



ESTUDIO Y ENSAYO DE MATERIALES

INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD CATÓLICA
ARGENTINA

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS – PRINCIPALES TÉCNICAS

DEFINICIÓN:

TÉCNICAS DE ENSAYO QUE NO PRODUCEN ALTERACIONES NI DETERIOROS A LAS PROBETAS, MUESTRAS O PIEZAS SOMETIDAS A EVALUACIÓN.

- CONTROL DE LA CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- DESARROLLO DE PRODUCTO
- INSPECCIÓN ESTRUCTURAL

MÁS EMPLEADAS:

- LÍQUIDOS PENETRANTES.
- PARTÍCULAS MAGNETIZABLES.
- ULTRASONIDOS.
- RADIOGRAFÍA - GAMMAGRAFÍA.

LAS TÉCNICAS ESTÁN PENSADAS PARA LA DETECCIÓN DE DEFECTOS SUPERFICIALES, SUBSUPERFICIALES Y DEL INTERIOR DEL VOLUMEN ESPECIALMENTE EN MATERIALES METÁLICOS.

DEFECTOS:

- FISURAS
- POROS
- INCLUSIONES
- RECHUPES.

APARECEN COMO RESULTADO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN.

NO SIEMPRE LA APARICIÓN DE UN DEFECTO IMPLICA LA INUTILIDAD DE LA PIEZA O LA NECESIDAD DE SACAR DE SERVICIO UN EQUIPO.

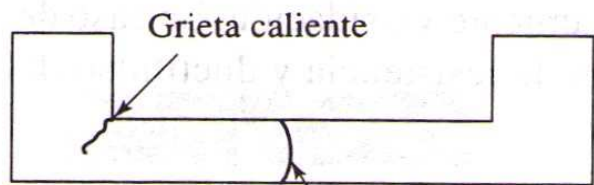
LA INTERPRETACIÓN DE LA IMPORTANCIA DE LOS DEFECTOS ESTÁ ESTABLECIDA EN LOS CÓDIGOS O NORMAS DE FABRICACIÓN.

DEFECTOS TÍPICOS INTRODUCIDOS DURANTE LOS PROCESOS



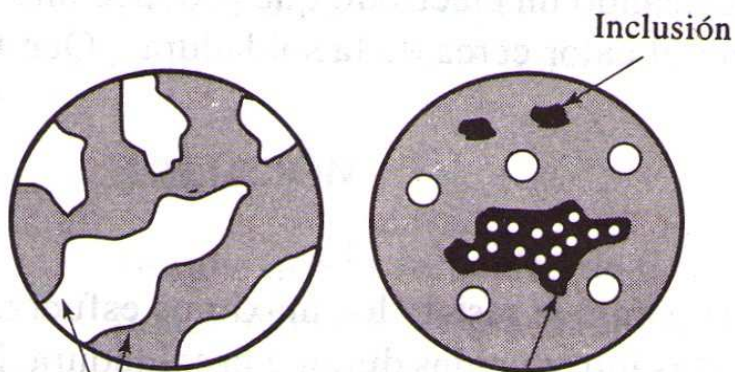
Porosidad gaseosa

Contracción



Grieta caliente

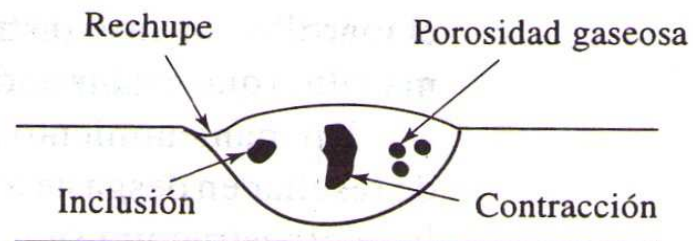
Cierre frío
(fusión incompleta)



Segregación

Carburos
en hierro dúctil

Fundición

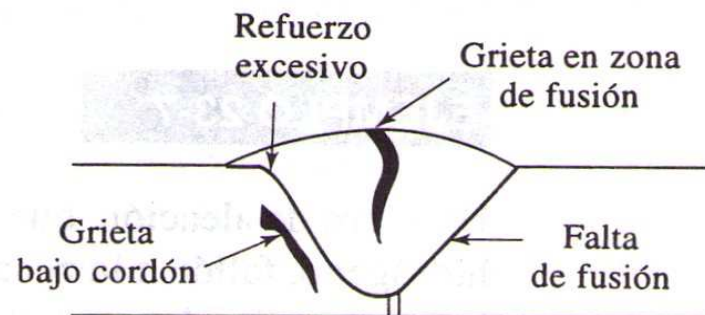


Rechupe

Porosidad gaseosa

Inclusión

Contracción

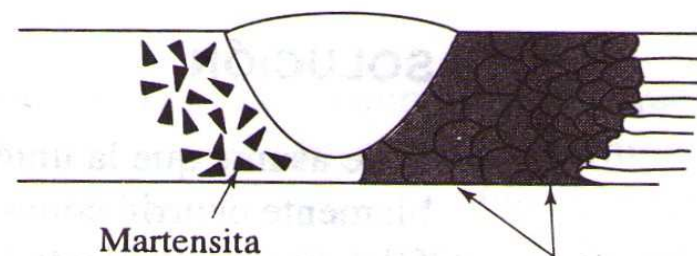


Refuerzo
excesivo

Grieta en zona
de fusión

Grieta
bajo cordón

Falta
de fusión



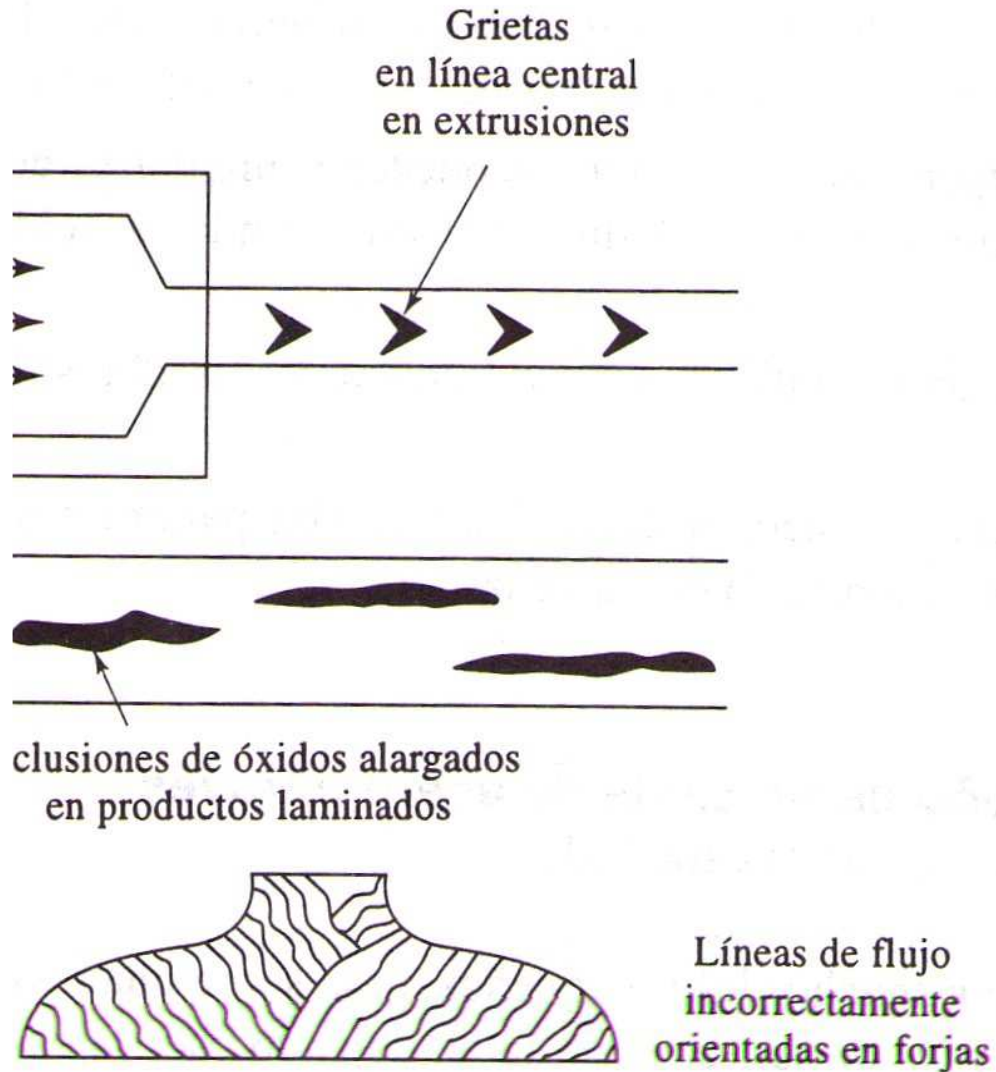
Martensita
en aceros

Recristalización
y crecimiento
de granos en metales
deformados en frío

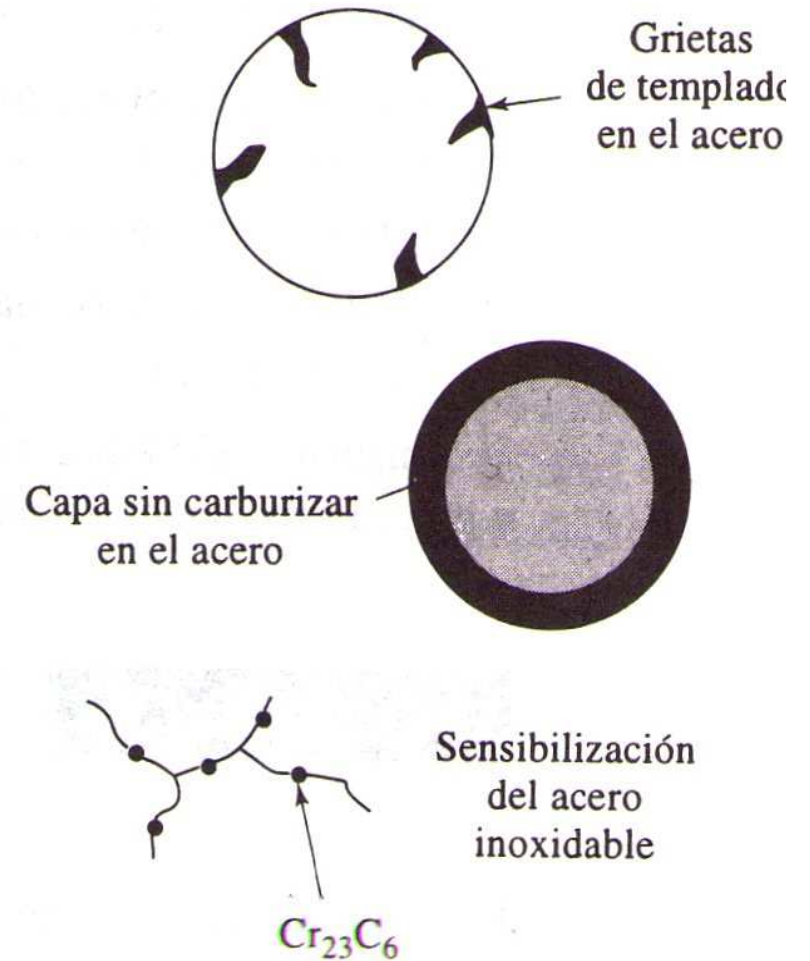
Soldadura



DEFECTOS TÍPICOS INTRODUCIDOS DURANTE LOS PROCESOS



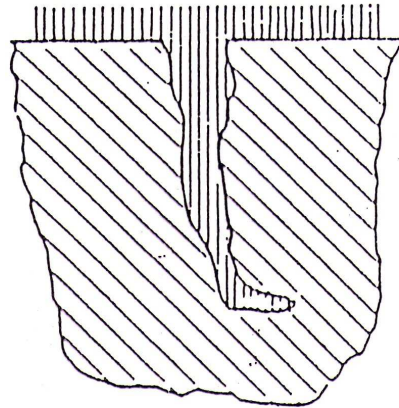
Deformación



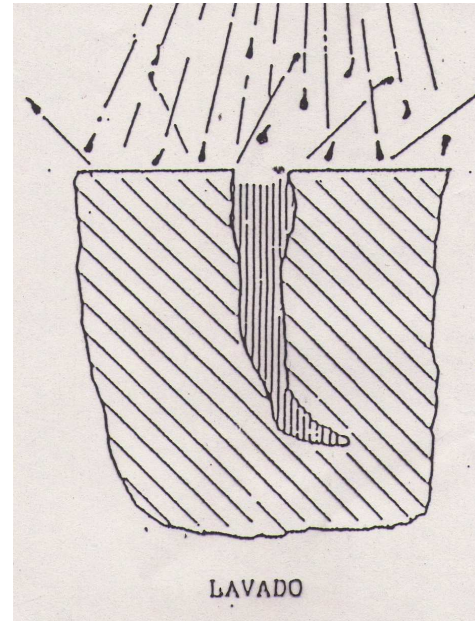
Tratamiento térmico



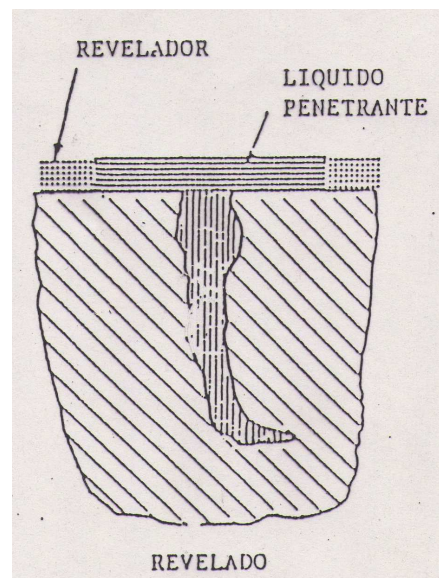
LÍQUIDOS PENETRANTES – ESQUEMA DE ENSAYO



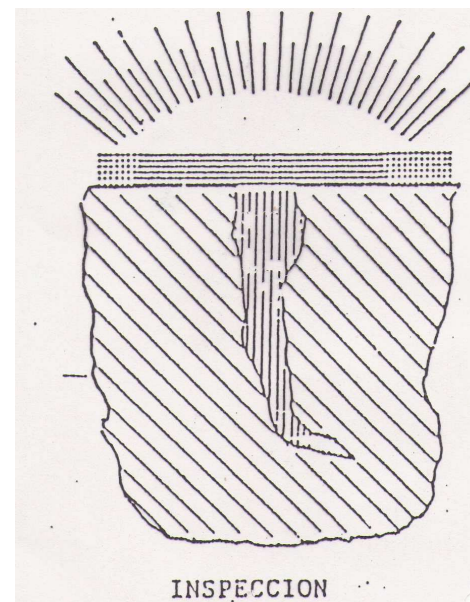
PENETRACION



LAVADO



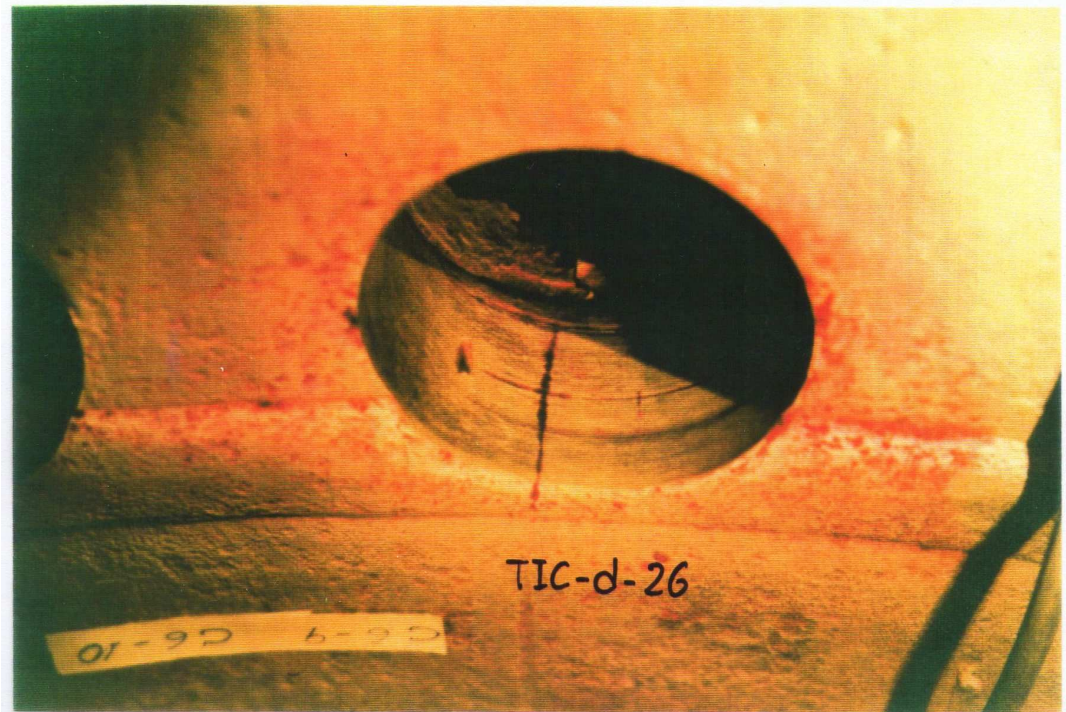
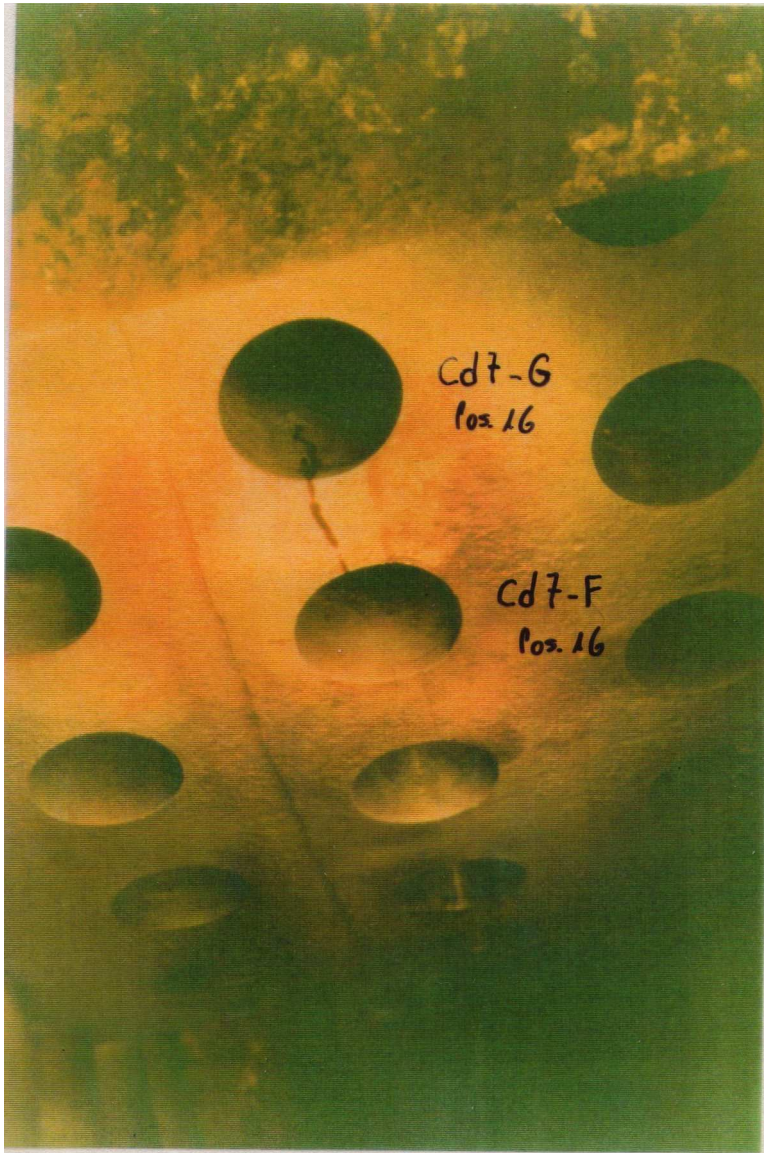
REVELADO



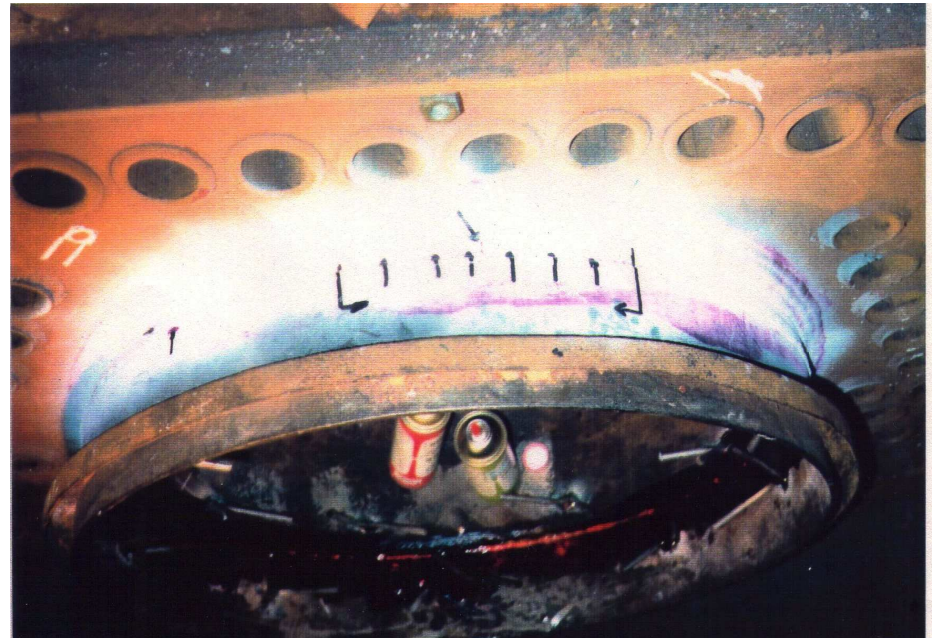
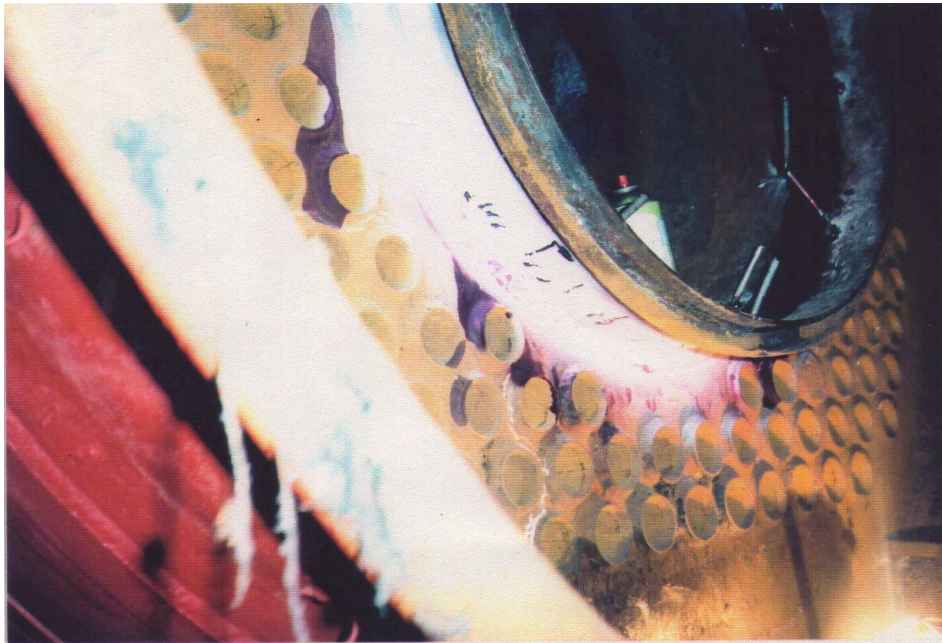
INSPECCION



LÍQUIDOS PENETRANTES – DOMO DE CALDERA ACUOTUBULAR



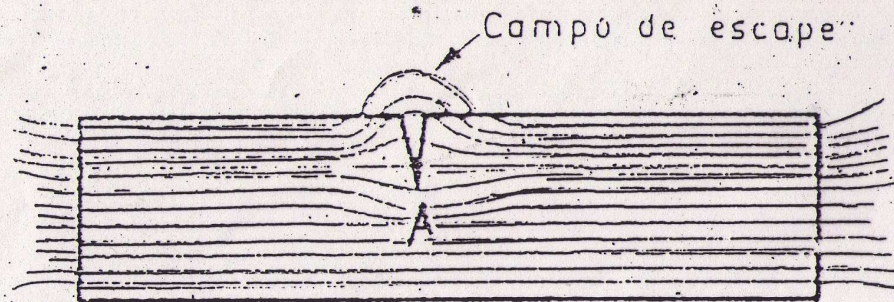
LÍQUIDOS PENETRANTES – CALDERA HUMOTUBULAR - ARO DE INOXIDABLE



PARTÍCULAS MAGNETIZABLES



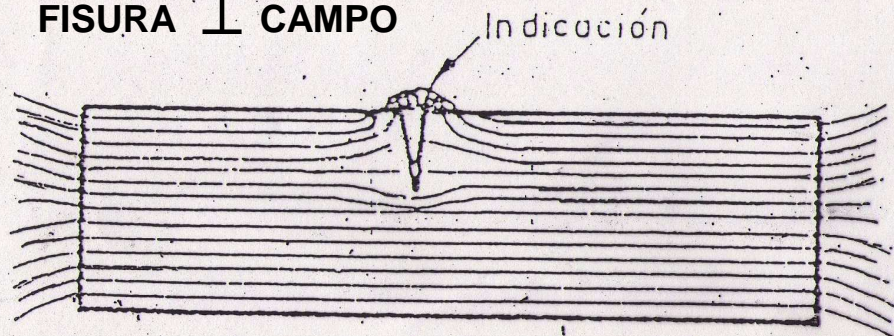
(a)



(b)

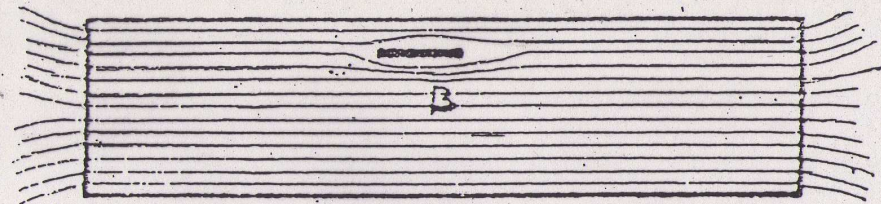
Distorsión del campo en una discontinuidad

FISURA \perp CAMPO



(c)

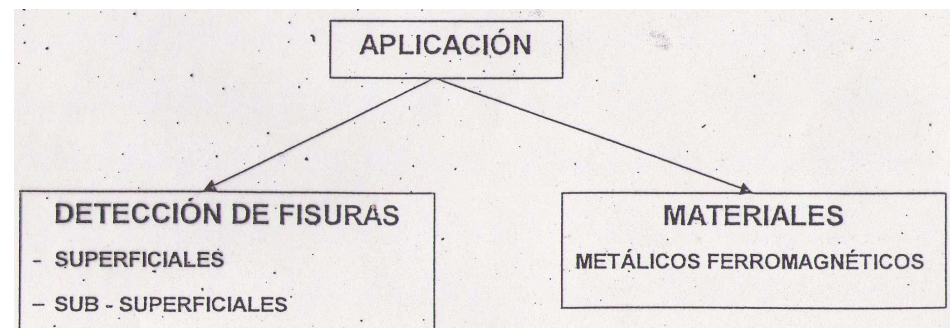
Formación de las indicaciones



(d)

Discontinuidad paralela a las líneas de fuerza
(no hay distorsión apreciable)

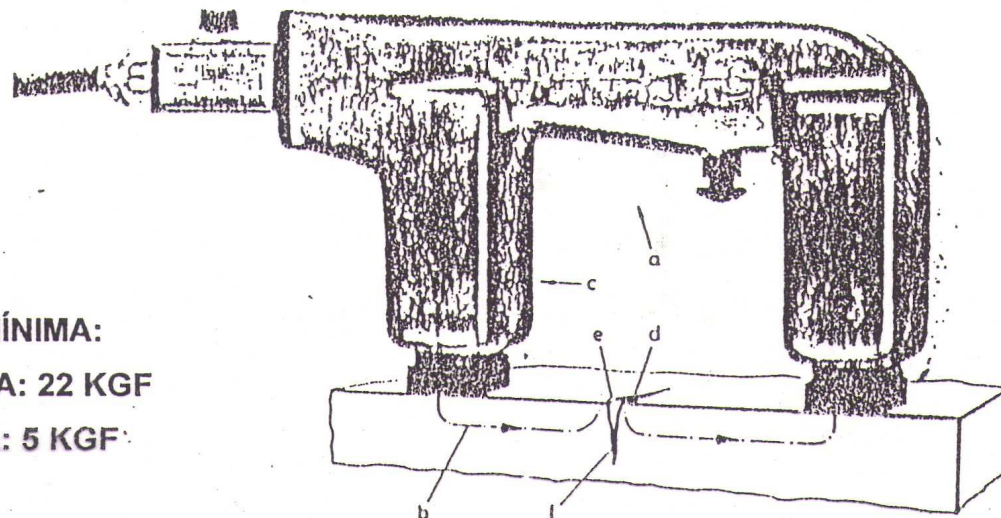
**EN LA PRÁCTICA SE APLICA
EL CAMPO EN DIFERENTES D
IRECCIONES PARA DETECTAR
LAS FISURAS**



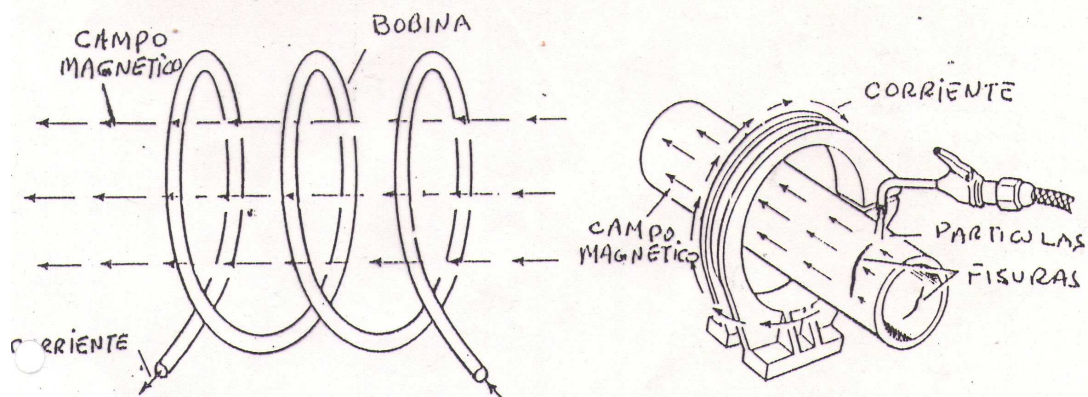
PARTÍCULAS MAGNETIZABLES – TÉCNICAS DE MAGNETIZACIÓN

ELECTROIMÁN

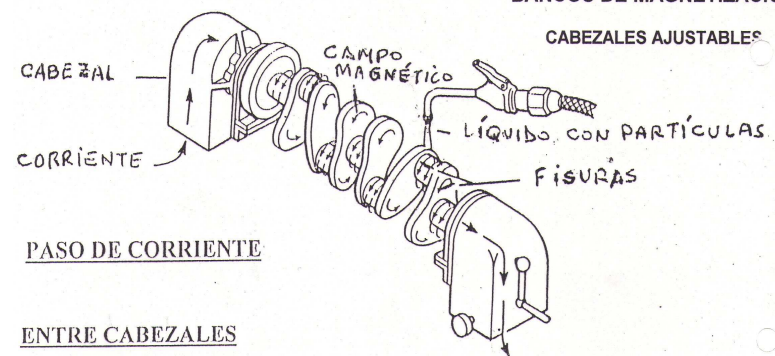
FUERZA PORTANTE MÍNIMA:
CORRIENTE CONTINUA: 22 KGF
CORRIENTE ALTERNA: 5 KGF



BOBINAS



BANCOS DE MAGNETIZACIÓN



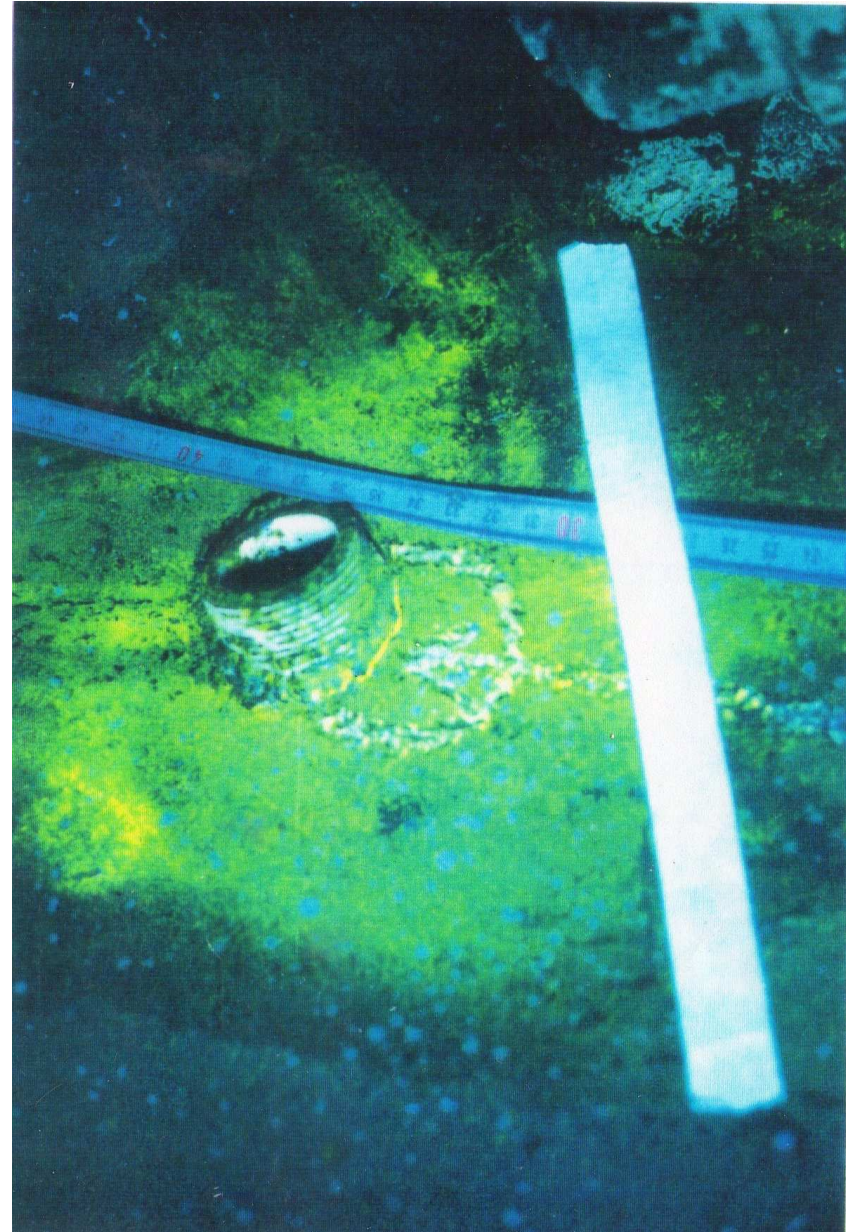
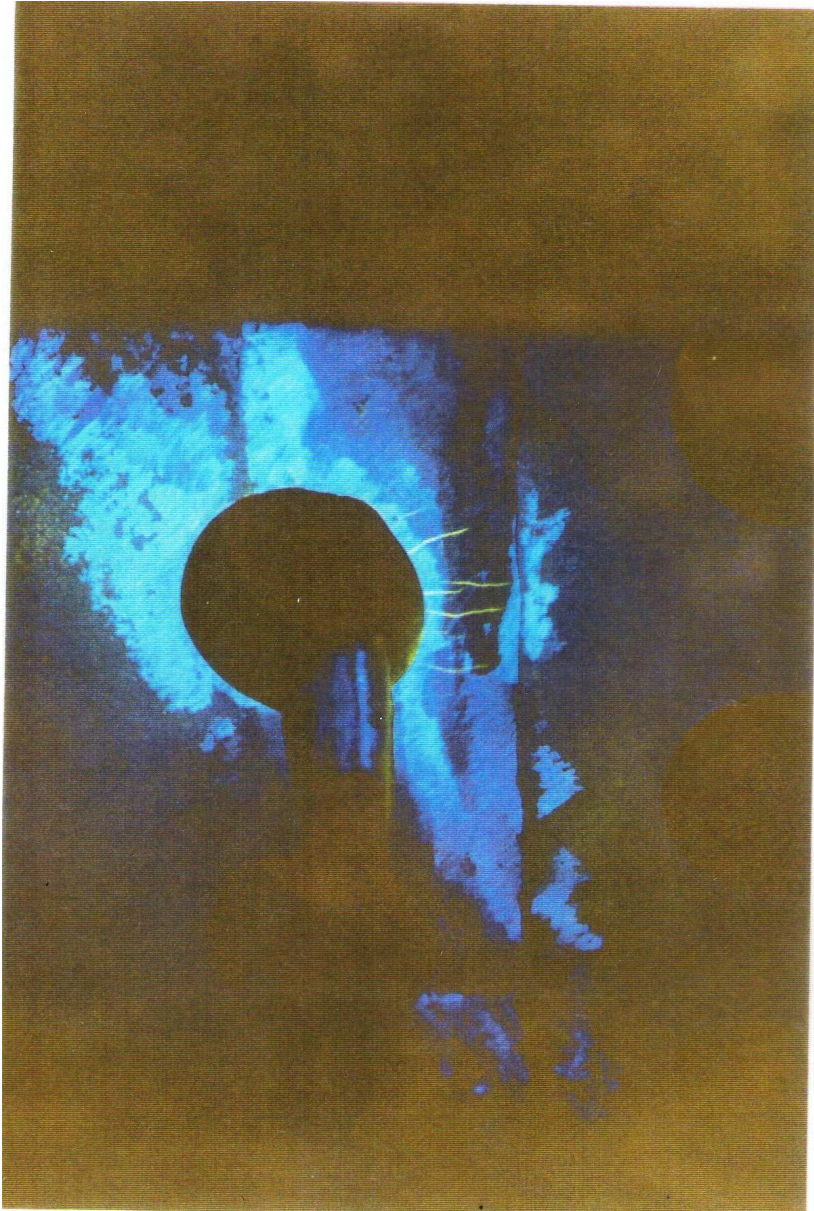


PARTÍCULAS MAGNETIZABLES – YUGO MAGNETIZADOR OBSERVACIÓN UV



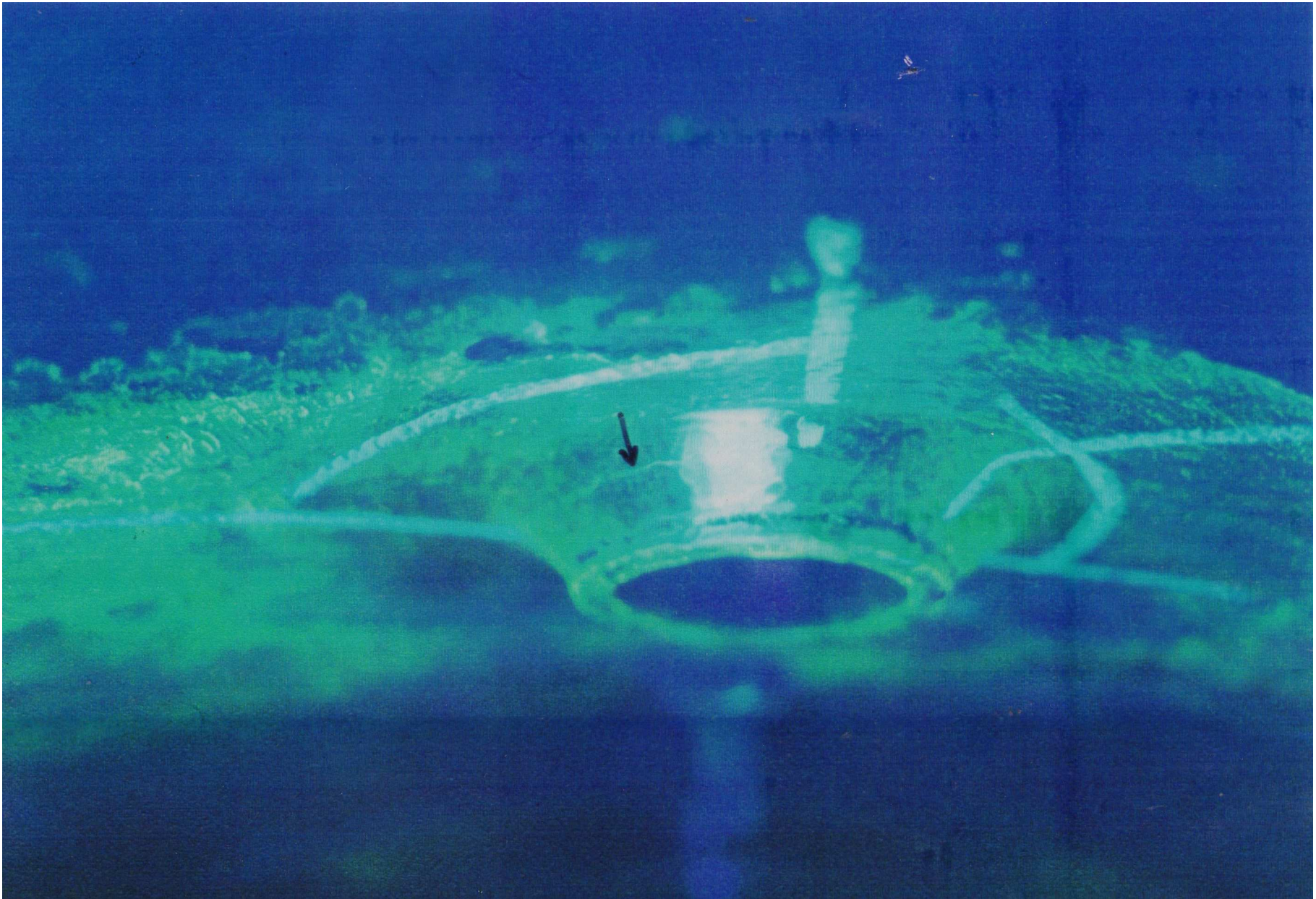


PARTÍCULAS MAGNETIZABLES

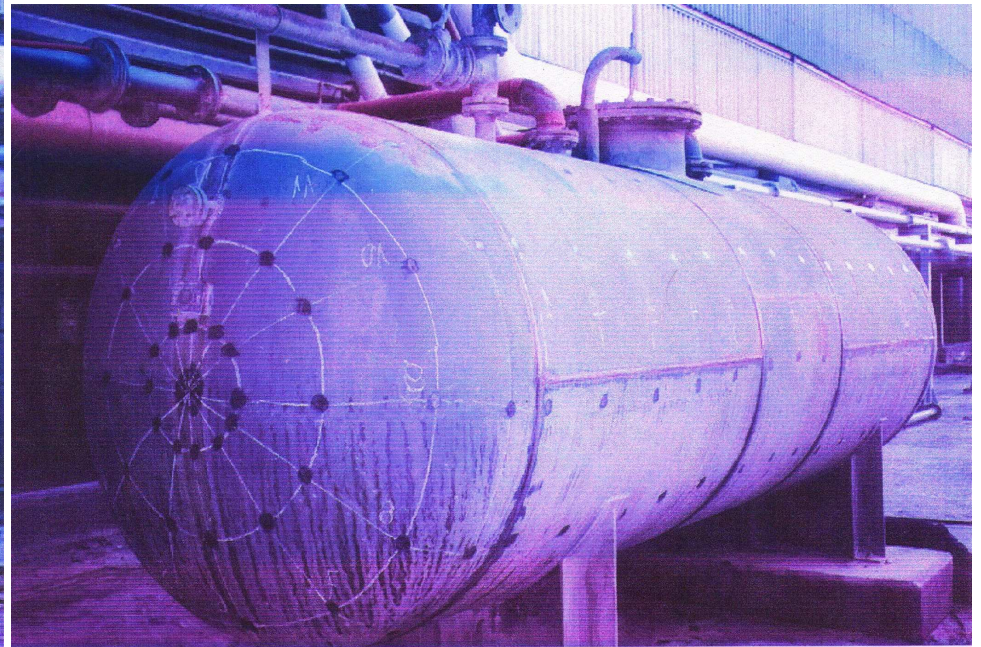




PARTÍCULAS MAGNETIZABLES



PARTÍCULAS MAGNETIZABLES – RECIPIENTE A PRESIÓN PARA A. COMPRIMIDO



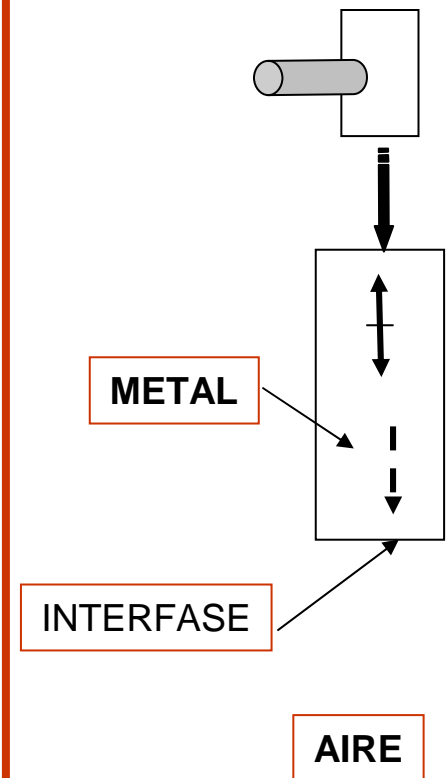
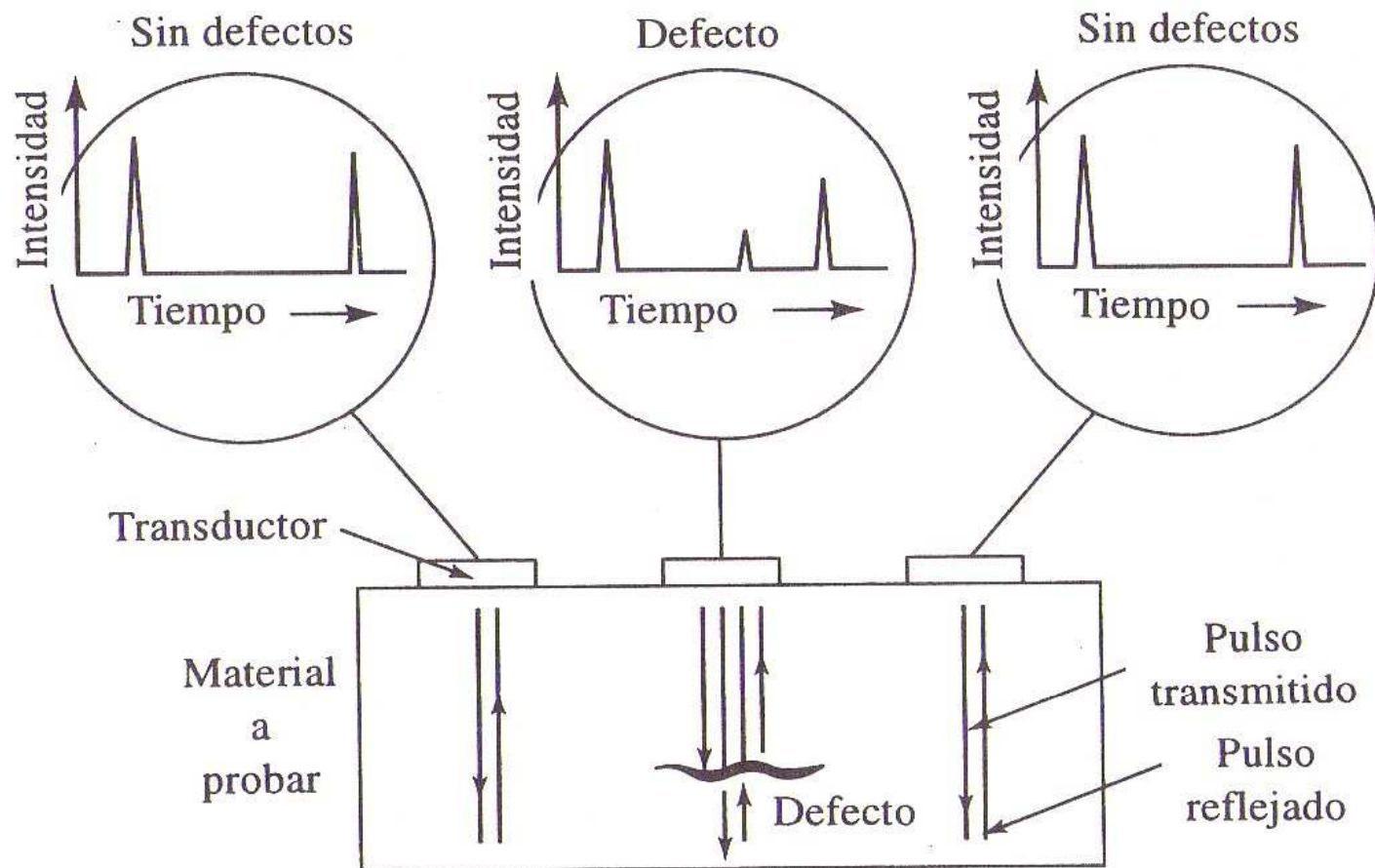


REPARACIÓN DOMO DE CALDERA – TTOO DE ALIVIO DE TENSIONES POST SOLDADURA



ULTRASONIDOS

TÉCNICA DE PULSO – ECO

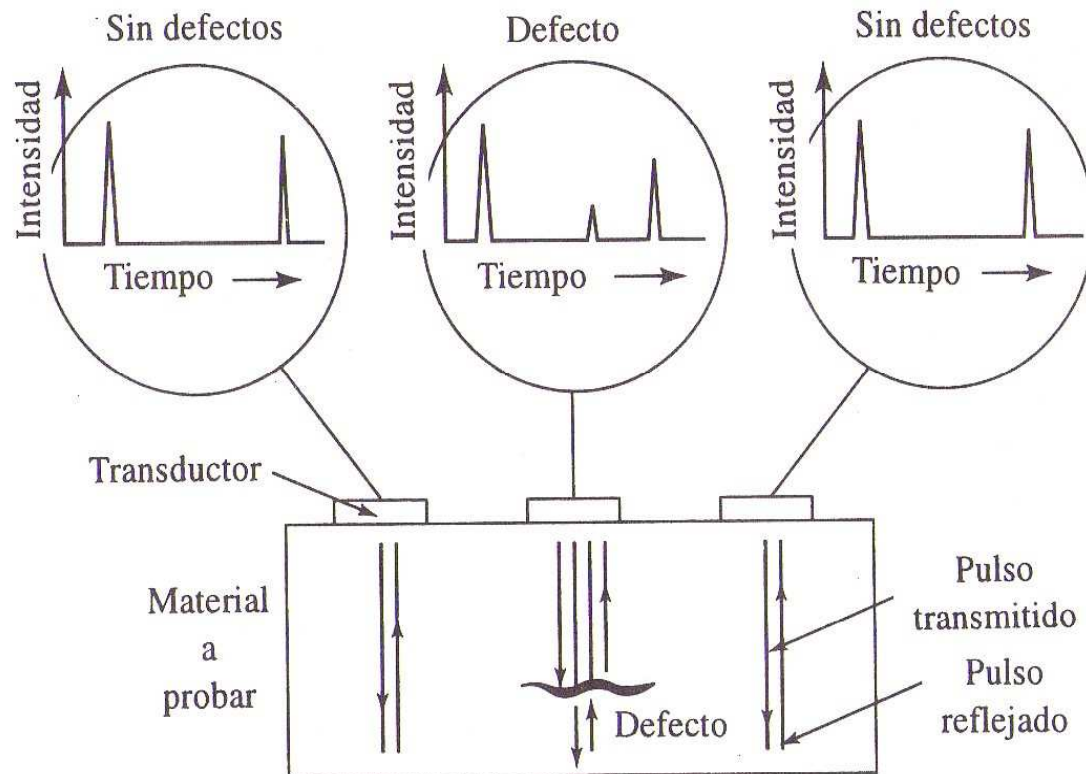


UNA DDP (DIFERENCIA DE POTENCIAL), ELEVADA Y DE CORTO TIEMPO, APLICADA AL CRISTAL DEL PALPADOR, SE TRADUCE EN HACES ULTRASONÍCOS (ULTRASONIDOS) QUE SE PROPAGAN EN EL VOLUMEN DE LA PIEZA. ESTE PICO DE EMISIÓN SONORA SE DENOMINA PULSO DE ENTRADA.

HACES DE SONIDO
ATRAVIESAN EL METAL
ACERO: $V_s=5740$ m/s
AIRE: $V_s=330$ m/s

ULTRASONIDOS TÉCNICA DE PULSO – ECO

Donde haya una fisura o discontinuidad existe un gran cambio de impedancia acústica (de medio sólido a aire), produciéndose una importante reflexión del haz, cualidad que es aprovechada para desarrollar el método de ensayo. Los equipos son emisores y a la vez receptores de haces ultrasónicos, y consecuentemente capaces de detectar aquéllos cambios de impedancia.



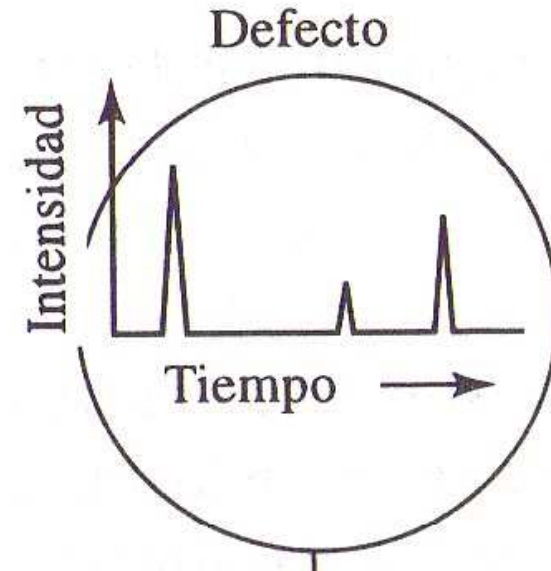
LA ENERGÍA TOTAL REFLEJADA EN EL FONDO DE LA PIEZA EMPRENDE UN CAMINO DE REGRESO HACIA LA ZONA DE EMISIÓN. A ESE CONJUNTO DE ULTRASONIDOS SE LO DENOMINA ECO DE FONDO. LAS DISCONTINUIDADES, QUE A SU VEZ REFLEJAN ENERGÍA, SE DENOMINAN REFLECTORES, FORMANDO SUS PROPIOS ECOS.

PRUEBA ULTRASÓNICA DE PULSO ECO. EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE UN PULSO VIAJE A TRAVÉS DEL METAL, SE REFLEJE DESDE UNA DISCONTINUIDAD Y REGRESE AL TRASDUCTOR, SE MIDE MEDIANTE UN OSCILOSCOPIO

ULTRASONIDOS TÉCNICA DE PULSO – ECO

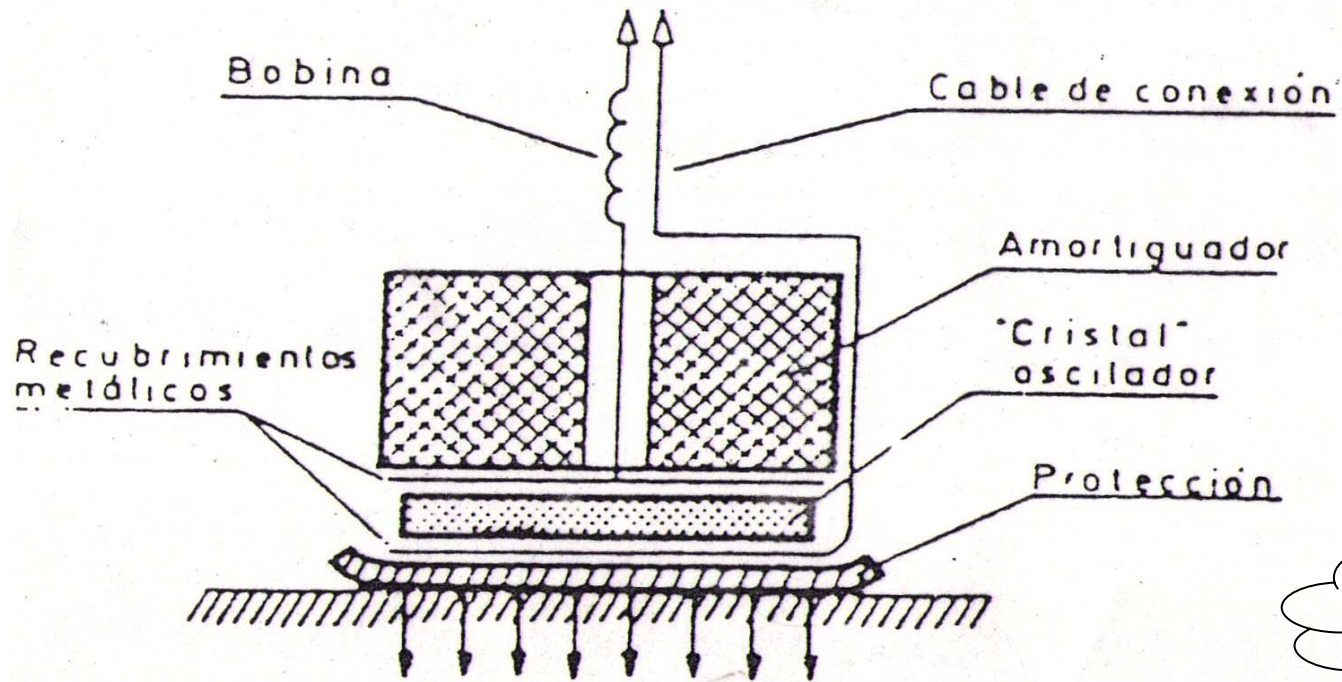
EL CRISTAL SE QUEDA A LA ESPERA DEL ECO, ACTUANDO AHORA COMO RECEPTOR ENERGÉTICO, LO TRADUCE EN UNA SEÑAL ELÉCTRICA QUE ES AMPLIFICADA POR EL EQUIPO Y GRAFICADA EN LA PANTALLA.

ASÍ EXPUESTO EL MÉTODO DE ENSAYO ES VOLUMÉTRICO, ES DECIR QUE RESULTA APLICABLE A LA DETECCIÓN DE FISURAS EXISTENTES EN EL INTERIOR DEL VOLUMEN DE LA PIEZA.



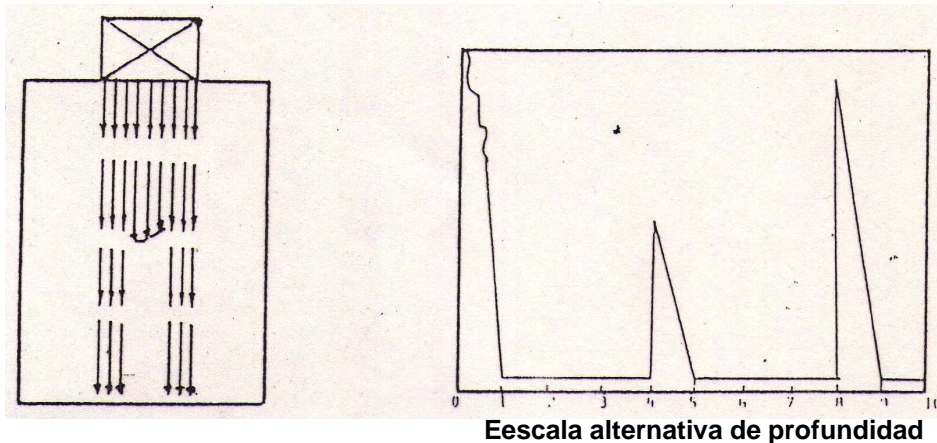
LOS ECOS QUE APARECEN ENTRE EL PULSO DE ENTRADA Y EL ECO DE FONDO SE CORRESPONDEN CON DISCONTINUIDADES.

ULTRASONIDOS – PALPADOR NORMAL



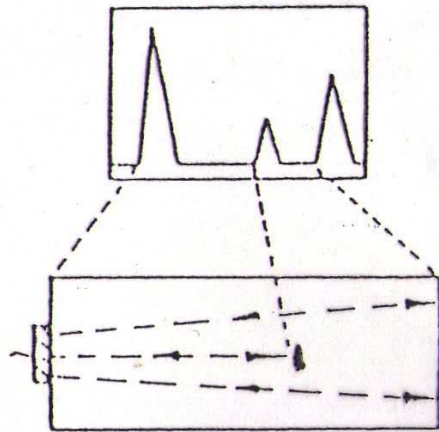
Medición de espesores por ultrasonidos

Partes esenciales de un palpador.

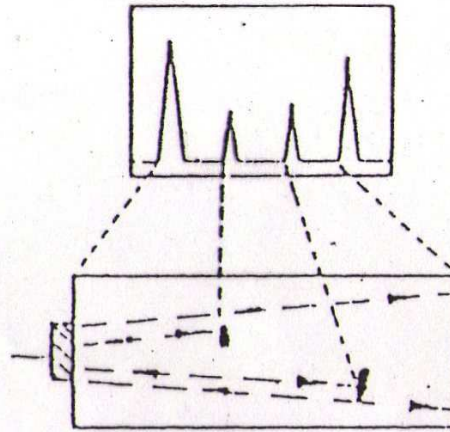


En el caso del palpador normal, por partes proporcionales es posible obtener la profundidad a la cual está la fisura.

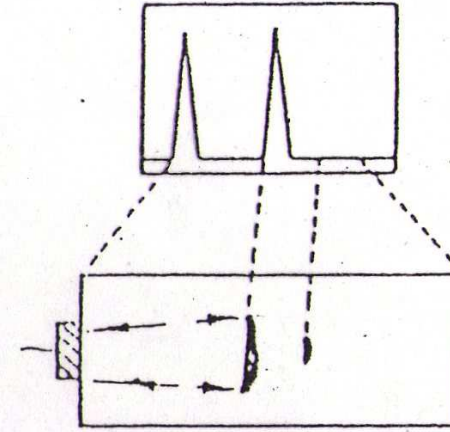
PALPADOR NORMAL – INDICACIONES DE DEFECTOS



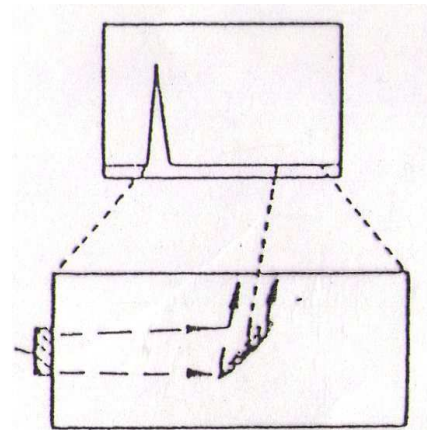
CASO (a)



CASO (b)

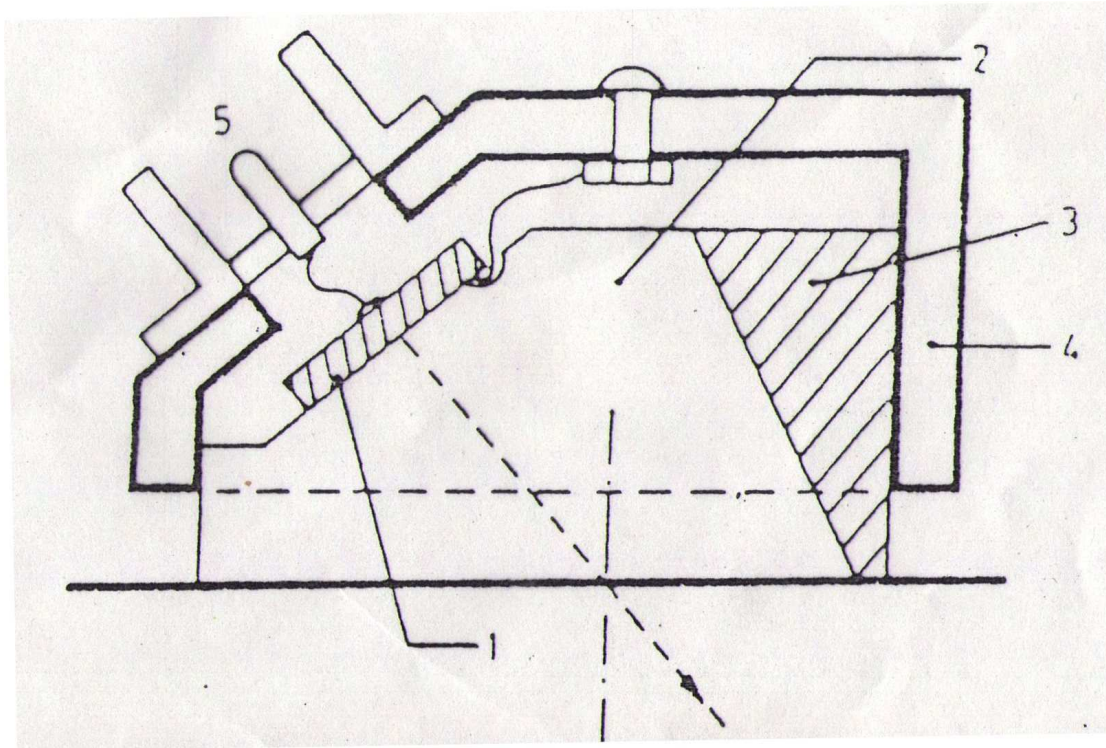


CASO (c)



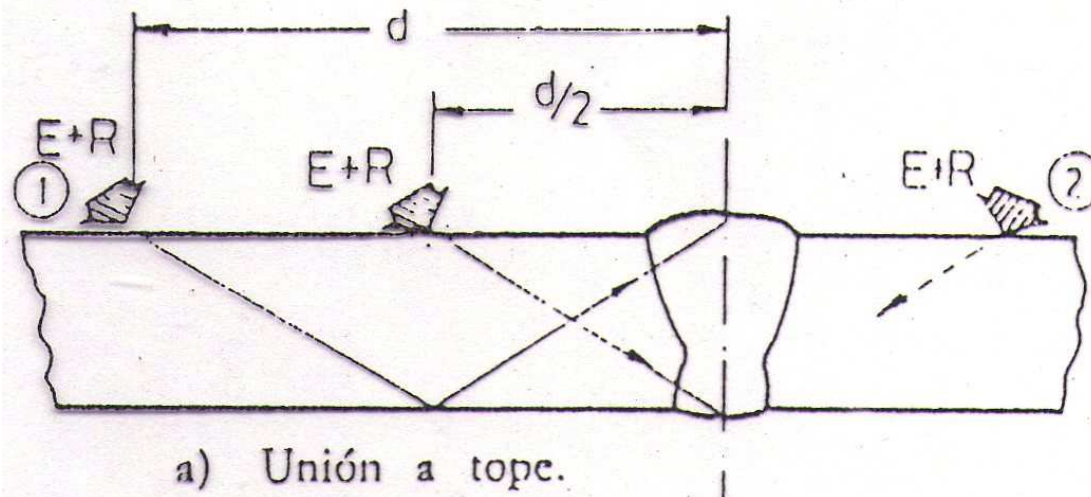
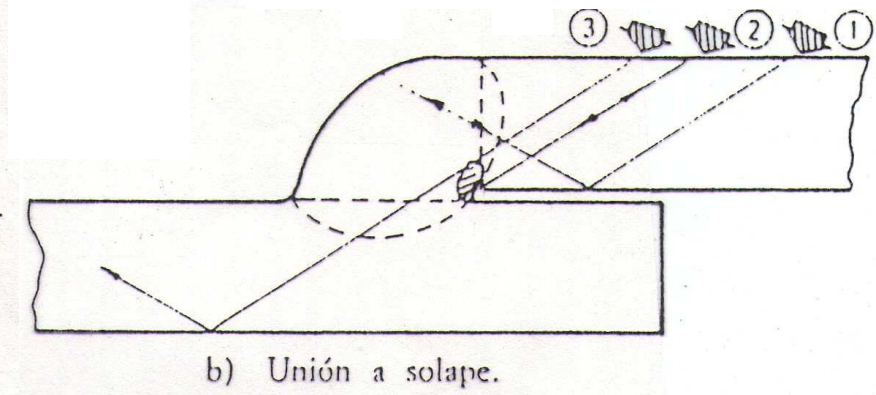
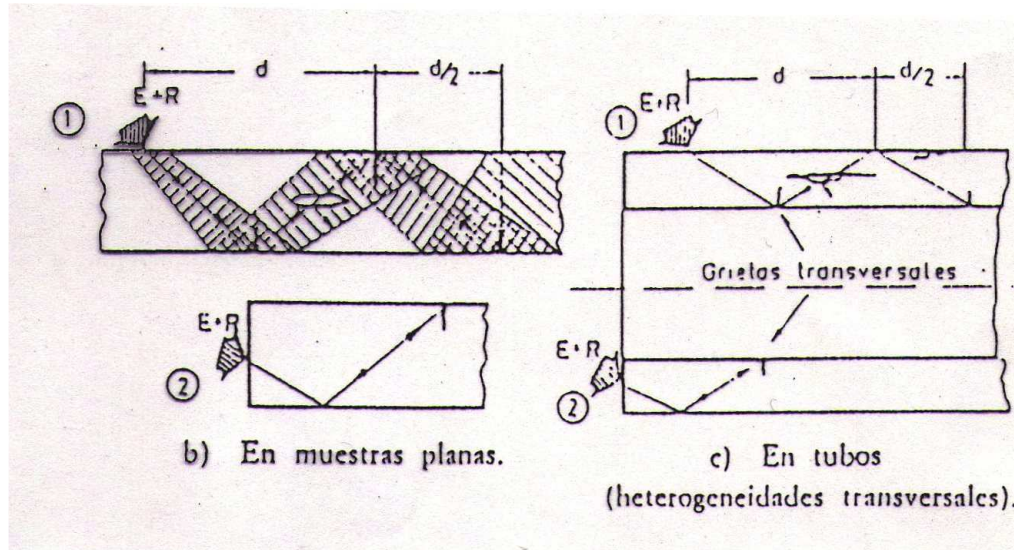
CASO (d)

ULTRASONIDOS – PALPADOR ANGULAR

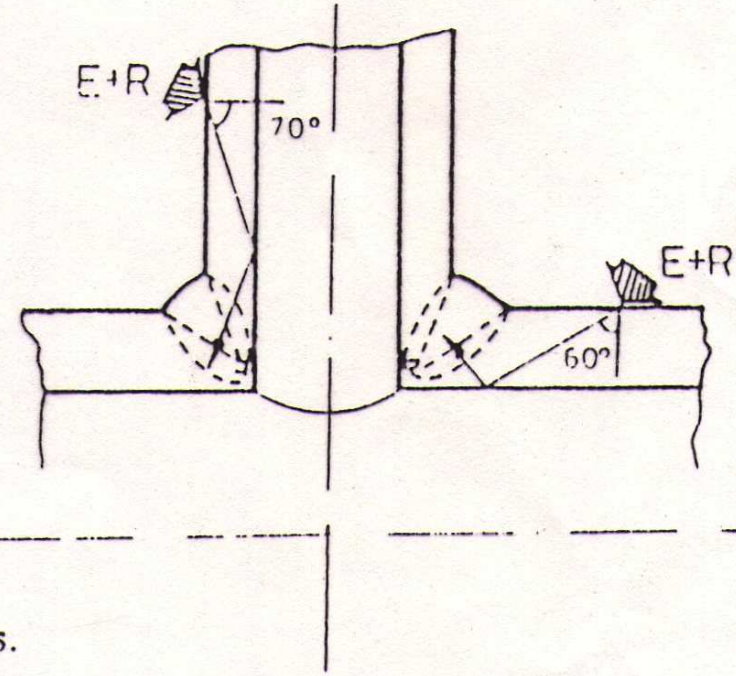
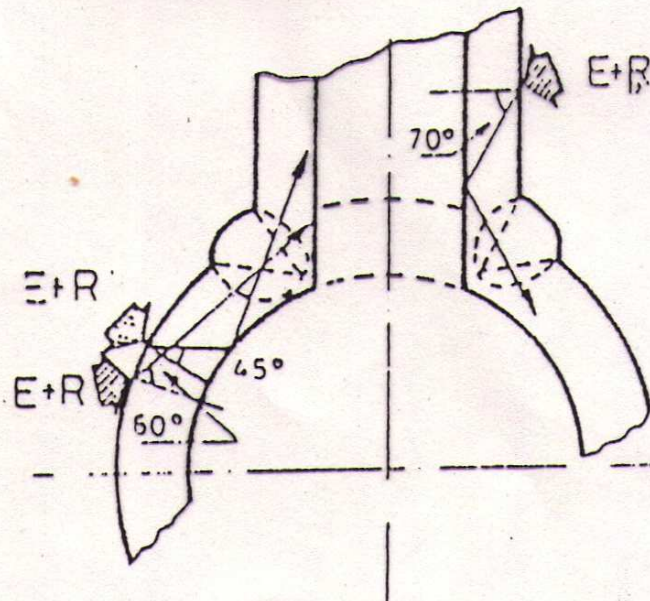
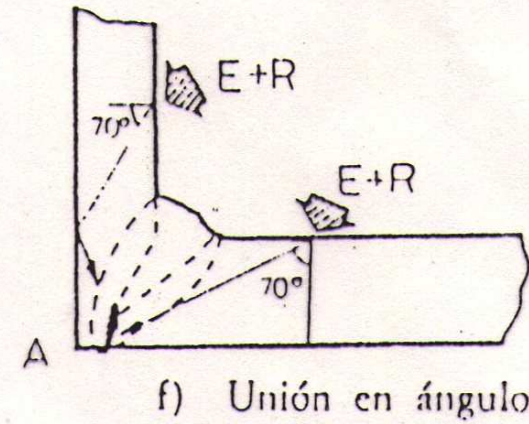
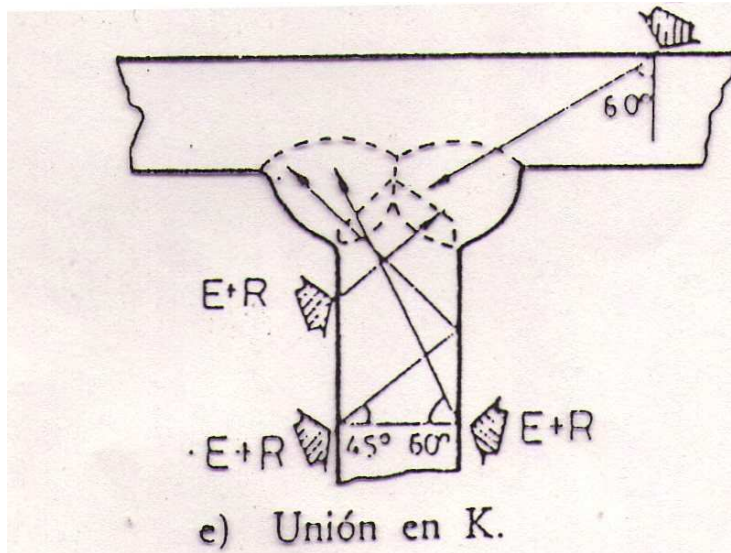


1. Cristal piezoeléctrico
2. Prisma de plástico
3. Amortiguador
4. Protector metálico o montura
5. Conexión

PALPADOR ANGULAR – INDICACIONES DE DEFECTOS



PALPADOR ANGULAR – EXAMEN DE SOLDADURAS POR ULTRASONIDO



ULTRASONIDOS - INSPECCIÓN VOLUMÉTRICA

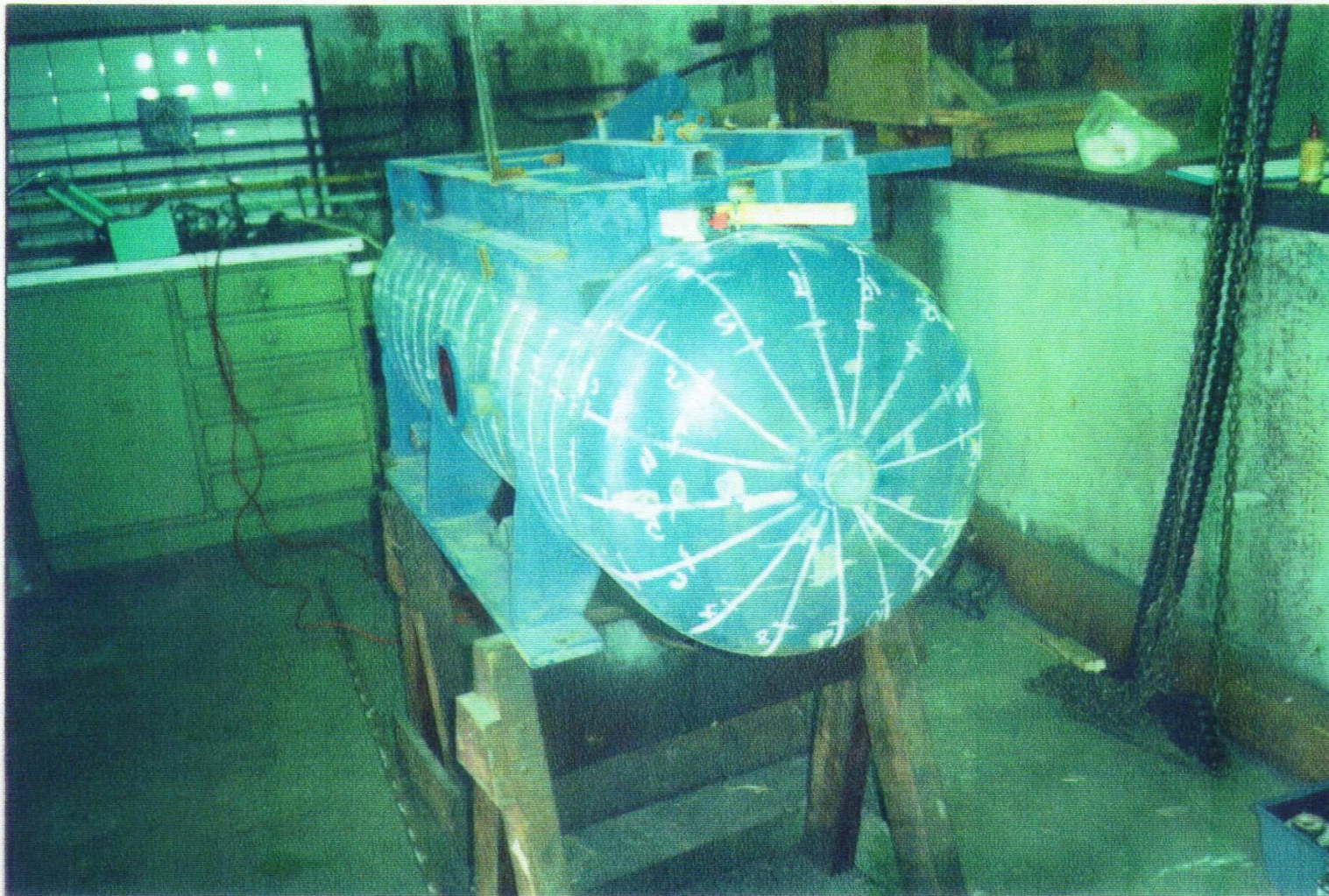


**ESTUDIO ESPECÍFICO
POR ULTRASONIDO EN
EL DOMO DE UNA CAL-
DERA.
DELIMITACIÓN DE LA
GEOMETRÍA DE UN
DEFECTO (RECHU-
PE LAMINADO) DETEC-
TADO PREVIAMENTE.**

ULTRASONIDOS - MEDICIÓN DE ESPESORES

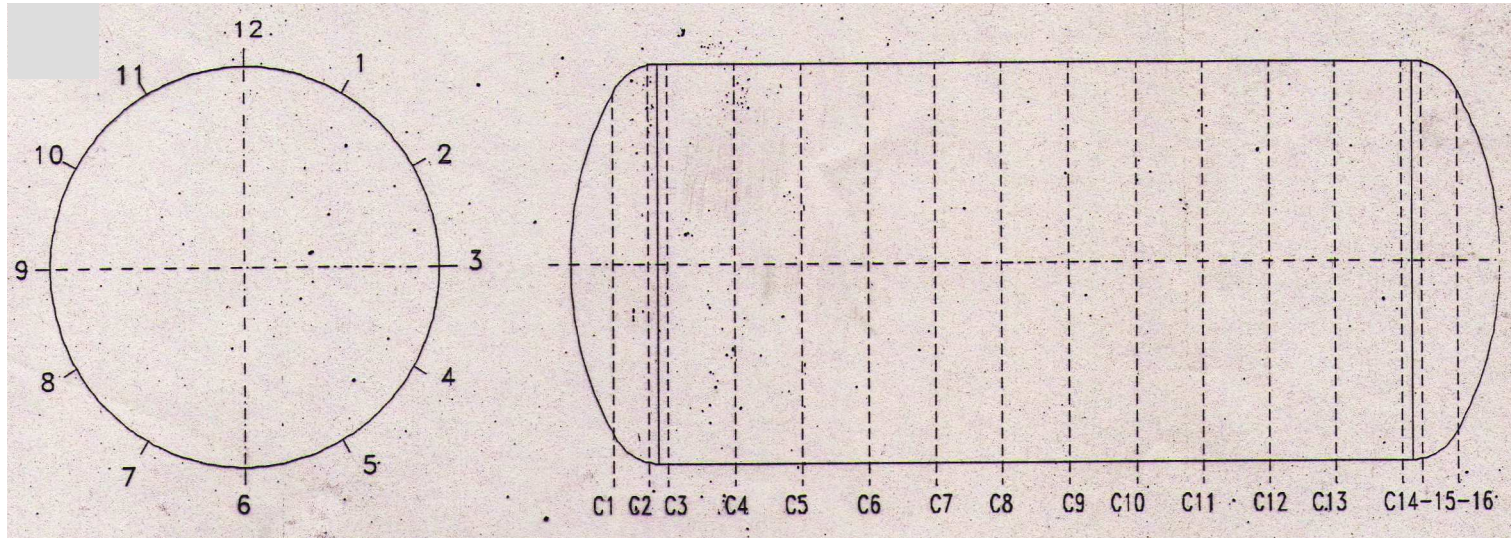


ULTRASONIDOS - MEDICIÓN DE ESPEORES



**RECIPIENTE A PRESIÓN PARA AIRE COMPRIMIDO
MALLA - PUNTOS DE MEDICIÓN**

ULTRASONIDOS - MEDICIÓN DE ESPESORES - MALLA

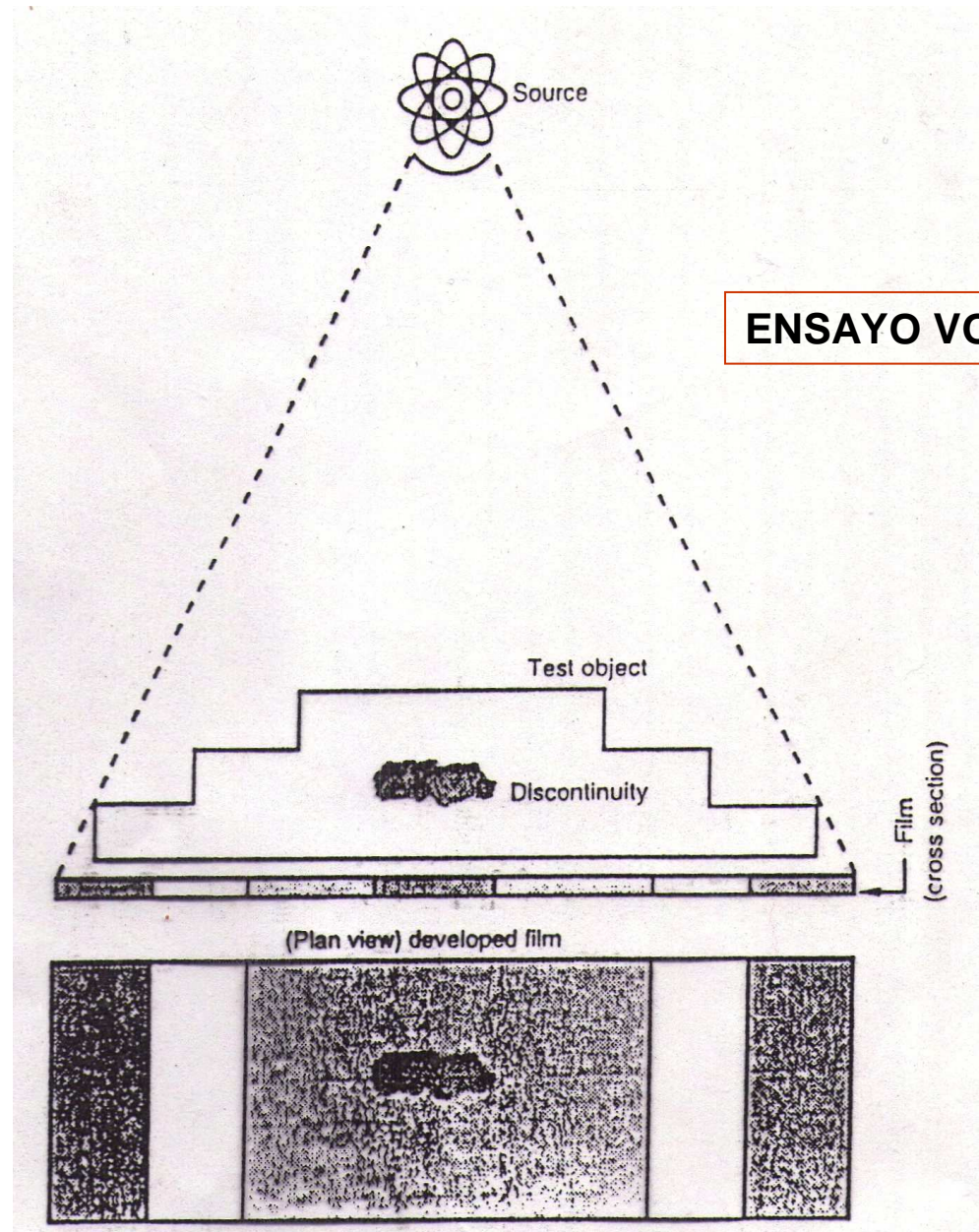


RESULTADOS DE LA MEDICIÓN PARA UNA MALLA SIMPLE

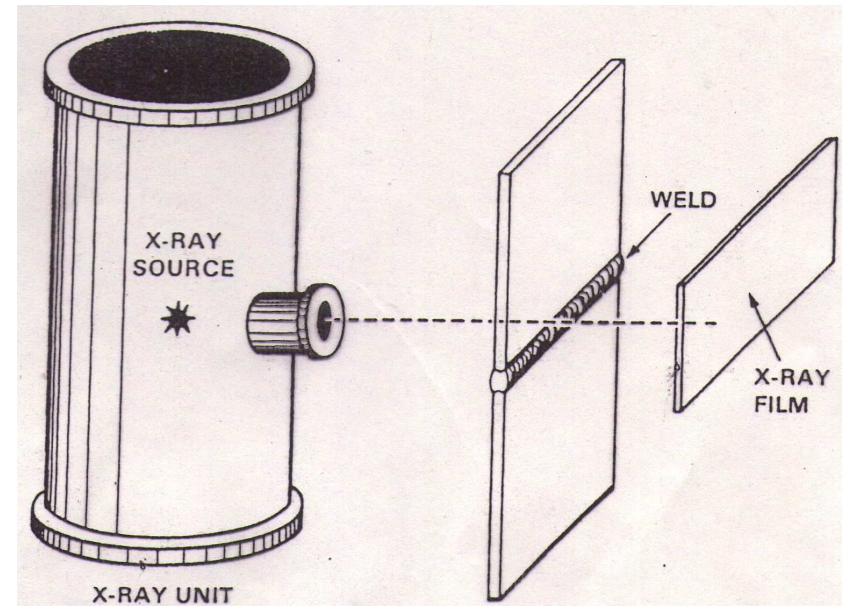
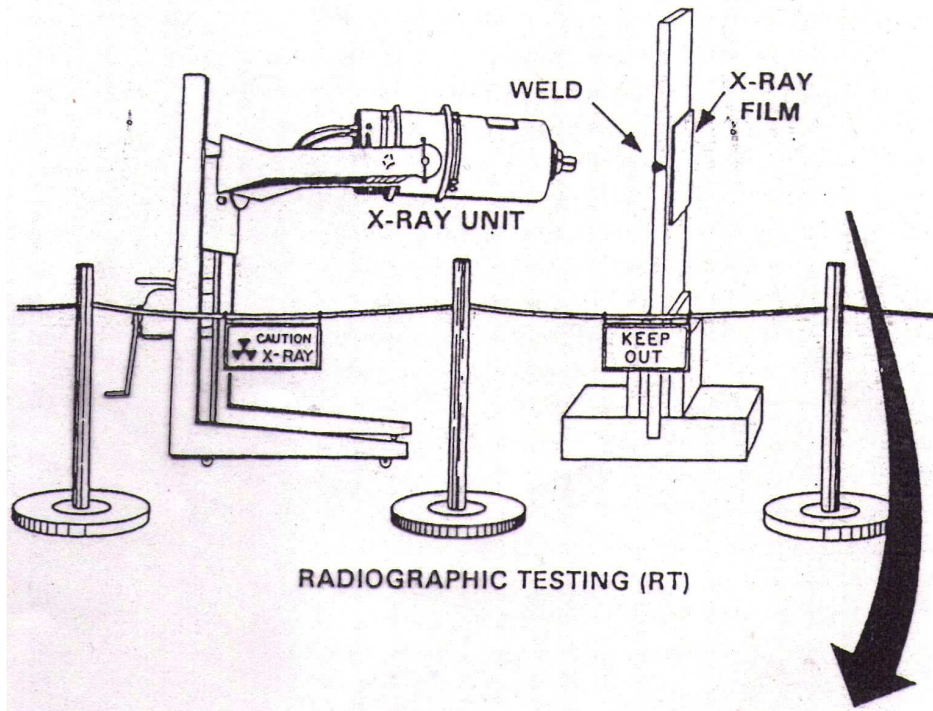
| | Posición horaria | | | | | | | | | | | |
|----|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| C1 | 24,9 | 25,8 | 30,3 | 29,9 | 29,7 | 29,7 | 30,0 | 30,2 | 30,3 | 30,3 | 30,3 | 30,4 |
| C2 | 31,3 | 31,0 | 30,9 | 31,0 | 31,1 | 31,8 | 31,7 | 31,3 | 31,4 | 31,7 | 32,0 | 31,6 |
| C3 | 22,0 | 20,6 | 20,7 | 20,7 | -- | -- | -- | 20,6 | 20,7 | 21,6 | 20,2 | 20,6 |
| C4 | 20,8 | 20,9 | 21,0 | 21,0 | -- | -- | 21,0 | 20,9 | 21,0 | 21,5 | 21,6 | 20,8 |
| C5 | 20,9 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,1 | 20,8 | 21,1 | 21,0 | 21,1 | 21,2 | 21,0 | 21,0 |
| C6 | 17,7 | 20,8 | 20,9 | 21,0 | 21,0 | 20,6 | 21,0 | 21,0 | 20,9 | 21,0 | 20,9 | 20,8 |



RADIOGRAFÍA - GAMMAGRAFÍA

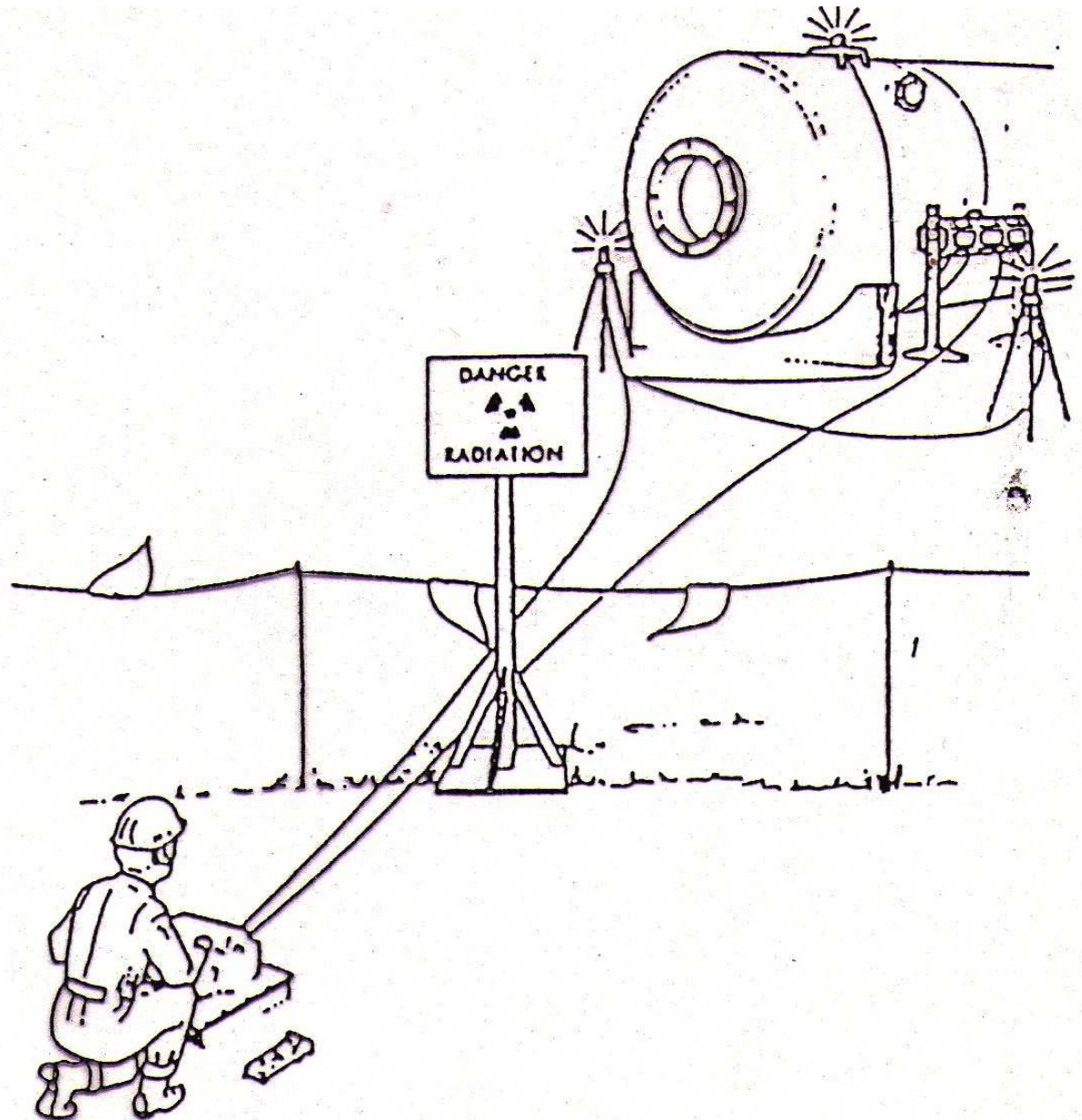
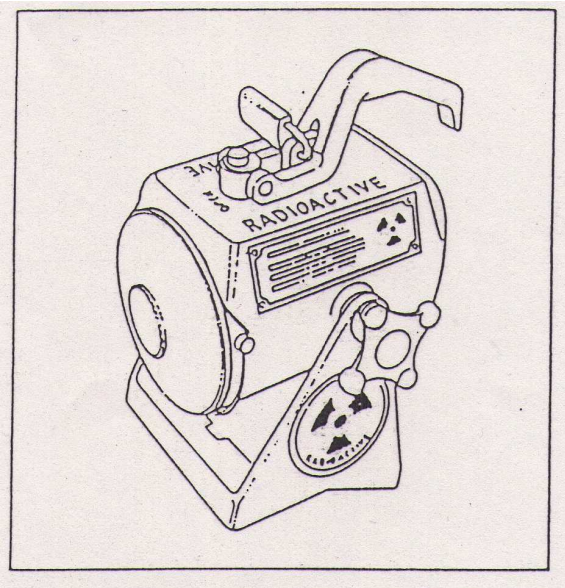
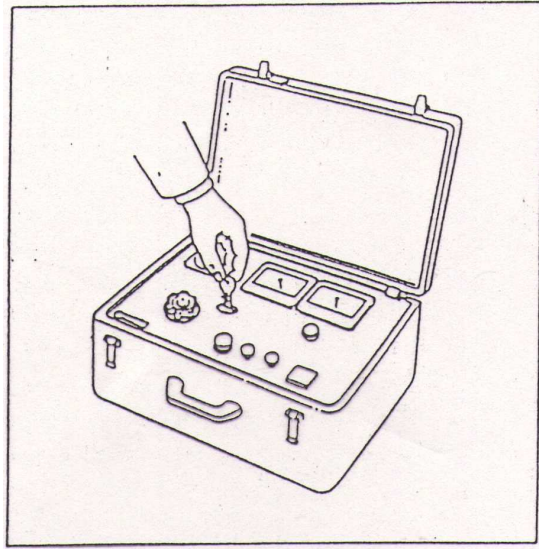


RADIOGRAFÍA

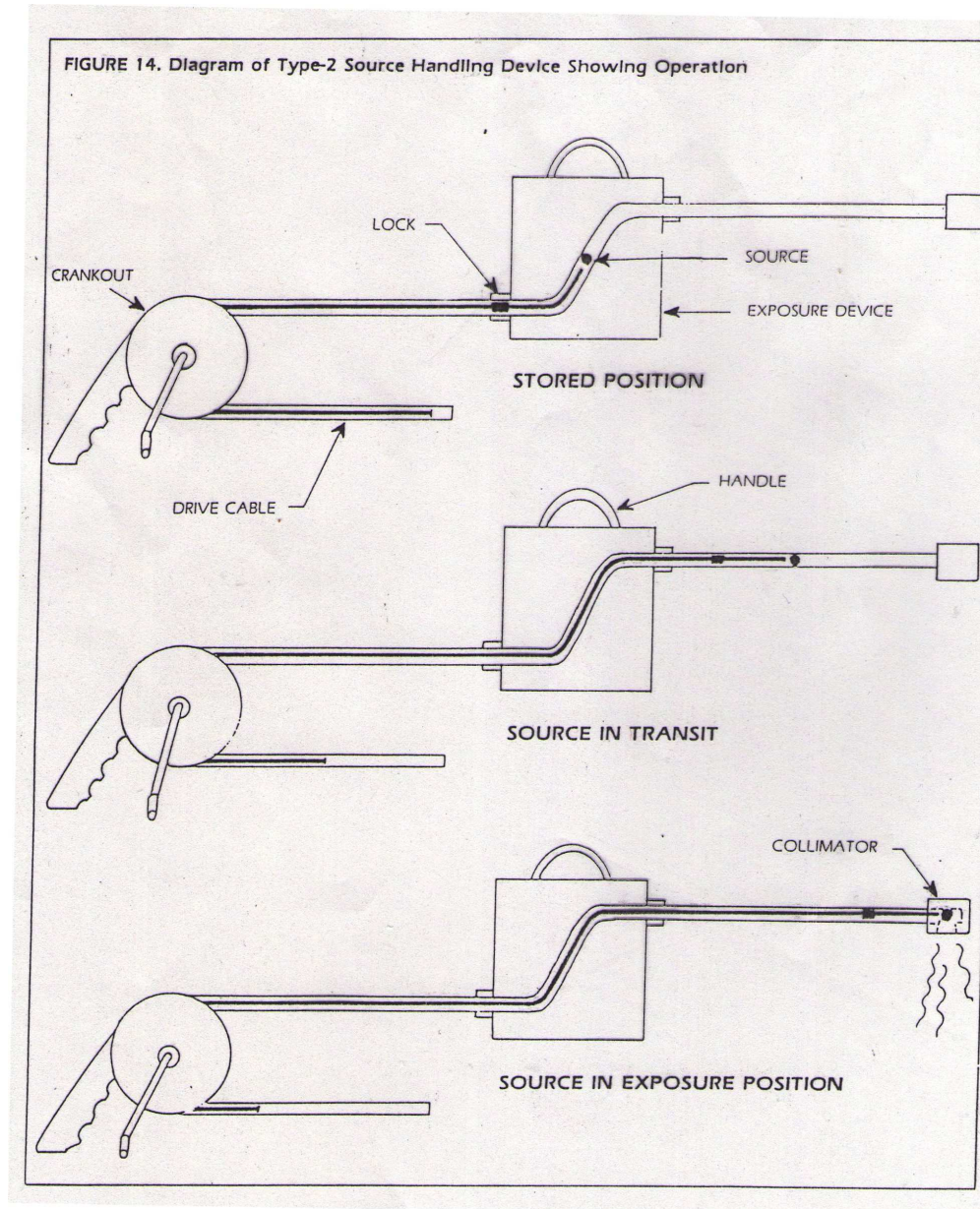




GAMMAGRAFÍA



GAMMAGRAFÍA



ANÁLISIS DE LAS PLACAS RADIOGRÁFICAS – SOLDADURAS DE UN RECIPIENTE A PRESIÓN

| Tanque N° | Soldadura | Posición | Discontinuidades |
|-----------|-----------|----------|-------------------|
| 1 | C1 | 0 - 1 | P - FM |
| 1 | C1 | 1 - 2 | DL "R" |
| 1 | C1 | 2 - 3 | IE |
| 1 | C1 | 3 - 4 | Falta radiografía |
| 1 | C1 | 4 - 5 | IE - P |
| 1 | C1 | 5 - 6 | FP "R" |
| 1 | C1 | 6 - 7 | P |
| 1 | C1 | 7 - 8 | Falta radiografía |
| 1 | C1 | 8 - 9 | IE - EA |
| 1 | C1 | 9 - 10 | P |
| 1 | C1 | 10 - 11 | Falta radiografía |
| 1 | C1 | 11 - 12 | P |
| 1 | C1 | 12 - 13 | DL - FM "R" |
| 1 | C1 | 13 - 14 | FF "R" |
| 1 | C1 | 15 - 16 | P |
| | | | |

ABREVIATURAS EMPLEADAS

C = Corrosión
DL = Discontinuidad lineal
E = Escoria
EA = Escoria alineada
IE = Inclusión de escoria
FF = Falta de fusión
FFT = Falta de fusión transversal
FM = Falta de material de aporte
I = Inclusión
P = Poro
PA = Poros alineados
PR = Poros en racimo
"R" = Rechazado