



**Unidad 3**  
**Ensayos No Destructivos**

*Ciencia de los Materiales*

*2021*



El uso de un material depende de ciertas propiedades características que varios ensayos destructivos han demostrado que posee.

Sin embargo, no existe ninguna seguridad de que la pieza utilizada sea igual a las ensayadas, en lo que respecta a las propiedades mecánicas y a la ausencia de defectos.

Existen dos tipos de “**Ensayos no Destructivos**”:

- ❖ Aquellos utilizados para localizar **defectos**.
- ❖ Y los utilizados para determinar **características dimensionales, físicas o mecánicas**.

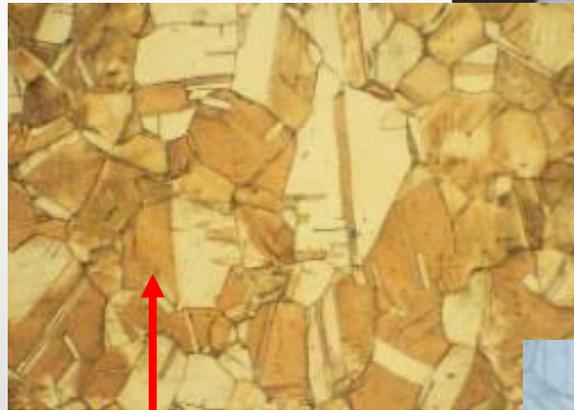
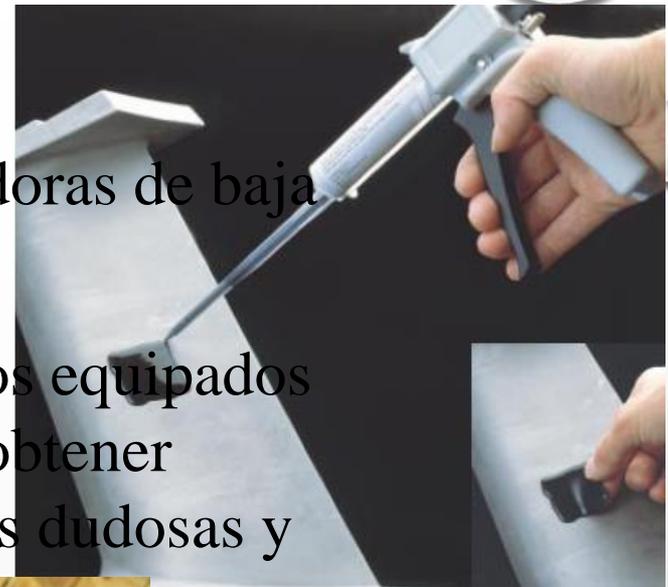
# Ensayos no destructivos para localizar Defectos

- ❖ Examen Visual
- ❖ Tintas Penetrantes
- ❖ Técnicas Radiográficas
  - Rayos X
  - Rayos  $\gamma$  (gamma)
- ❖ Partículas Magnéticas
- ❖ Ultrasonido

# Examen Visual

Se pueden utilizar lentes magnificadoras de baja potencia.

Lupas Estereoscópicas, microscopios equipados con aditamentos fotográficos, usados para obtener registros permanentes de los defectos, zonas dudosas y variaciones estructurales.



Estructura de la pieza

Réplica metalográfica



# EQUIPOS PARA INSPECCIÓN VISUAL REMOTA

- ENDOSCOPIO RÍGIDOS



- ENDOSCOPIOS DE FIBRA ÓPTICA FLEXIBLE O FIBROSCOPIOS



# Tintas Penetrantes

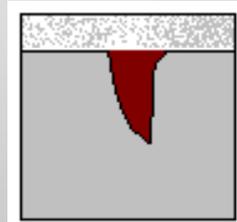
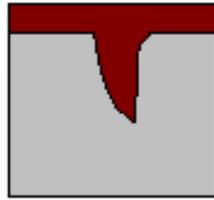
Es un método para detectar discontinuidades abiertas a la superficie.

Las discontinuidades superficiales tales como grietas, costuras, traslapes, laminaciones, o falta de adhesión son indicadas por estos métodos. Son aplicables a la inspección en proceso, final y de mantenimiento.

Los líquidos usados ingresan por pequeñas aberturas, tales como fisuras o porosidades, por acción capilar. La velocidad y la extensión de esta acción dependen de propiedades tales como tensión superficial, la cohesión, la adhesión y la viscosidad.

# Pasos a seguir para realizar el ensayo:

1. Las piezas a examinar deben ser limpias y de superficie seca.
2. Se pintan o impregnan con un líquido fuertemente coloreado o fluorescente.
3. Pasados unos minutos de la operación anterior, se limpia el excedente del líquido colorante o fluorescente, con lo cual éste habrá quedado retenido tan sólo en la grieta o falla.
4. Se cubre la superficie examinada con revelador, generalmente blanco.
5. El revelador absorbe el colorante de la grieta, señalándola nítidamente.



Tintas penetrantes  
comunes vistas con  
luz común

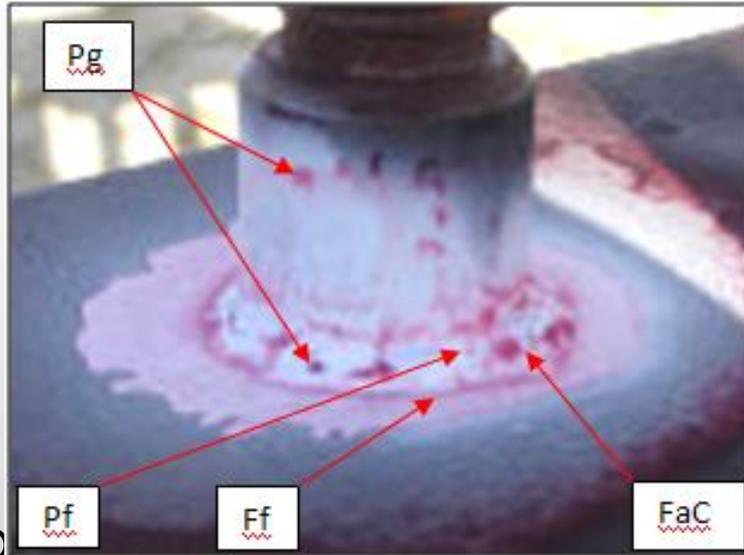


Tintas  
fluorescentes vistas  
con luz negra



# OBSERVACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS INDICACIONES

- LÍQUIDOS PENETRANTES COLOREADOS



En la figura se observa una pieza soldada a una base, examinada con líquido penetrante rojo.

En la pieza se distinguen principalmente poros gruesos (Pg). Mientras que en la unión soldada se destacan fisuras anchas conectadas con cavidades (FaC), poros finos (Pf) y fisuras finas (Ff).

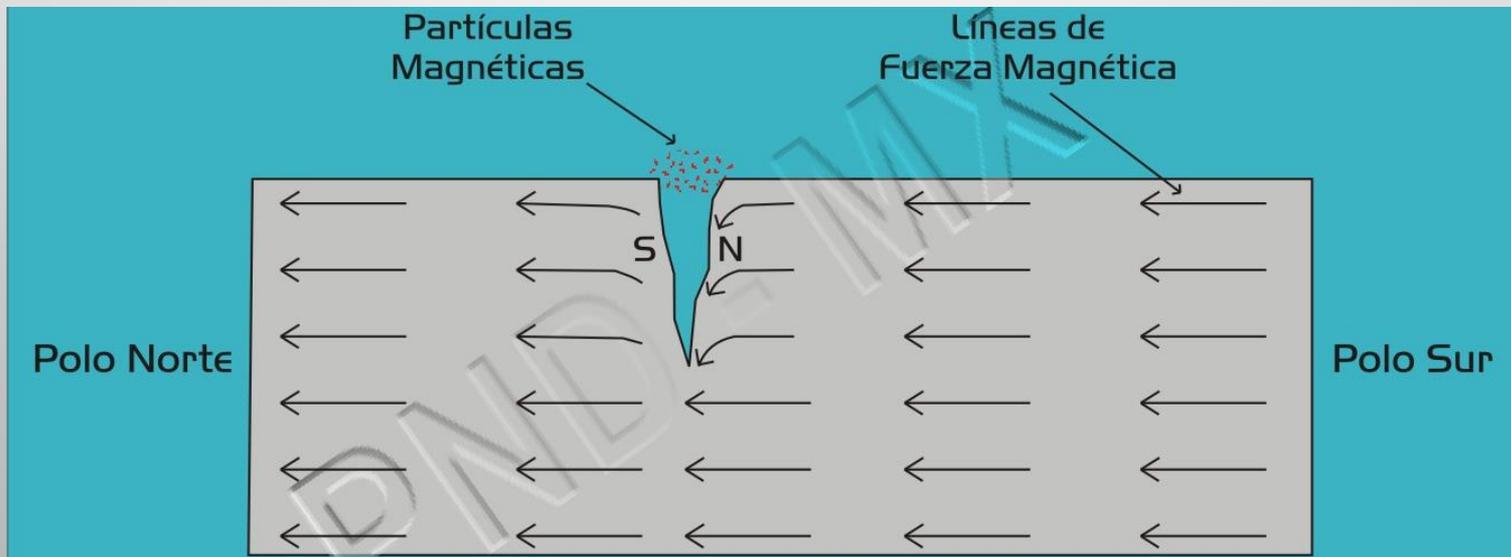
- LÍQ



# Partículas Magnéticas

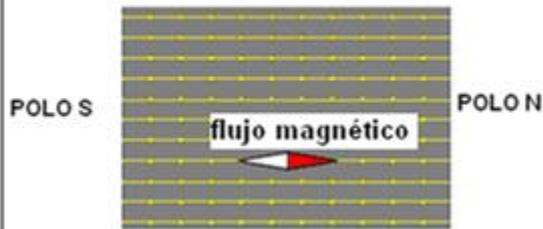
El método de partículas magnéticas se basa en que toda partícula ferrosa susceptible de ser magnetizada al entrar en contacto con un imán se orienta de acuerdo con su respectiva polaridad y sigue las líneas de fuerza del campo magnético.

Dichas líneas se interrumpen tan pronto como en el cuerpo principal se presenta alguna discontinuidad en forma de grieta. Tanto sea superficial o subsuperficial, en sus inmediaciones, se producirá una acumulación de partículas.

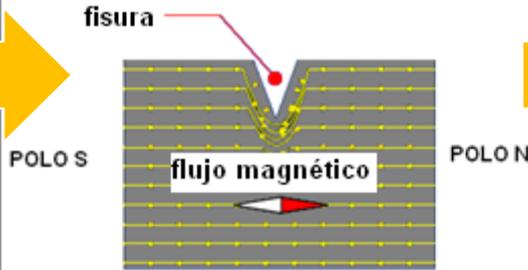


# SÍNTESIS DEL MÉTODO

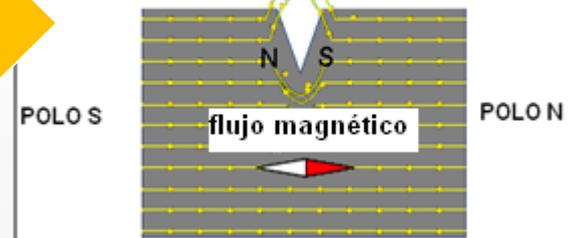
(1) Líneas de fuerza paralelas entre si



(2) Si hay una fisura, gran densidad de flujo deberá pasar por una sección reducida



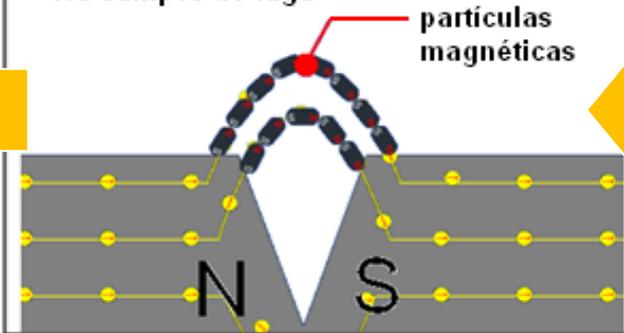
(3)  $\mu <$  que en el resto de la pieza, parte del flujo escapa y da lugar a un campo de fuga flujo disperso



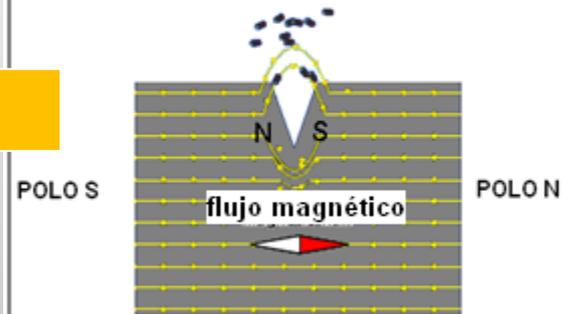
(6) las partículas indican la presencia de una discontinuidad

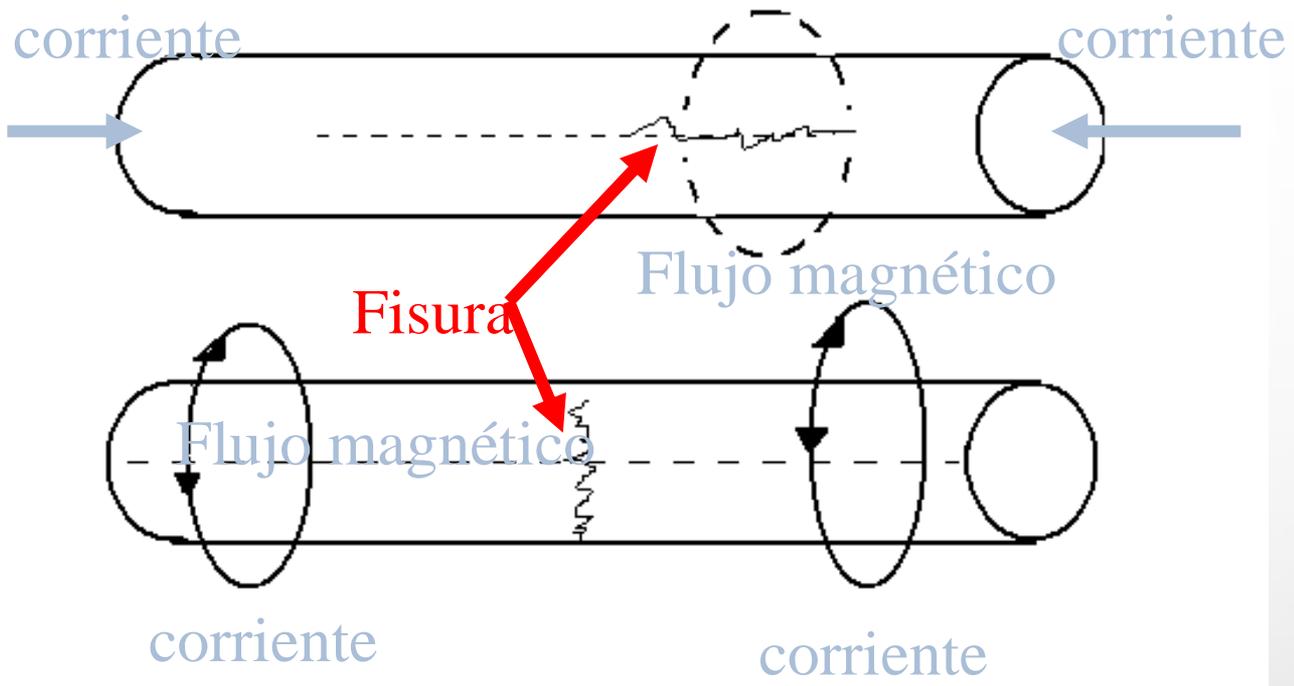


(5) las partículas magnéticas son atraídas por los campos de fuga



(4) arrojamos partículas magnéticas sobre la muestra





# Ultrasonido

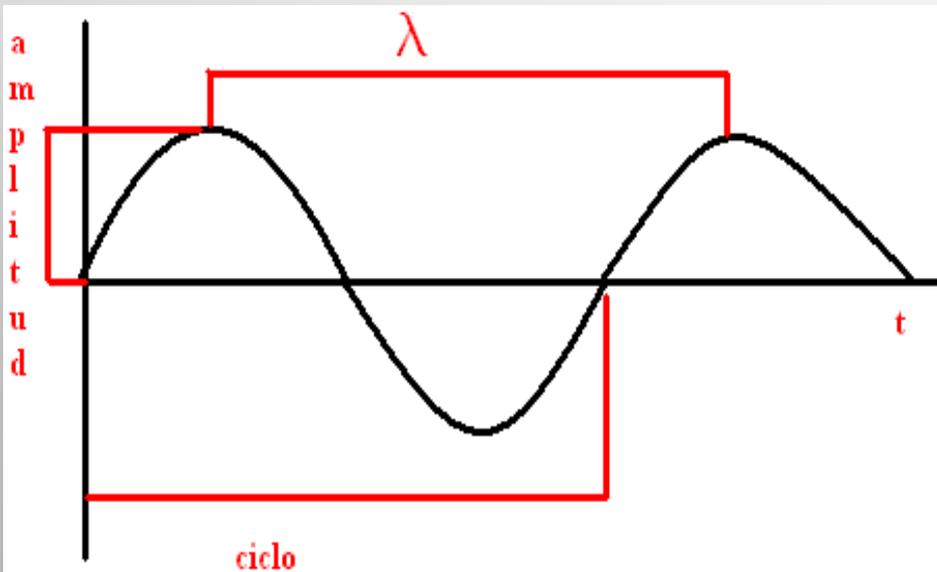
Los ultrasonidos se emplean en los ensayos no destructivos para detectar discontinuidades tanto en la superficie como en el interior de los materiales.

Los ultrasonidos son una forma de energía vibrante.

10 a 20.000 Hz  $\longrightarrow$  ondas sonoras

$>$  20.000 Hz  $\longrightarrow$  ultrasonidos

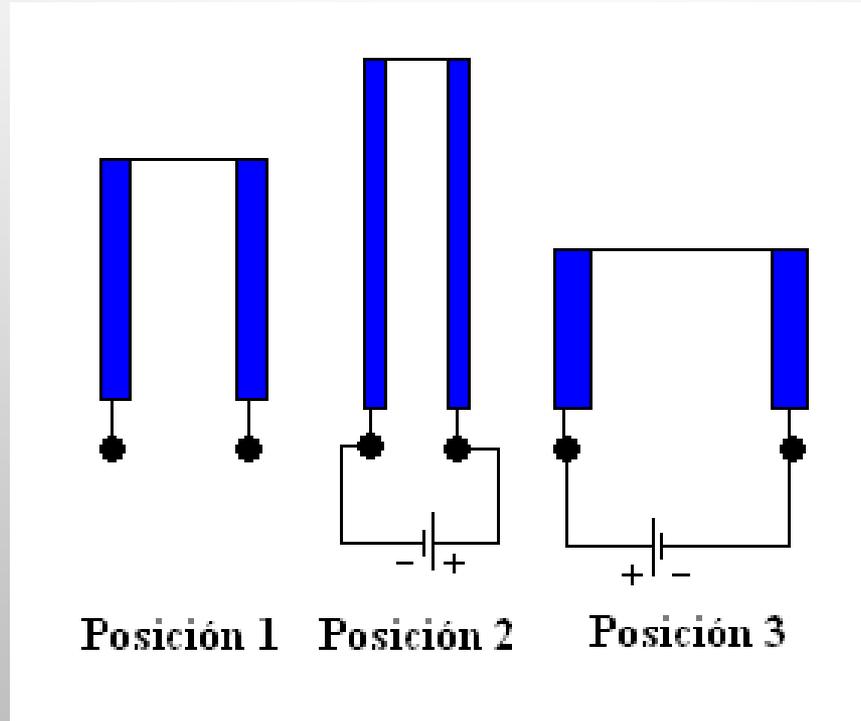
## Parámetros que definen una onda ultrasónica

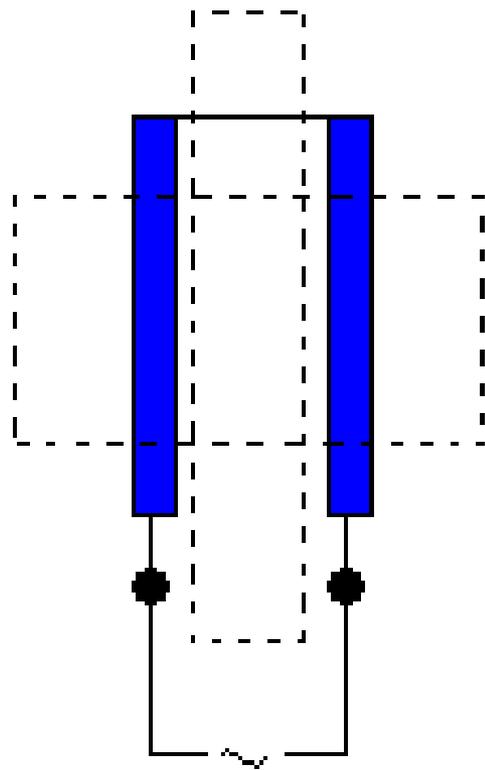


- Longitud de onda  $\lambda$
- Ciclo
- Frecuencia  $f$
- Periodo  $T = 1/f$
- Velocidad de propagación  $c = \lambda * f$
- Amplitud

# GENERACION DE LAS ONDAS ULTRASÓNICAS

- Las ondas ultrasónicas se generan por el llamado efecto piezoeléctrico.
- Si aplicamos una tensión a una plaquita de material piezoeléctrico, esta se contraerá o se dilatará en función de la polaridad de la tensión.





- Si se aplica una corriente alterna, la plaquita se contraerá o se dilatará con la frecuencia, obteniéndose además ondas ultrasónicas debido a la vibración del cristal.
- Cuando la plaquita es sometida a una presión de sonido, genera una pequeña tensión eléctrica

A la plaquita externa se la denomina **Transductor**

## Atenuación

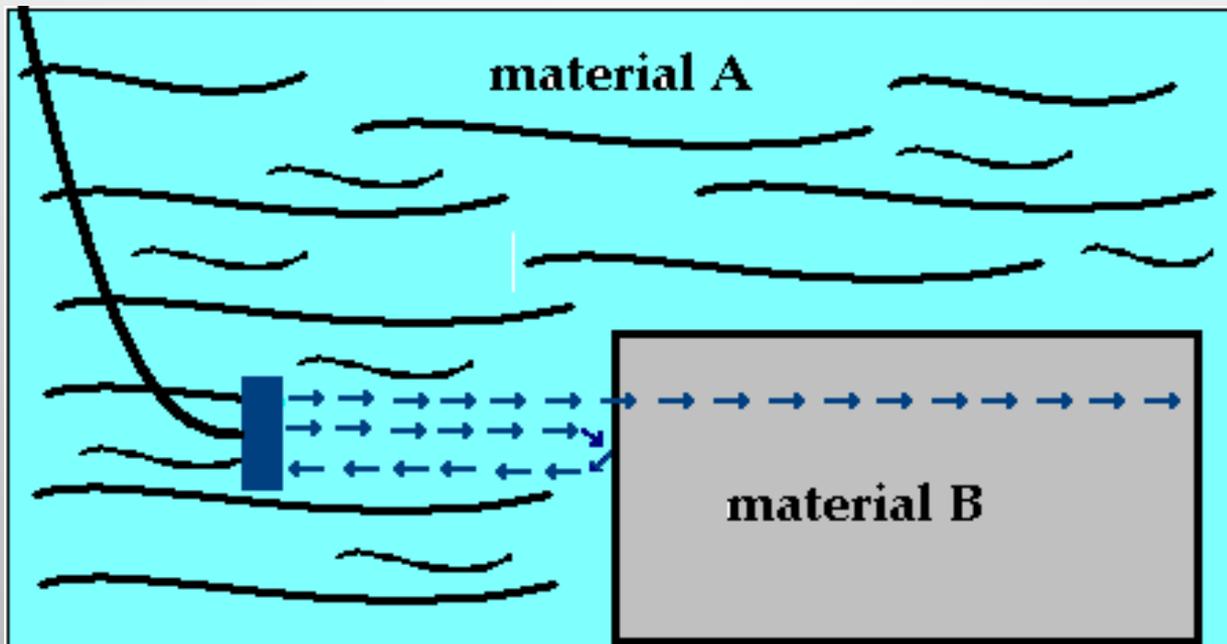
Pérdida de energía que sufre el haz ultrasónico. Es función del elemento atravesado por el haz.

## Impedancia Acústica (Z)

Es la resistencia que opone un material al ser atravesado por un haz ultrasónico.

$$Z = \rho \cdot c$$

- Si el haz atraviesa dos materiales de diferente impedancia acústica, al llegar a la superficie de separación una parte se refleja y otra parte pasa.
- Si las impedancias acústicas de los diferentes materiales son parecidas, la mayor parte del haz pasará de un material a otro. En cambio si las impedancias acústicas son diferentes pasará todo lo contrario.





## Procedimientos utilizados para ensayar materiales con aparatos de ultrasonido





○ Existen estos procedimientos:

❖ Procedimiento de impulsos y sus ecos

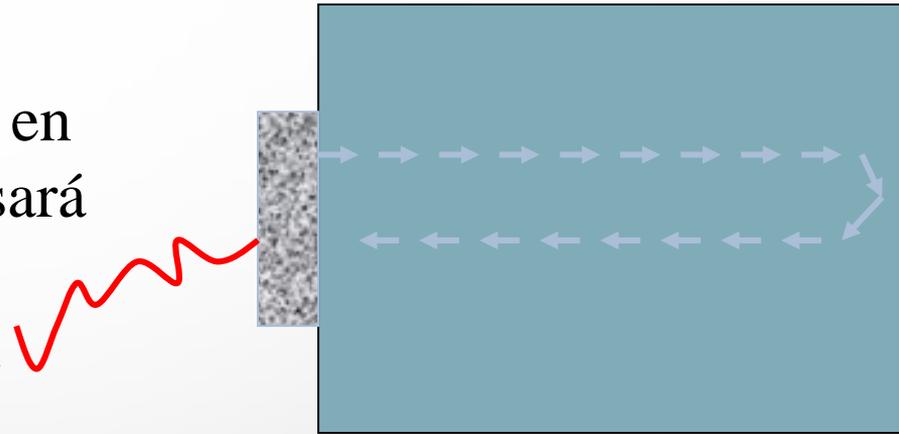
❖ Procedimiento de transmisión



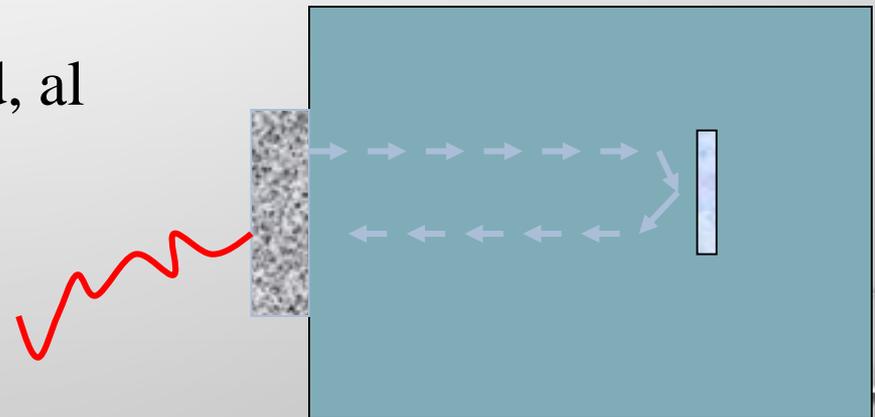
# Procedimiento de impulsos y sus ecos

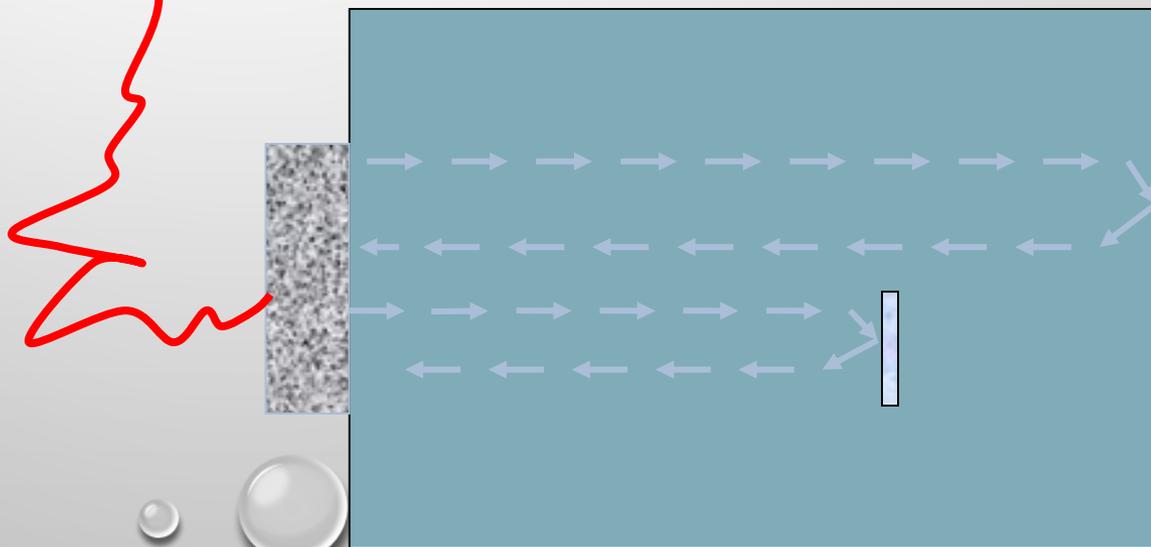
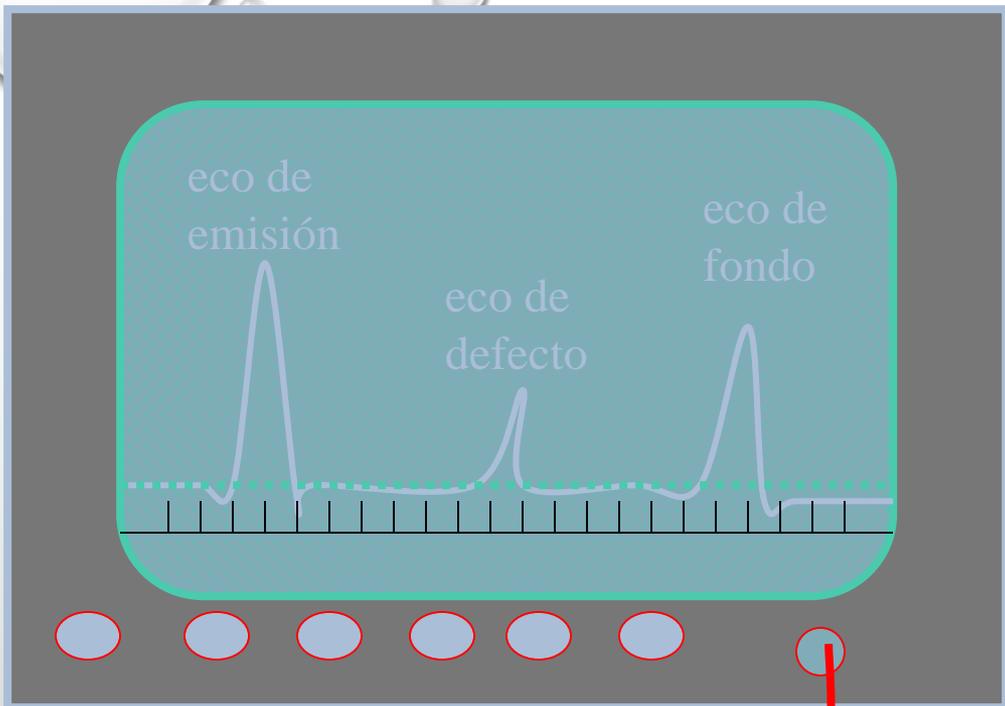
Se utiliza un transductor que funciona como emisor y receptor.

- Cuando un impulso es introducido en un material homogéneo, este atravesará todo el material hasta llegar a la superficie opuesta, donde existe una interfase (pieza-aire).



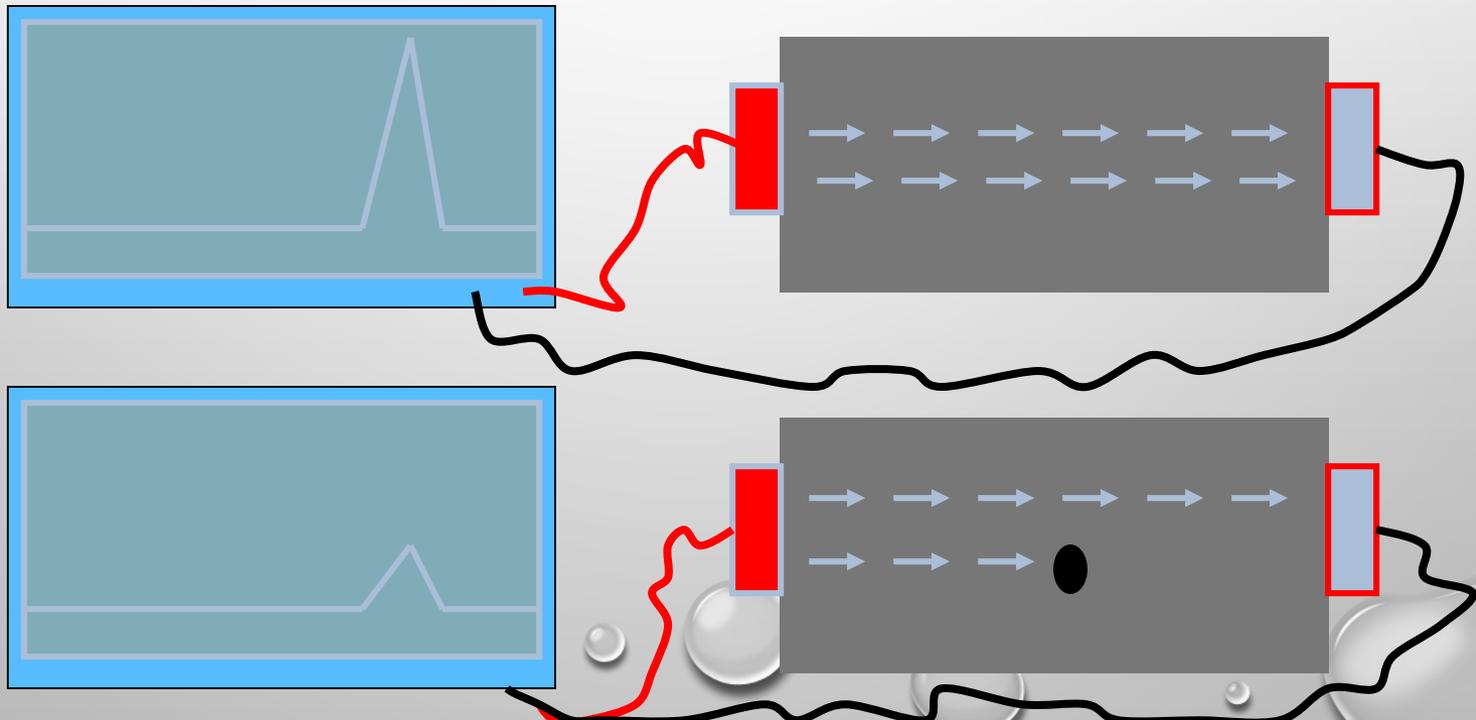
- Si la pieza tiene una discontinuidad, al tener esta una impedancia acústica distinta, constituye una interfase y el impulso es reflejado.





# Procedimiento de transmisión

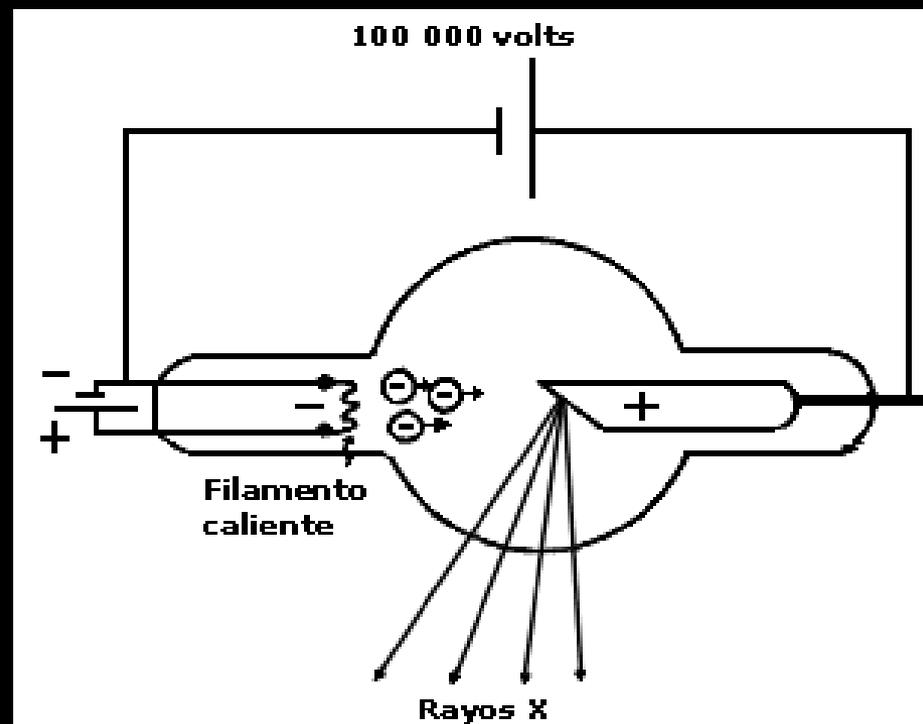
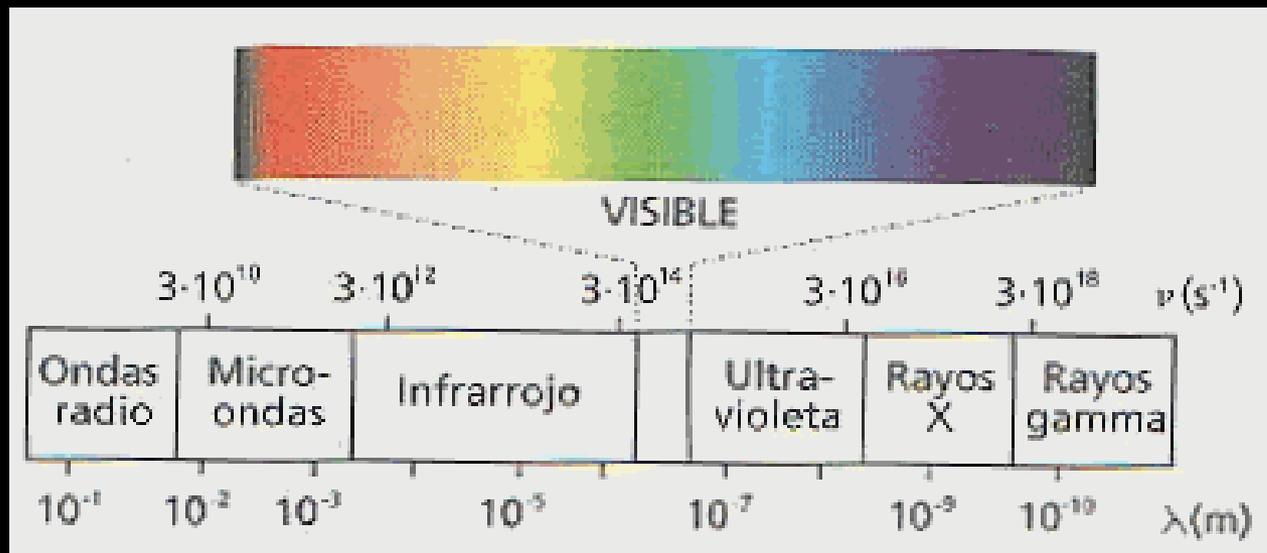
- Se utiliza en instalaciones automáticas
- La pieza se sitúa entre dos transductores
- Puede utilizar ondas pulsantes o continuas
- Se analiza la energía que es transmitida a través de la pieza



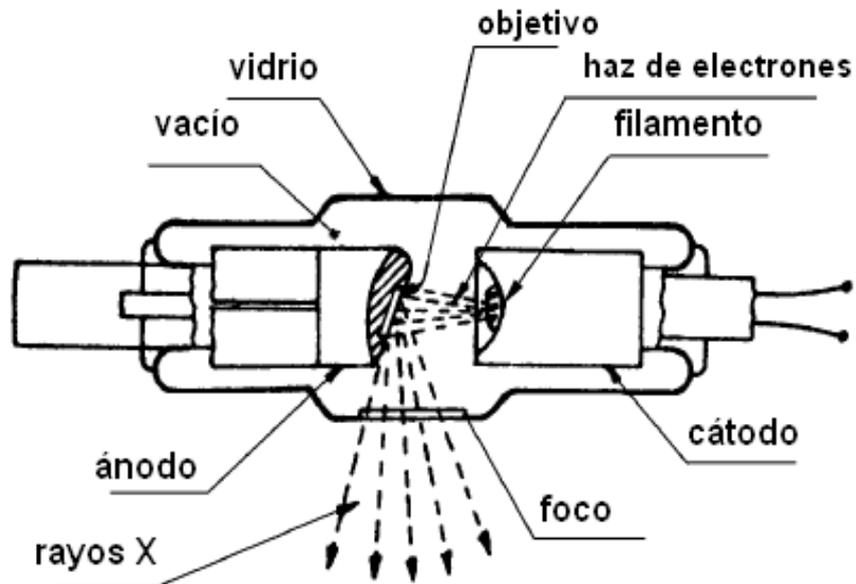
RADIOGRAFÍA . El objeto del ensayo es obtener información sobre la macroestructura interna de un pieza o componente.

Propiedades de interes de las radiaciones X y  $\gamma$ :

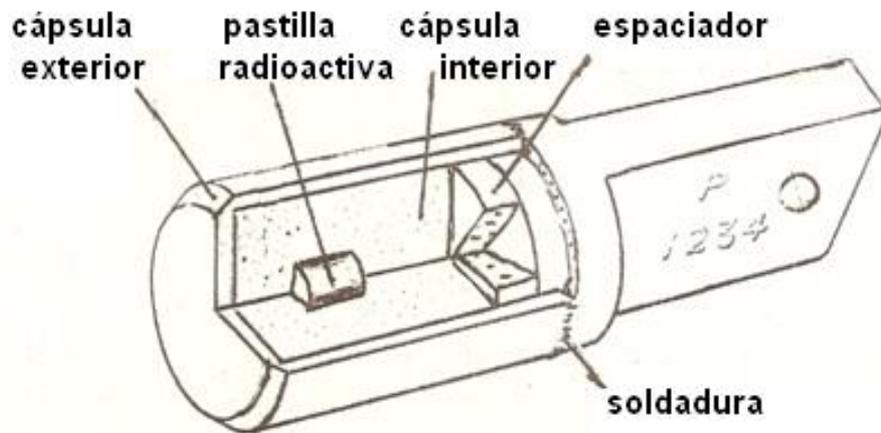
- se propagan en línea recta no siendo desviadas por campos eléctricos ni por campos magnéticos
- ionizan gases
- excitan radiación fluorescente en ciertos compuestos químicos.
- sensibilizan emulsiones fotográficas
- dañan los tejidos vivos y no son detectados por nuestros sentidos
- atraviesan todos los materiales incluso los opacos a la radiación luminosa, sufriendo una absorción o pérdida de energía en relación a los espesores o densidad del material atravesado

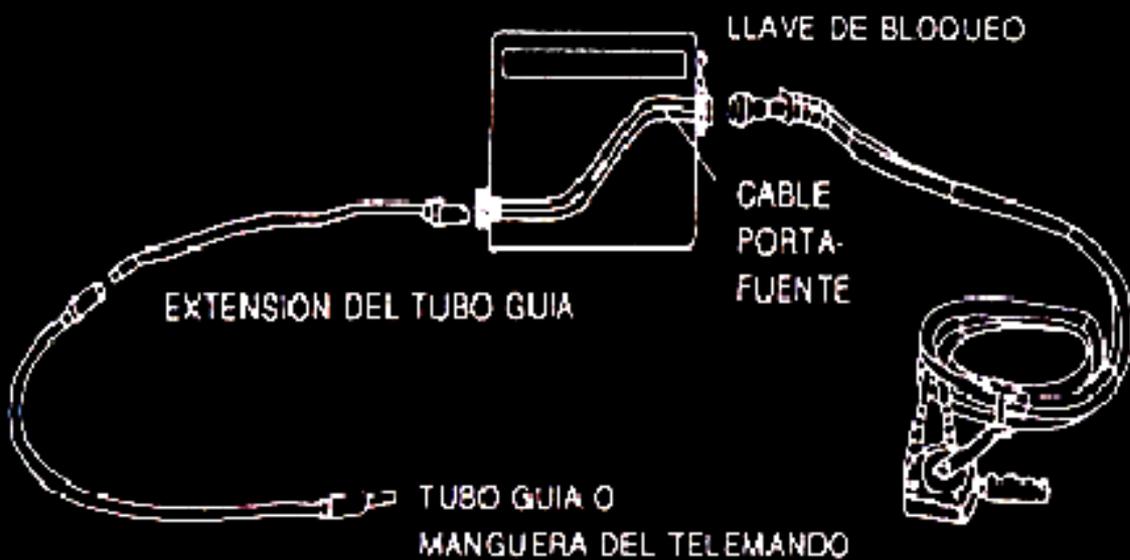


- EQUIPO DE RAYOS X

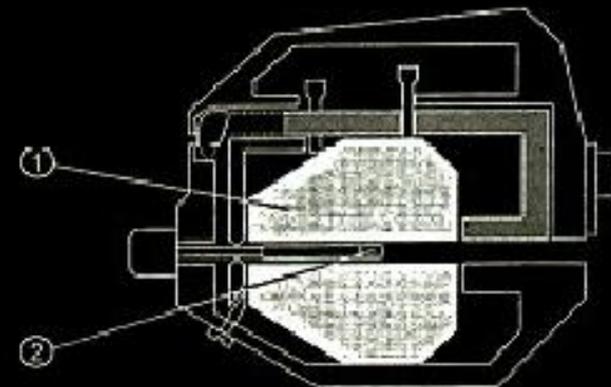


- EQUIPO

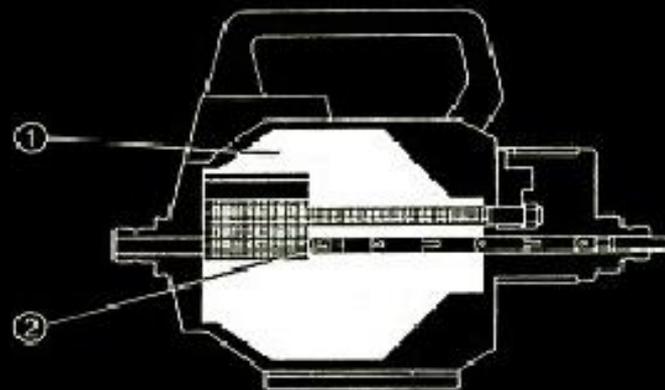




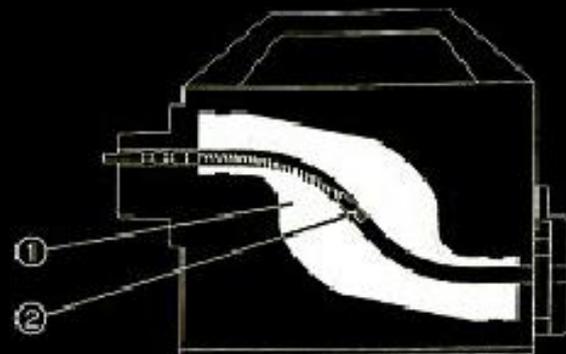
*Un contenedor de proyección  
(el corte muestra el canal en S)  
y sus componentes auxiliares.*



c Finger type model



b Rotating model



a S-shaped model

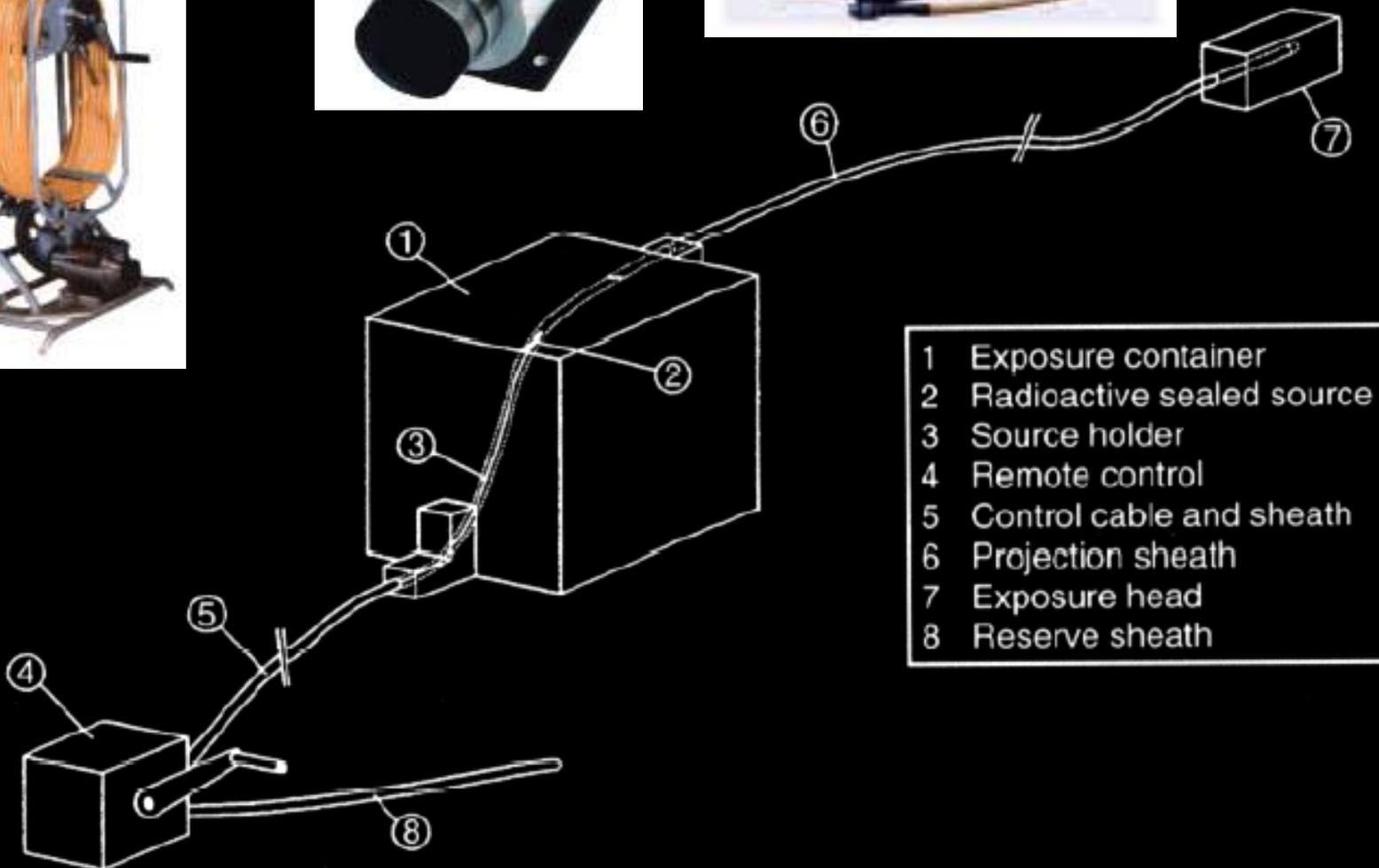
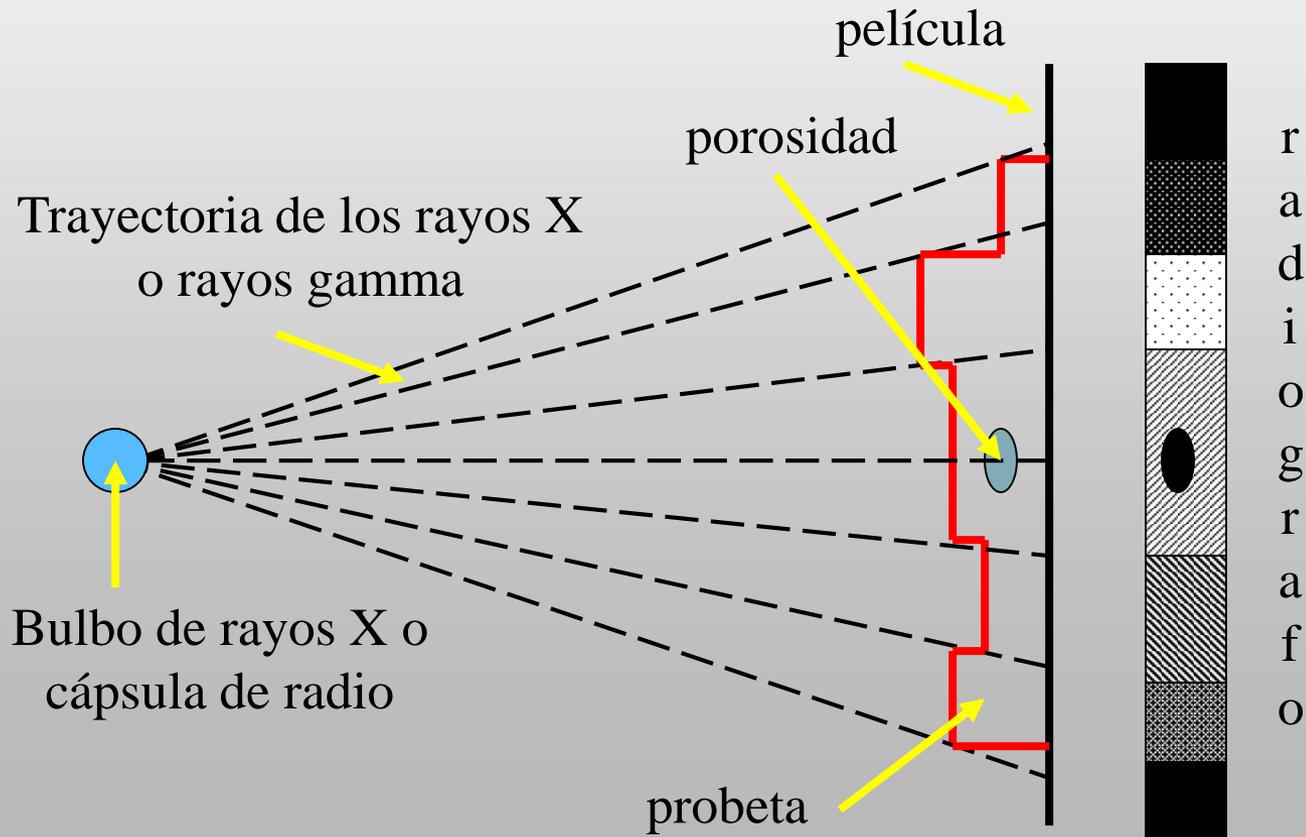


FIG. 6. Category II gamma radiography apparatus.

Cuando los rayos atraviesan un material de estructura no uniforme, que contenga defectos tales como grietas, cavidades, o porciones de densidad variables, los rayos que atraviesan las partes menos densas del objeto son absorbidos en menor grado que los rayos que atraviesan las partes más densas.



# Comparación de la radiografía a base de rayos X y gamma

- El uso de los rayos X está limitado a 9 pulg de espesor de acero, mientras que los rayos gamma pueden usarse para espesores de hasta 10 pulg.
- Los rayos X son mejores que los gamma para la detección de pequeños defectos en secciones menores a 2 pulg de espesor, los dos poseen igual sensibilidad para secciones de unas 2 a 4 pulg.
- El método de rayos X es mucho más rápido que el de los rayos gamma y requiere de segundos o minutos en ves de horas.
- Debido a su menor dispersión, los rayos gammas son más satisfactorios que los rayos X para examinar objetos de espesores variables.
- Para un espesor de material uniforme los rayos X parecen proporcionar negativos mas claros que los gammas.

# Interpretación de una radiografía

- Las porciones mas oscuras indican las partes menos densas
- Las porciones mas claras indican las partes mas densas

## Defectos mas comunes y su apariencia característica sobre los negativos de fundiciones:

- Las cavidades de gas y solpladuras son indicadas por áreas oscuras circulares bien definidas.
- La porosidad por contracción aparece como una región oscura, fibrosa e irregular que posee un silueta indistinta.
- Las grietas aparecen como áreas oscurecidas de ancho variable.
- Las inclusiones de arena están representadas por áreas grises o negras de textura irregular o granular.
- Las inclusiones en las fundiciones de acero aparecen como áreas oscuras de silueta definida.