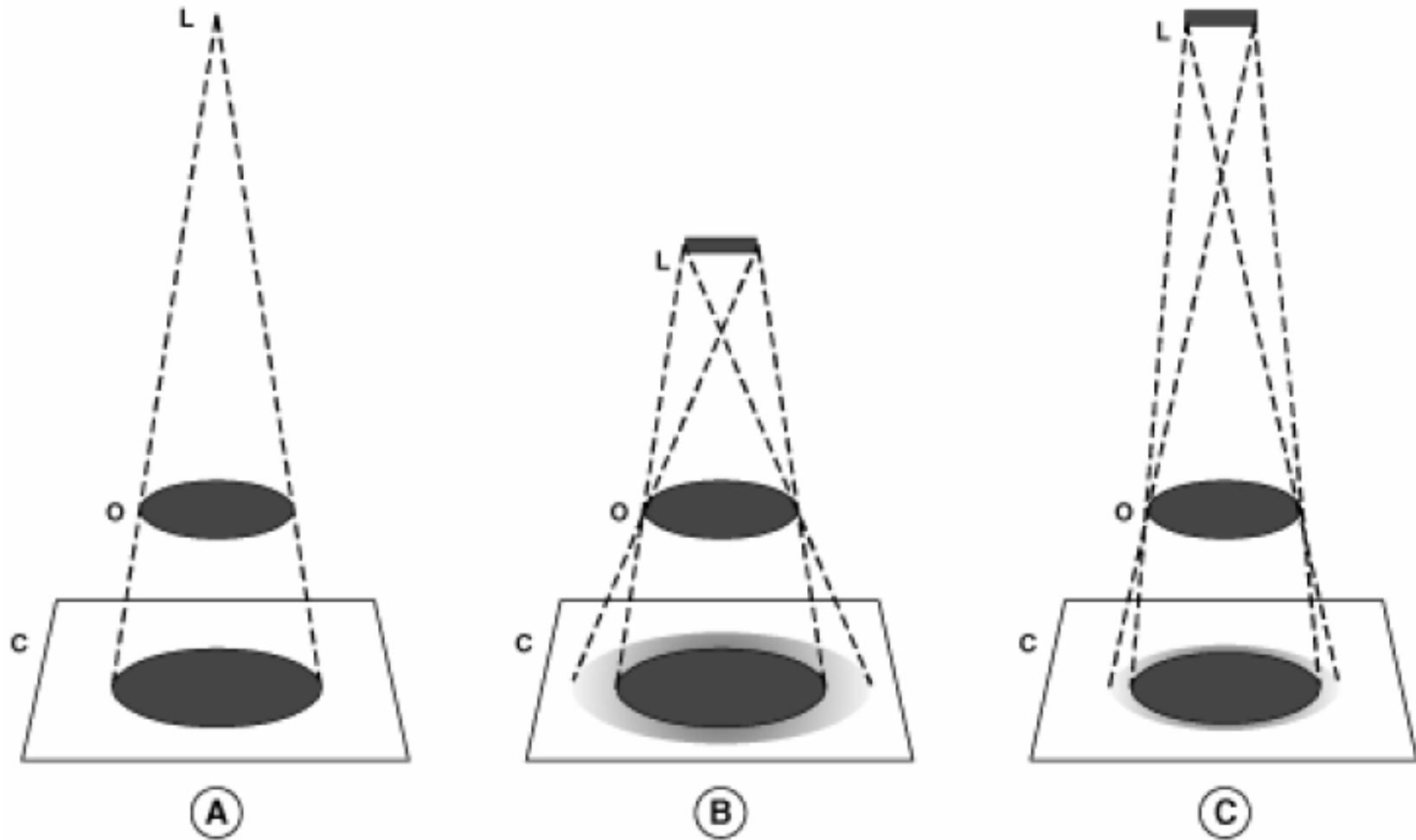
- Tubo de RX



Métodos – Radiografía industrial



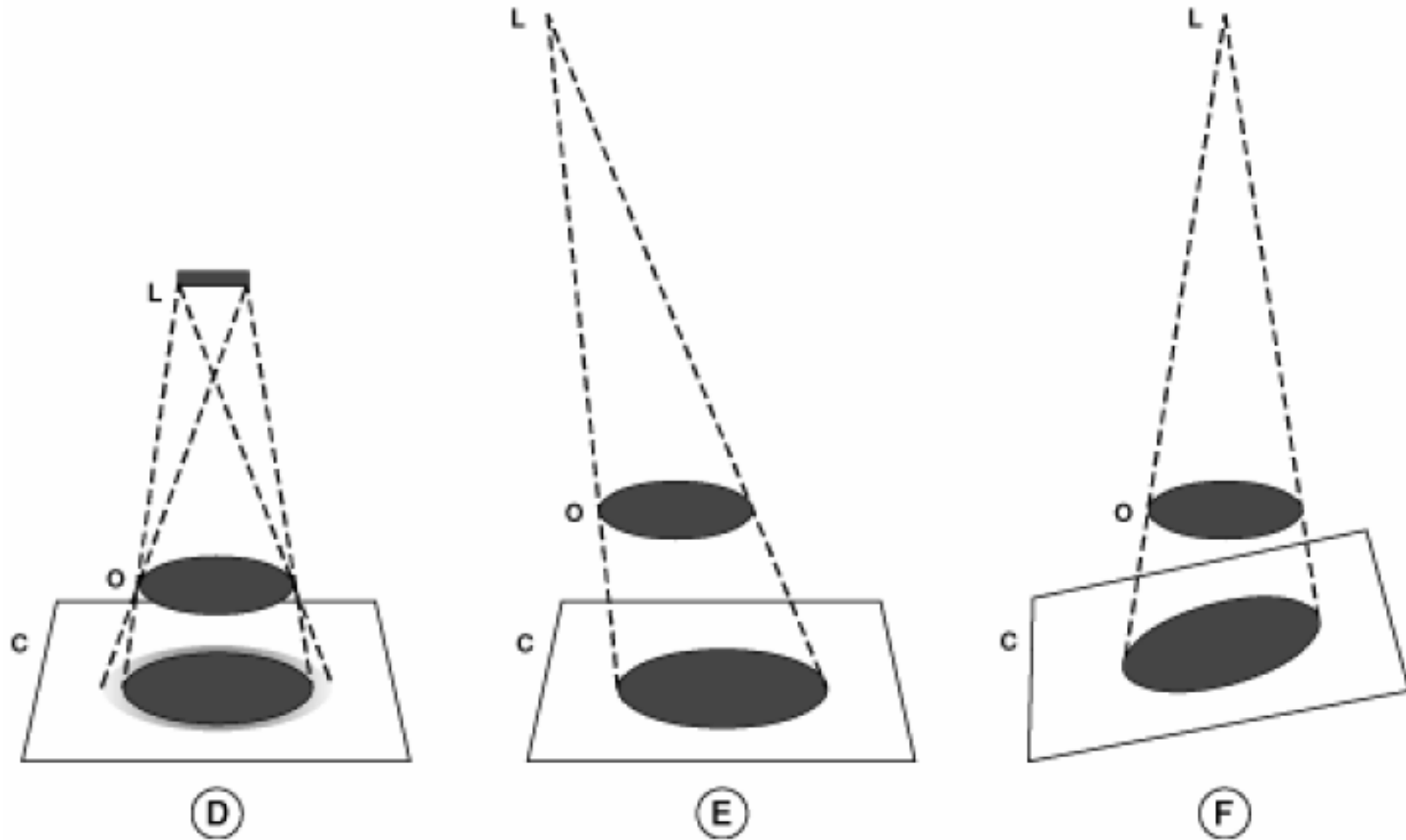
- Condiciones geométricas:



Métodos – Radiografía industrial



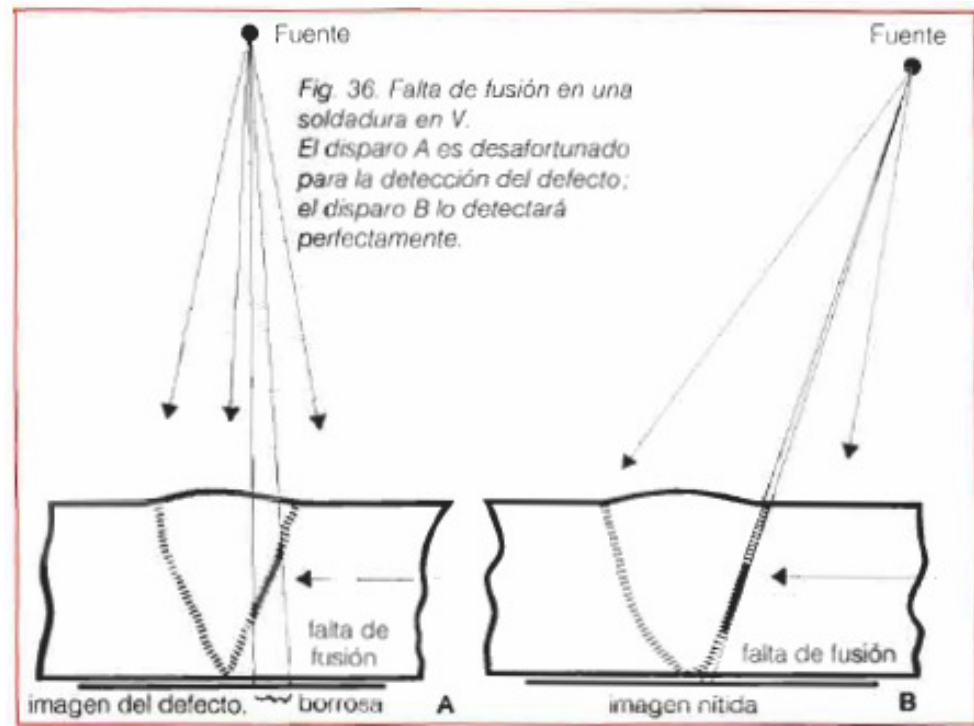
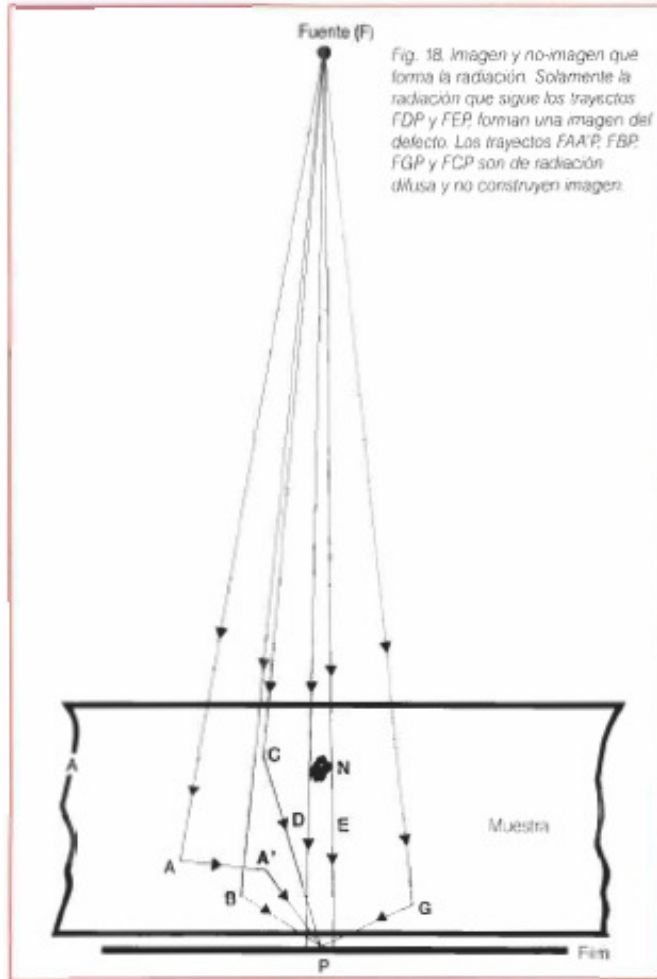
- Condiciones geométricas:



Métodos – Radiografía industrial



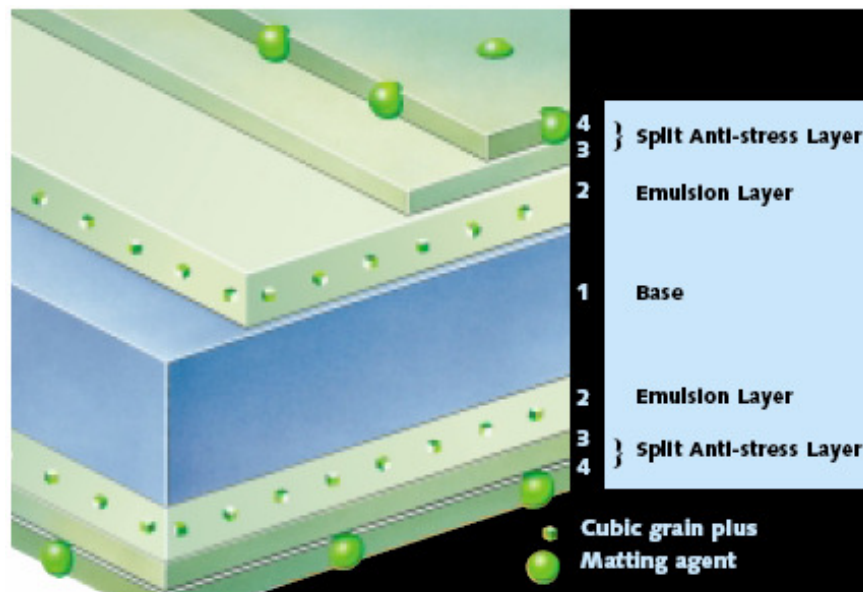
- Condiciones geométricas:



Métodos – Radiografía industrial



•Placa radiográfica:



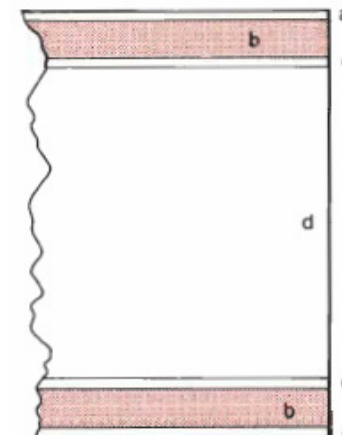
The emulsion coatings are covered by two separate antistress layers (3+4). To achieve a rugged surface, the top layer has received the matting agent.

Estructura de la película radiográfica

3 y 4.- Capa exterior de gelatina endurecida que protege la emulsión.

2.- Capa de emulsión compuesta por halogenuros de plata dispersos en gelatina.

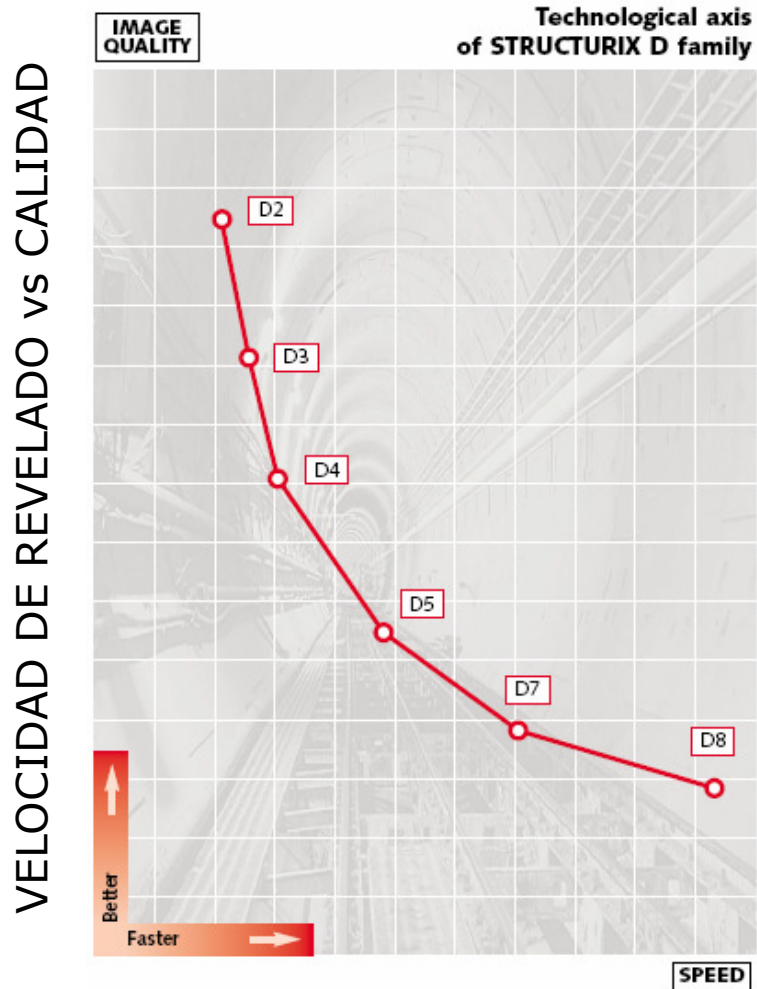
1.- Soporte de triacetato de celulosa o poliéster.



Métodos – Radiografía industrial



- Placa radiográfica:



ROLLACK



FILM



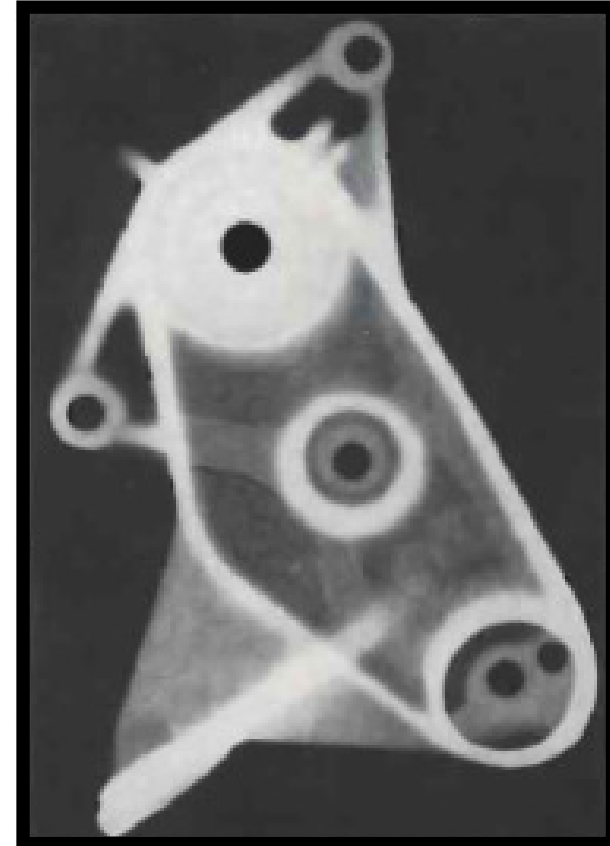
Métodos – Radiografía industrial



- Pantallas intensificadoras:



**SIN PANTALLA
INTENSIFICADORA**



**CON PANTALLA
INTENSIFICADORA**



Métodos – Radiografía industrial



- Indicadores de calidad de imagen:



INDICADORES DE HILO

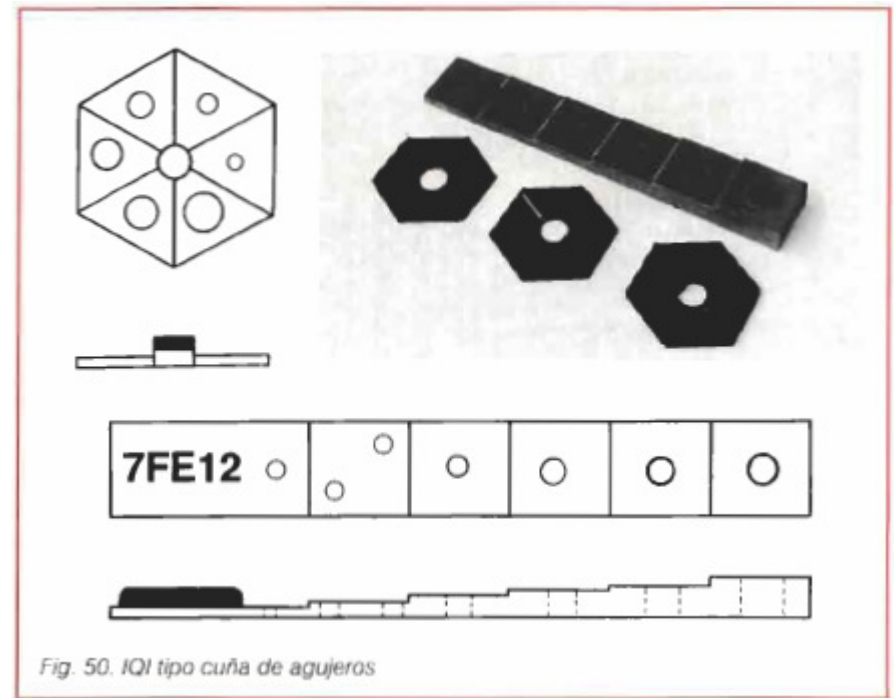


Fig. 50. IQI tipo cuña de agujeros

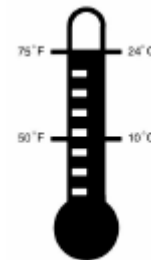
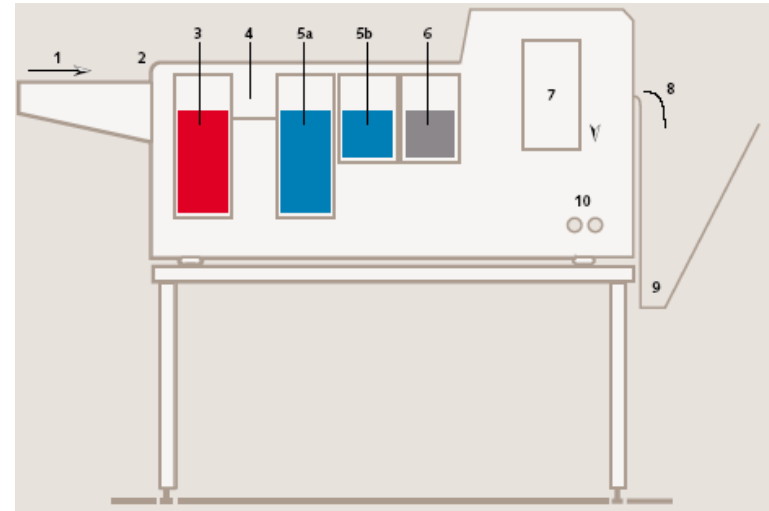
INDICADORES DE AGUJERO Y CUÑA



Métodos – Radiografía industrial



- Sistema de revelado:



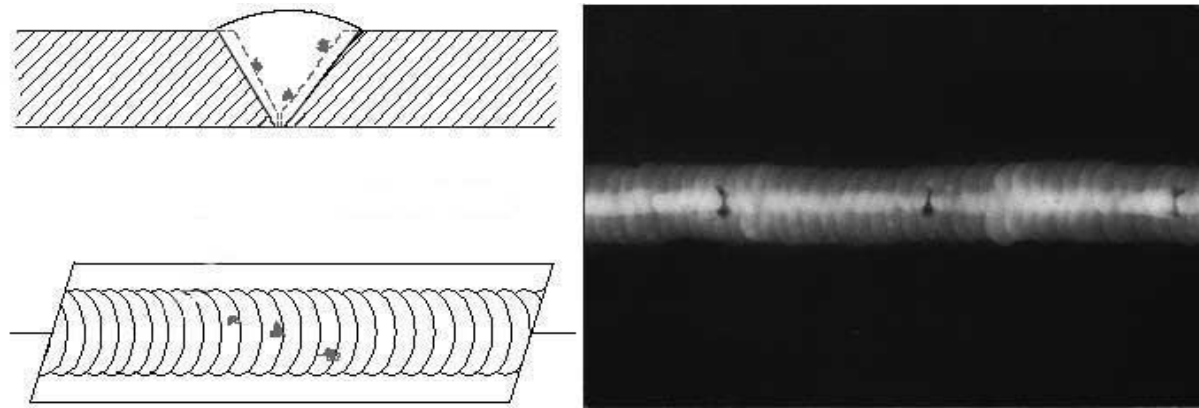
Productos químicos "eco" para el END de AGFA

Películas D2 hasta D8 para el END de AGFA

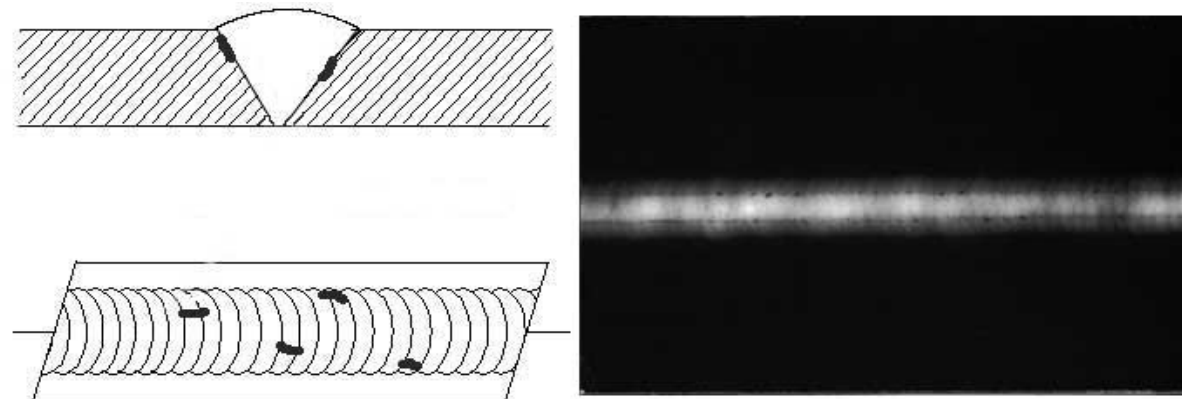
Métodos – Radiografía industrial



- Radiografías industriales:



Inclusiones de Escoria



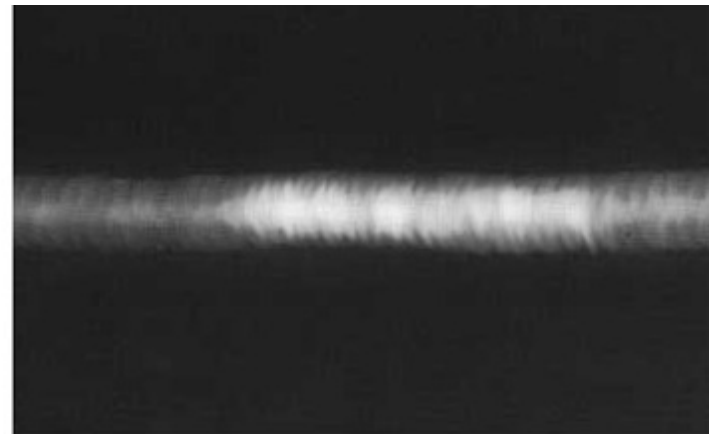
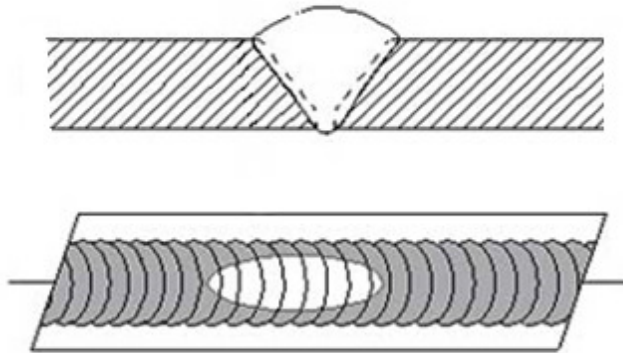
Falta de fusión



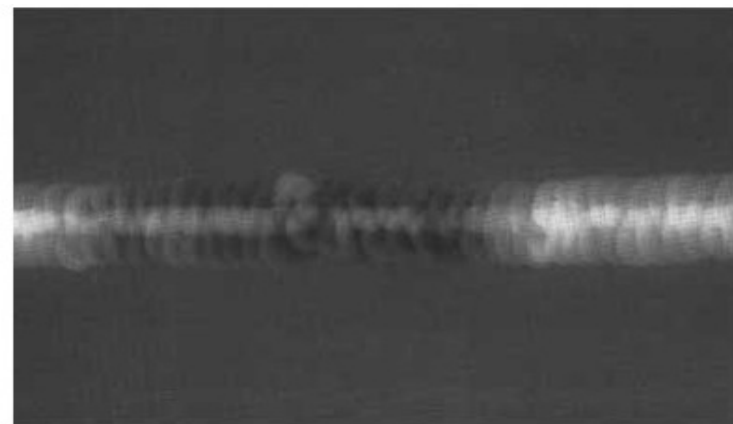
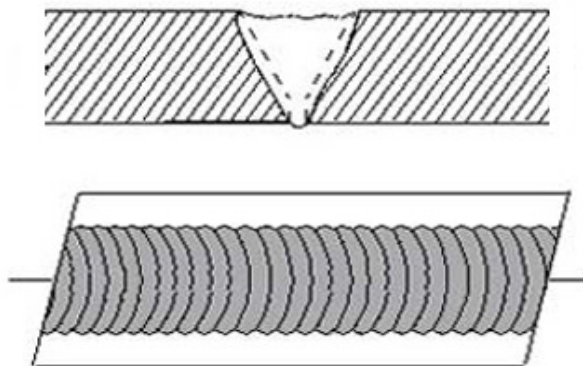
Métodos – Radiografía industrial



- Radiografías industriales:



Refuerzo excesivo



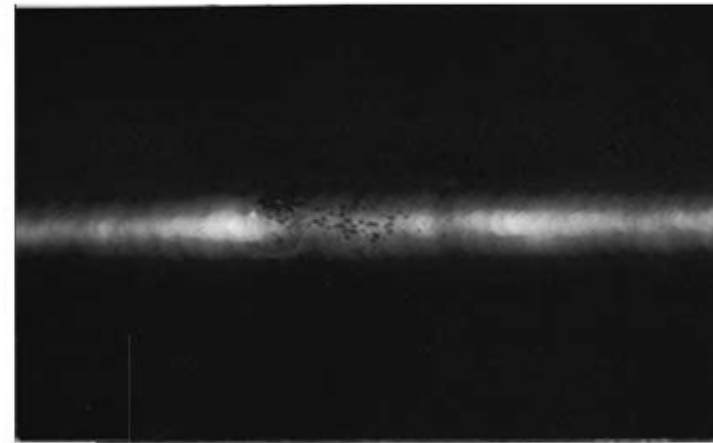
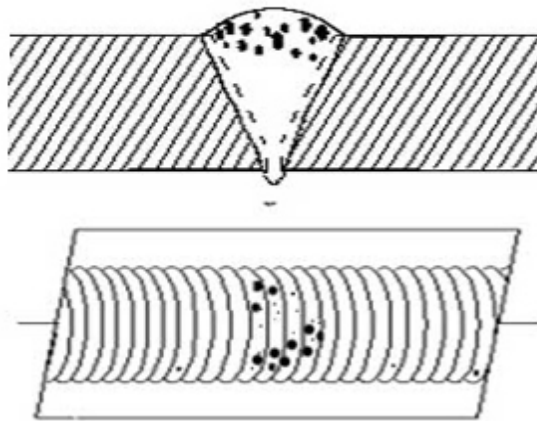
Refuerzo deficiente



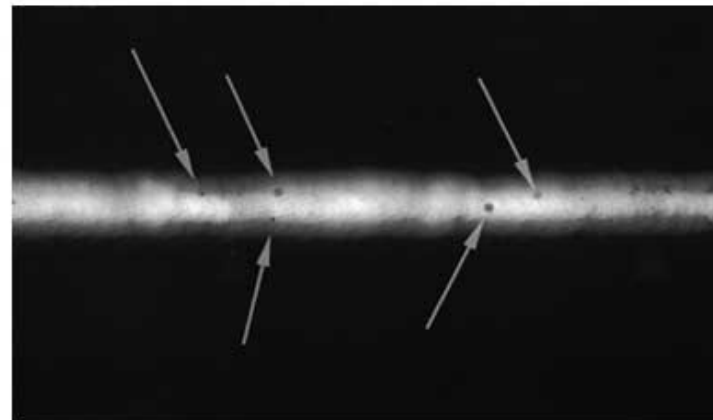
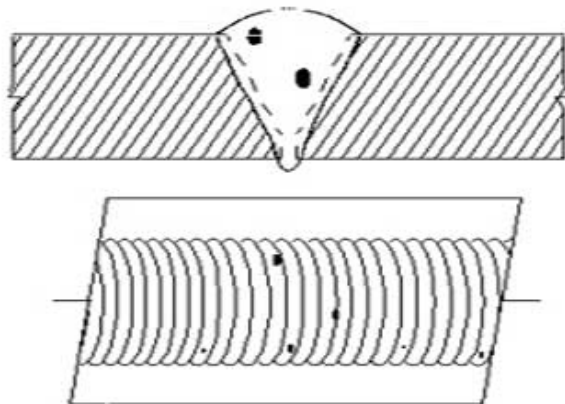
Métodos – Radiografía industrial



- Radiografías industriales:



Porosidad agrupada



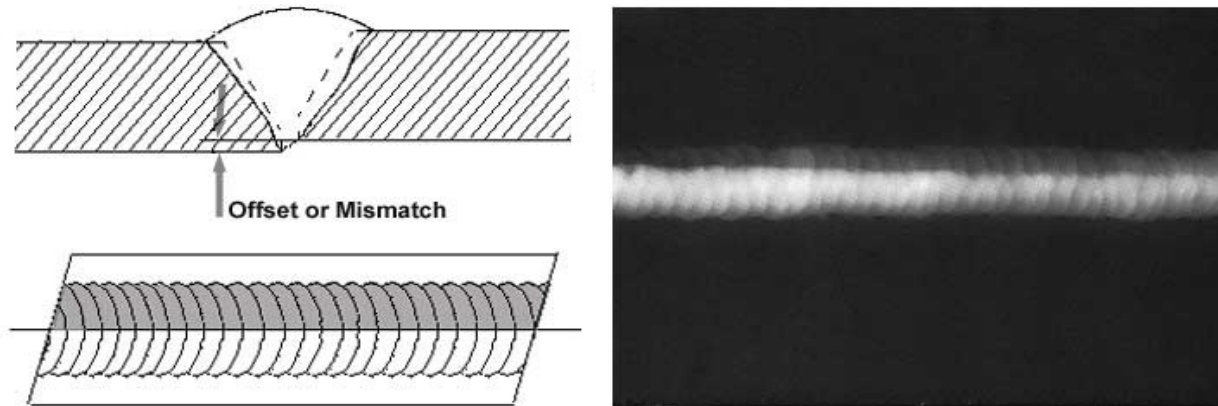
Poros aislados



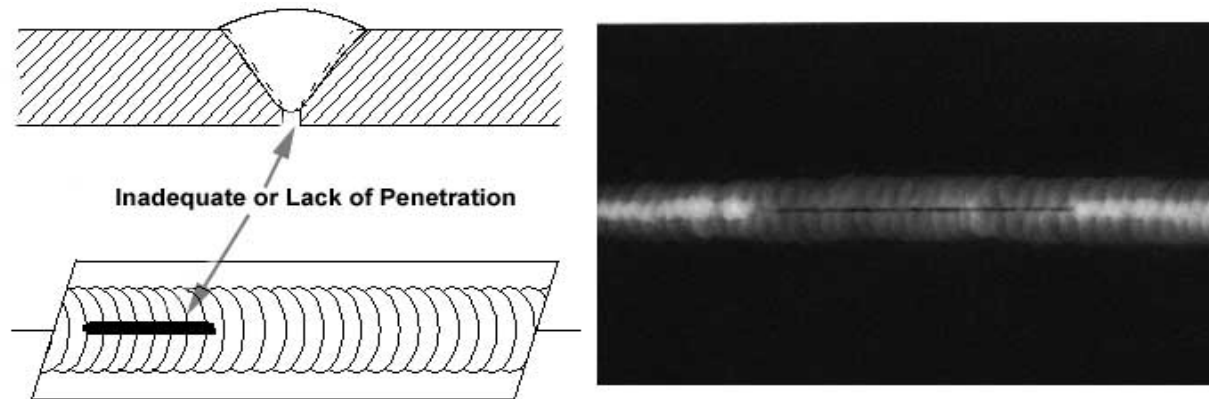
Métodos – Radiografía industrial



- Radiografías industriales:



Offset



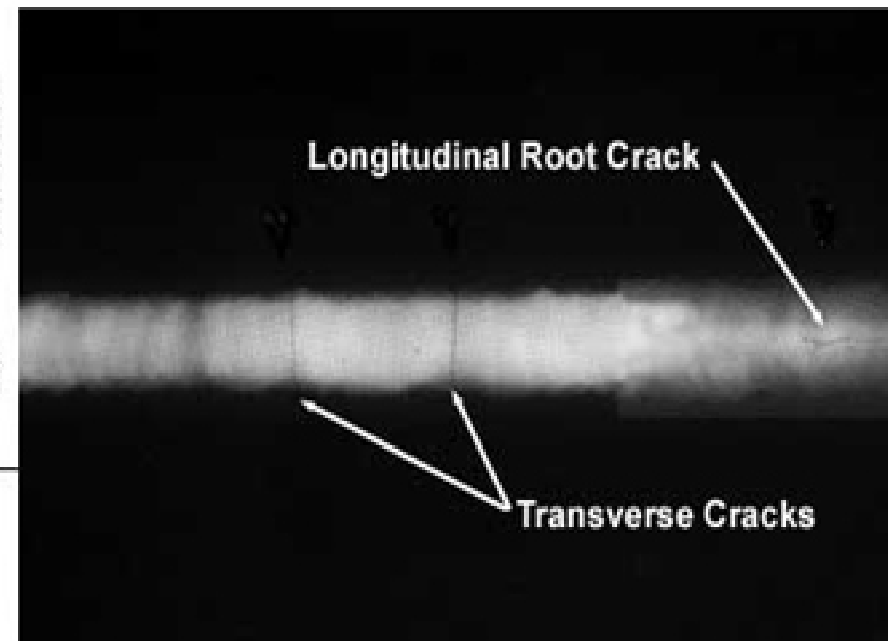
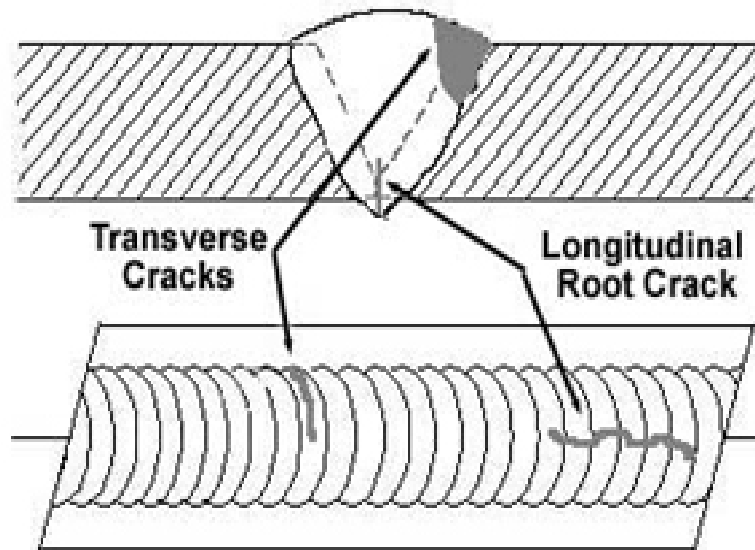
Falta de penetración



Métodos – Radiografía industrial



- Radiografías industriales:



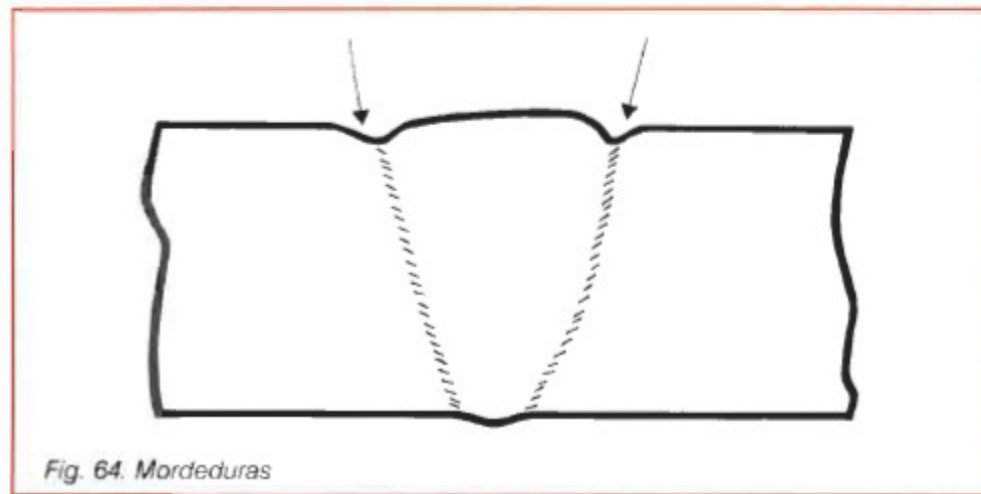
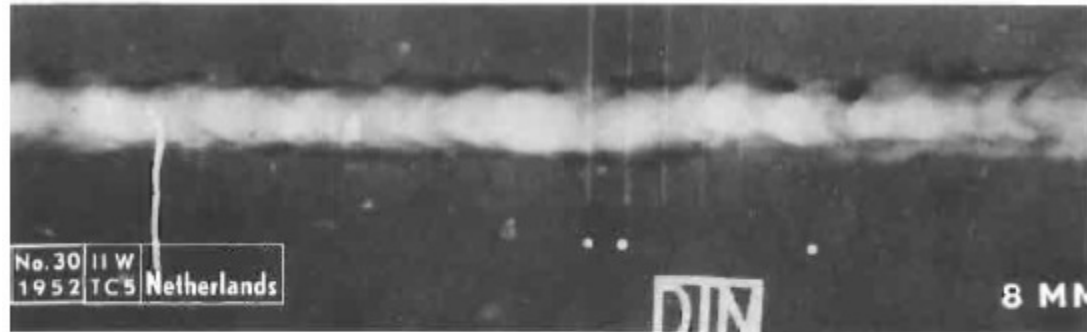
Fisuras de raíz y transversales



Métodos – Radiografía industrial



- Radiografías industriales:



Métodos – Radiografía industrial



- Radiografías industriales:

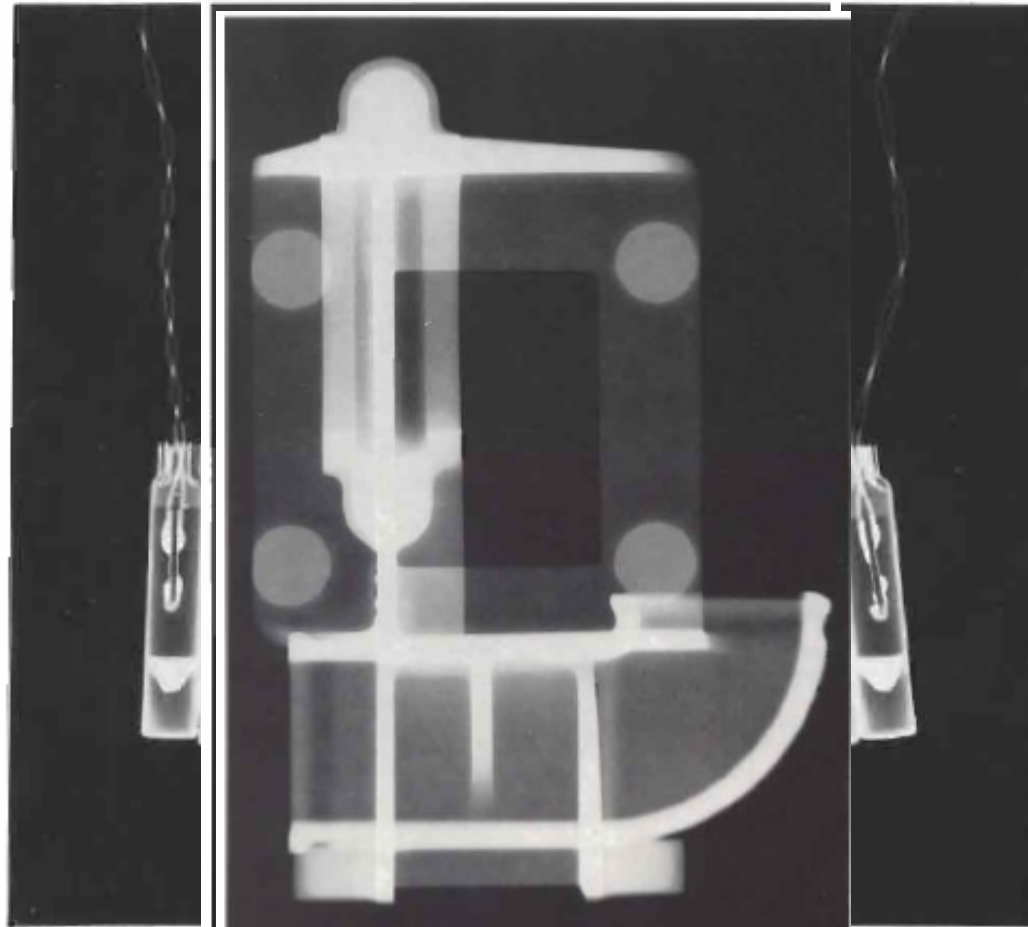


Fig. 71. Radiografía de un componente mecánico, realizada para verificar detalles de montaje.



Métodos – Radiografía industrial



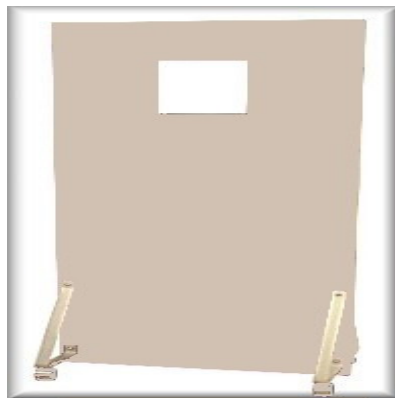
- Protección radiológica:



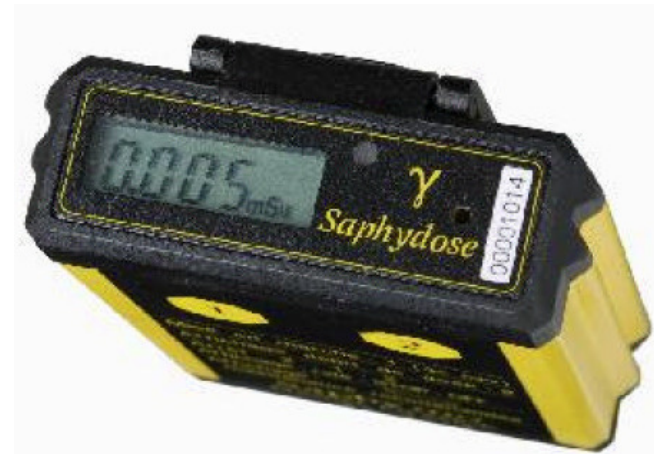
Monitoreo



Identificación



Dosimetría



Blindaje



Métodos – Radiografía industrial



- Diagnóstico por imágenes en obras de arte:



Versión final



Original



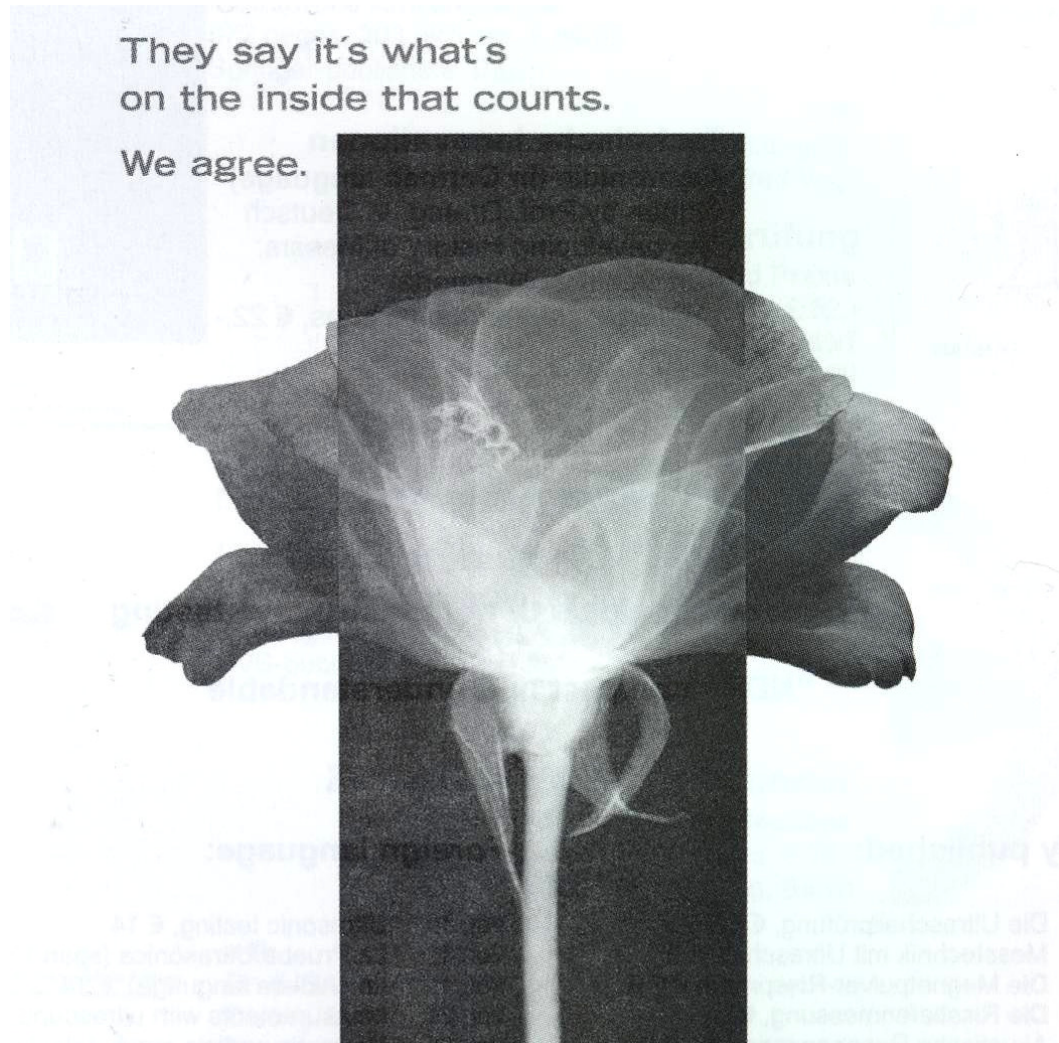
Corrección



Métodos – Radiografía industrial



- ...dicen que lo que cuenta es lo de adentro...





Ultrasonidos



Campo de energía: Propagación de ondas elásticas.

Basado en los fenómenos que se producen con la propagación de ondas elásticas en frecuencias mayores a las audibles por el oído humano.

Las ondas se propagan produciendo perturbaciones generando la oscilación de las partículas alrededor de sus posiciones de equilibrio.

- Técnicas de:
 - Transparencia.
 - Impulso-eco.
 - Tandem y pitch catch.
 - Inmersión.



•Ventajas:

- Acceso de un solo lado.
- Excelente para detección de defectos planares.
- Apto para una gran variedad de materiales.
- Disponibilidad de equipos estacionarios y móviles.
- Registro de la inspección.
- Gran profundidad de penetración.
- No requiere medidas especiales de protección.











•Inconvenientes:

- Requiere contacto con la pieza.
- Requiere patrón de referencia.
- Las superficies rugosas pueden causar inconvenientes.
- Requieren un alto entrenamiento de los operadores.
- La interpretación de las señales puede ser dificultosa.

Métodos – Ultrasonidos



•Parámetros de ensayo:

- Conjunto equipo, cables y palpadores. 
- Efecto piezoeléctrico. 
- Tipo de onda, velocidad y modo de conversión de onda. 
- Frecuencia y ángulo de los palpadores. 
- Acoplantes y superficies a ensayar 
- Calibración y patrones. 
- Velocidad de inspección y frecuencia de repetición de pulsos. 
- Reflectores de referencia. 
- Técnica de ensayo. 
- Correcciones de amplitud-distancia. 

Métodos – Ultrasonidos



- Equipos monocanal

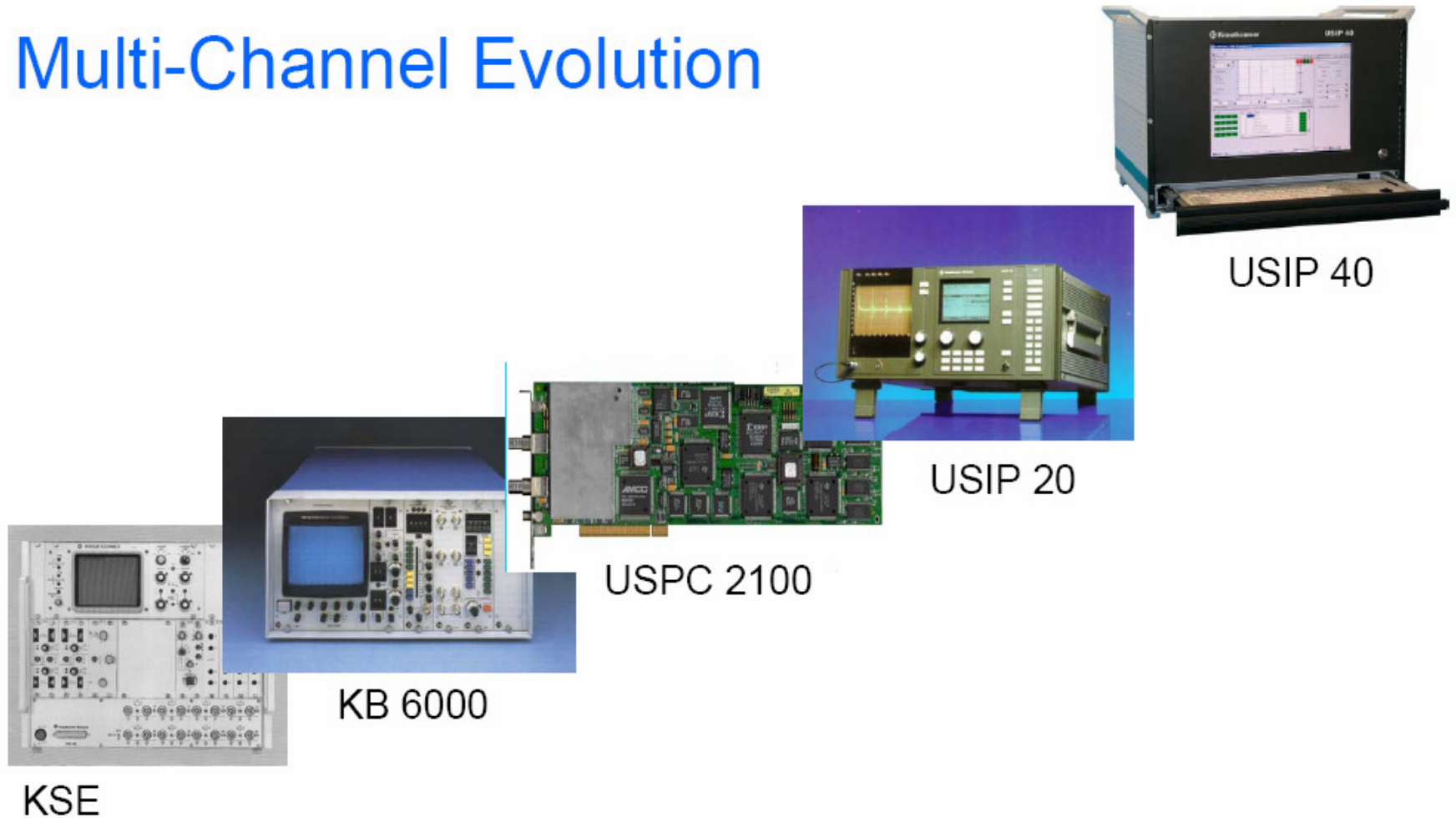


Métodos – Ultrasonidos



- Equipos multicanal

Multi-Channel Evolution



Métodos – Ultrasonidos



- Equipos Phase Array



Métodos – Ultrasonidos



- Palpadores



Immersion probe Z4N identical in design to H..N



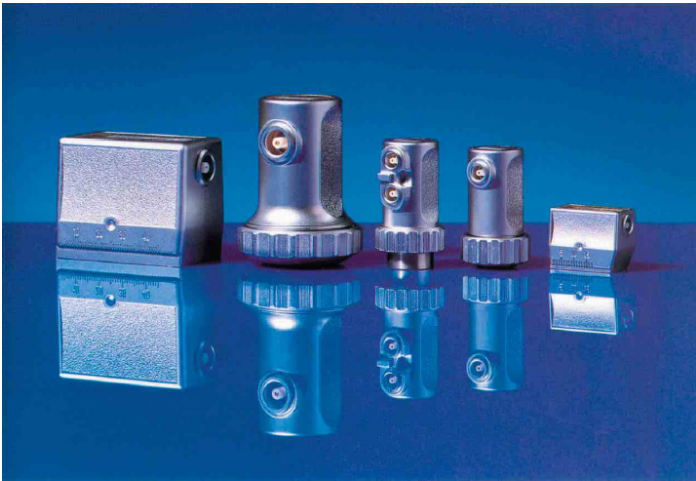
Immersion probe Z4K identical in design to H..K



Immersion probe Z10M identical in design to H..M



Immersion probes IA 5.8, IAP-F80.2.1 and IAP-FM25.2.1 with UHF or Microdot connectors

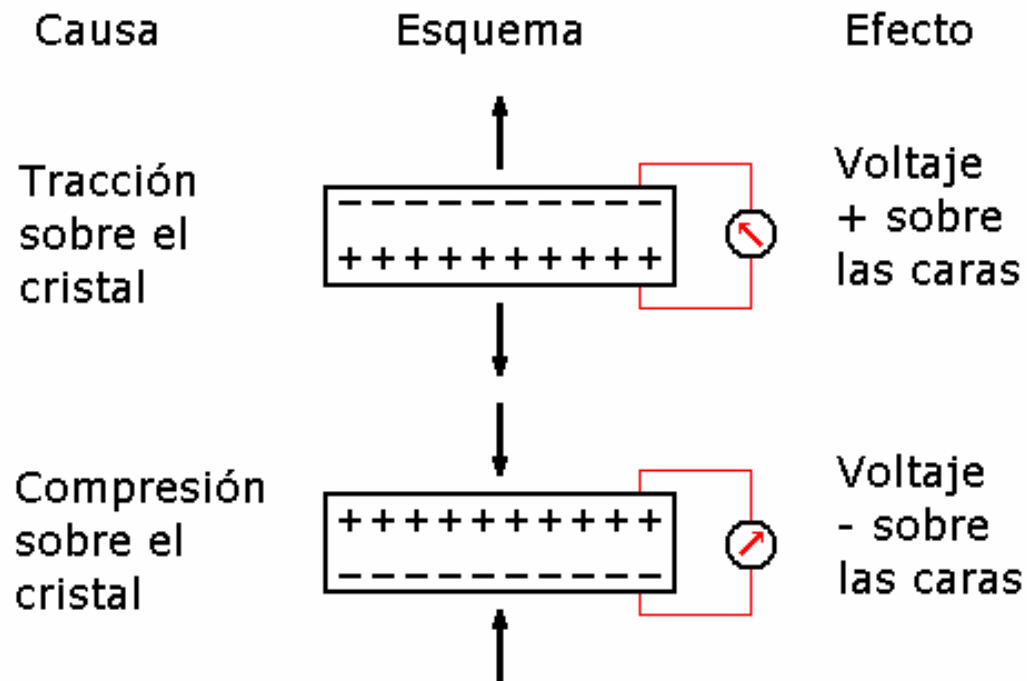




• Efecto piezoeléctrico directo

- Propiedad de ciertos materiales por el cual al aplicarles una deformación mecánica, aparecen cargas eléctricas en su superficie.

Efecto Piezoeléctrico Directo

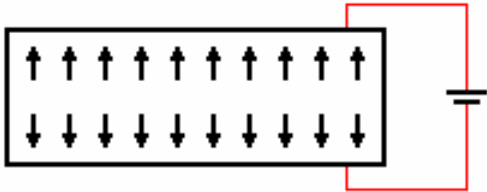
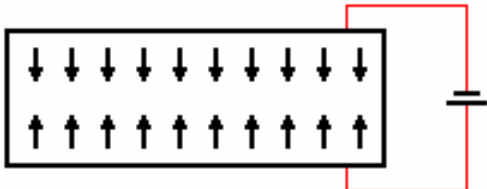




• Efecto piezoeléctrico inverso

- El efecto es reversible, es decir, si aplicamos cargas eléctricas el material se deforma mecánicamente.

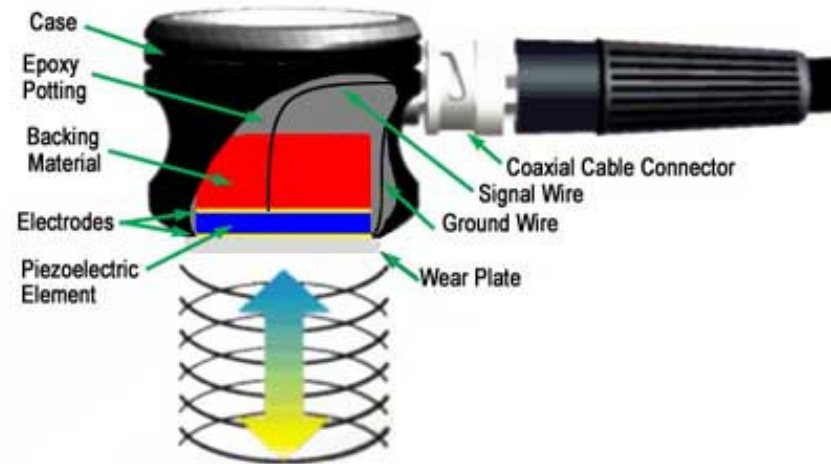
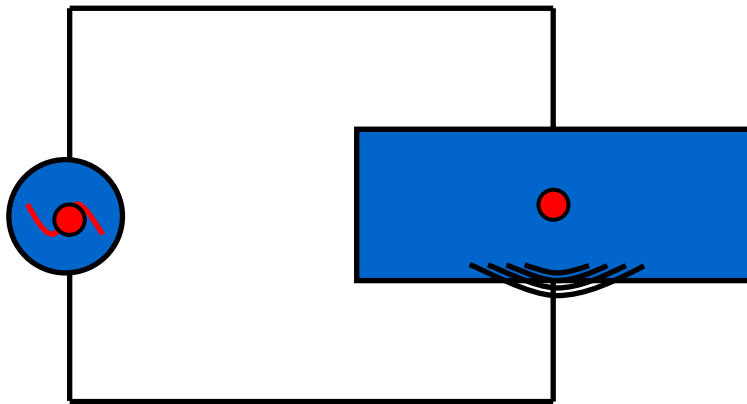
Efecto Piezoeléctrico Inverso

Causa	Esquema	Efecto
Voltaje + sobre las caras		Tracción sobre el cristal
Voltaje - sobre las caras		Compresión sobre el cristal

Métodos – Ultrasonidos



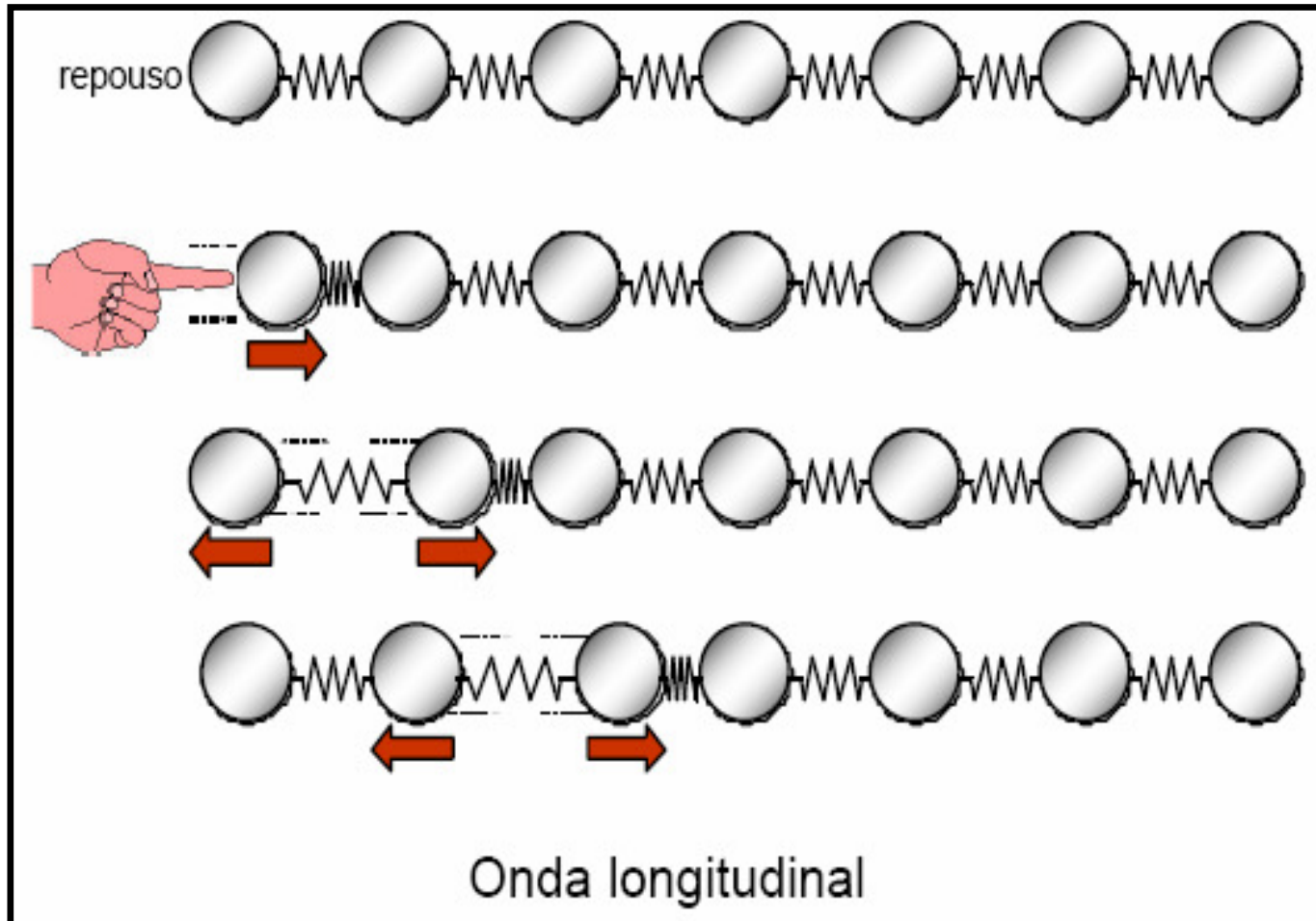
- Efecto piezoeléctrico sobre un cristal de US



Métodos – Ultrasonidos



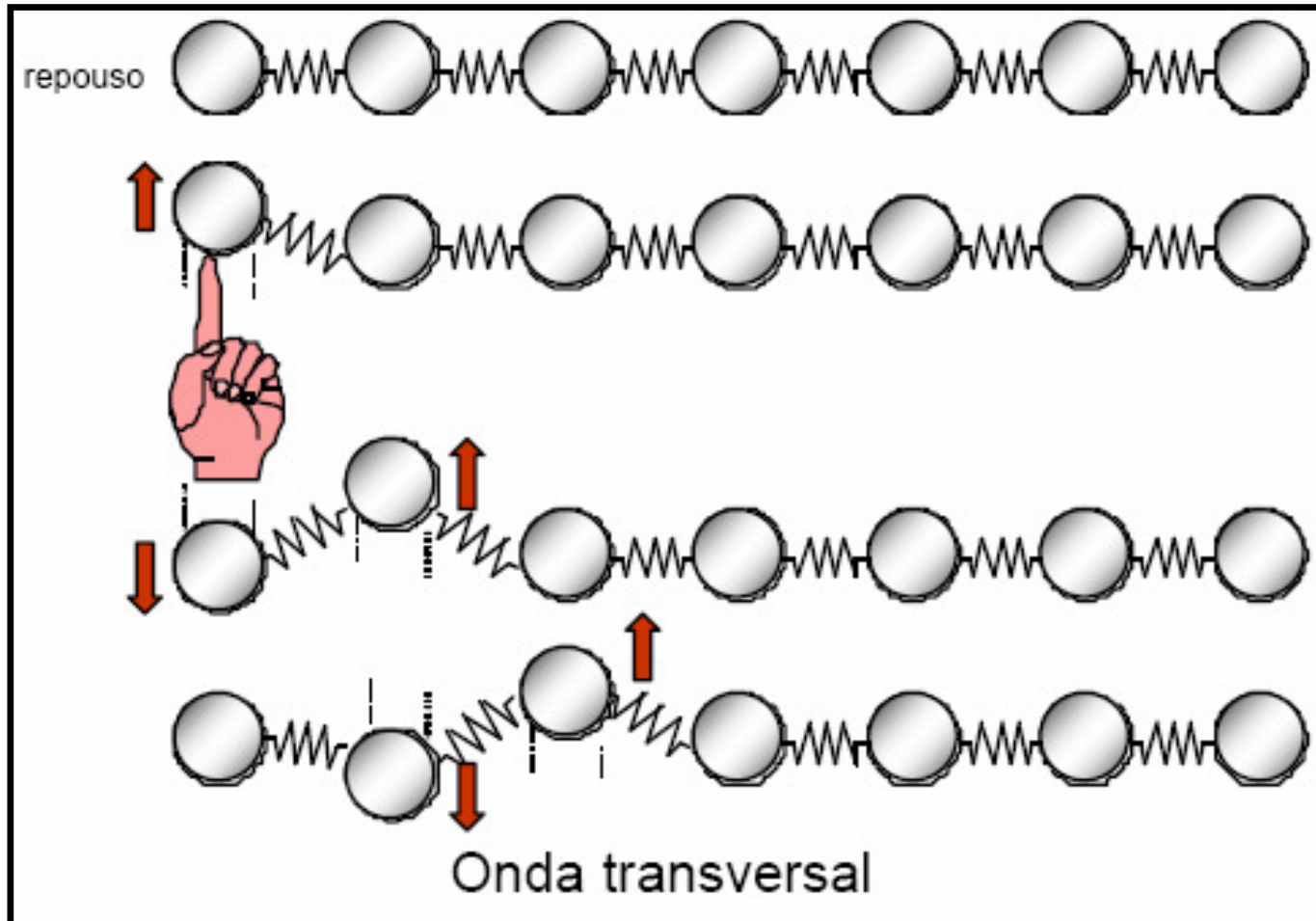
- Tipos de Onda



Métodos – Ultrasonidos



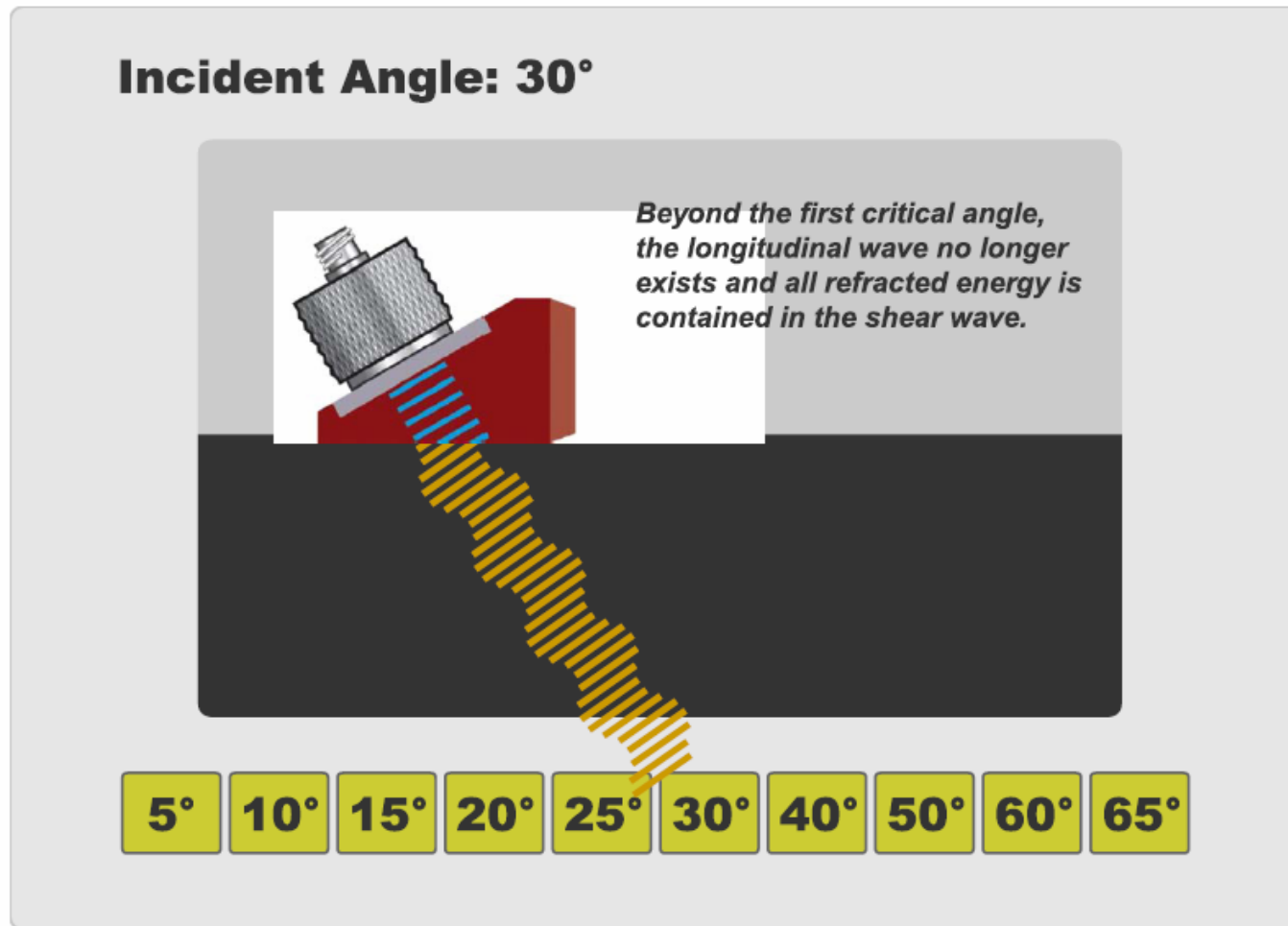
- Tipos de Onda



Métodos – Ultrasonidos



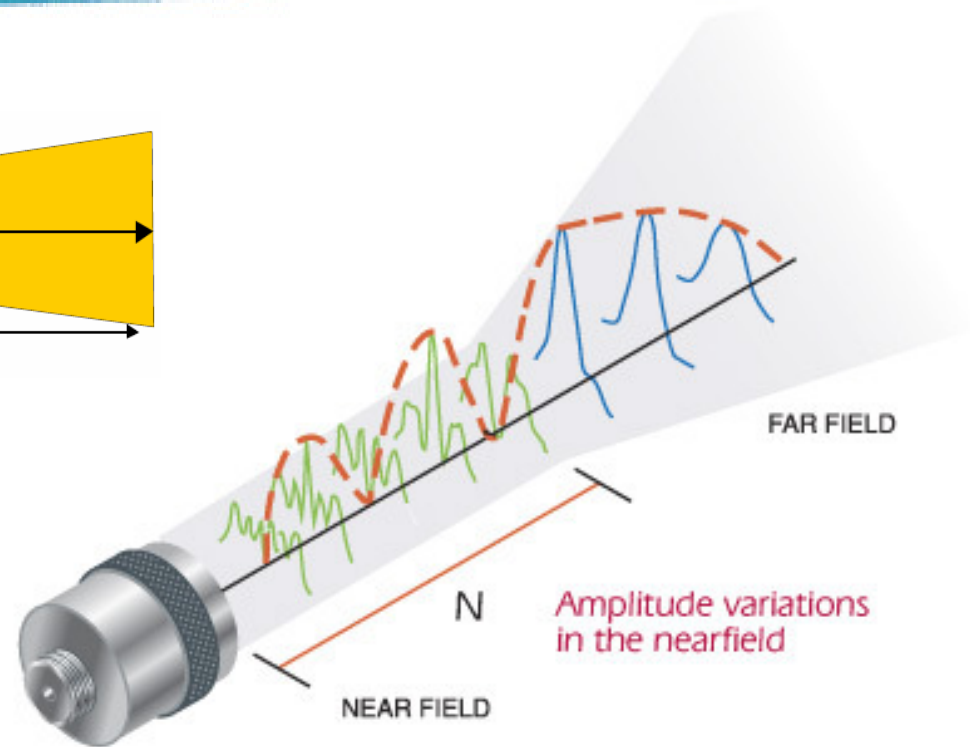
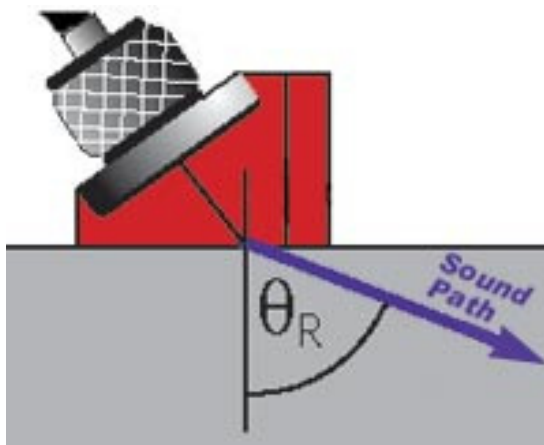
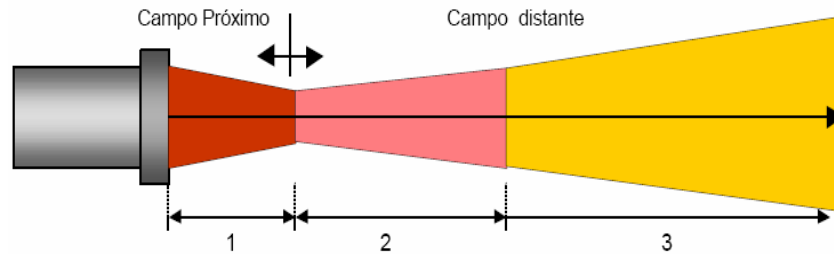
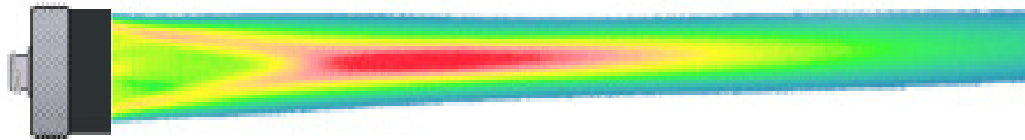
- Modo de conversión de onda



Métodos – Ultrasonidos



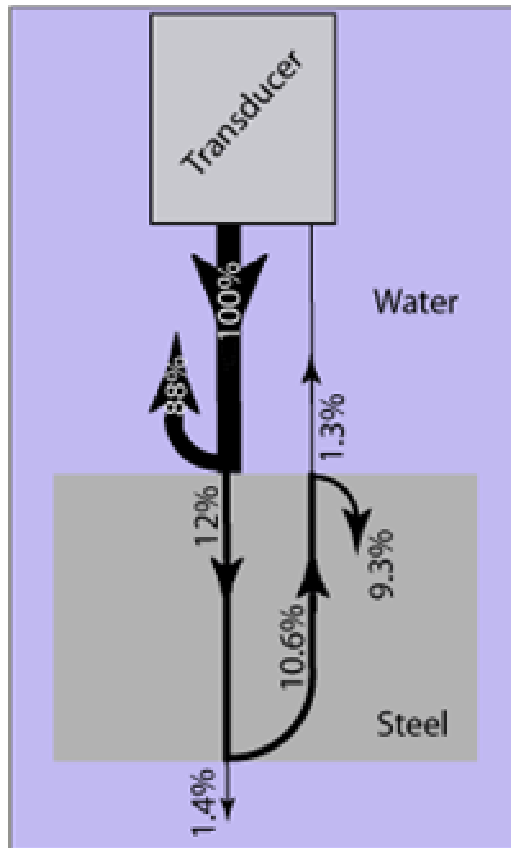
- Frecuencia y ángulo de los palpadores



Métodos – Ultrasonidos



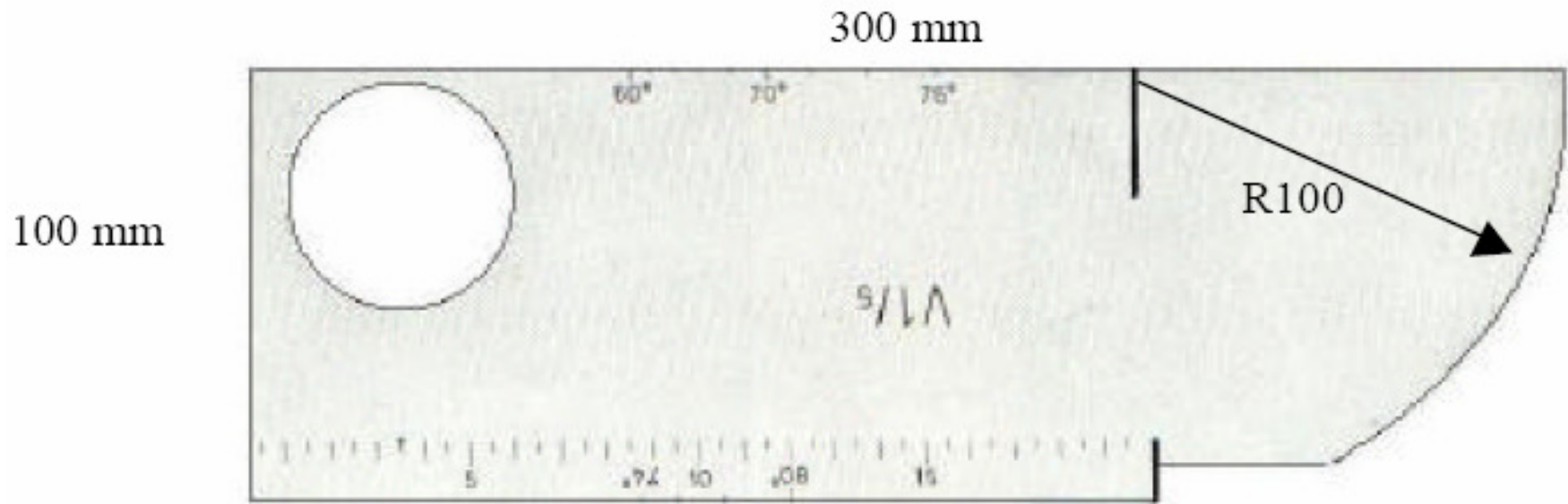
- Acoplantes



Métodos – Ultrasonidos



- Bloque patrón V1

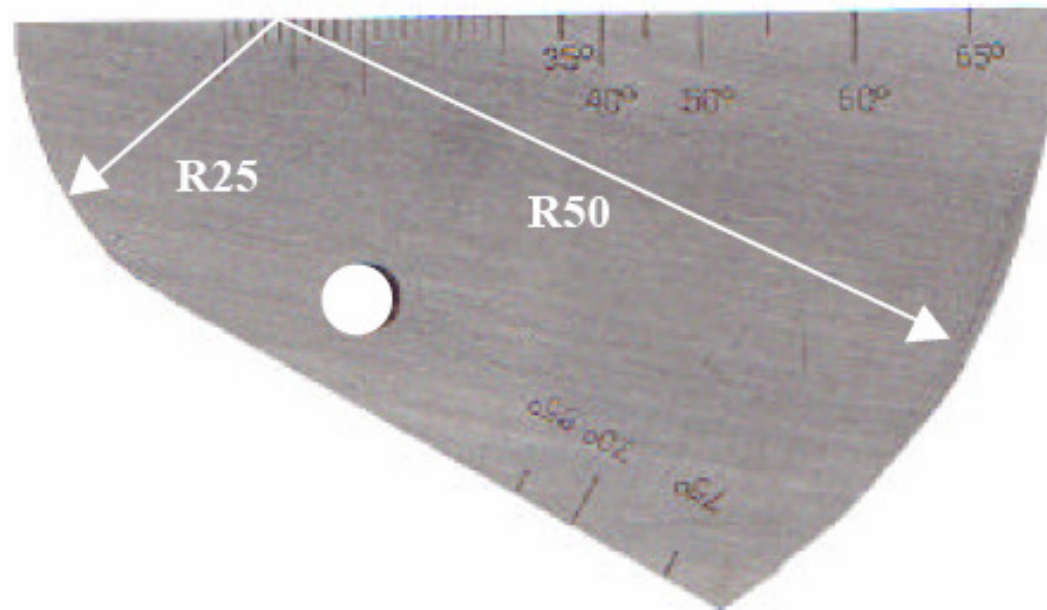


Bloco de Calibração V1 - Norma DIN 54120 ou BS-2704

Métodos – Ultrasonidos



- Bloque patrón V2

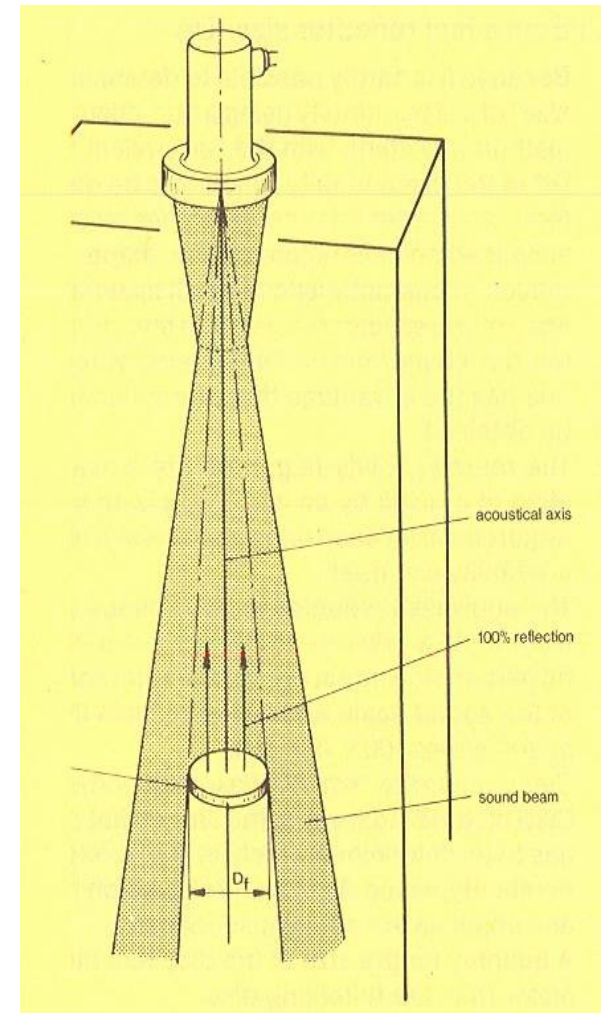


Bloco de calibração V2 (Norma DIN 54122). Espessura do bloco 12,5 mm

Métodos – Ultrasonidos

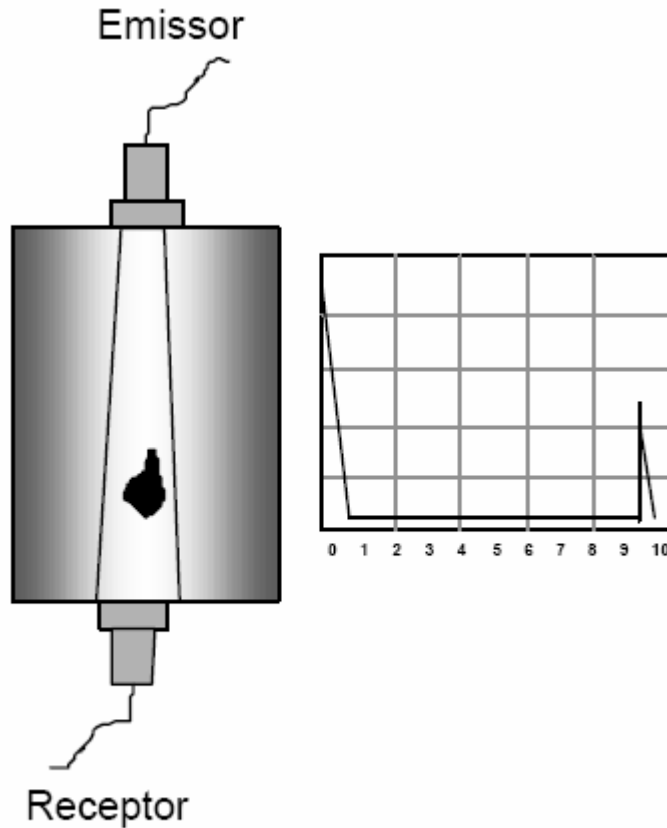


- Bloques patrones ASTM

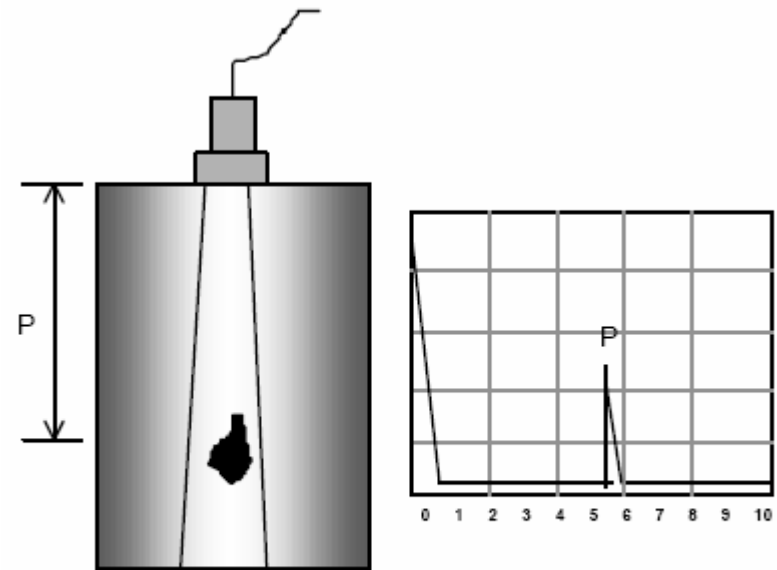




- Técnicas



Técnica de Transparência

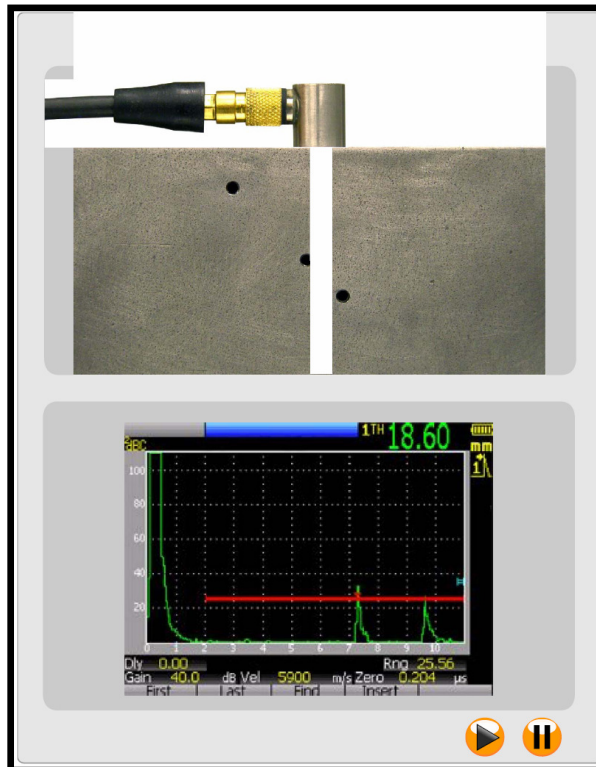


Técnica Impulso-Eco

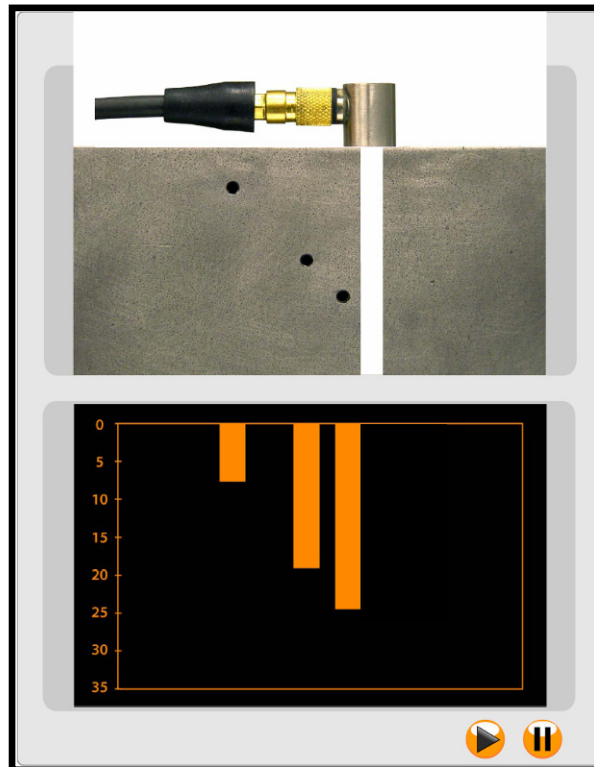
Métodos – Ultrasonidos



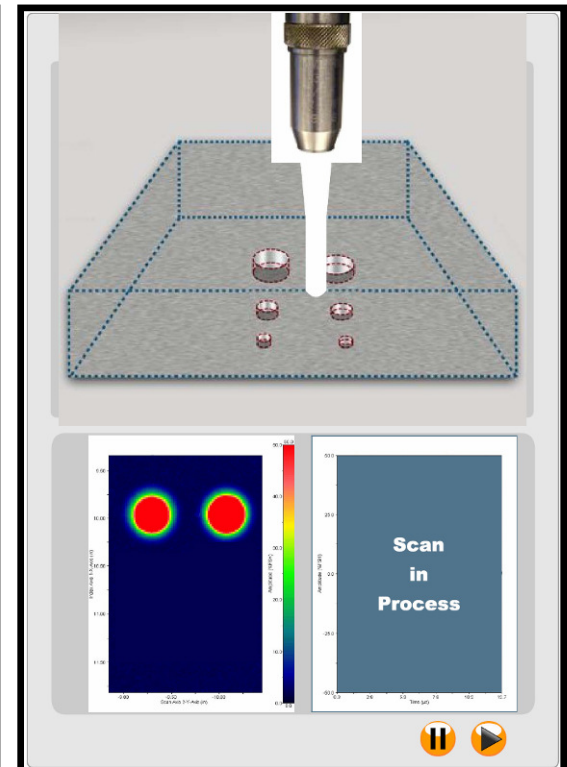
- Técnicas de ensayo



Barrido A – A-Scan



Barrido B – B-Scan

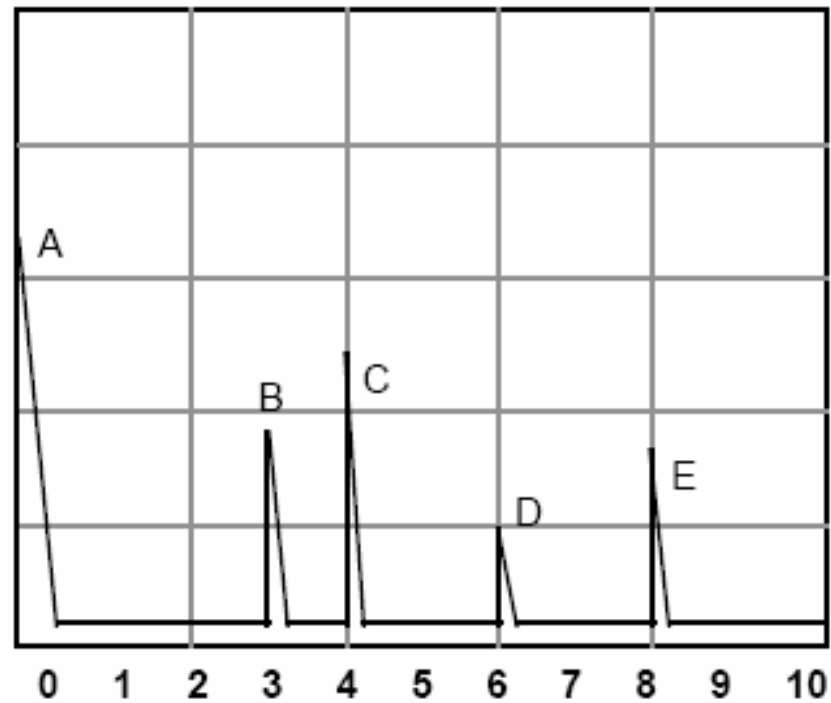
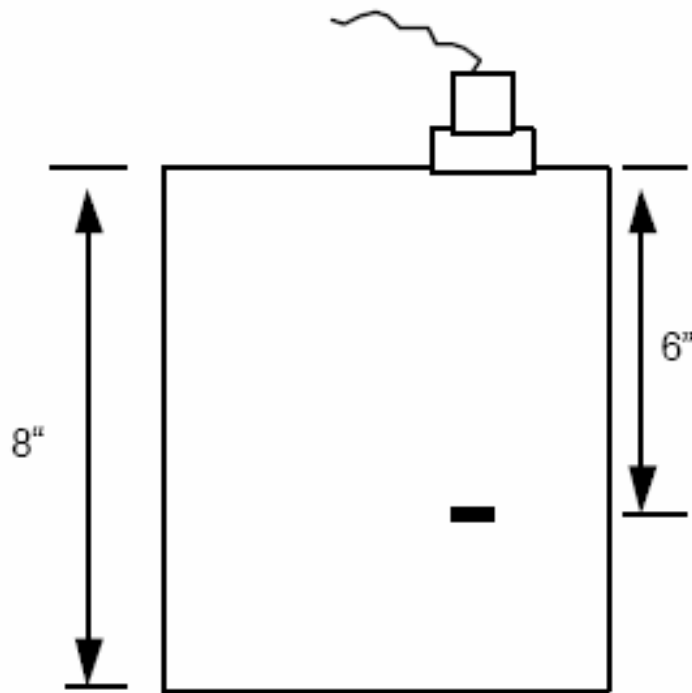


Barrido C – C-Scan

Métodos – Ultrasonidos



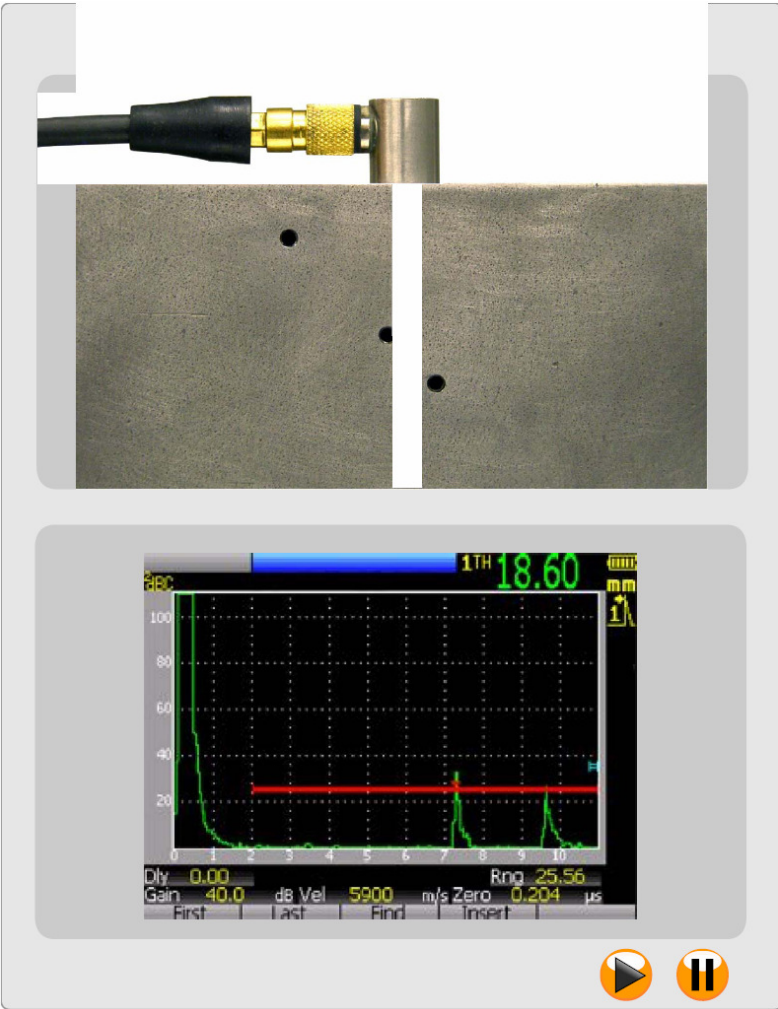
- Técnica de ensayo



Métodos – Ultrasonidos



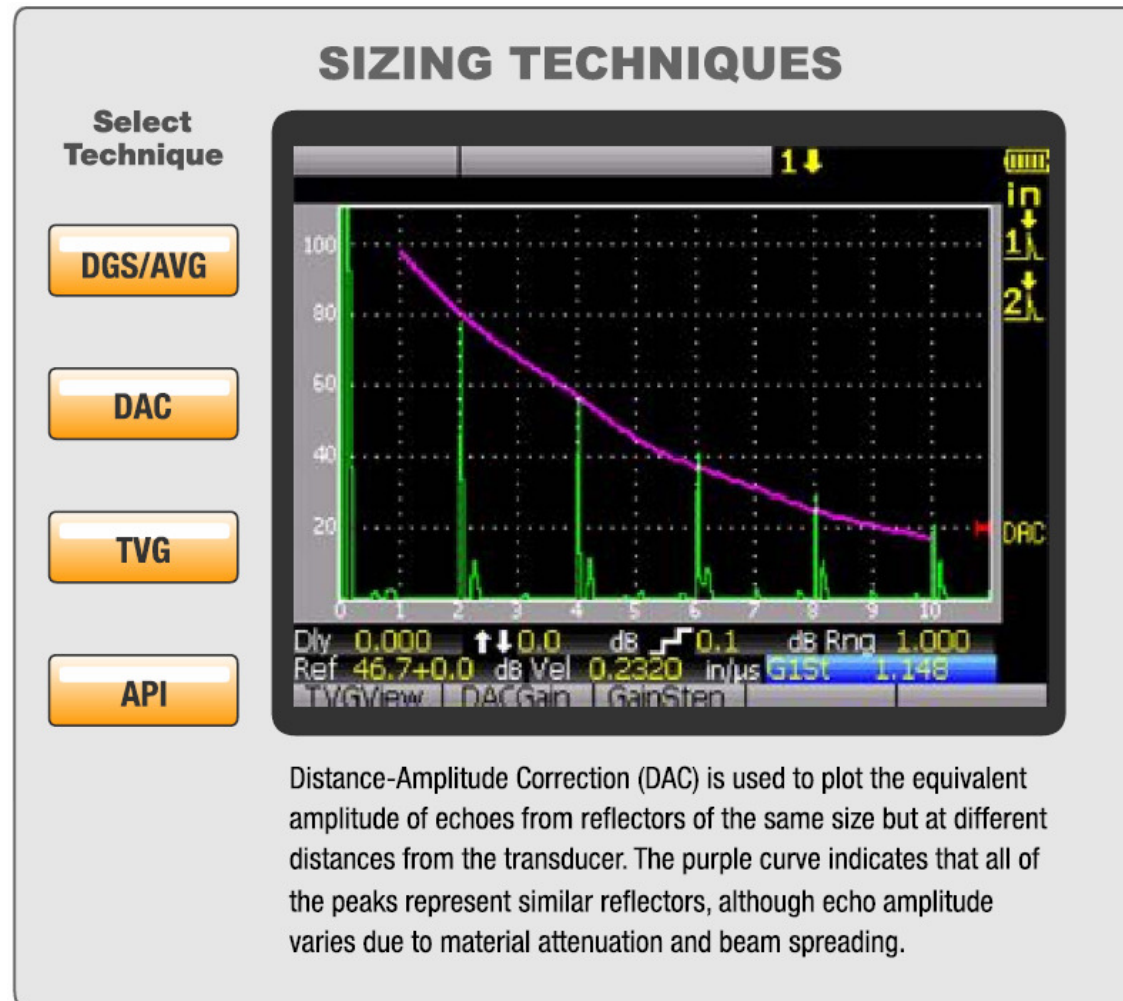
- Materiales



Métodos – Ultrasonidos



- Corrección de amplitud en distancia





Corrientes Inducidas

Métodos – Corrientes inducidas

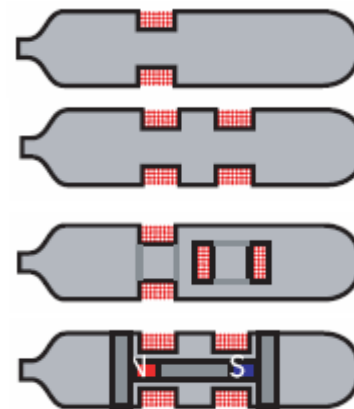


Consiste en inducir corrientes en un material conductor; no se requiere contacto eléctrico.

Se observan las variaciones de impedancia del sistema en presencia de una discontinuidad; esta variación se presenta en Amplitud (volumen de material faltante) y Fase (profundidad).

•Técnicas:

- Bobinas absolutas.
- Bobinas diferenciales.
- Bobinas de ejes cruzados.
- Bobinas con saturación magnética.



Métodos – Corrientes inducidas



•Ventajas:

- Acceso de un solo lado.
- No requiere contacto entre la sonda y la pieza.
- Alta velocidad de inspección y sensibilidad.

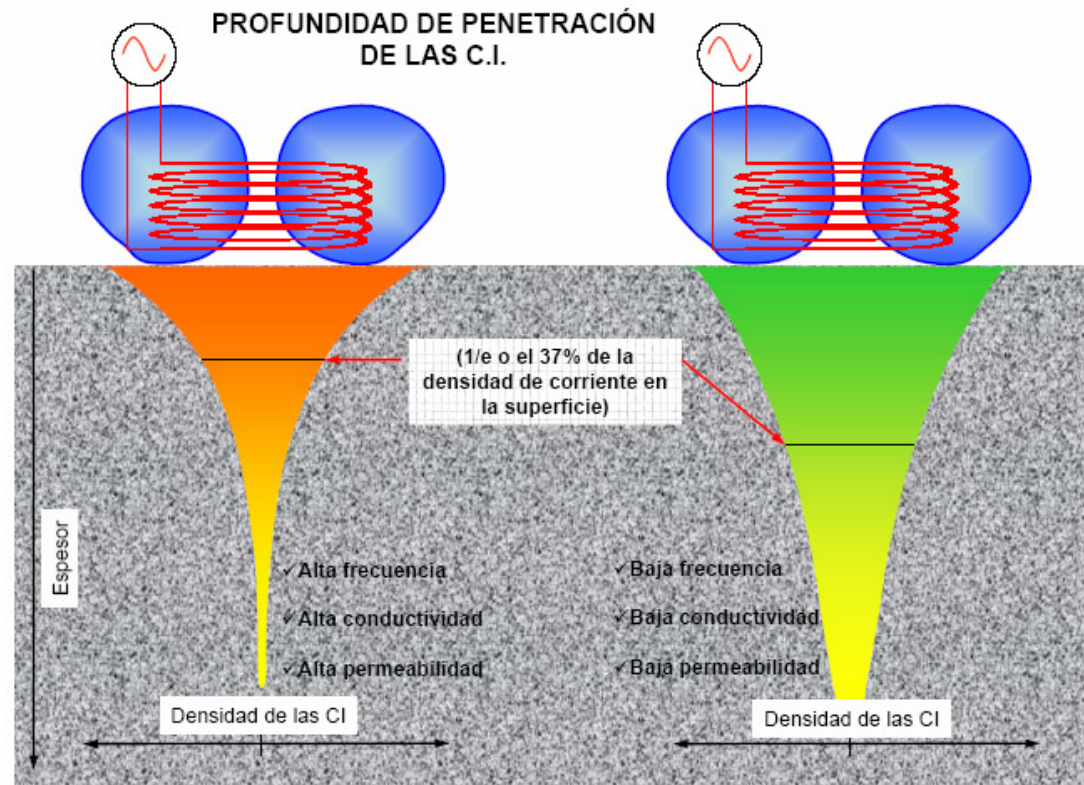
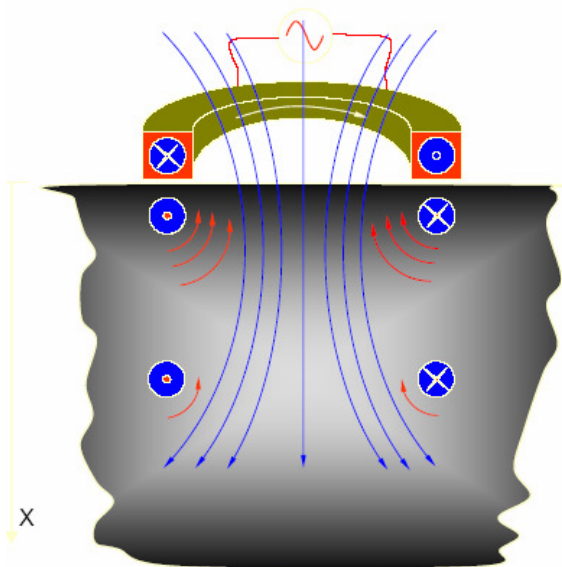
•Inconvenientes:

- Requiere materiales conductores.
- Requiere patrón de referencia.
- Solo para discontinuidades superficiales y sub superficiales hasta 5/6 mm.

Métodos – Corrientes inducidas



•Equipamiento:

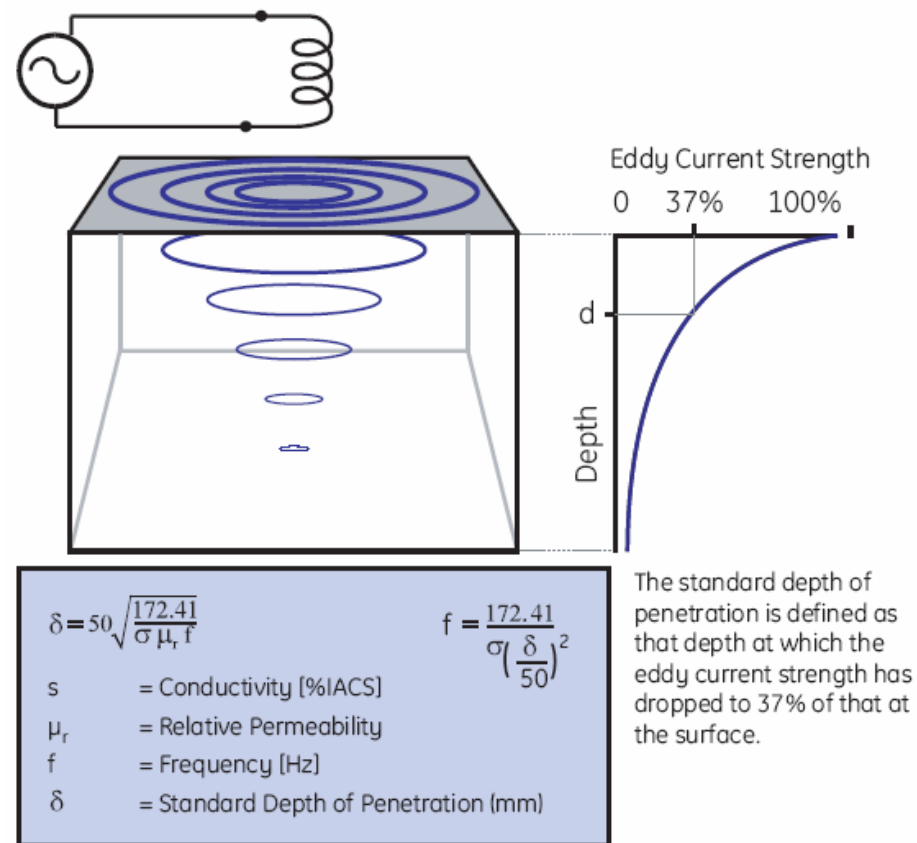


Métodos – Corrientes inducidas



- Profundidad de penetración:

Depth of Penetration



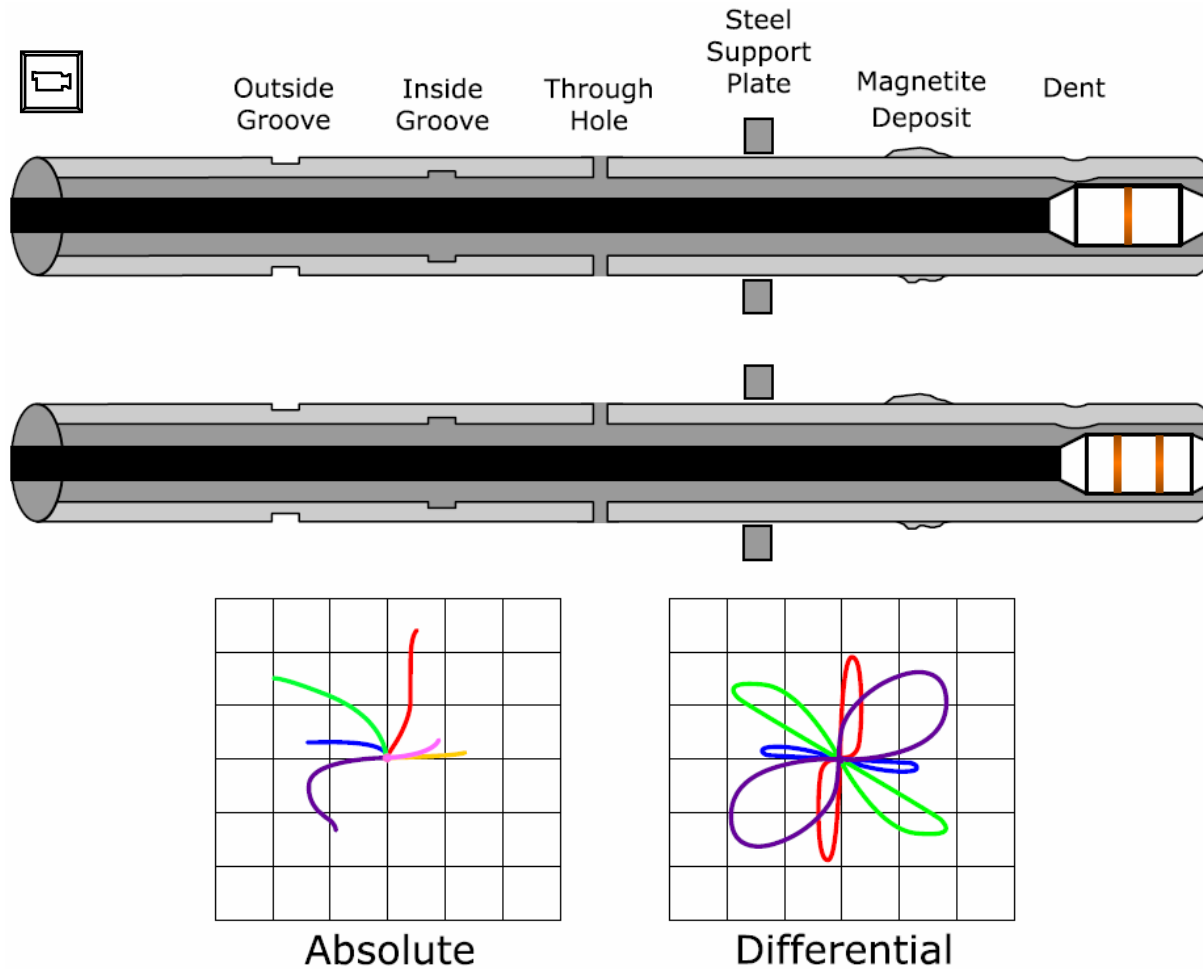
The standard depth of penetration is defined as that depth at which the eddy current strength has dropped to 37% of that at the surface.

%IACS = Conductivity percentage of electrolytic copper ($58 \cdot 10^6 \text{ Sm}^{-1}$)

Métodos – Corrientes inducidas



- Inspección con sonda absoluta y diferencial:

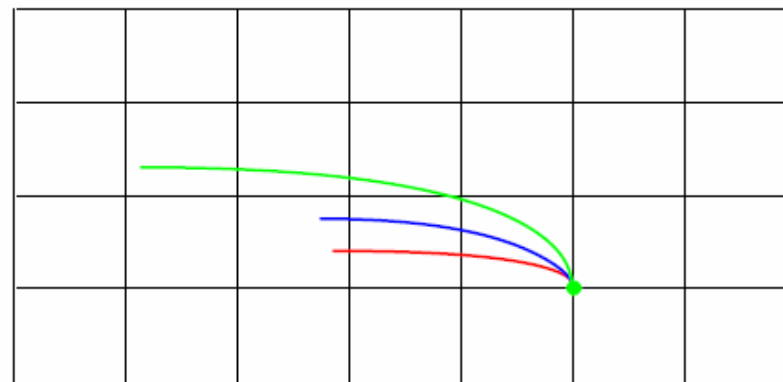
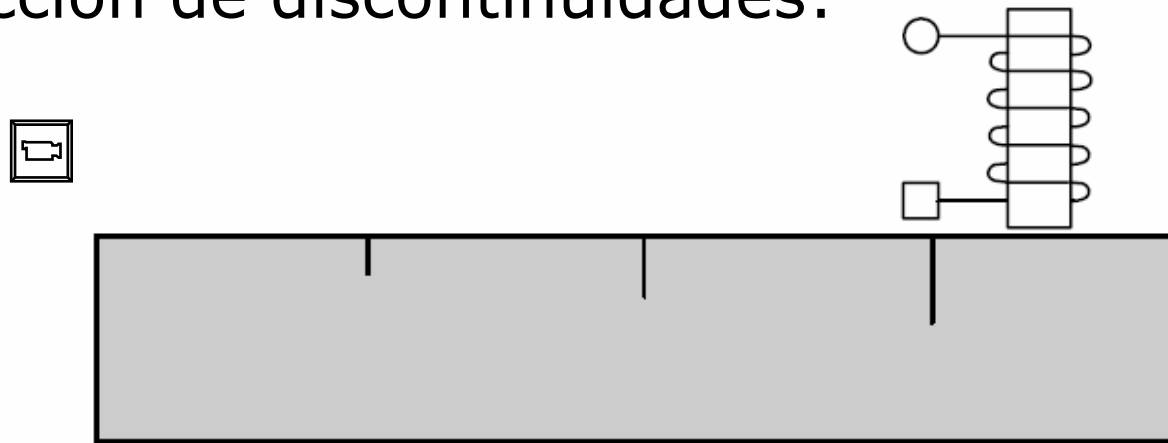


null

Métodos – Corrientes inducidas



- Inspección de discontinuidades:



50 KHz

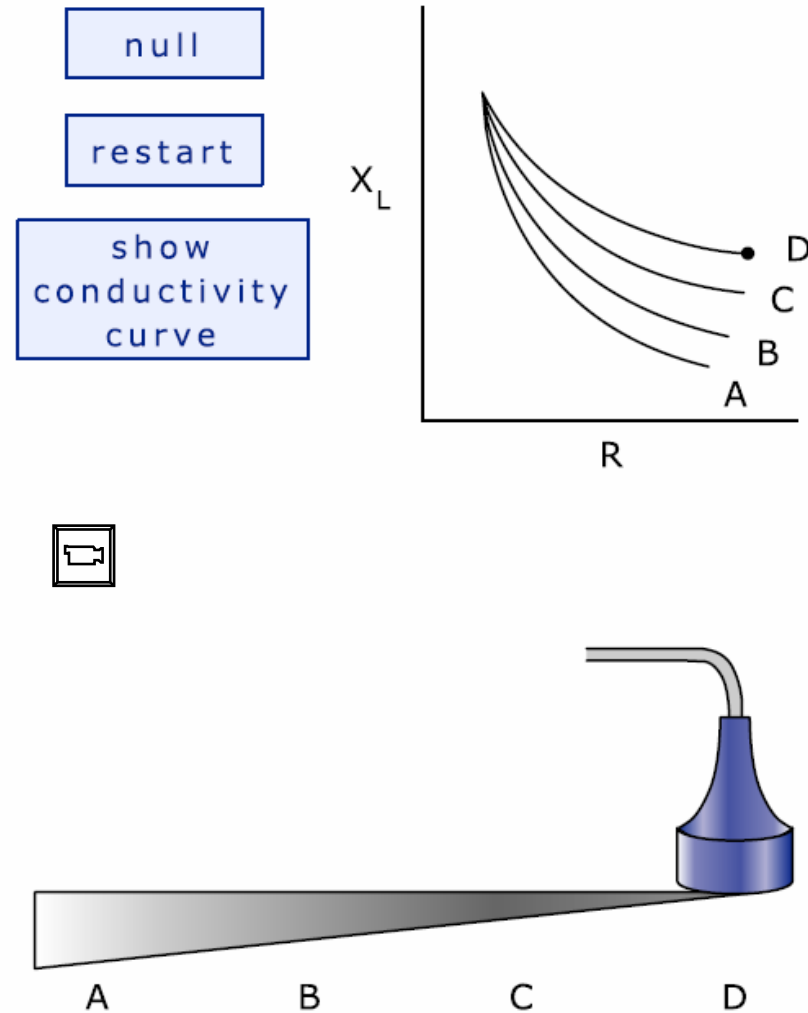
300 KHz

clear

Métodos – Corrientes inducidas



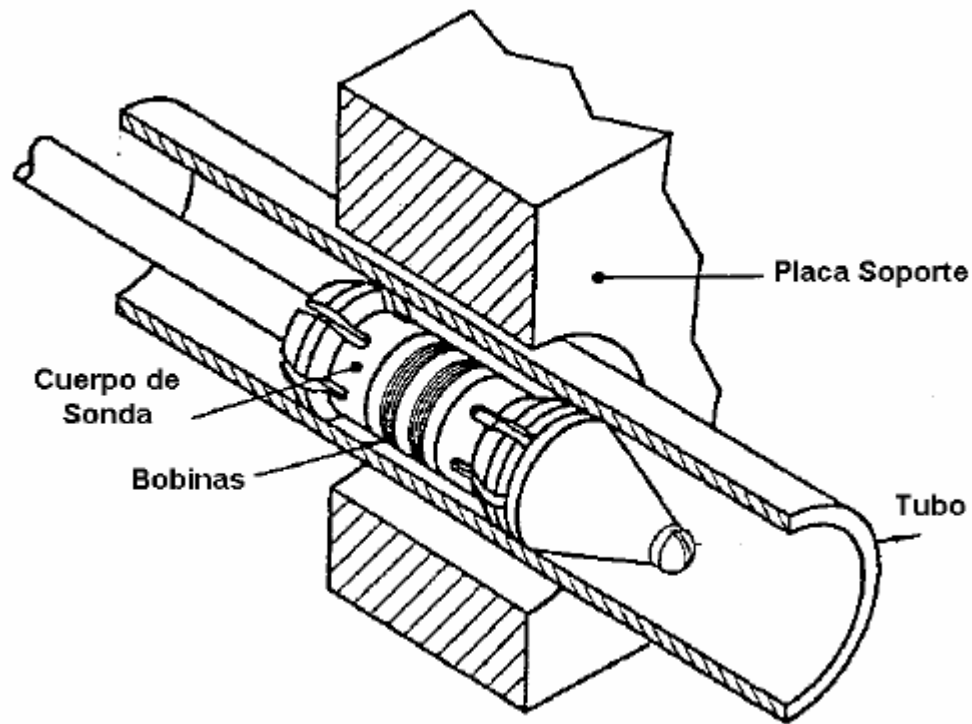
- Medición de espesores:



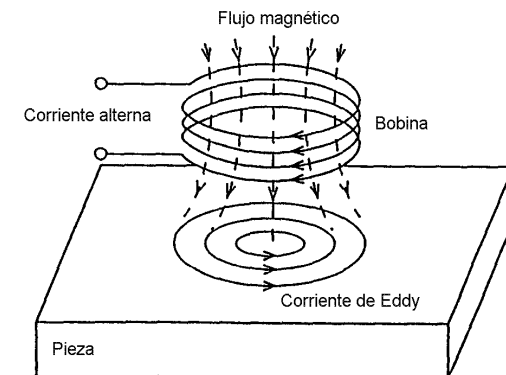
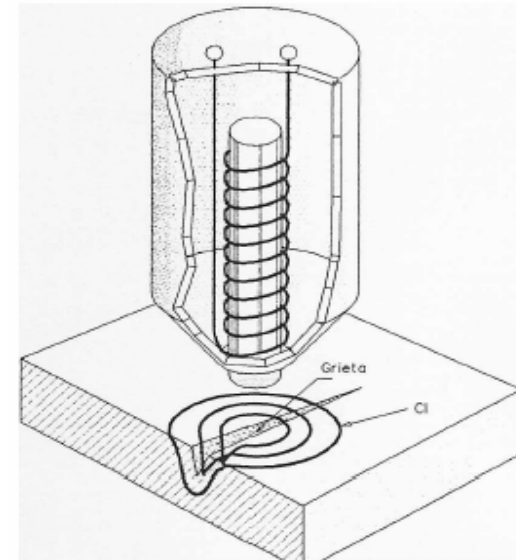
Métodos – Corrientes inducidas



- Equipamiento:



Palpador puntual



Métodos – Corrientes inducidas



- Equipamiento:



Digital & Analog Conductivity Meters





Líquidos Penetrantes

Métodos – Líquidos penetrantes



El método reside en la capacidad de ciertos líquidos para penetrar y ser retenidos en discontinuidades abiertas a la superficie.

Esta Acción Capilar, depende de 3 propiedades:
Mojabilidad, Tensión Superficial y Viscosidad.

•Técnicas:

- Lavable con agua.
- Removible con solvente.
- Postemulsificable lipofílica.
- Postemulsificable hidrofílica.

Métodos – Líquidos penetrantes



•Ventajas:

- Es independiente de la geometría de la pieza
- Es aplicable a casi cualquier material.
- Costo relativamente bajo, portátil y de fácil interpretación.
- Se puede automatizar.
- Alta sensibilidad, actúa como una lupa.
- No requiere medidas de seguridad especiales.

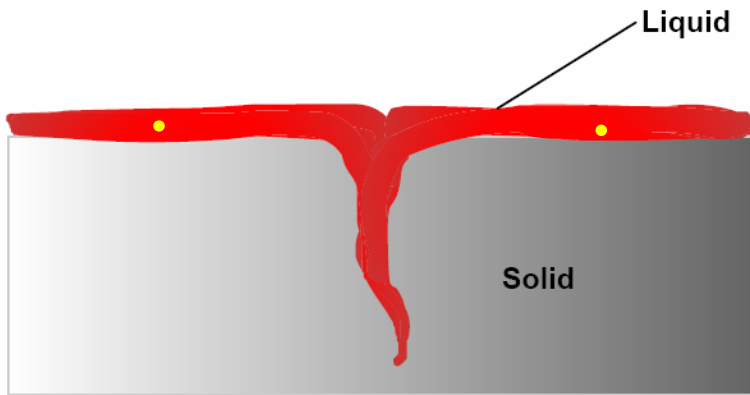
•Desventajas:

- Solo apta para defectos abiertos a la superficie.
- Requiere procedimiento de limpieza superficial muy cuidado.
- No es adecuado para superficies porosas.
- Requiere limpieza posterior al ensayo.
- No da información sobre el tamaño de la indicación.
- El inspector debe tener acceso directo a la superficie.
- Disposición de los residuos de limpieza.

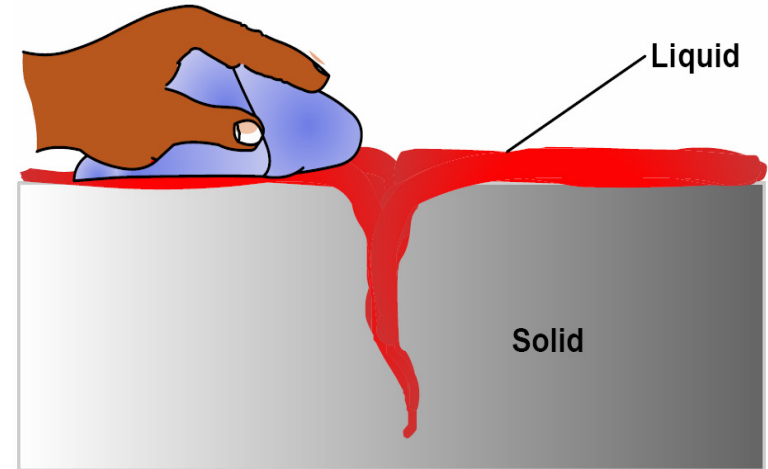
Métodos – Líquidos penetrantes



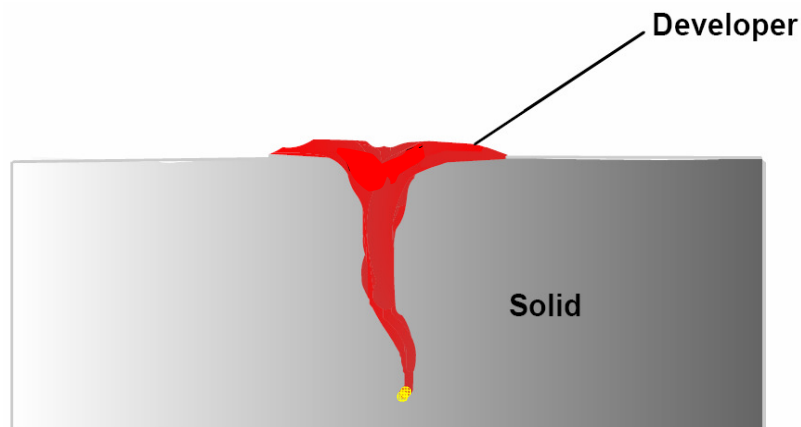
- Aplicación del método.



1.- Aplicación del líquido penetrante



2.- Remoción del exceso



3.- Aplicación del revelador y exudado

Métodos – Líquidos penetrantes



- Equipamiento:



SPOTCHECK® Secuencia Básica para ensayos con Líquidos Penetrantes rojos

2.1 2.2 2.3 2.4 2.5

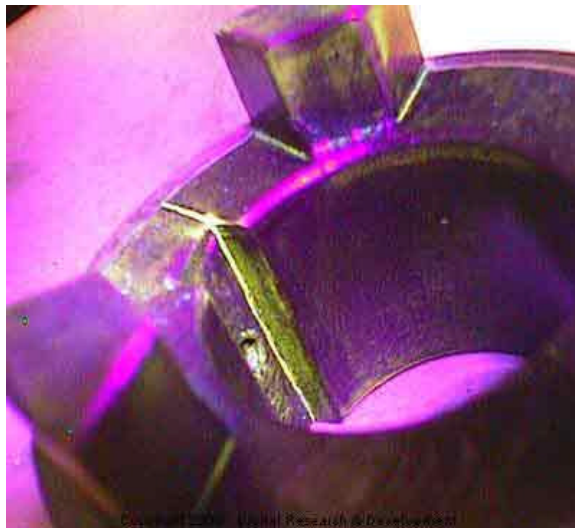
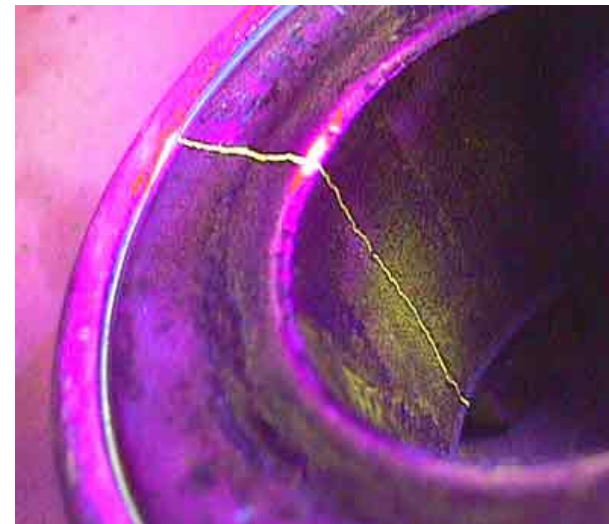
ZYGLO® Secuencia básica para ensayos con Líquidos Penetrantes Fluorescentes

2.1 2.2 2.3 2.4 2.5

Métodos – Líquidos penetrantes



- Aplicaciones:





Partículas Magnetizables

Métodos – Partículas magnetizables



Consiste en detectar el campo magnético de fuga que producen las discontinuidades de un material ferromagnético al saturarlo magnéticamente.

El medio de detección son partículas magnetizables de alta permeabilidad y baja retentividad.

•Técnicas:

- Vía húmeda.
- Vía seca.
- Visibles.
- Fluorescentes

Métodos – Partículas magnetizables



•Ventajas:

- Es independiente de la geometría de la pieza.
- Alta sensibilidad para fisuras finas, superficiales y poco profundas.
- Rápido y simple, se lo puede automatizar.

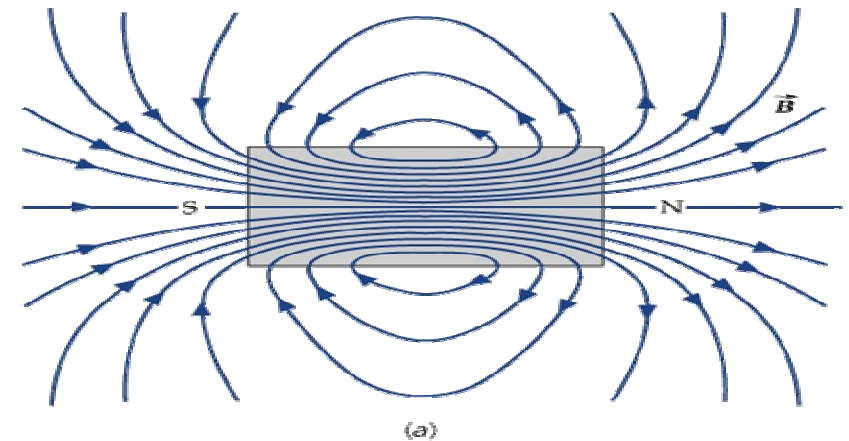
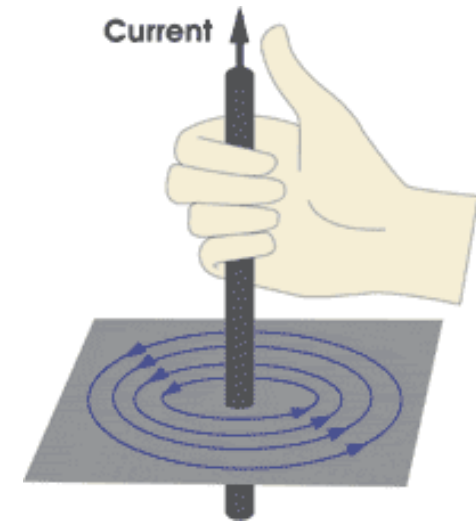
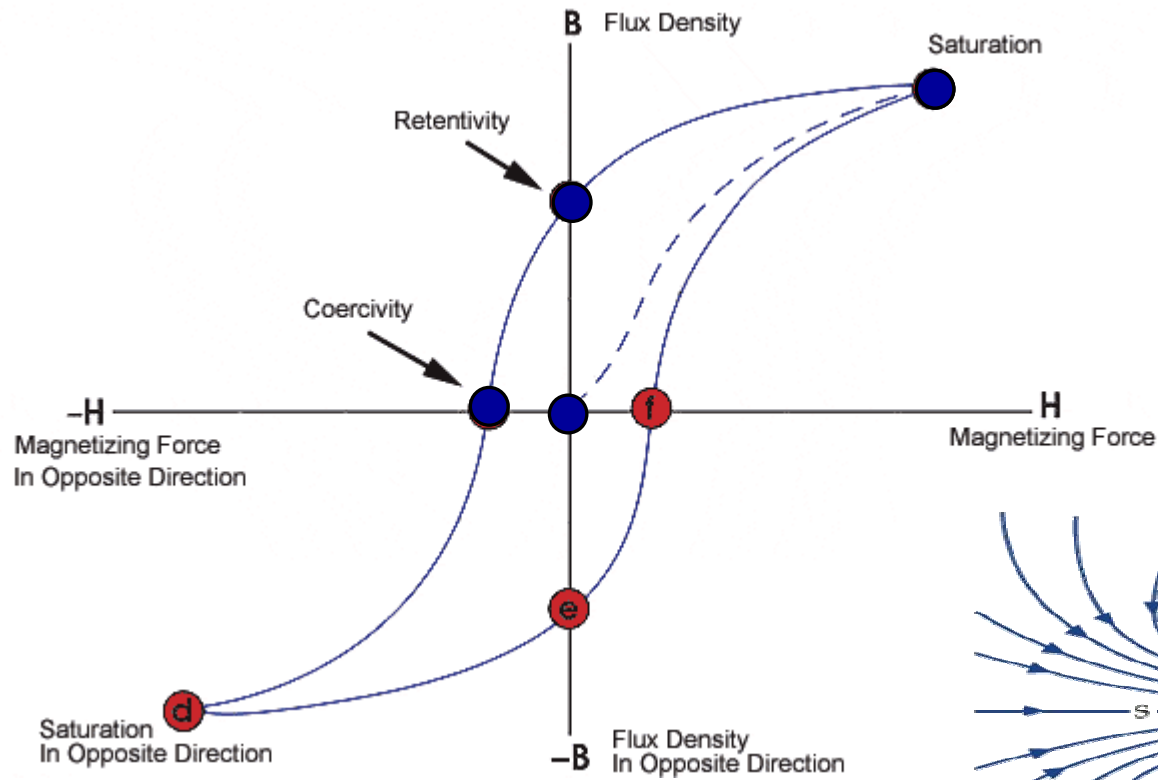
•Inconvenientes:

- Solo apto para materiales ferromagnéticos.
- La orientación del campo y la intensidad es crítica para la detección.
- Solo apto para defectos superficiales y subsuperficiales.
- Se requieren corrientes elevadas.
- Para algunas aplicaciones posteriores se debe desmagnetizar.

Métodos – Partículas magnetizables



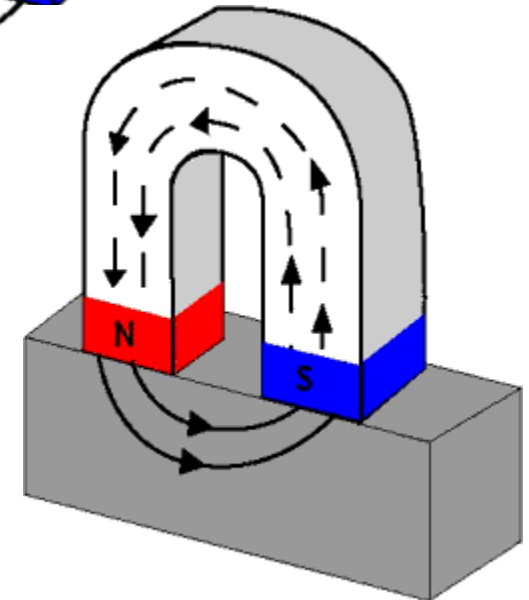
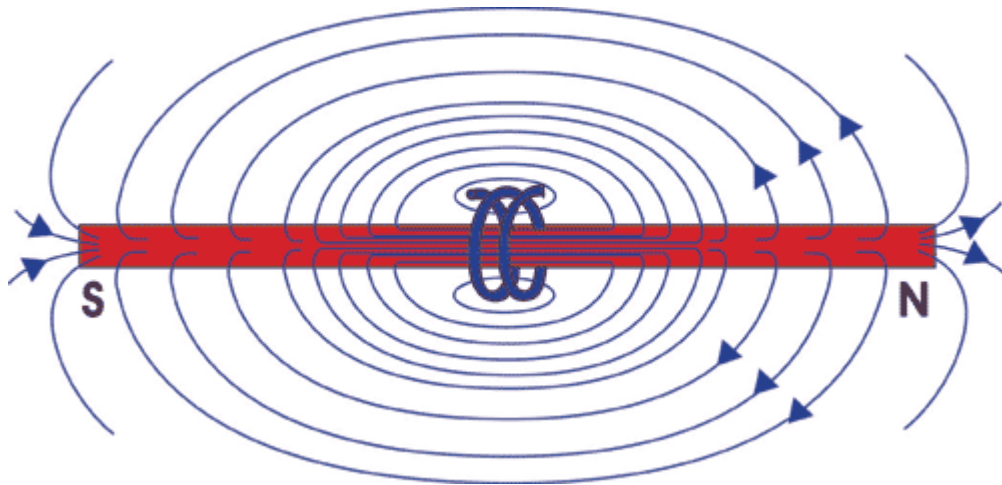
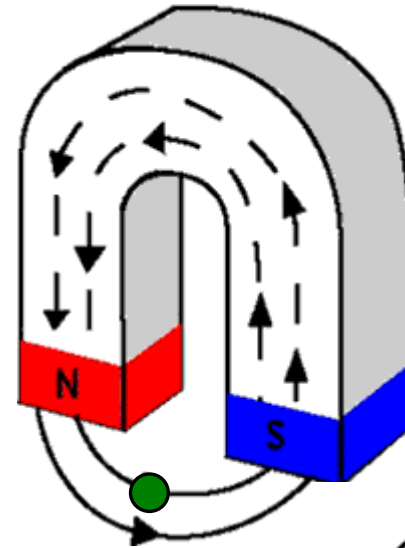
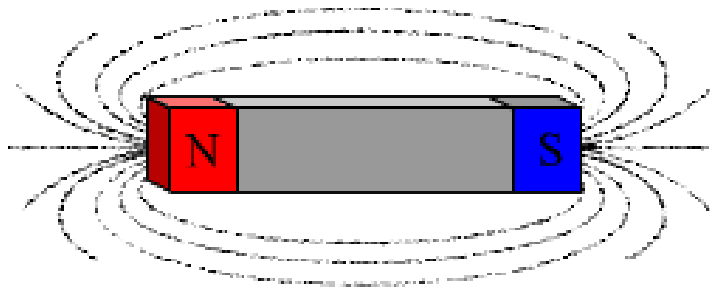
- Aplicación del método:



Métodos – Partículas magnetizables



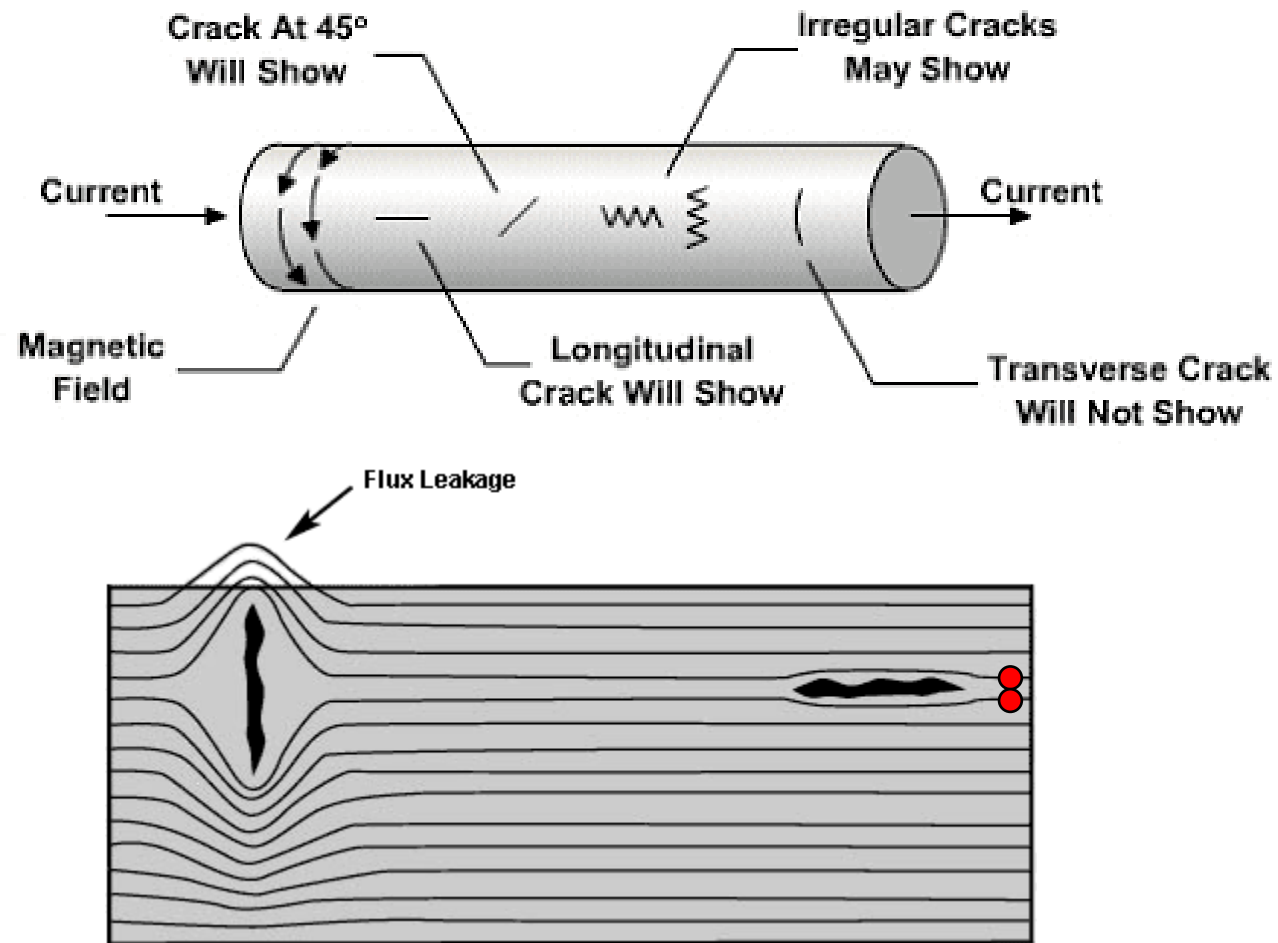
- Aplicación del método:



Métodos – Partículas magnetizables



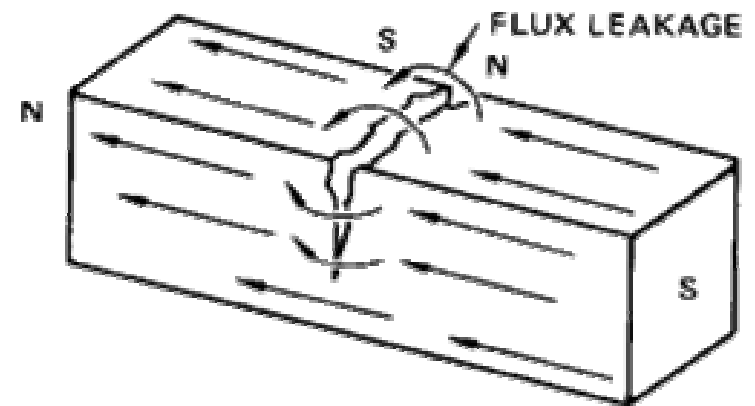
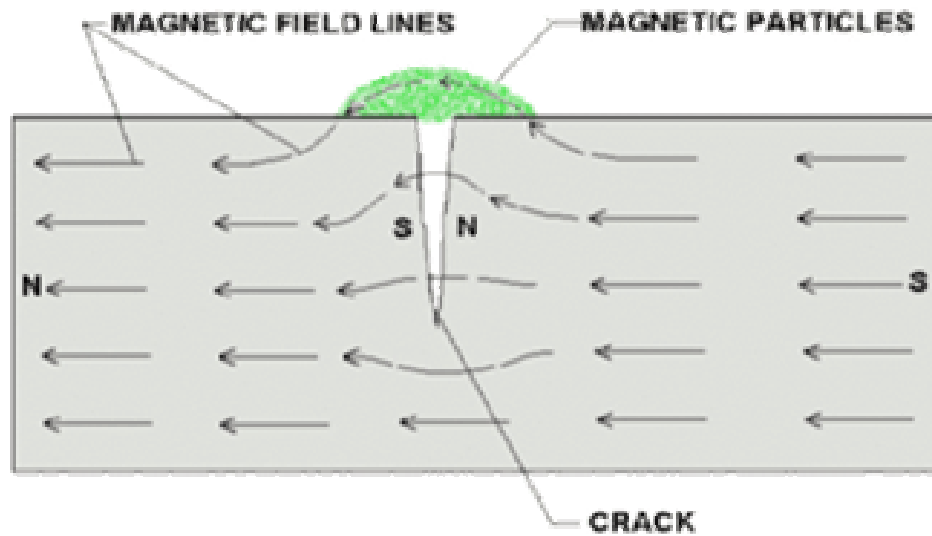
- Aplicación del método:



Métodos – Partículas magnetizables



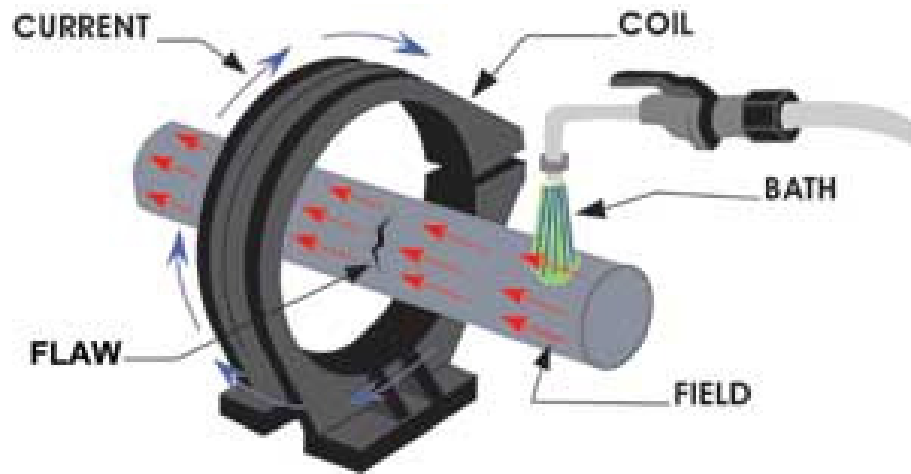
- Aplicación del método:



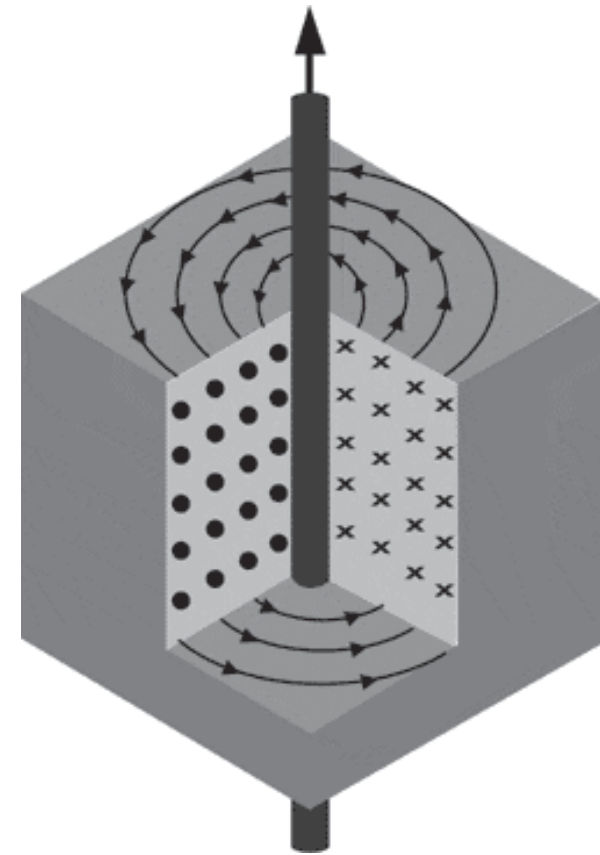
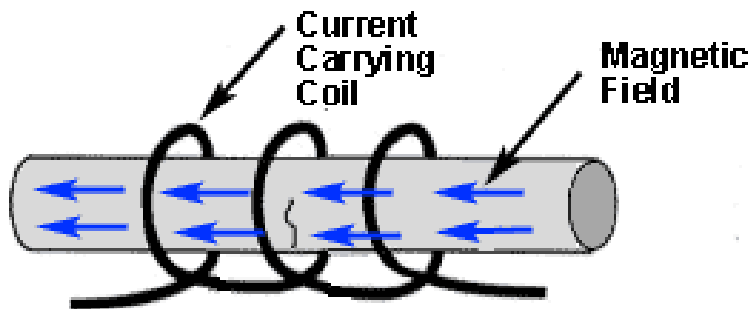
Métodos – Partículas magnetizables



- Técnicas de magnetización:



Bobinas

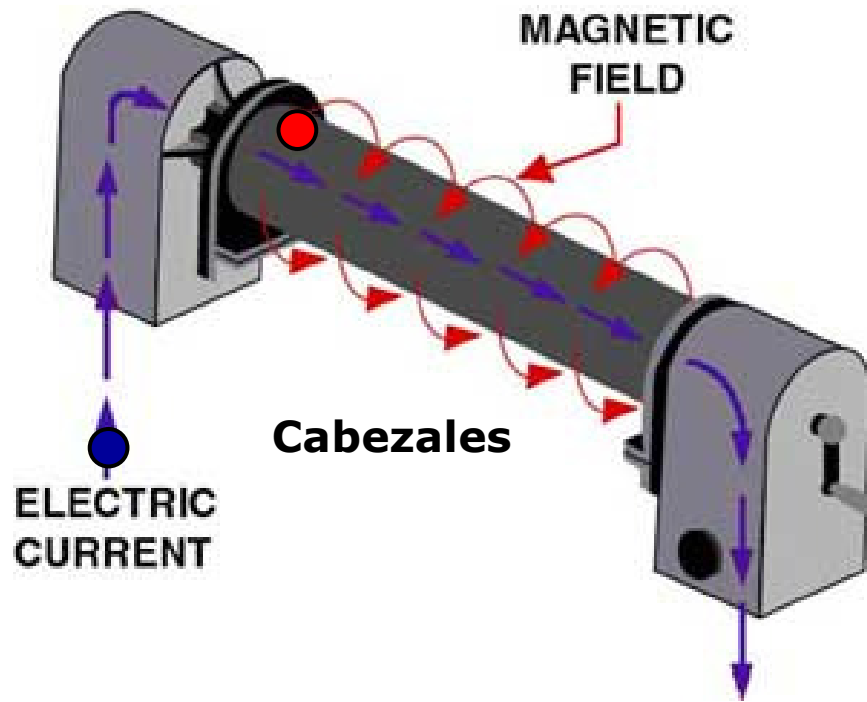


Conductor Central

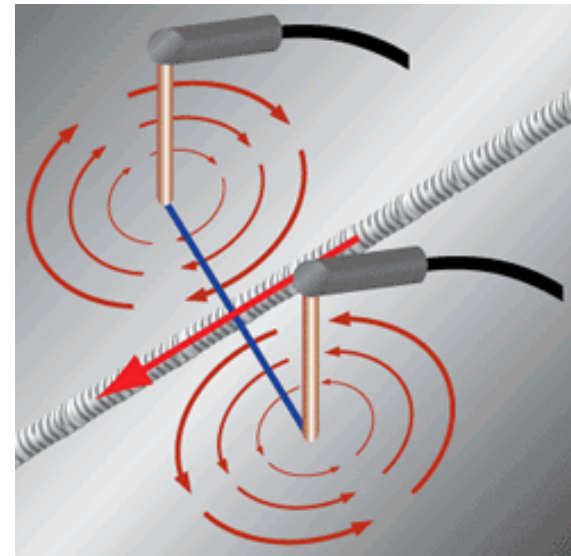
Métodos – Partículas magnetizables



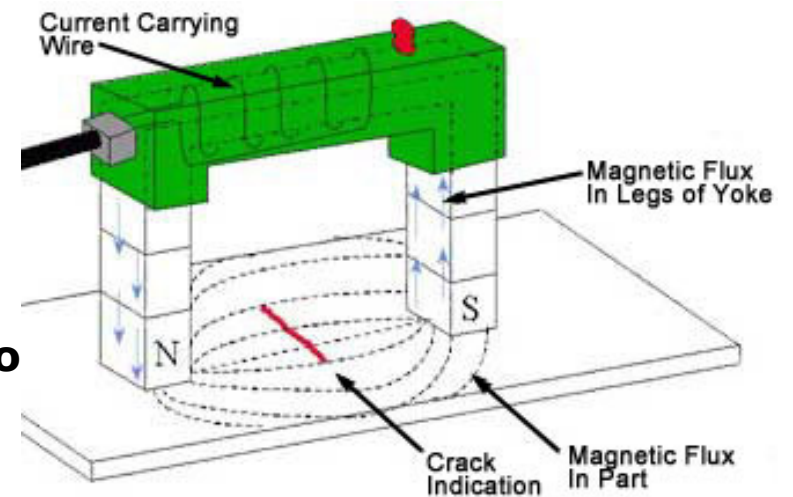
- Técnicas de magnetización:



Puntas



Yugo



Métodos – Partículas magnetizables



- Equipamiento:



Métodos – Partículas magnetizables



- Equipamiento:





Ensayo de Fugas

Métodos – Ensayo de pérdidas



Consiste en verificar si una “barrera” que separa dos ambientes a distintas presiones, es capaz de mantener la estanqueidad entre ellos.

•Técnicas:

- De presión negativa: Consiste en hacer vacío en el componente, en general es la mas sensible.
- Técnica de presión positiva: Consiste en presurizar el componente y detectar las pérdidas. En general es la mas sencilla de implementar.
 - Pérdida de líquidos, Variación de presión, Burbujeo.
 - Ultrasonidos.
 - Husmeadores (Sniffers).
 - Detección de gases trazadores.

Métodos – Ensayo de pérdidas



•Ventajas:

- Alta sensibilidad.
- Sistemas sencillos de operar.
- En general equipos de bajo costo.
- Permiten detectar la posición exacta de la pérdida.
- Permiten calcular el volumen de pérdida.

•Inconvenientes:

- En general, a mayor sensibilidad requerida; mayor complejidad para desarrollar el ensayo.
- Resulta complejo obtener altos valores de vacío.

Métodos – Ensayo de pérdidas



- Equipamiento:

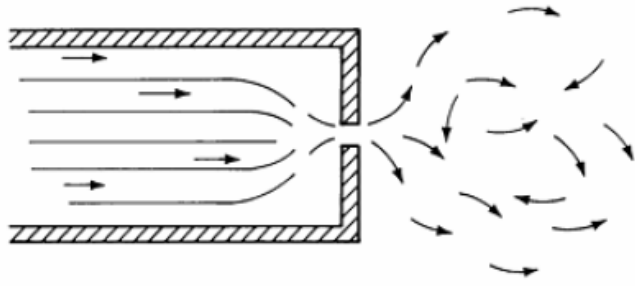


Fig. 1 Turbulence caused by fluid flow through an orifice

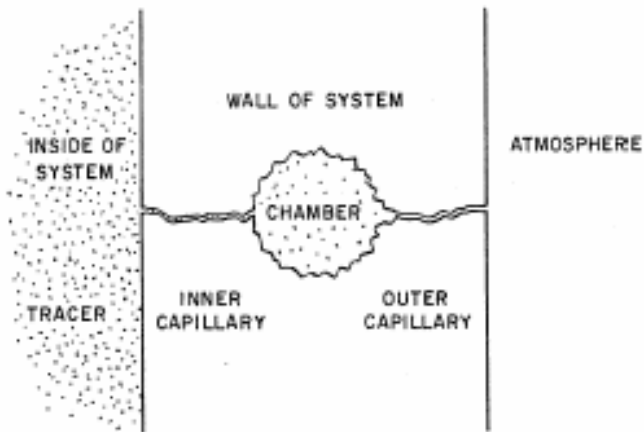
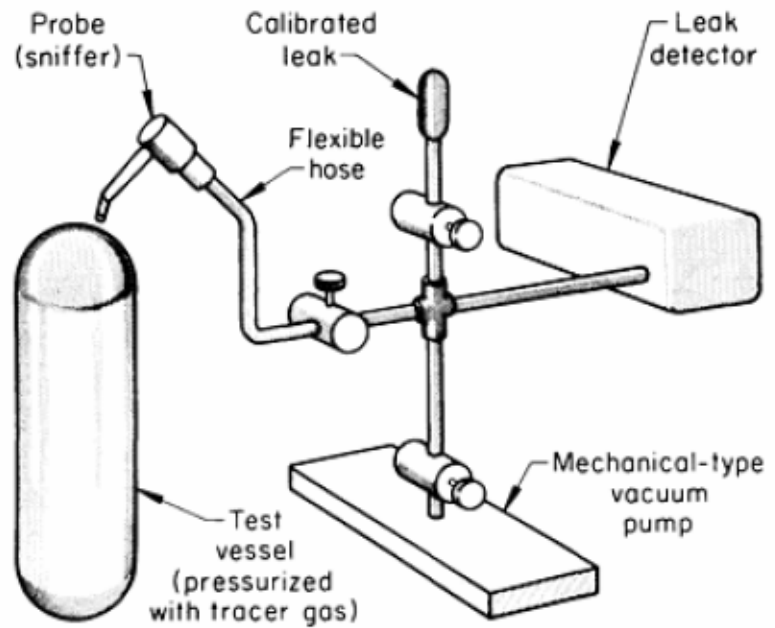


Figure 19. Sketch of Typical Leak Paths in Series.



Métodos – Ensayo de pérdidas



- Equipamiento:

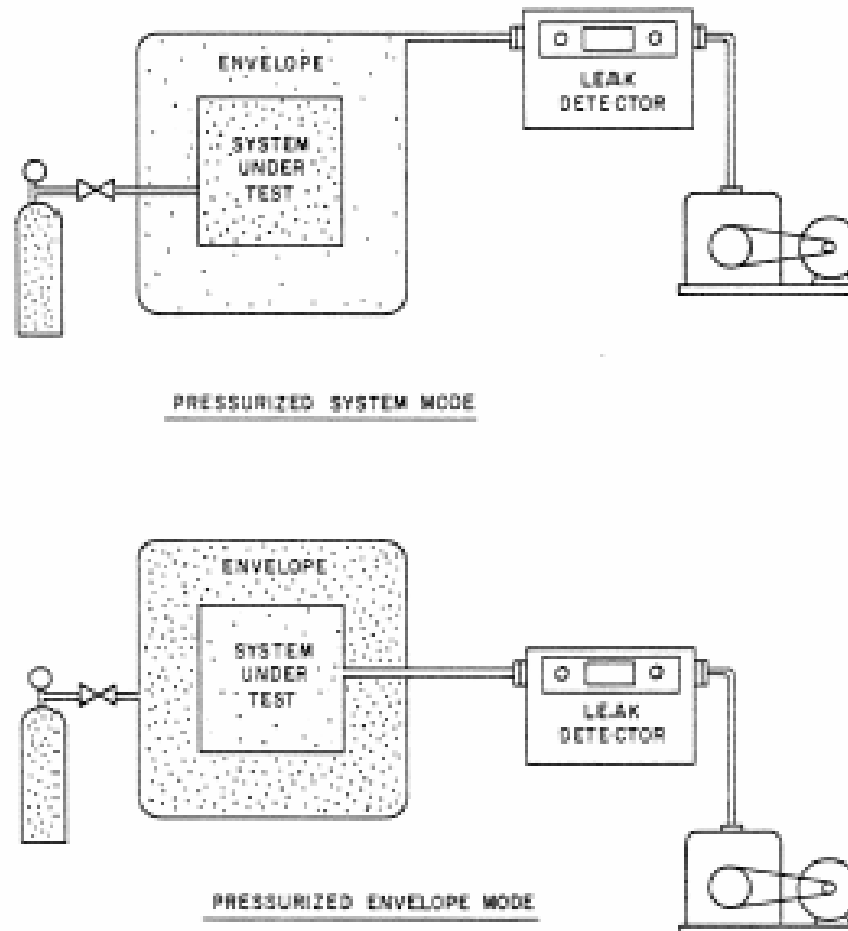


Figure 3. Leakage Measurement Nodes using the Dynamic Testing Technique.

Agenda



- Introducción a los END.
 - Definición.
 - Fundamentos.
 - Objetivos.
 - Areas de aplicación.
 - Condiciones de aplicación.
- Metodología de aplicación.
 - Problemas de aplicación.
- Criterios de selección de una técnica.
- Clasificación de los métodos.
 - Específicos.
 - Especiales.
 - Nuevos métodos.
- Descripción de las técnicas de END.
- **Calificación y certificación de operadores.**

Calificación y certificación de operadores



- Principales sistemas de calificación y certificación.

- ISO – International Standardization Organization

- ISO 11484

- ISO 9712

- ASNT – American Society for Non Destructive Test

- SNT-TC1A

- Bases del sistema.

- Estudios.

- Capacitación.

- Entrenamiento.

- Demostración de habilidades y conocimientos.

- Renovación periódica.

Calificación y certificación de operadores



•Niveles.

- I – Operador de END, certificado para seguir una instrucción escrita e informar las indicaciones halladas durante la inspección.
- II – Elabora instrucciones escritas interpretando procedimientos y normas, evalúa indicaciones.
- III – Conocimiento general de las técnicas de END. Elabora procedimientos, capacita operadores, es responsable por las actividades y resultados del sistema de CND.

Calificación y certificación de operadores



- Links útiles

- www.ndt-ed.org
- www.iso.org
- www.asnt.org
- www.1800contacts.com/StaticContent/vision101/ch_1.html
- www.olympusndt.com/es/applications-and-solutions/introductory-ultrasonics/introduction-flaw-detection/
- <http://www.olympusndt.com/es/applications-and-solutions/introductory-ultrasonics/introduction-thickness-gaging/>
- www.olympusndt.com/es/ultrasonics/intro-to-pa/
- www.olympusndt.com/es/applications-and-solutions/introductory-ultrasonics/introduction-material-analysis/
- www.olympusndt.com/es/applications/ndt-applications/
- www.olympusndt.com/es/ndt-tutorials/phased-array/
- www.olympusndt.com/es/ndt-forum/



Gracias
por su atención
y participación!