



**Rotari, C.A.**

Ing. END e Insp.

# **LOS LÍQUIDOS PENETRANTES**

Dictado por: Ramón Rivero

Realizado por: Michelin Tavera

# Los Líquidos Penetrantes

## Contenido

### 1.- CAMPO DE APLICACIÓN INTRODUCCION

- Historia de la inspección por Líquidos Penetrantes
- Definición y Propósito de la inspección por Líquidos Penetrantes
- Principio del Método por Líquidos Penetrantes

### 2.- EL PROCESO DE LIQUIDOS PENETRANTES

- Preparación de la superficie.
- Aplicación del penetrante.
- Remoción del exceso de penetrante.
- Aplicación del revelador.
- Inspección.
- Limpieza final.

### 3.- PENETRANTES, REVELADORES Y SISTEMAS DE ILUMINACION

- Propiedades de los Penetrantes

### 4.- INTERPRETACION DE LAS INDICACIONES

# Los Líquidos Penetrantes

## Contenido

### 1.- CAMPO DE APLICACIÓN INTRODUCCION

- Historia de la inspección por Líquidos Penetrantes
- Definición y Propósito de la inspección por Líquidos Penetrantes
- Principio del Método por Líquidos Penetrantes

### 2.- EL PROCESO DE LIQUIDOS PENETRANTES

### 3.- PENETRANTES, REVELADORES Y SISTEMAS DE ILUMINACION

### 4.- INTERPRETACION DE LAS INDICACIONES

### 5.- METODOS PARA LA EVALUACION DE SISTEMAS

### 6.- LAS TECNICAS DE INSPECCION

### 7.- EL EQUIPO DE LIQUIDOS PENETRANTES

# Los Líquidos Penetrantes

## Introducción

La prueba por Líquidos Penetrantes es un método que permite localizar y detectar discontinuidades superficiales, aún en piezas de geometría complicada. A pesar de que este método sólo detecta discontinuidades superficiales, **es una prueba efectiva, confiable, rápida y fácil de aplicar a una gran variedad de materiales**, además de ser relativamente económica.

El método consiste en aplicar un líquido con un color determinado sobre la superficie de la pieza a inspeccionar. Después de transcurrido el tiempo necesario para permitir que el líquido se introduzca en la discontinuidad, se limpia la superficie para eliminar el exceso de penetrante. Posteriormente se aplica un revelador, que es una sustancia de color contrastante al del penetrante que absorbe el líquido alojado en las discontinuidades; que al extraerlo, produce una indicación o marca visible de la discontinuidad.

# Breve Historia de la Inspección por Líquidos Penetrantes

La inspección por Líquidos Penetrantes es uno de los métodos más antiguos de Pruebas no Destructivas. Se basaba en el proceso del **"Aceite y Blanqueador"** empleado antiguamente para probar partes de acero, particularmente en la industria ferroviaria. Este método consistía en preparar la superficie, al remover de ella en lo posible la tierra, grasa, óxido, escamas, etc.; después la pieza era remojada en petróleo (el cual actuaba como penetrante) el tiempo suficiente para que entrara a cualquier discontinuidad abierta a la superficie; la pieza era extraída del petróleo, se limpiaban los residuos sobre la superficie y se cubría con una lechada de cal (que actuaba como revelador); posteriormente se hacía vibrar la pieza, de tal forma que el penetrante saliera de las discontinuidades donde se había alojado. De este modo se obtenía una mancha oscura sobre un fondo blanco. **Este método permitía detectar grietas grandes; por lo que resultaba impráctico para discontinuidades pequeñas.**

# Definición y Propósito de la Inspección por Líquidos Penetrantes

La inspección por Líquidos Penetrantes se define como un procedimiento de inspección no destructiva, de tipo físico químico, **diseñado para detectar y exponer discontinuidades presentes en la superficie de los materiales.** El método puede detectar discontinuidades subsuperficiales siempre y cuando se tenga una parte abierta a la superficie.

El objeto del método de Líquidos Penetrantes **es detectar grietas, porosidades, traslapes, costuras y otras discontinuidades superficiales rápida y económicamente con un alto grado de confiabilidad.** Este método puede aplicarse a **materiales metálicos;** por ejemplo: fundiciones de acero, aluminio y sus aleaciones; en materiales **no metálicos** como vidrio, cerámica, plásticos, etc., **además de piezas de forma complicada** que no pueden ser inspeccionadas por otro método o cuando las piezas a inspeccionar se localizan en lugares donde no existe energía eléctrica.

# Definición y Propósito de la Inspección por Líquidos Penetrantes

Debido a que este método utiliza propiedades físico químicas más que eléctricos o térmicos, puede emplearse en el campo, aún cuando no existan fuentes de potencia. El equipo de prueba puede ser tan sencillo como un pequeño conjunto de envases a presión o tan grande como una instalación mecánica y automática. Sin embargo, en todos los casos el éxito de la inspección depende de la limpieza de la superficie; de las piezas a inspeccionar; de la ausencia de contaminación; de las condiciones de la superficie y del cuidado de los operadores para asegurar que se efectúe la técnica de manera adecuada y se realice la interpretación correcta de las indicaciones.

# Principio del Método de los Líquidos Penetrantes

Los líquidos penetrantes tienen la propiedad de filtrarse a través de las discontinuidades que presentan los materiales, basándose en la **Acción Capilar**, la que origina que un líquido ascienda o descienda a través de dos paredes cercanas entre sí; también se basa en los principios físicos de cohesión, viscosidad, adherencia y tensión superficial.



# Proceso de Los Líquidos Penetrantes



# CUESTIONARIO PRIMERA LECCIÓN PT

1. ¿Cómo se originó la inspección por líquidos penetrantes ¿Que se utilizo al principio y cuales fueron sus elementos?
2. Los líquidos penetrantes son utilizados para detectar discontinuidades ubicadas en la pieza. ¿Dónde?
3. ¿Cuáles son los materiales que pueden ser inspeccionados por el método de líquidos penetrantes?
4. ¿Cuál es el principio del método?
5. ¿Haga un esquema del proceso de inspección por líquidos penetrantes?
6. ¿Diga el paso a paso para el método de liquido penetrante?
7. ¿Cómo se define el método y cuál es el propósito de la inspección por líquidos penetrantes?
8. ¿De una breve historia de la inspección por líquidos penetrantes?
9. Que es la acción capilar?
10. Que es viscosidad?



# **El Proceso de los Líquidos Penetrantes**

## **Capitulo II**

Dictado por: Ramón Rivero

Realizado por: Michelin Tavera

# El Proceso de los Líquidos Penetrantes

En la inspección por Líquidos Penetrantes, se requiere realizar los siguientes seis pasos:

1. Preparación de la superficie.
2. Aplicación del penetrante.
3. Remoción del exceso de penetrante.
4. Aplicación del revelador.
5. Inspección.
6. Limpieza final.

## PREPARACION DE LA SUPERFICIE

- La inspección por Líquidos Penetrantes requiere, además de que las discontinuidades se encuentren en la superficie, que estén abiertas a ésta, para que el penetrante tenga una vía de acceso; por lo que es esencial una buena limpieza de la pieza para obtener resultados confiables.
- Debe tenerse extremo cuidado para asegurar que las piezas estén limpias y secas.
- Las indicaciones y la detección de discontinuidades dependen del flujo del penetrante, aún en las pequeñas fisuras. Es evidente que el penetrante no puede fluir si la discontinuidad se encuentra tapada con aceite, agua, pintura, óxido o cualquier otra materia extraña.
- Para obtener los mejores resultados en la inspección, se necesita una limpieza adecuada en la superficie del material. La técnica de limpieza a utilizar depende del tipo de contaminante presente en la superficie de la pieza

# Métodos de Limpieza.

En las normas ASME Sección V Artículo 6, ASTM-E165 y NOM-B-133-1987, se proporcionan algunas técnicas de limpieza.

## Métodos de Limpieza.

En la selección del método de limpieza se debe tener especial cuidado de que éste no enmascare cualquier indicación o que los residuos de los productos de limpieza actúen como contaminantes, influyendo en la sensibilidad del método. Los métodos se clasifican como:

- Químicos
- Mecánicos
- Por solventes

# Procesos de Limpieza.

## Limpieza por medios químicos.

Este tipo de limpieza tiene poco efecto degradante sobre el acabado superficial. Los principales métodos son:

- **Limpieza alcalina.-** Remueve cascarilla, óxidos, grasas, material para pulir, aceites y depósitos de carbón. Este método se emplea en grandes piezas cuando las técnicas manuales suelen ser muy laboriosas.
- **Limpieza ácida.-** Se emplean soluciones muy ácidas para remover cascarilla muy pesada o de gran tamaño; para eliminar cascarilla ligera y manchas metálicas, se utiliza una solución débilmente ácida.
- **Limpieza con sales fundidas.-** Se emplea para remover cascarilla muy densa y óxidos fuertemente adheridos.

# Procesos de Limpieza.

## Limpieza por medios mecánicos.

Este tipo de limpieza debe utilizarse con precaución, ya que puede cubrir o enmascarar las discontinuidades. Los principales métodos son:

- **Pulido abrasivo.-** Remueve escama, rebaba, escoria de soldadura y óxido. Este método no debe utilizarse en metales suaves como aluminio, cobre, magnesio y titanio.
- **Aplicación de arena seca a alta presión (Sand-blasting).-** Remueve escamas pesadas, capas de pintura recubrimientos antioxidantes, depósitos de carbón, óxidos, fundentes, arena de fundición, etc.
- **Aplicación de arena húmeda a alta presión.-** Es utilizado para un mejor control del acabado superficial o dimensional, su aplicación es la misma del método anterior.



# Procesos de Limpieza.

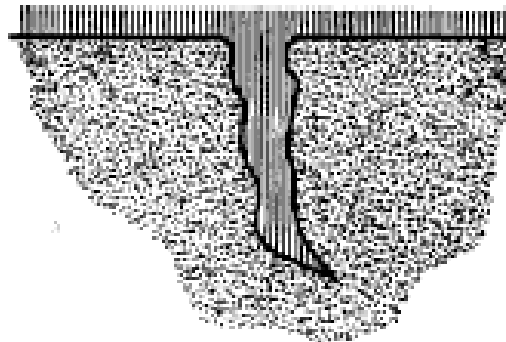
## Limpieza por solventes.

Es ampliamente utilizado, ya que es capaz de disolver y remover casi cualquier tipo de componente orgánico que se encuentre sobre la superficie. Este método puede dividirse en desengrasado al vapor y enjuague con solventes.

- **Desengrasado por vapor.-** Remueve aceite y grasa, por lo general emplea solventes dorados por ejemplo **tetracloruro de carbono, tricloroetileno, cloroformo, etc..** No es recomendable para titanio y sus aleaciones.
- **Enjuague con solventes.-** Remueve aceite y grasa, puede emplear solventes no dorados.
- Los solventes comúnmente más empleados son acetona, percloroetileno, alcohol isopropílico, cloruro de metileno; todos éstos se evaporan a la temperatura ambiente.

# Aplicación del Penetrante

El penetrante se aplica sobre la superficie limpia y seca de la pieza a inspeccionar, por cualquier método que la humedezca totalmente; **por ejemplo, inmersión, rociado, vaciado, con brocha**, etc. Todas las superficies deben cubrirse totalmente para permitir que mediante la Acción Capilar el penetrante se introduzca en las discontinuidades (figura 2.1). El tiempo de permanencia del penetrante en la superficie de la pieza debe determinarse experimentalmente.



**FIGURA 2.1**  
**Aplicación del Penetrante**

# Aplicación del Penetrante

- Antes de aplicar el penetrante es recomendable limpiar la superficie con el solvente removedor que recomiende el fabricante; esto con la finalidad de asegurar que la discontinuidad no tenga algún otro solvente o líquido que pudiera interferir con la inspección o que evite la introducción del penetrante en la cavidad de la discontinuidad
- El considerar un tiempo de drenado del penetrante durante el tiempo de penetración puede aumentar la sensibilidad del penetrante.
- Los constituyentes volátiles en una película delgada se evaporan rápidamente cuando se exponen al aire.
- Esta evaporación aumenta la concentración del pigmento del penetrante remanente.

# Aplicación del Penetrante

- **Por Inmersión:** Se recomienda cuando las piezas son pequeñas o de peso reducido; cuando se inspeccionan grandes lotes o bien toda una producción de componentes críticos. Otra razón de emplear la inmersión es la complejidad del objeto a inspeccionar en su forma o cuando se requiere cubrir toda la superficie de la pieza. Su realización es factible si se tienen módulos o trenes de inspección
- **Por Aspersión, Atomización o Rociado.** Es la forma más común de aplicar el penetrante, ya que el rocío se puede obtener empleando aire a presión o mediante aerosoles. No obstante, se debe tener cuidado de que el rocío sea homogéneo. Además es conveniente ayudarse de una brocha o pincel para cubrir aquellas áreas que por su situación física impiden que el rocío llegue a ellas.

# Aplicación del Penetrante

Se recomienda para la inspección esporádica de lotes pequeños o piezas ya instaladas en su ensamble final, en superficies planas o relativamente grandes; pero debe evitarse en piezas pequeñas porque se desperdicia demasiado penetrante.

El rociado electrostático ha sido ampliamente usado para la aplicación de los penetrantes, especialmente en los procesos automáticos. Mediante este método se aplican capas muy delgadas de penetrante.

Aunque parece un sistema caro, la experiencia ha comprobado que es un proceso económico. El penetrante se usa directamente del recipiente de almacenamiento, sin pérdidas por drenado o vaciado de un recipiente a otro, sin contaminación o deterioro

# Aplicación del Penetrante

- **Aplicación Con Brocha, Pincel o Rodillo.** Es una de las formas más económicas y reduce el desperdicio de penetrante. Se recomienda su aplicación en piezas grandes y medianas de formas regulares; también cuando se van a inspeccionar áreas bien definidas como los cordones de soldadura, áreas pequeñas y zonas de difícil acceso para los aerosoles o para aplicar pequeñas cantidades de penetrante en zonas en las que sólo se desea limpiar la parte sujeta a inspección.

# Aplicación del Penetrante

## Tiempo de Penetración

Se define como el tiempo necesario para que el penetrante se introduzca en las discontinuidades. Este tiempo varía de acuerdo a los siguientes factores:

- Tipo de penetrante utilizado.
- Características del material a inspeccionar.
- El proceso de fabricación del material.
- Las posibles discontinuidades a detectar.
- Temperatura.

Existen tablas de tiempos de penetración para diferentes materiales y discontinuidades (ver Tabla 6 de los Anexos), recomendados por los fabricantes, en las cuales deben considerarse algunos puntos:

# Aplicación del Penetrante

## Tiempo de Penetración

- Los tiempos sugeridos son tiempos mínimos, y debe verificarse que en este período la superficie de la pieza permanezca cubierta con el penetrante. En caso de que la aplicación inicial de penetrante sea insuficiente, éste se puede aplicar nuevamente.
- Las tablas de tiempo de penetración se elaboraron tomando como base el rango de temperatura de 15° a 50°C. El penetrante no debe utilizarse a temperaturas menores al límite inferior, porque disminuye su actividad y no se introduce en las discontinuidades, a pesar de cumplir con el tiempo de penetración establecido en las tablas.
- El empleo de tiempos de penetración mayores a los recomendados no afectan la sensibilidad de la inspección, a menos que se permita que el penetrante se seque sobre la superficie de prueba. Si la superficie comienza a secarse, debe reaplicarse penetrante, de otra forma será difícil su remoción



# Remoción del Exceso de Penetrante

La remoción del exceso de penetrante es el paso más importante en el procesamiento de las piezas para su inspección; por ello debe mantenerse estricto control en cuanto a los diferentes parámetros que esta parte del proceso encierra, y de este modo asegurar resultados confiables. Después de transcurrido el tiempo de penetración, se elimina el exceso de penetrante que queda en la superficie de la pieza. Se debe evitar que el penetrante se seque sobre ésta, ya que puede impedir que el penetrante emerja de las discontinuidades al aplicar el revelador. En caso de que el penetrante se seque, la inspección debe reiniciarse desde el paso de la Prelimpieza.

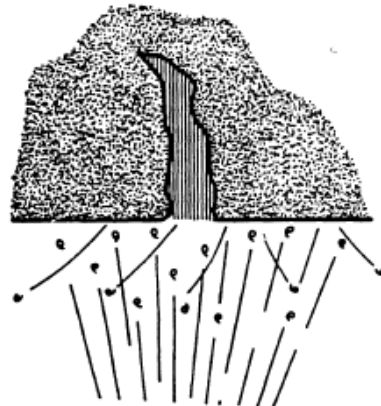


FIGURA 2.2  
Remoción del exceso de penetrante por  
rociado

# Aplicación del Revelador

La cantidad de penetrante que emerge de la discontinuidad superficial es bastante reducida; por lo que es necesario hacer más notable su visibilidad. Es por ello que posterior a la remoción del exceso de líquido penetrante, se aplica el revelador, una sustancia especialmente compuesta para extraer al penetrante atrapado en las discontinuidades; para que de esta forma sea visible al ojo humano.

# Proceso de Inspección

- Después de transcurrido el tiempo de revelado, se efectúa la inspección y evaluación de la superficie de la pieza. El tipo de iluminación empleado depende del proceso utilizado; ya que debe usarse luz normal (*luz blanca*) de suficiente intensidad para los penetrantes visibles y luz ultravioleta (*luz negra*) para los fluorescentes.
- Esta parte del proceso es sumamente importante; por lo que es necesario verificar que la indicación en examen sea válida y no falsa, dando la impresión equivocada a causa de iluminación inadecuada, un proceso erróneo, etc.

# Proceso de Inspección

- Cuando se tenga duda sobre la inspección, es preferible limpiar la pieza y repetir el proceso completo, después se determinará el tipo, localización y tamaño de la discontinuidad; así como la especificación aplicable para su evaluación.
- La calidad de la inspección está directamente relacionada con la habilidad del Inspector para encontrar y evaluar las indicaciones que aparezcan en la superficie de prueba, pero también por las condiciones en que ésta se realice

# Limpieza Final

- Es importante que esta parte del proceso se efectúe con un limpiador volátil y que ninguno de los limpiadores previos quede alojado en las discontinuidades.
- La limpieza final es la última parte del proceso por Líquidos Penetrantes y se lleva a cabo en las muestras o piezas que se encuentren libres de discontinuidades. Es necesaria, ya que el penetrante y el revelador tienden a acumular humedad, lo cual puede producir corrosión; o bien, interferir en el uso o proceso posterior a la inspección.
- El método de limpieza recomendado es uno semejante al de la prelimpieza. Los limpiadores del tipo detergente generalmente se utilizan para remover materiales base agua; mientras que el desengrase en vapor es más conveniente para la remoción de materiales base aceite.

## CUESTIONARIO SEGUNDA LECCIÓN PT

1. ¿Cuáles son los 6 pasos para la inspección de piezas con líquidos penetrantes?
2. ¿Cuáles son los métodos de limpieza?
3. ¿Cómo se realiza la preparación de la superficie?
4. Diga y explique cuáles son las 3 formas de aplicación del penetrante.
5. ¿El tiempo de aplicación de los tres?
6. ¿En cual se aplica el emulsificador?
7. ¿Cómo se remueven los tres?
8. ¿Cómo es el secado de los tres?
9. ¿Cómo se aplica el revelador?
10. ¿Cómo es el tiempo de revelado, inspección de la pieza y limpieza final?