

# FUNDAMENTOS METODO DE ENSAYO PT

---

## HISTORIA DEL ENSAYO POR LIQUIDOS PENETRANTES

Uno de los mas antiguos métodos, su aplicación se remonta a los ejes de ruedas de ferrocarril en los años 1890.

Se descubrió que después de retirar el aceite de una superficie, este reaparecía donde se localizaba una fisura. Esto condujo al ensayo de aceite y blanqueo. Las partes se inmersian en aceite para luego retirarlas mediante trapos humedecidos en kerosene. Luego se aplicaba polvo de tizas blancas para aumentar la visibilidad de cualquier aceite que salía a la superficie en la parte ensayada.

Actualmente este sistema ha evolucionado.

NI (1.1)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## PROPOSITO Y PRINCIPIOS DEL ENSAYO POR LIQUIDOS PENETRANTES

El método de Ensayo por Líquido Penetrante (PT) está definido, como un procedimiento de ensayo no-destrutivo físico-químico, basado en la habilidad de un líquido, para introducirse en cavidades que se encuentran abiertas a la superficie y se mantienen en ella cuando el exceso de liquido es removido. Luego el líquido remanente en la cavidad es sacado hacia fuera para formar una indicación que es mucho mas visible que la misma cavidad.

El Ensayo por Líquidos Penetrantes es usado para detectar discontinuidades en materiales sólidos y no-porosos.

Es usado en forja, metales fundidos y otras aleaciones, soldaduras, metales sinterizados, plásticos, cerámicos y vidrios.

No importa la orientación de las discontinuidades siempre que sean abiertas a la superficie. Su efectividad depende de la secuencia apropiada en su proceso y el adecuado método de limpieza con operador certificado.

NI (1.2, 1,3)

NII (1.1)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## VENTAJAS DEL ENSAYO POR LIQUIDOS PENETRANTES

- ✘ Se pueden detectar discontinuidades superficiales muy pequeñas.
- ✘ Se pueden ensayar una gran variedad de materiales.
- ✘ Materiales de geometría compleja pueden ser inspeccionados en una simple operación.
- ✘ Se disponen de varias sensibilidades y técnicas del proceso.
- ✘ Es relativamente fácil para uso.
- ✘ Puede ser portátil.
- ✘ Es de bajo costo comparado con otro método.

NII (2.1)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## DESVENTAJAS DEL ENSAYO POR LIQUIDOS PENETRANTES

- ✘ No se pueden ensayar materiales porosos.
- ✘ Las superficies deben estar limpias y libres de pintura, recubrimientos, tierras, humedad y otros contaminantes.
- ✘ No puede ser usado después de operaciones de desgaste de metales, tales como granallado, arenado, a menos que sea un ataque químico de remoción de un metal dentro de otro.
- ✘ Algunos materiales como gomas y plásticos pueden ser afectados por la base del hidrocarburo del penetrante.
- ✘ Es muy dependiente de la habilidad del operador
- ✘ Algunos penetrantes pueden contener productos irritantes a la piel por un contacto prolongado si no se toman medidas apropiadas.

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## PROCESO BASICO DEL ENSAYO PT

Puede ser dividido en cuatro pasos:

1. Limpieza de la superficie
2. Aplicación del Penetrante
3. Remoción del exceso del penetrante de la superficie.
4. Revelación de las indicaciones.
5. Evaluación y registro.

NI (2.0)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## SENSITIVIDAD DEL SISTEMA DE ENSAYO POR PT

Un “sistema” está conformado por Penetrante y Emulsificador y pertenecen a un mismo Fabricante, por tanto no son intercambiables. Los reveladores y limpiadores no forman parte de un “sistema”, por tanto, cualquier marca calificada podría ser empleada. Sin embargo, desde que cada Fabricante posee su fórmula particular, la especificación AMS 2644 (MIL-I-2513E) prohíbe la combinación de estos reveladores y limpiadores de diferentes Fabricantes.

La sensibilidad, está definida como una medida de la discontinuidad mas pequeña que producirá una indicación discernible (relevante).

Debe cumplir las necesidades de las circunstancias.

Si es muy sensible, se desperdiciará tiempo en el proceso. Si falta sensibilidad, las discontinuidades rechazables permanecerán indetectables.

El costo de los materiales puede ser relacionado directamente a la sensibilidad del sistema, y el requerimiento de uno muy alto, mas de lo requerido aumentaría los costos innecesariamente.

NI (1.3)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## CONSIDERACIONES DE SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE ENSAYO PT

1. Estándares o especificaciones que gobiernan el proyecto, pueden haber restricciones en los materiales a emplear (Sulfuros, Cloruros).
2. La condición de la superficie y los tipos de discontinuidad asociadas a la parte (superficies rugosas, roscadas, chaveteros, fisuras anchas o muy superficiales, condicionan la óptima selección de un penetrante).
3. Localización, tamaño, cantidad y alcance de la detección de las partes a ser ensayadas.

(NII 1.3)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## TIPOS DE PENETRANTE

Los Penetrantes pueden ser Fluorescentes, Visibles o Duales, dependiendo del tipo de tinta que los conforma.

Los fluorescentes son a su vez divididos por su nivel de sensibilidad.

Esta sensibilidad está relacionada con el brillo de una indicación medida con un Fotómetro y comparada con un estándar.

Existen cinco(05) niveles de sensibilidad para tintes fluorescentes:

- a. Nivel 1/2: sensibilidad ultra-baja
- b. Nivel 1 : sensibilidad baja
- c. Nivel 2 : sensibilidad media
- d. Nivel 3 : sensibilidad alta
- e. Nivel 4 : sensibilidad ultra-alta

Los penetrantes fluorescentes contienen una tinta que es visible a la luz UV-A, y deben ser observadas en cuarto oscurecido y fuente de luz UV.

Los penetrantes visibles usan tintes rojo, naranja o púrpura y se contrastan con el recubrimiento de revelador blanco, la inspección se hace bajo luz visible.



# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

## COMPARACION DE SENSITIVIDAD PENETRANTE FLUORESCENTE

Nivel	Usos Primarios y Ventajas	Desventajas
1/2 y 1	Inspección en proceso, mínimo fondo Geometría compleja Superficies porosas	El menor de los sensitivos
2	Inspección en proceso, mínimo fondo Inspección final	Puede producir moderado transfondo en superficies rugosas.
3	Inspección en proceso y final Para discontinuidades pequeñas y estrechas	Alto transfondo en super- ficies rugosas.
4	Inspección en proceso y final Muy sensible para discontinuidades muy pequeñas y estrechas	Alto transfondo en super- ficies rugosas.

NI (1.4)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## SELECCIÓN DEL MATERIAL Y PROCESO DE LIQUIDO PENETRANTE

Factores a ser considerados antes de decidir en el tipo de Penetrante:

- 1.Composición de las partes a ser inspeccionadas
  - 2.Número de partes o áreas de ensayo por unidad de tiempo
  - 3.Tamaño y peso de las partes a ser manipuladas
  - 4.Lugar donde se requieren las partes ensayadas, punto del proceso
  - 5.Tipos de discontinuidad esperadas
  - 6.Tamaño de las discontinuidades a ser detectadas
  - 7.Condición superficial de las partes a inspeccionar
  - 8.Condición a la cual serán sujetas las partes después del ensayo
- Además interviene la especificación mandatoria, la habilidad del personal y el nivel de calidad requerido.

NI (1.4)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

## APLICACIÓN DEL PENETRANTE

Los sprays pueden ser manuales, presurizados o electrostáticos.

<i>Tipo de Penetrante</i>	<i>Designación AMS-2644</i>	<i>Método de Aplicación</i>	<i>Tiempo de Penetración Min/Max</i>	<i>Iluminación requerida</i>
Fluorescente	1	S,D,B	10min/2 h	UV
Visible	2	S,D,P	10min/2 h	V
Modo Dual		S,D,B	10min/2 h	V/UV

S=Spray,D=Inmersión,B=Brocha,UV=Ultravioleta,V=Visible

Designación de Penetrantes AMS-2644:

Método A: Lavable por Agua

Método B: Emulsificador Lipofílico

Método C: Removible por Solvente

Método D: Emulsificador Hidrofílico

NI (2.3)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## METODOS DE APLICACIÓN DE PENETRANTE

### Método A (Lavable por Agua)

Contiene agentes emulsificadores que hacen al aceite miscible con el agua. Puede ser removido manual o automáticamente con spray de agua gruesa, Por inmersión en agua agitada por aire o manualmente por trapos húmedos. El tamaño de las gotas, presión, temperatura y ángulo del spray de agua puede afectar la remoción del penetrante.

P= No mayor a 276 kPa (40 psig)

T= 10 a 38° C (50 a 100° F)

Distancia del chorro de agua a parte inspeccionada a 12”(30cm) mínimo.

Angulo con la superficie de la parte 45 a 70°

NI (2.3, 2.4)

NII (1.2)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## METODOS DE APLICACIÓN DE PENETRANTE

### Método B (Emulsificable Lipofílico)

La remoción del Penetrante se hace introduciendo un emulsificador a base de aceite como un paso separado del proceso, este emulsificador se difunde en la superficie del penetrante. Generalmente se aplica por inmersión, usando brochas o trapos puede causar manchas debido a la emulsificación dispereja y son no recomendadas.

Este sistema ofrece mas control y tiene pocos problemas con sub o sobrelavados comparados al lavable por agua. El tiempo de emulsificación puede estar entre 5 seg. a 5 min.

ASTM E1417 limita a un tiempo máximo de 3 min.

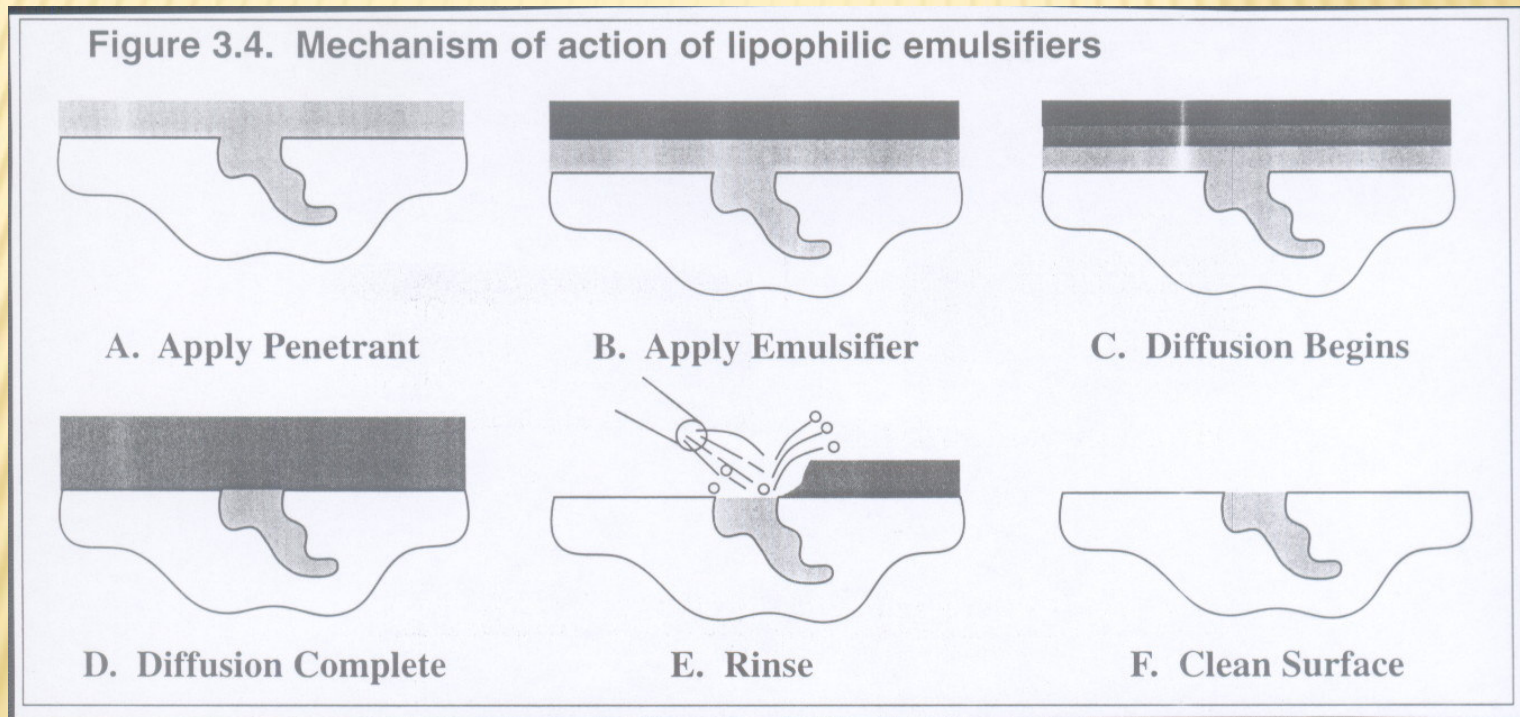
El óptimo tiempo de emulsificación se obtiene por experimentación. Si el Tiempo de emulsificación es muy corto o muy largo, el proceso de repite Desde el principio, terminado el proceso de difusión es penetrante es removido como el lavable por agua.

NI (2.3, 2.4) NII (1.2)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

## METODOS DE APLICACIÓN DE PENETRANTE

### Método B (Emulsificable Lipofílico)



# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## METODOS DE APLICACIÓN DE PENETRANTE

### Método C (Removible por Solvente)

Es generalmente suministrado en latas de aerosol (sprays).  
El solvente trabaja diluyendo la superficie del penetrante.  
La parte se limpia primero con trapos limpios, libres de hilachas.  
Una vez que la mayor proporción de penetrante ha sido eliminada,  
se aplica solvente mediante rociador en spray en el trapo para  
eliminar el remanente.  
Se debe tener especial cuidado para evitar remoción excesiva.

NI (2.3, 2.4)

NII (1.2)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## METODOS DE APLICACIÓN DE PENETRANTE

### Método D (Emulsificable Hidrofílico)

Es similar al proceso del método B excepto que el emulsificador es a base de agua y utiliza la acción detergente para remover al penetrante de la superficie. La Emulsificación del penetrante dentro de una discontinuidad Es con el método D es menos probable de ocurrir que con el método B. Esto permite una completa remoción del penetrante de la superficie y mejora el contraste de la inspección.

Existe un pre -enjuague con agua recomendado como se hace con el lavable por agua mantenido a un mínimo tiempo antes de aplicar el emulsificador, sea por spray o inmersión. Se requiere la agitación del emulsificador para remover al penetrante y el tiempo de emulsificación se obtiene por experimentación. La concentración del emulsificador es aprox. 5% para Sprays y 5 a 35% para inmersión. El tiempo no debe exceder los 2 min.

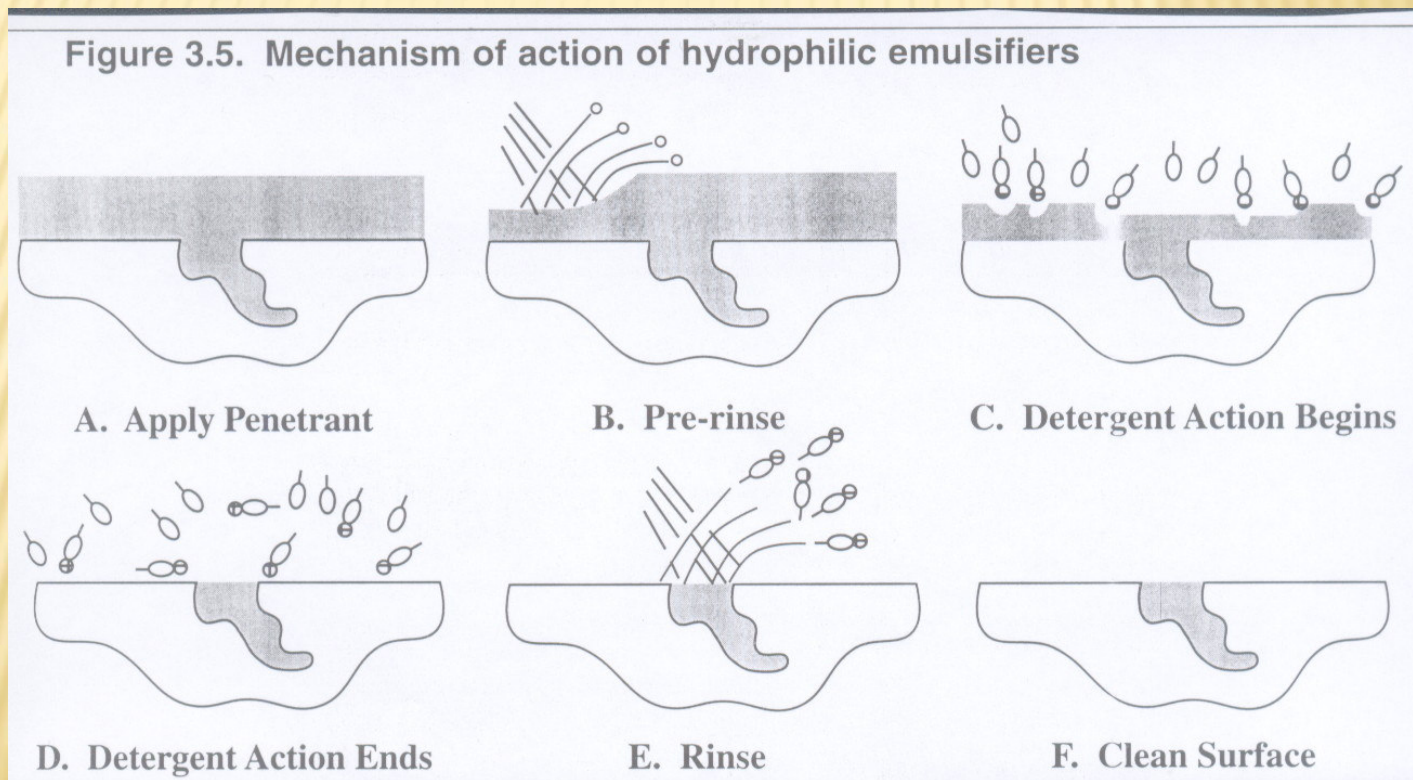
NI (2.3, 2.4) NII (1.2)



# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

## METODOS DE APLICACIÓN DE PENETRANTE

### Método D (Emulsificable Hidrofílico)



# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

---

## SECADO

La necesidad de secar las partes después de remover al penetrante depende del método de remoción usado y el tipo de revelador. Cuando se emplea revelador seco o no-acuoso, las partes deben ser secadas antes de aplicar el revelador. Cuando se usa revelador acuoso (soluble en agua o en suspensión) las partes se deben secar después de aplicar el revelador. Para aplicaciones lavables por agua y emulsificables, las partes se secan a temperatura ambiente o en un horno de aire forzado recirculante. Las partes se deben rotar para eliminar pozas de agua. Las temperaturas de secado no deben sobrepasar las indicadas en el procedimiento o ASTM E1417 que es de 71° C (160°F).

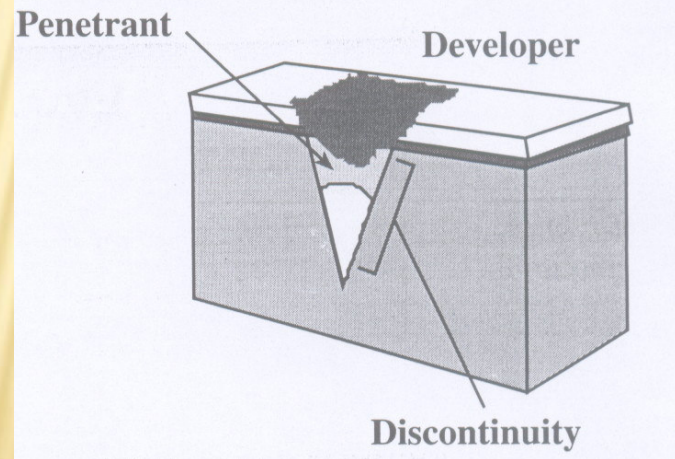
NI (2.5)

# PANORAMA DEL METODO DE ENSAYO PT

## REVELADO DE LA INDICACION

Una indicación puede autorevelarse donde el penetrante introducido ha sido removido por su exceso de la superficie. Este proceso de revelado hace aumentar el tamaño de la discontinuidad. El revelador es disponible en seco, soluble al agua, para suspensión en agua o en solvente.

**Figure 2.4: Developer enhancement of discontinuity**



NI (2.5)

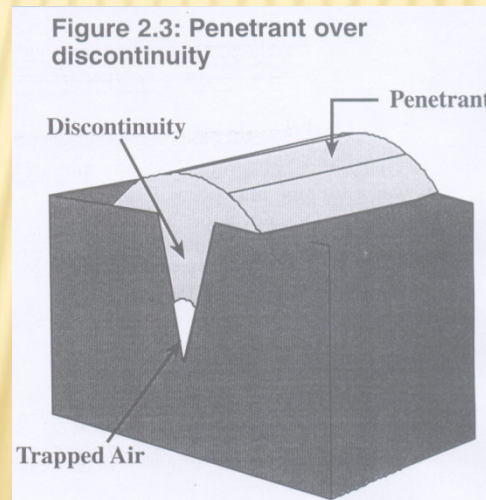
# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## CARACTERISTICAS DE LOS PENETRANTES

### 1. TENSION SUPERFICIAL

La atracción molecular circundante en equilibrio dentro de un mismo fluido (líquido) se denomina Cohesión y entre diferentes se denomina Adhesión. Las moléculas atraídas en la superficie hacia el líquido es lo que se denomina *tensión superficial*.

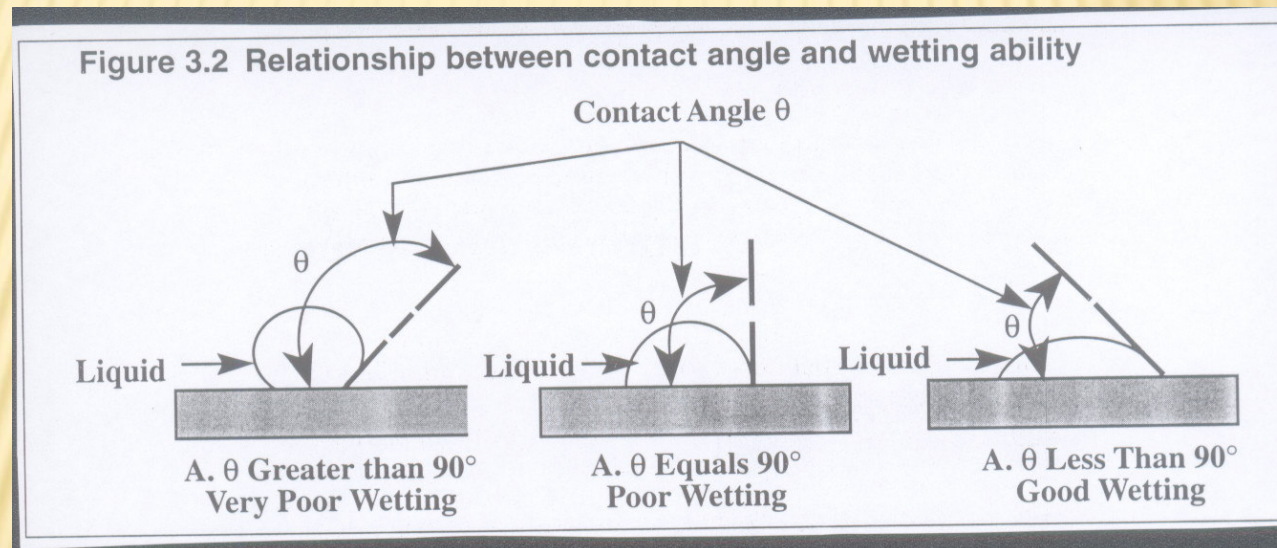


# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

## CARACTERISTICAS DE LOS PENETRANTES

### 2. HABILIDAD HUMECTANTE

La atracción entre moléculas disímiles se denomina Adhesión.



La atracción entre moléculas iguales se denomina Cohesión.

Angulo de contacto mayor a  $90^\circ$ : Fuerzas cohesión > Fuerzas adhesión

Angulo de contacto menor a  $90^\circ$ : Fuerzas cohesión < Fuerzas adhesión

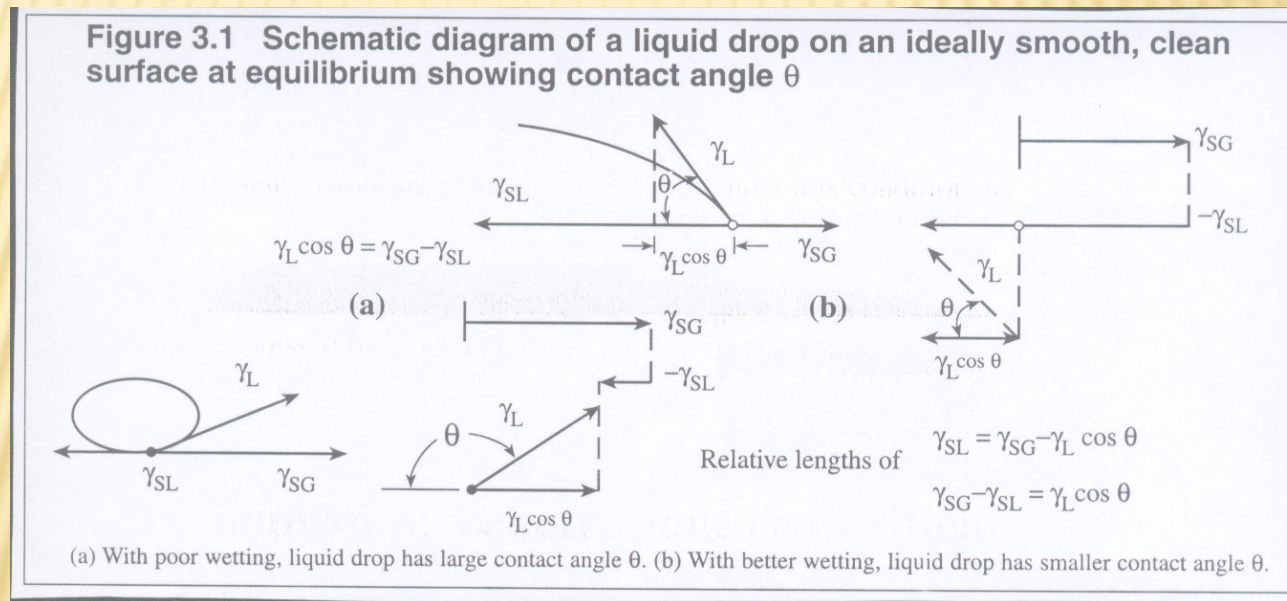
Angulo de contacto igual a  $90^\circ$ : Fuerzas de cohesión = Fuerzas de adhesión

# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

## CARACTERISTICAS DE LOS PENETRANTES

### 2. HABILIDAD HUMECTANTE

Fuerzas involucradas en la humectabilidad de un fluido en una superficie.

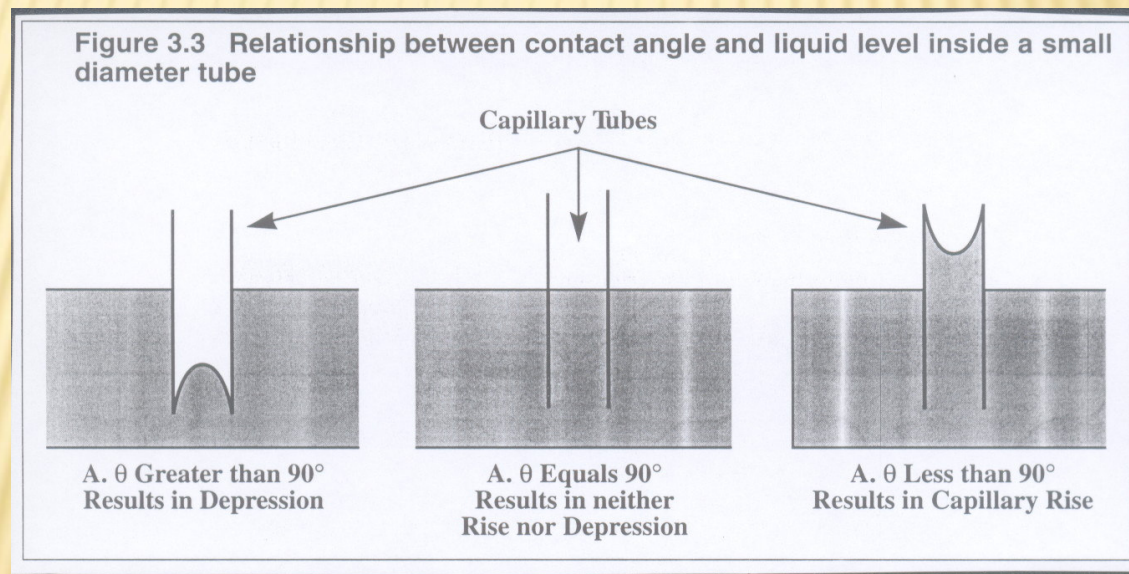


# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

## CARACTERISTICAS DE LOS PENETRANTES

### 3. ACCION CAPILAR

Las fuerzas de cohesión y adhesión en un tubo capilar provocan la forma de las curvas en cada caso anteriormente mencionado.



# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## PROPIEDADES FISICAS DE LOS PENETRANTES

### 1. VISCOSIDAD

Es la medida de la velocidad de flujo de un líquido. A mayor viscosidad el flujo es mas lento. Si se aumenta la temperatura se disminuye la viscosidad. La viscosidad no afecta la habilidad de ingreso de un penetrante a una discontinuidad, sino la velocidad de penetración y por tanto el tiempo de penetración.

### 2. VOLATILIDAD

Indica el punto de ebullición del líquido. Baja volatilidad implica alto punto de ebullición. Para penetrantes no es deseable un líquido de alta Volatilidad debido a esta evaporación, que resulta en un secado del mismo y su pérdida en la discontinuidad.



# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## PROPIEDADES FISICAS DE LOS PENETRANTES

### 3. GRAVEDAD ESPECIFICA

Es la densidad del líquido respecto de la densidad del agua. Si posee una base de aceite su gravedad específica puede ser menor a 1.

### 4. PUNTO DE INFLAMACION

Es la temperatura a la cual los vapores del líquido llegan a ser inflamables en presencia de una fuente de ignición. Es considerado un factor de seguridad, mas no afecta la habilidad del penetrante.

### 5. ESTABILIDAD TERMICA

Está relacionada a la tendencia de algunos tintes a perder su brillo cuando se encuentran a elevadas temperaturas por un tiempo prolongado.

# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## PROPIEDADES QUIMICAS DE LOS PENETRANTES

### 1. Inerticidad

Deben ser inertes a la composición del material de la parte inspeccionada. Las aleaciones a base de Ni, Titanio y Aceros Austeníticos son susceptibles a Fragilización por Hidrógeno y Corrosión Intergranular ante pequeñas cantidades de residuos de halógenos (S, Cl).

### 2. Removilidad

Es la facilidad con la cual es removido el exceso de penetrante sin permitir que el introducido en la discontinuidad sea removido. Influye en el contraste de fondo durante el revelado.

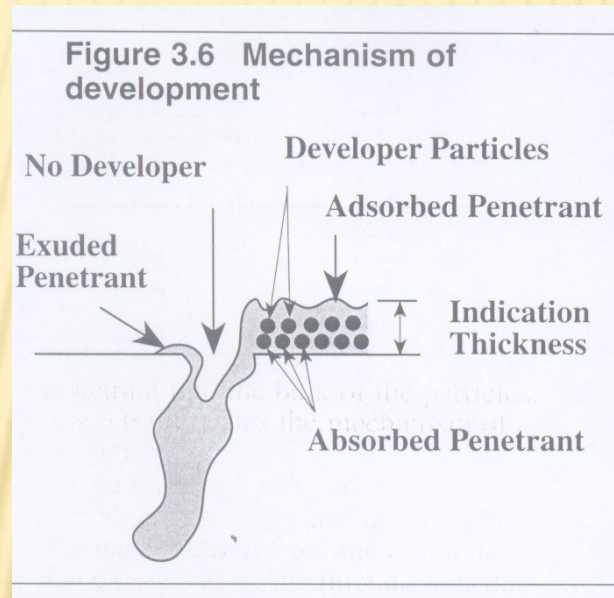
### 3. Tolerancia de Agua

Los penetrantes deben ser capaces de tolerar una cierta cantidad de contaminación de agua.

# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

## ACCION REVELADORA

El penetrante remanente en la discontinuidad sale de la misma por las fuerzas de capilaridad hasta llegar al equilibrio entre las fuerzas de cohesión y adhesión.



# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## ACCION REVELADORA

La función básica de todo Revelador es mejorar la visibilidad de las indicaciones del Penetrante. Esto es logrado a través de los siguientes mecanismos:

- ayudando a la extracción del penetrante de la zona debajo de la superficie y la transferencia a la misma.
- aumentando el espesor de la capa efectiva de película en la superficie del penetrante exudado.
- aumentando el contraste entre la indicación y el fondo.

ADSORCION: Recubrimiento de partículas de revelador por adhesión.

ABSORCION: Asimilación del penetrante en las partículas del revelador.

Cuando el método es visible, se observa un fondo blanco e indicación Roja intensa, si el método es fluorescente, se observa un fondo azulino e indicación verde-amarilla.

NII (1.2)

# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## TIPOS DE REVELADORES

### Forma a, revelador en polvo seco

Polvo liviano suelto, que se mantiene en una fina capa de película en la superficie de la parte. Es favorable para penetrantes fluorescentes.

Bajo luz UV las superficies metálicas se ven de color violeta en contraste con el amarillo-verde fluorescente del penetrante.

Ya que la capa no contrasta mucho, no es favorable para método visible, ya que su capa es muy fina.

Su desventaja es, de que si absorbe humedad, puede formarse grumos de revelador y si se recicla mucho se puede volver fluorescente.

# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## TIPOS DE REVELADORES

### Forma b, revelador soluble en agua

Es disuelto en agua y forma una película translúcida. Puede ser usado para tintes fluorescentes pero no es recomendable para tintes visibles o con penetrantes lavables por agua.

El agua del revelador puede remover el penetrante de las discontinuidades. Puede ahorrar tiempo durante el proceso porque el secado está incluido en el revelado.

Se le suministra como concentrados para ser mezclados y mantenidos en una proporción adecuada con el agua.

Debe ser verificado a intervalos regulares por contaminación de penetrante y evaporación de agua.

# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## TIPOS DE REVELADORES

### Forma c, revelador en agua en suspensión

Es suministrado como concentrados secos que deben ser mezclados y mantenidos en mezclas apropiadas de revelador-agua.

Esta suspensión no se disuelve en agua así que debe ser agitada antes de la aplicación para mantener las partículas suspendidas.

El revelado de las indicaciones no se inicia hasta que la humedad se haya evaporado del revelador. La capa de recubrimiento trabaja bien con el método visible.

Se debe verificar la capa aplicada que sea uniforme.

Se debe verificar por contaminación de penetrante y evaporación de agua.

# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## TIPOS DE REVELADORES

### Forma d, reveladores no-acuosos Tipos I y II

Estos reveladores son suspensiones en solventes y suministrados en aerosol de sprays. Es aplicado después del secado y está considerado como el mas sensitivo. La agitación de las latas en aerosol son muy importantes.

Pueden ser también suministrados en contenedores.

Los tipo I son halogenados (No Inflamables) y II No-halogenados (Inflamables).

NII (1.3)



# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

## ENSAYOS DE CONTROL DE PROCESOS DE MATERIALES Y EQUIPOS

Un exitoso procesamiento del sistema de inspección por Líquidos Penetrantes depende de un apropiado funcionamiento del material y equipos.

Las variables del sistema tales como tiempo, temperatura y presión, conjuntamente con la concentración, consistencia, contaminación, etc. deben ser verificados a intervalos regulares de acuerdo a los estándares ASTM.

La intensidad de la luz Ultravioleta, concentración del emulsificador, la intensidad de la luz blanca ambiente y la limpieza del área de trabajo son ejemplos de típicos controles de proceso que pueden estar especificados en el Procedimiento de ensayo.

NII (3.6.5)

## PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

---

### INTENSIDAD DE LA LUZ ULTRAVIOLETA

La intensidad de la luz UV debe ser verificada y medida con un medidor de intensidad el cual debe ser de  $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$  en la sup. de ensayo.

### CONCENTRACION DEL EMULSIFICADOR

Se emplea el método refractivo del penetrante postemulsificable hidrofílico.

### INTENSIDAD DE LUZ BLANCA AMBIENTE

La intensidad de luz blanca en el área oscura de inspección con luz UV no debe exceder 22 lux(2 ftc). Para ensayos con luz visible esta debe ser como mínimo 1000 lux (100 ftc) (ASTM E1417).

NII (3.6.5)

# PENETRANTES, REVELADORES Y EQUIPAMIENTO

## Métodos de Remoción de Penetrantes

<b>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS METODOS DE REMOCION DE PENETRANTE</b>			
<b>Proceso de Remoción</b>	<b>Designación AMS-2644</b>	<b>Ventajas y Usos primarios</b>	<b>Desventajas</b>
Agua	A	Pocos pasos en el proceso. Tiempo de procesamiento reducido. Bajo costo. Eliminación de la estación de Emulsificación.	No hay control de la Emulsificación. Tiempo Crítico de lavado. Efectos de la contaminación de agua.
Emulsificación Lipofílica	B	Para discontinuidades anchas y muy superficiales. Suministradas listas para uso.	Pasos extras de procesamiento. Tiempo crítico de lavado. Pobres resultados en superficies rugosas. Contaminación del agua y penetrante.
Solvente	C	Portátil. Áreas localizadas, aplicaciones en campo. No se requiere la estación de lavado.	Sobre-remoción de penetrante. Tiempo mayor para partes grandes o gran volumen. Puede ser inflamable.
Emulsificación Hidrofílica	D	Para discontinuidades pequeñas, muy estrechas y para anchas muy superficiales. Tiempo de post-lavado menos crítico. Reducido contraste de fondo en superficies rugosas. Pocos cambios en proceso del emulsificador al final del lavado.	Extra pasos necesarios. Debe mantener niveles de concentración. Contaminación del penetrante.

NI (2.4)

## APARIENCIA DE INDICACIONES POR LIQUIDOS PENETRANTES

---

### INDICACIONES DE LINEA CONTINUA

Una fisura generalmente se muestra como una línea continua. El ancho y Brillo de la fluorescencia o color depende del volumen de la fisura. La línea puede ser regularmente recta o zigzagueada. Lo mismo sucede con Un traslape de forja y una gota fría de fundición.

### INDICACIONES DE LINEA INTERMITENTE

Los traslapes de forja en algunos casos no se sueldan completamente en el proceso y resultan en este tipo de indicaciones. Lo mismo sucede con una fisura que no alcanza toda la superficie del material.

### INDICACIONES DE AREAS REDONDEADAS

Proveniente de agujeros de gas. También pueden provenir de profundas Fisuras de cráteres en soldaduras por la cantidad de penetrante atrapado.

Lo mismo sucede en fisuras de contracción de fundiciones.

NII (3.1.3, 3.3, 3.4, 3.5)

## APARIENCIA DE INDICACIONES POR LIQUIDOS PENETRANTES

---

### EXTENSION Y BRILLO DE INDICACIONES

El color o brillo fluorescente de las indicaciones de penetrante pueden ser útiles para estimar la seriedad de la discontinuidad.

El brillo está directamente relacionado a la cantidad de penetrante presente y por tanto a tamaño de la discontinuidad.

### PERSISTENCIA DE INDICACIONES

Una buena manera de estimar el tamaño de una discontinuidad es por la persistencia de la indicación. Si reaparece después de la remoción del revelador, debe tratarse de mucha cantidad de penetrante.

NII (3.1.5)

# APARIENCIA DE INDICACIONES POR LIQUIDOS PENETRANTES

---

## OTRAS VARIABLES QUE AFECTAN LA APARIENCIA DE INDICACIONES

Las siguientes variables tienen un marcado efecto en el tamaño, brillo y apariencia de las indicaciones de penetrante: condición de la superficie, temperatura de la parte o del penetrante, tiempo de penetración, cantidad de lavado, revelador, condiciones de evaluación del ensayo.

### 1. CONDICIONES DE SUPERFICIE

Hay 4 maneras generales en las cuales una condición superficial puede interferir con el resultado apropiado de un ensayo PT:

1.1 Superficie abierta puede estar cerrada. Cuando elementos extraños se introducen en las aberturas, por granallado, abrasivos o arenado.

1.2 Áreas rugosas o porosas pueden retener penetrante y producir indicaciones irrelevantes y fondos fluorescentes.

1.3 El penetrante se puede diluir en contaminantes ingresados en las aberturas y restar efectividad destruyendo su fluorescencia o brillo.

1.4 Agua o humedad puede evitar que el penetrante ingrese a la abertura.

NII (3.1.7)

# APARIENCIA DE INDICACIONES POR LIQUIDOS PENETRANTES

---

## 2. TEMPERATURA

Si la parte está demasiado fría (menos de 16° C) el penetrante puede enfriarse y engrosarse la capa de aplicación resultando en un mayor tiempo de penetración al requerido. Si la parte está muy caliente, los componentes del penetrante pueden volatilizarse.

El rango de ensayo está entre 10 y 52° C.

(NII (3.1.6))

## 3. TIEMPO DE PENETRACION Y LAVADO

Si se presenta pequeña indicación, puede ser debido a pequeñas discontinuidades, pero también puede ser debido a insuficiente tiempo de penetración. Una indicación difusa es debido a una superficie porosa, pero también puede ser por un insuficiente lavado. De otro lado, un excesivo

lavado puede remover el penetrante de discontinuidades muy superficiales, resultando en indicaciones menos intensas.

NII (3.1.4)

# APARIENCIA DE INDICACIONES POR LIQUIDOS PENETRANTES

---

## 4. REVELADOR

El revelador hace indicaciones mas visibles por:

- a. Un contraste de fondo
- b. Empujando el liquido de las aberturas por la acción capilar
- c. Haciendo la indicación fácil de observar al amplificarla.
- d. Reduce el brillo de la luz reflejada durante las observaciones fluorescentes.

Una capa gruesa de revelador puede absorber penetrante, resultando en indicaciones falsas o enmascarando pequeñas discontinuidades.

## 5. CONDICIONES DE ENSAYO

Hay que saber si se efectuaron procesos de ensayo similares anteriores. La limpieza debe ser muy cuidadosa.

Si se ha efectuado MT antes de PT, las partículas pueden obstaculizar el ingreso a la abertura. Similarmente si se ha efectuado primero el método visible antes del fluorescente y viceversa.

NII (3.1.8)



# EVALUACION DE INDICACIONES POR LIQUIDOS PENETRANTES

---

## INDICACIONES RELEVANTES, FALSAS E IRRELEVANTES

**NO-RELEVANTES:** son causadas por superficies irregulares o formas geométricas especiales de la parte inspeccionada.

Son generalmente detectadas en soldaduras donde la superficie es rugosa.

**FALSAS:** Son causadas por pobres condiciones en el control del proceso.

Trapos con hilachas o rozamiento entre partes son típicas falsas indicaciones.

El problema con estas indicaciones, es el de saber si enmascaran a las relevantes.

**RELEVANTES:** Son aquellas provenientes de indicaciones reales, cuyas dimensiones según códigos, permiten que sean evaluadas para aceptabilidad y rechazo. Se dividen en indicaciones lineales continuas e intermitentes, y redondeadas.

NII (3.6.1 a 3.6.4)

# APARIENCIA DE INDICACIONES POR LIQUIDOS PENETRANTES

---

## EVALUACION DE INDICACIONES RELEVANTES

Toda indicación real, considerada relevante debe ser evaluada. De esta evaluación se determina si se trata de una discontinuidad o defecto.

Mientras una discontinuidad es una interrupción de la estructura normal de la Parte inspeccionada, no necesariamente es un defecto. Si durante su evaluación se determina que esta interfiere con el continuidad seguridad del Servicio de la parte, o no cumple los criterios de Aceptación y Rechazo, se Clasifica la discontinuidad como defecto.

Estos Criterios entre los mas empleados en la industria provienen del ASME B31.3 (Tabla 341.3.2), ASME B&PVC Sec. VIII Div. 1 App.8, API Std 1104, ASME B31.3, MIL-STD-2035A.

NII (4.0)

## SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

---

### Precauciones Generales

El ensayo de PT es un proceso seguro y confiable cuando se ejecuta apropiadamente. Algunas practicas de seguridad importantes a seguir son:

1. Usar lentes de seguridad y protección facial durante aplicación por spray.
2. Mantener la ropa de trabajo limpia de material de penetrante.
3. Limpiar material penetrante de la piel tan pronto sea posible.
4. Evitar o limitar exposición a penetrante en espacios confinados.
5. Usar zapatos de seguridad para proteger los pies.
6. Levantar objetos pesados apropiadamente.
7. Estar seguro de tener Extinguidor cerca del área de trabajo.
8. Usar ropa de protección apropiada cuando mezcle químicos.
9. Conocer las direcciones de uso cuando se emplean sprays aerosol.
10. Conocer el ambiente de trabajo y observar las señales de seguridad.
11. Conocer los métodos apropiados de desecho de latas de penetrantes.
12. No fumar cuando se ejecuten ensayos de líquidos penetrantes.
13. Disponer de un área apropiada para trapos usados en el ensayo.
14. Familiarizarse con la MSDS de los penetrantes y reveladores.

NII (3.6.5.2)

# SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

---

## Consideraciones importantes en los materiales de Penetrantes

Flamabilidad: Las regulaciones de la OSHA, han establecido el mínimo punto de Inflamación en 93° C (200° F) para líquidos en tanques abiertos sin ventilación especial. Los emulsificadores tienen los mismos riesgos que Los penetrantes. Los reveladores no acuosos pueden contener vehículos líquidos con muy bajo punto de inflamación.

Consideraciones dermatológicas.

Consideraciones respiratorias.

Efectos fisiológicos de la radiación Ultravioleta: Los filtros de las lámparas UV para radiaciones de long. de onda menores a 320nm eliminan o reducen estos efectos.

NIOSH recomienda 315nm a 400nm como límites de exposición para los ojos y piel a 1000  $\mu\text{W} / \text{cm}^2$ . Emplear anteojos amarillos para bloquear UV que se hacen visible (fluoresce) en el rango verde-amarillo.

Para los desechos de Penetrantes se recomienda seguir procedimientos aprobados por las Regulaciones locales gubernamentales ambientales.

NII (3.6.5.2)