

ENSAYO VISUAL

1. INTRODUCCION

La mayor parte de la información procedente del mundo exterior, llega a los seres humanos a través del canal visual. Se suministran resultados de ensayos en forma óptica, y esta s generalmente indirecta.

El sentido de la Vista facilita sensaciones acerca de las posiciones de las agujas indicadoras, diagramas u otras representaciones graficas, etc. a partir de las cuales se infiere una realidad física.

Sin embargo, la vista puede proporcionar información de primera mano inalcanzable por otros medios. En el ensayo de materiales, "ver" un objeto industrial, proporciona generalmente una cantidad de información muy superior a la alcanzable por otros medios mas complicados. Esto suele pasar desapercibido por la razón obvia, de que esa información se adquiere sin esfuerzo aparente por quien examina.

ENSAYO VISUAL

1. INTRODUCCION

La inspección visual es el Ensayo No Destructivo por excelencia. La luz, su agente físico, no produce daño alguno a la inmensa mayoría de los materiales. La excepción son las emulsiones fotográficas.

Otro aspecto es que la persona sea capaz de interpretar correcta y/o completamente la información visual, porque como es sabido hay una diferencia radical entre "ver" y "mirar". Para ver, es preciso no solo mirar, sino mirar adecuadamente, conforme a una técnica específica y esto aun no basta si no se acompaña de una interpretación del inspector.

Esta fase de interpretación, consiste en la mayor recolección de conocimientos sobre el objeto examinado que permitan guiar la interpretación en muchos puntos en donde es ambigua. Para ello, es necesario tener preparación, entrenamiento y experiencia en la inspección de soldadura.

ENSAYO VISUAL

1.1 DEFINICION

El Ensayo Visual es un método óptico cuyo examen se efectúa empleando el sentido de la vista humana y como energía interactuante es la luz (380 a 770 nm de longitud de onda) y que puede ser directo e indirecto. En el primer caso se emplea la vista directa sin ayuda de accesorios y en el segundo caso se emplean estos tales como: lupas, espejos, endoscopios, binoculares.

Este método, proporciona indicaciones inmediatas que frecuentemente no precisan de interpretación elaborada. Sin embargo no debe concluirse que todo "lo que se ve" es "como se ve". Esto depende de la técnica de observación, color de luz empleada, si es o no polarizada, incidencia de la iluminación, etc.

La interpretación debe conducir a la identificación de la discontinuidad que genera la indicación proporcionada por la técnica aplicada

ENSAYO VISUAL

1.1 DEFINICION

La interpretación trata de proporcionar la correlación entre la indicación y la naturaleza, morfología, situación y orientación de esta. Es el punto clave de la inspección visual, en la cual la experiencia juega un rol importante.

Esta interpretación es el paso previo a la evaluación, que consiste en un dictamen de decisión acerca de la Aceptación y Rechazo del objeto ensayado. Para esto, es preciso disponer de un criterio impuesto por una especificación, o documentación técnica concreta en los que se fijan los límites de tamaño, situación, numero y orientación que pueden ser inadmisibles a las heterogeneidades detectadas e identificadas.

DEFECTO: Si la heterogeneidad se evalúa como Aceptable, no alterara con su presencia la funcionalidad de la muestra inspeccionada y se le denominará Discontinuidad o Imperfección, de lo contrario se le llamará Defecto.

ENSAYO VISUAL

En la inspección Visual se incluyen lo siguiente:

- Inspección a simple vista (directo simple)
- Medios simples de apoyo a esta (directo con medios auxiliares) (lupas, espejos, etc.)
- Remota (Endoscopia y similares)
- Traslucida
- Registro de indicaciones como parte del informe de ensayo.

Se excluyen de estas técnicas:

- Interferometría
- Estroboscopia
- Holografía
- Microscopia por encima de 50X
- Análisis Fotoelástico

ENSAYO VISUAL

2.1 EL OJO HUMANO Y LA VISION

A continuación se describirá la instrumentación aplicable, su fundamento físico, capacidad y limitaciones.

El sistema nervioso central ha especializado ciertas células de forma que al ser estas irradiadas por radiación electromagnética de longitud de onda comprendida entre 380 y 700 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), envían a determinadas áreas del cerebro señales nerviosas de naturaleza electroquímica. El cerebro interpreta estas señales como "luz" y tales células forman la capa sensible de la retina.

El ojo humano consiste de un sistema óptico de fuerte convergencia, que proyecta sobre sus células fotosensibles una imagen del mundo exterior. Anatómicamente tiene forma esférica, y está dividido en dos cámaras: anterior y posterior. Ambas separadas del *crystalino* (lente de curvatura variable) y el *iris* (auténtico diafragma circular cuya abertura se denomina *pupila*). La cámara anterior está llena de una sustancia fluida transparente denominada *humor acuoso*, mientras que la posterior de una materia gelatinosa llamada *humor o cuerpo vítreo*.

ENSAYO VISUAL

2.1 EL OJO HUMANO Y LA VISION

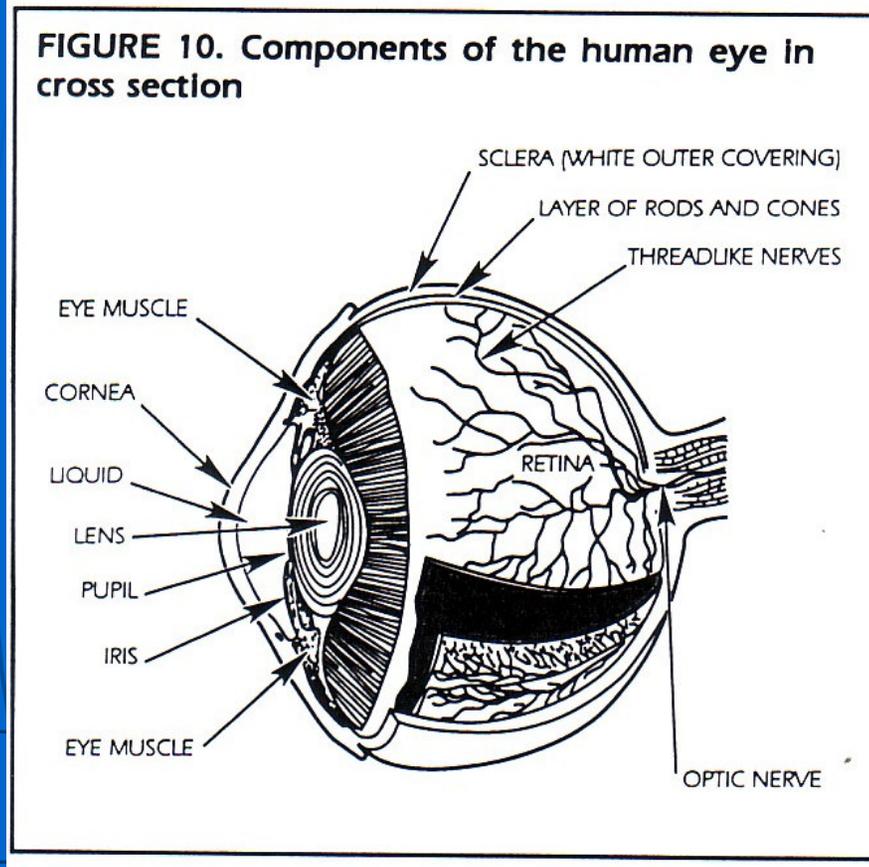


Fig. 2.1

ENSAYO VISUAL

2.1 EL OJO HUMANO Y LA VISION

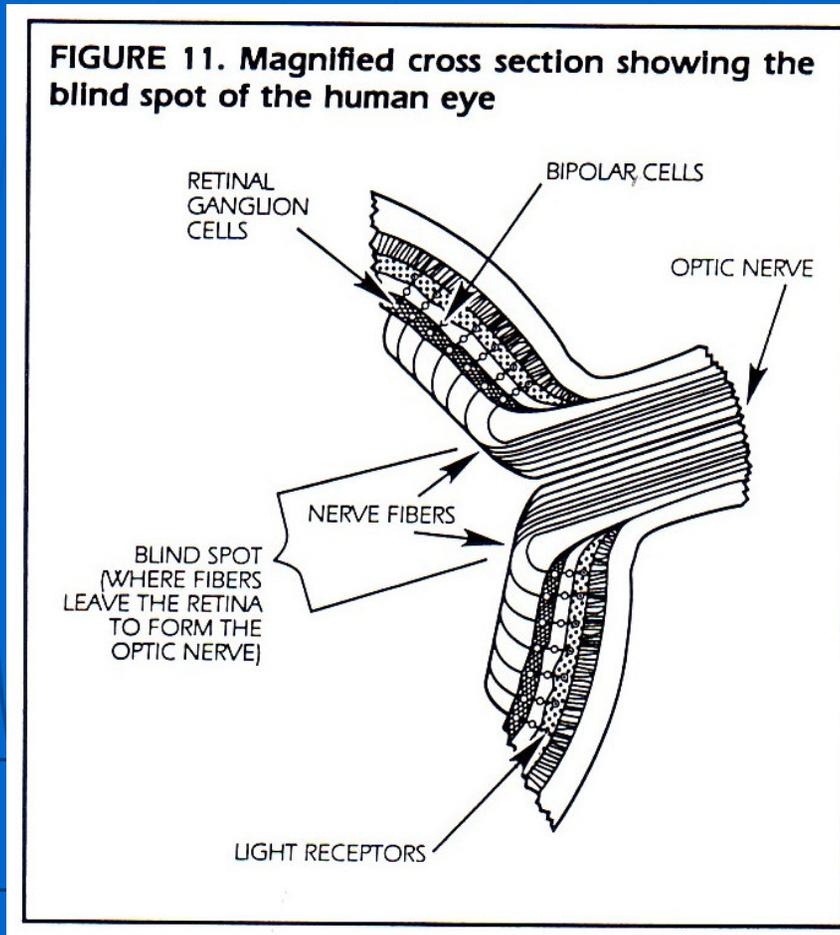


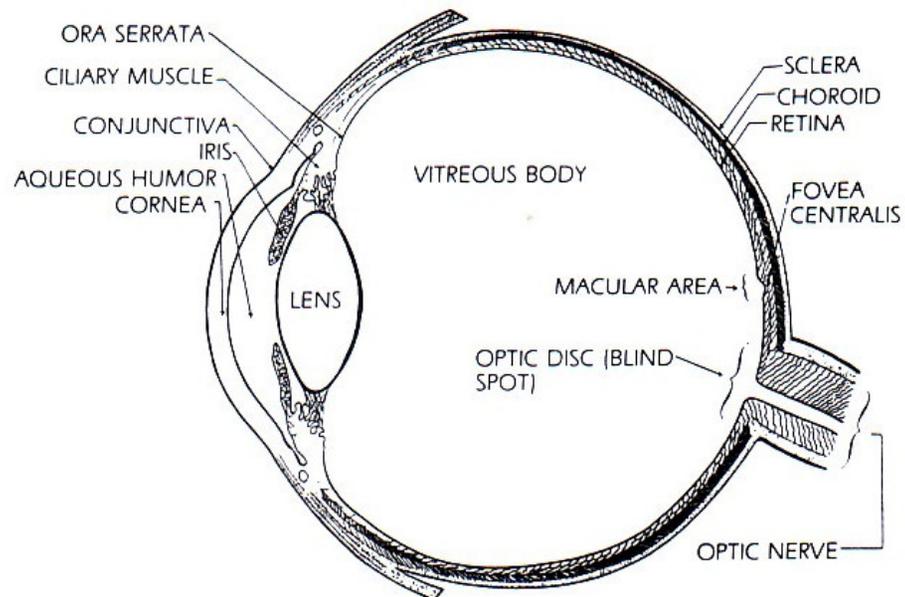
Fig. 2.2

ASNT NDT Level III Services
Since 1996 / Ing. Adalberto Ruiz

ENSAYO VISUAL

2.1 EL OJO HUMANO Y LA VISION

FIGURE 2. Cross section of the eye, showing fovea centralis (see also figures in discussion of the physiology of eyesight)



FROM THE AMERICAN OPTOMETRIC ASSOCIATION. REPRINTED WITH PERMISSION.

Fig. 2.3

ASNT NDT Level III Services
Since 1996 / Ing. Adalberto Ruiz

ENSAYO VISUAL

2.0 EL OJO HUMANO Y LA VISION

Toda la cámara posterior esta tapizada internamente de una membrana nerviosa llamada *retina*, formada por células sensibles a la luz. No obstante, la parte periférica anterior de la retina esta atrofiada, presentando una estructura embrionaria. Solo el casquete posterior, limitado por una zona conocida como *ora serrata*, posee receptores suficientemente desarrollados.

LA RETINA: La retina útil o posterior, es una membrana de espesor variable entre 0,4 mm (fondo de ojo) y 0,1 mm (ora serrata), situada detrás del humor vítreo y delante de la membrana intermedia del ojo o coroides, aunque sin estar adherida a la misma.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.0 FACTORES FISIOLÓGICOS

Como es sabido el ojo humano es un órgano esférico libre de rotar en todas las direcciones delanteras, en cuyo frente la luz ingresa a través de un lente compuesto (que incluye la cornea), esta lente posee una distancia focal variable que cambia inconscientemente sin esfuerzo para formar imágenes en la parte posterior del ojo.

Con la edad, este poder de focalización se degrada. En frente de la lente se encuentra la iris, que es una membrana circular pigmentada, perforada por una abertura conocida como pupila. La iris análoga al diafragma de una cámara, ajusta espontáneamente el área de la pupila para cambiar la cantidad de luz que ingresa a la vista hasta un máximo factor de 16:1.

La pupila tiende a expandirse a bajas intensidades de luz y a contraerse a altas intensidades de luz. Juega un papel muy pequeño en la percepción de colores.

La lente no deja pasar luz de ondas cortas de longitud de onda y es responsable por la respuesta al extremo inferior del espectro. Conforme avanza la edad de la persona, la lente "yellows", aumentando la absorción en la región azul y tendiendo a aumentar la mas corta longitud de onda que puede ser vista, esto solo influye en diferencias de observación para tareas de detección a percepción de longitudes cortas de onda.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.0.1 LA FOVEA

La placa fotográfica usada en la cámara es representada en el ojo humano por la retina, que contiene las placas extremas del nervio óptico. Estos receptores son estructuras extremadamente complicadas llamados CILINDROS Y CONOS. Los impulsos nerviosos generados estimulados por la luz al llegar a estas estructuras, las conducen a la región occipital del cerebro.

Cuando el ojo mira directamente un área pequeña en el campo visual, las imágenes chocan en una región llamada FOVEA CENTRALIS (ver Fig. 2.3) Esta es la región de la mas alta nitidez visual y el componente mas importante de la retina para el ensayo visual. La distribución de conos y cilindros se vuelve mas disperso (se distancian mas entre si) cuanto mas se alejan de la fovea, y mas concentrados e su cercanía.

La arte central de la Fovea consiste casi enteramente de CONOS sensibles a la percepción de colores, en donde casi todos ellos esta conectados individualmente a las fibras del nervio óptico.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.0.2 LA FOVEA

Los CONOS de la fovea están empaquetados mas estrechamente y la estructura sobre ellos es muy delgada formando una depresión en esta región de la retina.

Existe una razón de superioridad para el detalle de la percepción en la fovea centralis. Esta área libre de CILINDROS se extiende fuera y alrededor de 2 o 3 grados medidos por el ángulo del área extendido en el campo externo, y es notablemente insensible a ondas cortas de longitud de onda visible. Ninguna otra parte del ojo es usado para percibir momentáneamente un objeto de interés.

2.1.0.3 CILINDROS Y CONOS

Alejándose de la fovea centralis, cilindros son encontrados juntos con los conos y el porcentaje de conos disminuye exponencialmente así como el porcentaje de cilindros aumenta exponencialmente. Al mismo tiempo ambos conos y cilindros muestran una tendencia para conectarse en grupos a simples fibras nerviosas. Esta tendencia es mas fuerte para los cilindros y llegan a a ser mas grandes alejándose de la fovea, por lo que la visión para el detalle disminuye notablemente pero la percepción de color persiste a niveles normales de intensidad de luz.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.0.4 CILINDROS Y CONOS

Traslapando parcialmente la fovea y circundándola hacia afuera alrededor de aproximadamente 10 grados del campo visual se encuentra una pigmentación amarilla conocida como MACULAR LUTAE. (Ver Fig. 2.3).

Su importancia es la de absorber a luz azul, cambiando la distribución de energía espectral de la luz que llega a los receptores debajo de el.

Los CILINDROS y CONOS se diferencian en la minima intensidad de luz a la cual ellos pueden responder. Esta diferencia es causada por los CILINDROS por la presencia de un pigmento fotosensible llamado RHODOPSIN. Es el responsable de emitir una respuesta electroquímica en los cilindros sin sensación de color, por lo que el nivel de sensibilidad del ojo a estos niveles de intensidad dependen de a curva de absorción del rhodopsin. Es muy distinta de la curva de respuesta de todo el ojo a altos niveles de intensidad en la cual son los conos los responsables de dicha sensibilidad.

Existen tres (03 clases) de CONOS humanos identificados con sensibilidad pico a 445, 535 y 570 nm. Debido a la ausencia de CILINDROS en la FOVEA, no hay respuesta a bajos niveles de luz aun si la sensibilidad cromática esta a su máximo nivel la iris esta totalmente dilatada. Para obtener respuesta, hay que mirar fuera del área a un lado del estímulo para hacer participar al menos en la percepción a algunos de los CILINDROS.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.0.5 TRABAJO DE LOS RECEPTORES VISUALES

El área de transición donde la fibra de los receptores pasa a la fibra del nervio óptico se denomina DISCO OPTICO y es completamente ciego (Ver Fig. 2.3). Se encuentra a aprox. 16 grados hacia la nariz de la fovea fuera del campo visual. El observador no es consciente de esta área ciega a menos que conscientemente arregle una ubicación de una imagen para que caiga dentro de dicho disco óptico.

Como se menciona, la retina no detecta luz uniformemente distribuida sobre su área. La importancia en la percepción en movimiento, no radica en el dejar pasar detalles por esta no uniformidad, sino porque el observador no se dará cuenta de ello hasta que al menos se detenga a fijar un punto del campo visual. La imagen frente a la vista se mueve y pasa por las regiones de alta nitidez y otras regiones.

Este movimiento voluntario pero no generalmente consciente, mueve el foco de la atención de detalles. Durante cada pausa, hay un rápido movimiento de los ojos llamados movimiento sacádico. Ambos movimientos impulsan a detectar los contornos de la imagen para cruzar a los elementos de recepción en la retina. Cuando se parpadea se cambia el punto de fijación de un lado a otro.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.0.6 PERCEPCION

La Percepción es un proceso activo en el cual el observador usa su visión en combinación con su experiencia para maximizar los detalles deseados y minimizar los no deseados.

En términos de su respuesta visible, la sensibilidad del ojo humano a la luz no es constante. El ojo tiende a responder más a diferencias en el campo visual que a valores absolutos. Esta sensibilidad es también afectada lateralmente por estímulos que se encuentran cerca al objeto primario y dependientes del tiempo en el que cambia este estímulo.

La Adaptación es esencialmente independiente en los dos ojos de tal forma que pueden tener diferentes niveles de sensibilidad al mismo tiempo. La adaptación de oscuro a brillo intenso puede tardar 1 min. así como de luminosidad a oscuridad unos 30 min. y este tiempo de adaptación aumenta con la edad. Existen influencias en la percepción como la fatiga, salud y actitudes.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.1.1 FUNCIONES VISUALES

La visión se compone de varios factores incluyendo recepción de luz, forma, color, profundidad y distancia. La percepción de forma ocurre cuando la luz del objeto es enfocada en el ojo. El foco de sistema de la lente del ojo es ajustado. El diafragma (iris) regula la cantidad de luz admitida. La retina es la placa sensible a las intensidades de luz.

El proceso por el cual el foco regula el espesor y curvatura de enfoque es llamado ACOMODACION, por los pequeños músculos en la lente.

En el ojo normal, objetos a 6 m (20 ft) o mas son enfocados nítidamente en la retina cuando os músculos de acomodación se relajan.

La base para la percepción de profundidad es la visión binocular o estereoscópica, debido a que cada ojo puede ver cada lado un poco mas de al lado izquierdo o derecho que el otro, la visión se hace tridimensional.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.2 MECANISMO DE A VISION

La placa fotográfica usada en una cámara es representada en el ojo por la retina que contiene la placa de nervio óptico. Estos receptores son los CLINDROS Y CONOS. Los impulsos nerviosos estimulados por la luz llegan a estas estructuras y son conducidas a la región occipital del cerebro.

2.1.2.1 PROCESO FOTOQUIMICO

El mecanismo de convertir energía luminosa en impulsos nerviosos es un proceso fotoquímico en la retina. La so llamada visión púrpura, una cromoproteína llamada RHODOPSIN es el pigmento fotosensible de la visión de CILINDROS. Es transformada por la acción de la energía radiante en una sucesión de productos que llegan finalmente a la proteína OPSIN mas la carotenoide conocidas como RETININA.

ENSAYO VISUAL

2.1 FISILOGIA DE LA VISION

2.1.2.2 RECEPTORES DE LUZ

Las dos clases de receptores de luz en la retina, los CILINDROS y CONOS difieren en forma y función.

Los CLINDROS son los mas sensibles y espectralmente responden mas al extremo azul que al extremo rojo del espectro. Sin embargo ellos no dan la misma sensibilidad de color como los dan los CONOS.

La visión FOTOPICA o FOVEAL es el estado donde actúan los CONOS a un campo de luminancia de mas de 3.0 cd/m^2 , es decir adaptado a la luz visual normal y es hecho en la fovea centralis.

La visión ESCOTOPICA o PARAFOVEAL es el estado donde actúan los CLINDROS a un campo de luminancia debajo de $3.0 \times 10^{-5} \text{ cd/m}^2$ donde no funcionan los CONOS. Aquí existe un tiempo de adaptación.

Existe un estado intermedio entre estos de visión MESOPICA en donde hay contribución de ambos conos y cilindros.

ENSAYO VISUAL

2.2 REALIZACION CORRECTA DE LA INSPECCION VISUAL

La realización correcta de una inspección visual requiere lo siguiente:

- Conocimientos teóricos
- Experiencia
- Facultades físicas generales
- Facultades físicas específicas
- Características psicológicas
- Factores económicos

Siendo mas importante las características específicas, o sea la capacidad visual del operador y su experiencia.

Ya que nadie posee visión perfecta es necesario verificar si existe corrección en la misma y mantenerse bajo control del optómetra.

ENSAYO VISUAL

2.2 REALIZACION CORRECTA DE LA INSPECCION VISUAL

2.2.1 DEFECTOS VISUALES DE ADAPTACION A LA DISTANCIA

El mas común es la presbicia, que se manifiesta como "vista cansada" a partir de los 40 años de edad aproximadamente. Se caracteriza por la incapacidad de enfocar en la retina los objetos próximos, es muy grave para la inspección visual si no esta perfectamente corregido con lentes convergentes.

2.2.1.1 DEFECTOS DE REFRACCION

Debido a deformaciones ópticos de los medios de propagación de la luz en el ojo. Los mas importantes son:

- Miopía
- Hipermetropía
- Astigmatismo

ENSAYO VISUAL

2.2 REALIZACION CORRECTA DE LA INSPECCION VISUAL

MIOPIA: Es debido a un diámetro antero posterior del ojo demasiado largo, no permite que la imagen se forme sobre la retina, salvo si el objeto esta anormalmente próximo. Debe ser corregida con cristales divergentes.

HIPERMETROPIA: Es un defecto inverso, debido a un ojo demasiado "corto". Se corrige como la presbicia. Es defecto importante para la inspección visual.

ASTIGMATISMO: Se produce por una variación de curvatura del ojo en el sentido de sus meridianos, corregible mediante lentes cilíndricas.

ENSAYO VISUAL

2.2 REALIZACION CORRECTA DE LA INSPECCION VISUAL

2.2.1.2 DEFECTOS DE SENSIBILIDAD

Se agrupan causas muy diversas que se traducen en pérdida de la capacidad visual de uno o de ambos ojos. De estas se puede señalar:

Estrabismo, con la consiguiente pérdida mas o menos intensa de la visión en uno de los ojos (ojo "vago").

Estocomas o zonas ciegas de la retina. Especialmente graves si afectan a la "macula lutea".

Cataratas u opacidad del cristalino, generalmente se presentan a partir de los 60 años. Aunque puede corregirse quirúrgicamente, limita bastante la capacidad visual del inspector.

ENSAYO VISUAL

2.2 REALIZACION CORRECTA DE LA INSPECCION VISUAL

2.2.1.3 DEFECTOS DE ADAPTACION A LA LUZ

Están ligados a la ausencia de pigmentos oscuros en la retina. Es típico del albinismo y de origen genético. No tiene, remedio a la fecha.

2.2.1.4 DEFECTOS DE SENSIBILIDAD CROMATICA

Es la carencia de la capacidad de percibir los colores. La acromatopsia o ceguera total al color es muy rara (solo se conocen un centenar de casos en el mundo). Mucho mas frecuente es la visión de dos colores o dicromatismo, que presenta variedades:

Deuteranopos (no distinguen matices, pero si brillos, no distinguen rojo ni verde, conocidos como "daltónicos");
Protanopos (totalmente ciegos al rojo); Tritanopos (totalmente ciegos al azul).

ENSAYO VISUAL

2.2 REALIZACION CORRECTA DE LA INSPECCION VISUAL

2.2.1.5 EFECTOS DE LA SALUD DEL OBSERVADOR

Existen muchas condiciones somáticas que pueden directa o indirectamente afectar la habilidad de ver.

El Glaucoma por el aumento de la presión intraocular.

Presbyopia, es la condición del endurecimiento de la lente con la edad y se pierde la habilidad de enfocar.

Retinopatía diabética que puede ocurrir después de 8 años de aparecer la diabetes haciendo perder transparencia a las lentes.

ENSAYO VISUAL

2.3 FUNDAMENTOS DE LUZ E ILUMINACION

Muchos ensayos no destructivos son ejecutados aplicando una energía tal es el caso de los rayos X, ultrasonido o campos magnéticos a la pieza de ensayo. En el ensayo visual, el medio de prueba es la luz visible, definida como aquella porción del espectro electromagnético con una frecuencia entre 388 y 770 nm y que es capaz de estimular la retina humana.

2.3.1 TEORIAS DE ENERGIA RADIANTE

Teoría Corpuscular de Sir Isaac Newton en el siglo 17, descrita como partículas pequeñas moviéndose en líneas rectas desde la fuente luminosa hasta estimular la retina humana.

Teoría Ondulatoria de Christian Huygens en la mismo siglo 17, descrita como la vibración molecular de material luminoso que viaja a través de un medio llamado éter.

ENSAYO VISUAL

2.3 FUNDAMENTOS DE LUZ E ILUMINACION

Teoría Electromagnética, también llamada Teoría de Maxwell, del tratado de Electricidad y Magnetismo de 1873.

Esta basada en los siguientes principios:

- Los cuerpos luminosos emiten luz en la forma de energía radiante
- La energía radiante es propagada en la forma de ondas electromagnéticas.
- Las ondas electromagnéticas actúan en la retina del ojo humano.

Teoría de Quantum, propuesta por Max Planck en 1900, que rechaza la propuesta de teoría electromagnética, propone que el cuerpo radiante contiene un gran número de pequeños osciladores que emiten energía con todas las posibles frecuencias representadas. Se basa en:

- La energía es emitida y absorbida en cuantos discretos (fotones)
- La energía de cada cuanto es $E=h.\nu$ ($h=1.626 \times 10^{-34}$ J.s);
 $\nu=Hz$

ENSAYO VISUAL

2.4 RADIACION DE CUERPO NEGRO Y CUERPO GRIS

Las fuentes luminosas son frecuentemente comparadas con fuentes de luz teóricas conocidas como cuerpo negro.

Un cuerpo negro absorbe todas las energías radiantes que caen sobre él. Es un radiador uniforme de temperatura. A una temperatura dada, el cuerpo negro irradia más potencia a cualquier longitud de onda que cualquier otro objeto a la misma temperatura.

El concepto de EMISIVIDAD $\varepsilon(\lambda)$ de una fuente de luz está determinada por la razón de la emisión de la fuente luminosa a la emisión del *cuerpo negro* teórico.

Cuando la emisividad espectral es uniforme para todas las longitudes de onda, el cuerpo radiante es conocido como *cuerpo gris*.

La emisividad de todos los materiales conocidos varía con la longitud de onda.

ENSAYO VISUAL

2.5 GENERACION DE LA LUZ

La descripción de la generación de la luz coloreada requiere el conocimiento de cómo la luz es producida en el nivel atómico. Cuando un electrón es estimulado, el electrón se mueve a orbitas mas altas e inestables o es removido de ella. Luego de un largo periodo indefinido, el electrón estimulado regresa a su orbita original o hacia una orbita de menor energía que es mas estable. La energía perdida es emitida a través de una longitud de onda dada por: $E_1 - E_2 = h \cdot \nu$

Toda la luz es producida por este cambio en la orbita de electrones. Sean las fuentes naturales o artificiales, se denominan cuerpos luminosos.

La luz natural incluye luz solar, aurora boreales y bioluminiscencia.

ENSAYO VISUAL

2.6 TIPOS DE LUZ

Las fuentes de luz para inspección visual y óptica pueden ser divididas en cuatro (04) categorías: incandescentes, luminiscentes, polarizadas y coherentes.

2.6.1 LUZ INCANDESCENTE

Emisión de luz debido a la estimulación térmica de los átomos o moléculas. Incluye las lámparas de filamentos y arcos de carbón, piroluminiscencia.

2.6.2 LUZ LUMINISCENTE

Resulta de la estimulación de un electrón de simple valencia. Es mas monocromática (una sola long. de onda) en naturaleza que las fuentes incandescentes. Incluyen lámparas de descarga gaseosa, lasers, diodos de emisión de luz y lámparas fluorescentes.

ENSAYO VISUAL

2.6 TIPOS DE LUZ

2.6.3 LUZ POLARIZADA

Las vibraciones de luz polarizada han sido orientadas para mostrar preferencia. Esto significa que el vector que describe la dirección de a forma de onda de luz es constante en el tiempo. La polarización lineal significa que las formas de onda o los vectores están alineados en el mismo plano.

La polarización circular significa que un vector rota uniformemente con el tiempo. Estas luces se producen con filtros de polarización. Se emplean para controlar intensidad, color y resplandor de la luz. Usando patrones de Interferencia de luz constructiva y destructiva, permite que las características de muchos productos sean medidos a través de la reflexión generada por los mismos, eje.: métodos de Moire y birringencia.

ENSAYO VISUAL

2.6 TIPOS DE LUZ

2.6.4 LUZ COHERENTE

Como aquellas producidas por láser, son aquellas energías con alto grado de coherencia de fase. Mientras la luz producida por muchas fuentes de luz tienen espectros anchos y áreas de gran divergencia luminosa, el laser o luz en fase son alineadas.

2.7 PROPIEDADES DE LA LUZ

Longitud de Onda y Frecuencia. ($c = v \cdot f$)

Reflexión y Refracción. (Índice de refracción $n = V_{\text{vacío}} / V_{\text{medio}}$)

ENSAYO VISUAL

2.8 MEDICION DE LA LUZ

La radiometria es la medida de la energía radiante incluida la luz visible y la energía fuera del espectro visible. Las medidas de las propiedades de La Luz por comparación visual es conocida como Fotometría. El dispositivo fotométrico mas común es el ojo humano.

La unidad básica de la Cantidad de INTENSIDAD LUMINOSA en el SI (Sistema Internacional) es la Candela (cd). De aquí se derivan:

Flujo Luminoso (Φ) intensidad luminosa a través de la unidad de ángulo sólido de estereorradián, se mide en lumens ($1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \times 1 \text{ sr}$).

Iluminancia ($E_v = d\Phi/dA$, antiguamente denominado Iluminación) es la densidad de flujo luminoso en una superficie, en el SI se mide en lux (lx) , se solía hacerlo en pie-candela (foot-candle). **1 lx = 10.76 ft-cd**

Luminancia ($L_v = d^2\Phi/(d\omega dA \cdot \cos\theta)$), es la medida de flujo luminoso en una superficie donde se considera el angulo de incidencia o refracción.

Antiguamente se del denominaba Brillo. En el sistema SI se mide en cd/m²

1 cd/m² = 1 nit (nt)

1 cd/m² = 10000 stilb (sb)

1 cd/m² = 3.183 (10000/ π) lambert

ENSAYO VISUAL

2.9 LEYES DE FOTOMETRIA

La Ley Inversa de los Cuadrados establece que la Iluminancia (E) de un punto en una superficie es proporcional a la intensidad luminosa (I) de la fuente de luz e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (d) entre la fuente y el punto. ($E = I / d^2$).

Esta formula es solamente verdadera para fuentes puntuales y d es por lo menos 5 veces la máxima dimensión de la fuente.

La Ley del Coseno de Lambert establece que la Iluminancia (E) de una superficie varia con el coseno del ángulo de incidencia (θ) entre la luz incidente y la normal a la superficie. ($E = I \cdot \cos \theta$).

Se puede obtener la siguiente formula combinada: $E = (I/d^2) \cdot \cos \theta$

Los Fotómetros de Luminancia e Iluminancia son divididos en 03 categorías: de comparación visual, fotoeléctricos y de tubos fotoemisivos.

ENSAYO VISUAL

2.10 ILUMINACION EN LA INSPECCION VISUAL

El propósito de la iluminación en el área de ensayo visual es el de proveer un adecuado contraste de tal manera de detectar el objetivo con alto grado de efectividad de detección. La detección de contraste es la más básica de las tareas visuales. Es una propiedad de establecer la diferencia entre el objeto y su fondo de luminancia y color.

El Contraste de Luminiscencia es la diferencia entre la luz reflejada de la discontinuidad y el fondo de superficie.

Para una razón de 0 a 1 se tiene: $C=(L_g-L_l)/L_g$

C=razón de contraste o relación de contraste de blanco

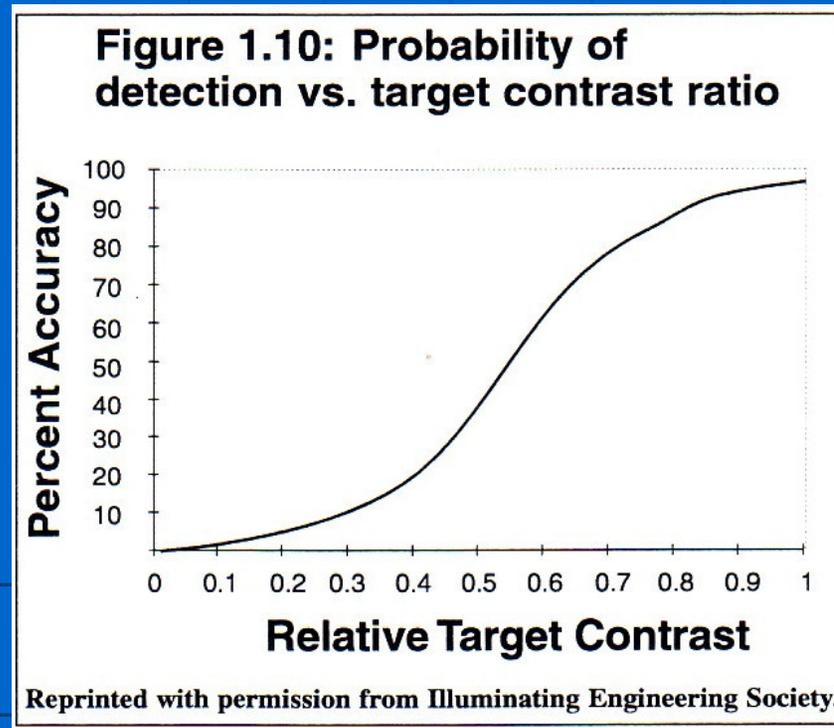
L_g =Luminiscencia

El valor de contraste es constante para cualquier valor de luminancia pero la reflexión varía respecto del ángulo y posición. Es decir, cambia respecto de la posición de objeto o del observador.

ENSAYO VISUAL

2.10 ILUMINACION EN LA INSPECCION VISUAL

La probabilidad de detección aumenta cuando el valor de contraste relativo aumenta.



ENSAYO VISUAL

2.10 ILUMINACION EN LA INSPECCION VISUAL

El contraste cromático es la diferencia de matiz y saturación, entre el objeto y su fondo de superficie. El contraste cromático produce visibilidades que son menores al 20% de la detectabilidad del contraste de luminancia. Este puede aumentar o disminuir dependiendo de la habilidad perceptiva del ojo humano.

La Calidad de la Iluminación en el área de inspección se refiere a la distribución de las fuentes de luz en el área e implica que además de todo confort.

Para evitar fatiga visual al inspector y aumentar la probabilidad de detección debido al tamaño, se lista una relación de luminancias del área de inspección que deben ser controlados.

ENSAYO VISUAL

2.10 ILUMINACION EN LA INSPECCION VISUAL

RAZONES MAX. DE LUMINANCIA RECOMENDADOS	
Entre area de inspeccion y alrededores adyacentes mas oscuros	3 a 1
Entre area de inspeccion y alrededores adyacentes mas iluminadas	1 a 3
Entre area de inspeccion y superficies remotas mas oscuras	20 a 1
Entre area de inspeccion y superficies remotas mas iluminadas	1 a 20

ENSAYO VISUAL

2.10 ILUMINACION EN LA INSPECCION VISUAL

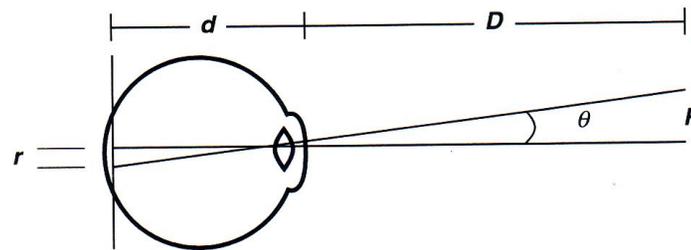
VALORES DE ILUMINANCIA PARA VARIAS ACT. DE ENSAYOS VISUALES			
ACTIVIDAD	Rangos de Iluminancia		Tipo de Iluminacion
	Lux (lx)	Pie-Candela (ftc)	
VT ocasionales	100-200	10-20	Iluminacion General
VT con alto contraste o gran tamaño	200-500	20-50	
VT con medio contraste o pequeno tamaño	500-1000	50-100	Iluminacion durante
VT con bajo contraste o muy pequeno tamaño	1000-2000	100-200	

ENSAYO VISUAL

2.11 AGUDEZA VISUAL

Es la habilidad para discernir detalles, producto de la concentración de conos en la fovea central. Esta alta concentración de conos se extiende fuera del ojo aproximadamente 2 a 3 grados. La agudeza visual decrece rápidamente cuando la imagen retinal del objeto se aleja de la fovea central. La agudeza visual incluye la medida de la agudeza resolutive, agudeza de reconocimiento y resolución temporal.

Figure 2.3: Visual angle



R = the resolving power angular measurement
 d = 17 mm (0.7 in.)
 D = distance from the front of the eye to the object
 θ = visual angle
 r = retinal image size [17 mm (0.7 in.) $\tan \theta$]

Reprinted with permission from Dover Publications, Inc.

ENSAYO VISUAL

2.11 AGUDEZA VISUAL

La agudeza de resolución es el poder de resolución de la vista y es una medida de la habilidad ocular para distinguir entre líneas finas o puntos. Esto es expresado generalmente como un ángulo. A 254 mm (10 pulg.) un ojo normal es capaz de resolver dos puntos separados aprox. 0.10mm (0.004 pulg.) uno del otro, cuando este blanco esta dentro de 1 grado de arco desde el centro del campo de visión.

La agudeza de reconocimiento es la habilidad para diferenciar entre objetos tales como la letra "O" y la letra "Q", esta determinada por la combinación de factores fisiológicos, perceptivos y ambientales.

Estos factores ambientales incluyen contraste, tamaño de la luminancia y borrosidad. Es difícil de cuantificar pero es el mas importante en términos de calificar el método visual u óptico.

La respuesta temporal es la medida de la respuesta del ojo a cambios en contraste en el tiempo. El contraste temporal es medido como el tiempo y ciclo de tiempo que un flash de luz debe durar para ser distinguido. Este factor es importante en la selección de monitores de video.

La visión estereoscópica proporciona la habilidad para distinguir la profundidad entre objetos. La percepción humana de profundidad es medida en base a un porcentaje conocido como estereopsis porcentual. Los binoculares lo aumentan, los monoculares, como microscopios, boroscopios y metalografías quitan toda sensación de percepción de profundidad.

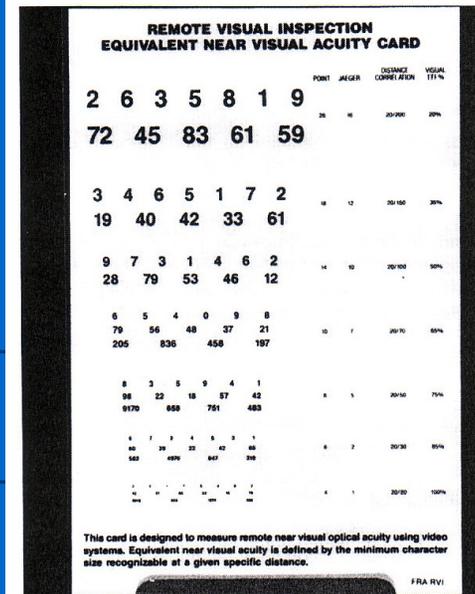
ENSAYO VISUAL

2.11 AGUDEZA VISUAL

La agudeza visual del inspector puede ser evaluada a ambas distancias cercanas y lejanas. El test de visión Snell (20/20) es ejecutado a 6.00m (20ft) y es el mas común para test a distancia.

La visión de campo cercano se verifica usando la carta Jaeger J1 o J2 a 330 mm (13 pulg.). La Practica Recomendada ASNT No. SNT-TC-1A Ed. 2006, requiere el Test en J2 a 12 pulg. de distancia para campo cercano.

FIGURE 4. General view of 20/20 near visual acuity card and line card of 18 percent neutral gray background



ENSAYO VISUAL

2.12 VISION DE COLOR

El color es detectado en el ojo humano por los conos concentrados en la fovea central. La visión de color es producto de la visión fotópica y depende de la calidad y cantidad de la luz ambiental y en la vista que esta apropiadamente adaptada.

Los variados componentes de la vista están sujetos a aberración cromática en diferentes puntos dentro de la vista, cuando ocurre un plano focal de diferentes colores. El color azul es el mas corta longitud de onda, y tiene la mas corta distancia focal. El color amarillo es intermedio y el color rojo tiene la distancia focal mas larga. La temperatura de color de la luz ambiental afecta fuertemente la evaluación visual del color. La inspección de color y visión de color debe ser ejecutada bajo iluminación homogénea. Una temperatura de color de 6700 grados (el color de temperatura del cielo del norte) es optimo. La visión de color es evaluada a través de las placas pseudoisocromáticas Ishihara™.

ENSAYO VISUAL

2.12 VISION DE COLOR

2.12.1 CARACTERISTICAS DEL COLOR

Cada color posee tres (03) características, TONO (HUE), CROMATICIDAD o PUREZA (SATURATION) y BRILLO o LUMINOSIDAD (VALUE).

TONO o HUE es asociado con el rango de longitudes de onda en el espectro y en términos de los constituyentes de los colores primarios (rojo, azul y verde) o su mezcla. La transición de un hue a otro es gradual, a lo largo de los siguientes valores de rangos:

Violeta (380 a 450 nm), Azul (450 a 480 nm), Azul-Verde (480 a 510 nm), Verde (510 a 550 nm), Amarillo-Verde (550 a 570 nm), Amarillo (570 a 590 nm), Anaranjado (590 a 630 nm) y Rojo (630 a 730 nm).

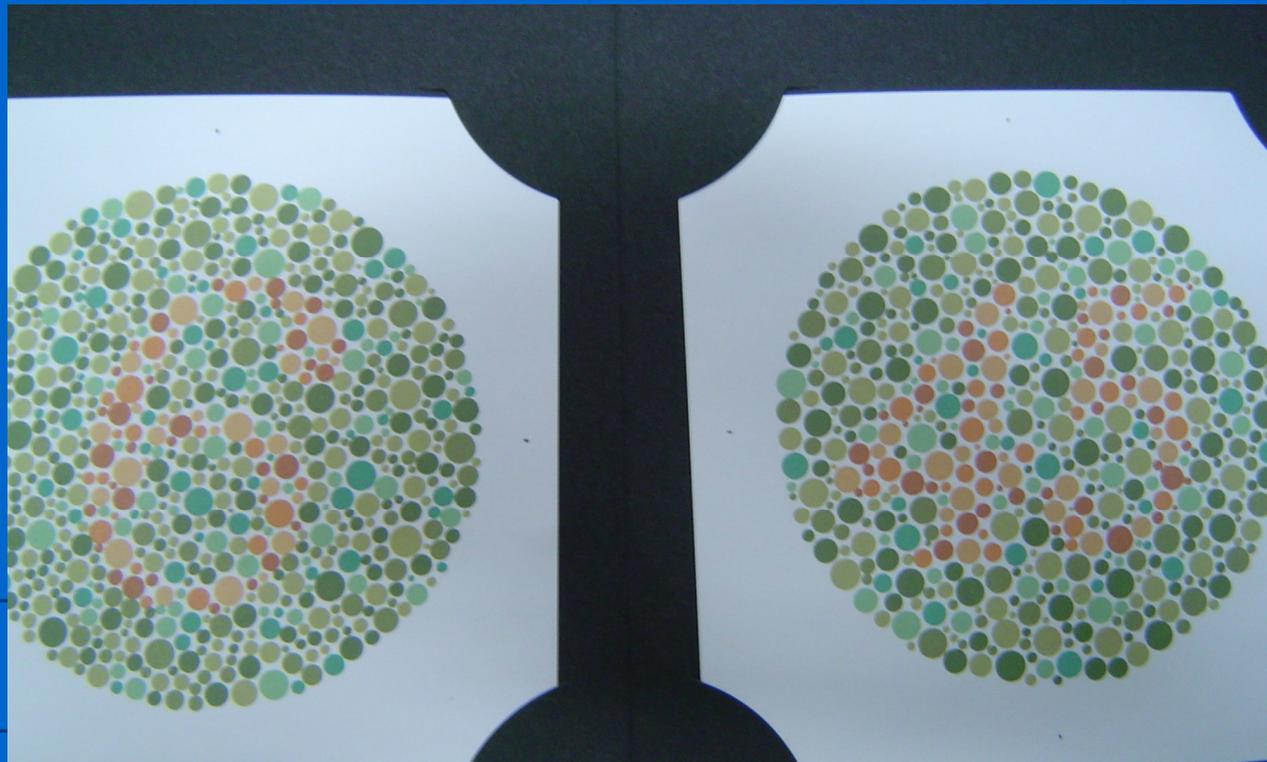
PUREZA o SATURATION mide la distancia al color neutral o blanco, cuando se mezcla con este (rojo oscuro, rojo intenso, rosado por ejemplo).

El BRILLO (BRIGHTNESS) es la intensidad luminosa de la radiación predominante del HUE. En este caso a brillos 10:1 se genera resplandor en la vista que no es apropiada para los ensayos visuales.

ENSAYO VISUAL

2.12 VISION DE COLOR

Ejemplo de dos paginas de la carta Ishihara TM



ENSAYO VISUAL

2.13 FUNDAMENTOS DE IMAGEN

La óptica clásica explica la manipulación de la luz por medios mecánicos para producir una imagen para la visualización humana.

LENTE

Una lente es un dispositivo que converge o dispersa la luz por refracción.

Las lentes convergentes enfocan la luz en un simple punto mientras que las divergentes dispersan la luz. Las lentes se describen por la forma de su superficie de izquierda a derecha usando la siguiente terminología.

Plano describe una superficie plana. Convexo son lentes convergentes y son mas gruesas en el centro que en los extremos, cóncavo son lentes divergentes y son mas delgadas en el centro que en los extremos.

Lentes delgadas son aquellas donde su espesor es pequeño comparado a la longitud focal.

ENSAYO VISUAL

2.13 FUNDAMENTOS DE IMAGEN

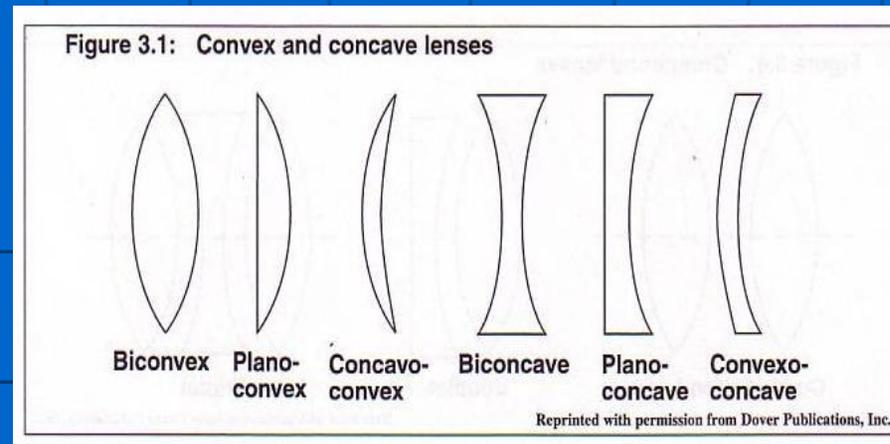
Las propiedades de las lentes delgadas son descritas por una ley. Esta ley relaciona la distancia de imagen, la distancia objeto y la distancia focal como sigue:

$$1/f = 1/d + 1/u$$

f = longitud focal

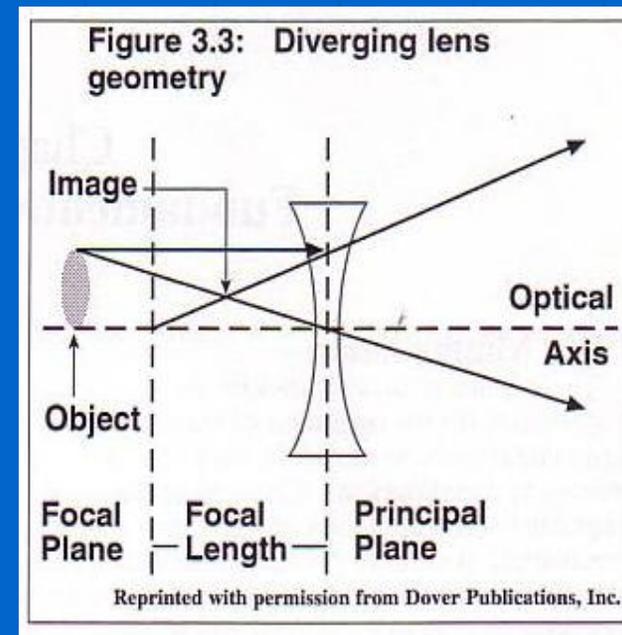
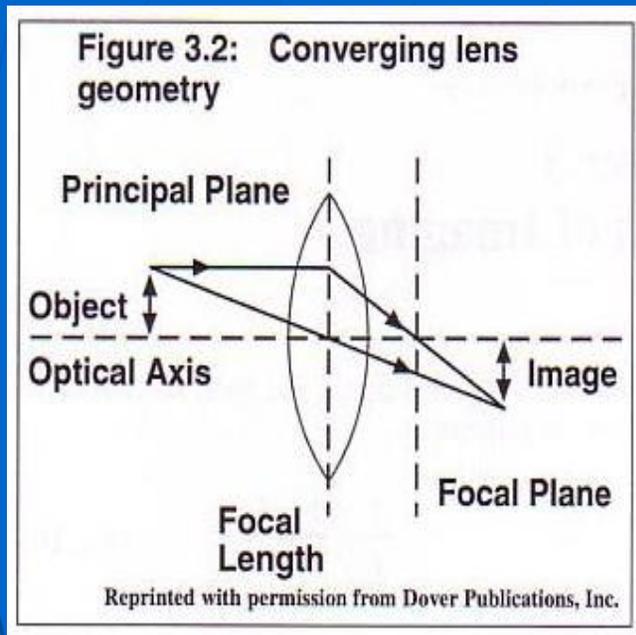
d = distancia imagen

u = distancia objeto



ENSAYO VISUAL

2.13 FUNDAMENTOS DE IMAGEN



ENSAYO VISUAL

2.13 FUNDAMENTOS DE IMAGEN

El AUMENTO es el tamaño de la imagen dividida entre el tamaño del objeto.

$$M = Si/So = Di/Do$$

M= Aumento

Si=tamaño de la imagen

So=tamaño del objeto

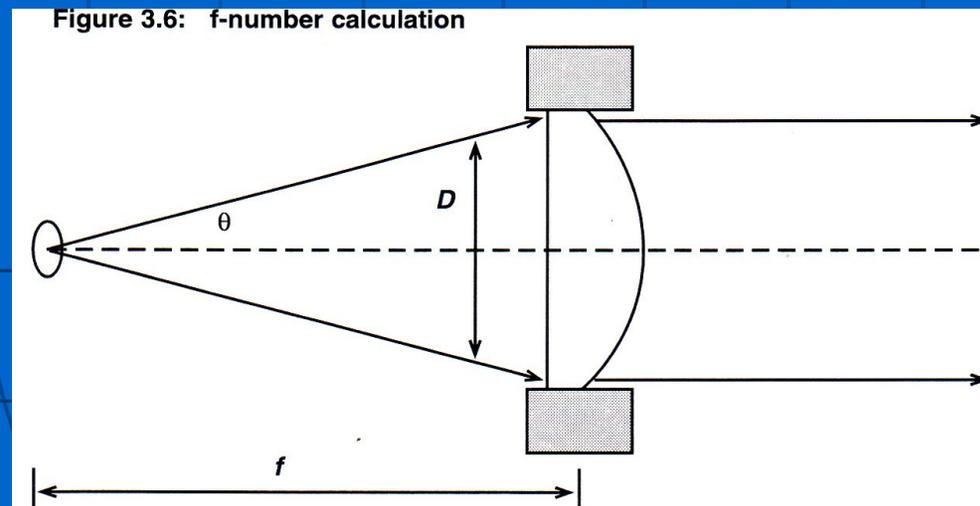
Di=distancia de la imagen desde el eje óptico

Do=distancia del objeto desde el eje óptico

ENSAYO VISUAL

2.14 NUMERO f

La habilidad de un dispositivo óptico o sistema para recolectar la luz es medida por el numero f . En fotografía, el numero f es usado para medir la velocidad de la lente y es la razón de la apertura mas ancha permitida por el diafragma (iris) a la longitud focal. Es correctamente conocida como apertura numérica de la lente.



ENSAYO VISUAL

2.14 NUMERO f

El numero f, depende de la longitud o distancia focal D.
Si se disminuye la distancia focal o aumenta la apertura, se aumenta la eficiencia del dispositivo óptico.

$$\text{Numero } f = \frac{1}{2} \cdot (n) \cdot \text{Sen}\theta$$

Donde:

n = indice de refraccion

θ = medio angulo del cono.

ENSAYO VISUAL

2.15 EQUIPOS EMPLEADOS

2.15.1 ESPEJOS

Los espejos cambian la dirección de la luz por reflexión. Pueden ser planos, convexos, cóncavos o parabólicos.

Un espejo cóncavo puede servir para agrandar una imagen reflejada.

2.15.2 LUPAS

Las lupas son instrumentos ópticos sencillos que permiten ampliaciones de imagen de unos pocos aumentos, en general no superiores a 20X. Se utilizan para la observación de detalles que por su pequeñez resultan de difícil apreciación a la visión directa. A las lupas que proporciona aumentos superiores a 5X se les llama también microscopios simples aunque a veces, pueden estar formados por lentes compuestas.

Para su selección debe tenerse en cuenta:

Potencia, distancia de enfoque, campo (amplitud y planitud), tipo de visión (mono o binocular).

Todos esos factores no varían directamente uno con otro.

2.15.3 MICROSCOPIOS

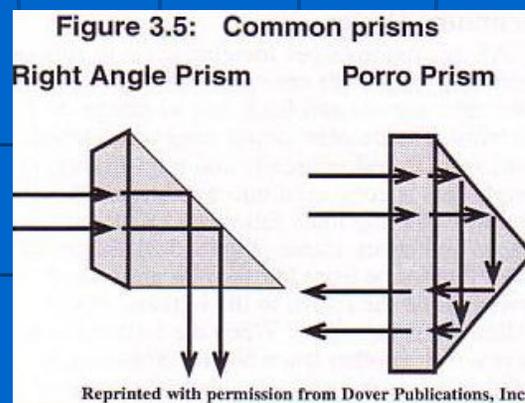
Para la inspección visual responden a las siguientes características:

- Se trata de microscopios compuestos formados por un sistema ocular y objetivo.
- Suelen ser de tipo binocular con el fin de no perder las características binoculares de la observación, tan importantes en la apreciación del relieve.
- Proporcionan ampliaciones entre 5X y 100X como máximo.
- Pueden emplearse en la inspección de objetos completos o "in situ".

ENSAYO VISUAL

2.15.4 PRISMAS

En muchas superficies, la luz incidente es parcialmente reflejada y parcialmente refractada. Cuanto mayor sea el ángulo de incidencia y la diferencia en los índices de refracción del material, mayor es la luz que será reflejada en vez de refractada. El ángulo sobre el cual toda la luz es reflejada es conocido como ángulo crítico. El prisma de ángulo recto defleca los rayos de luz 90° y el prisma porro defleca 180° . Los prismas son usados también para separar las frecuencias de la fuente de luz cromática por difracción.

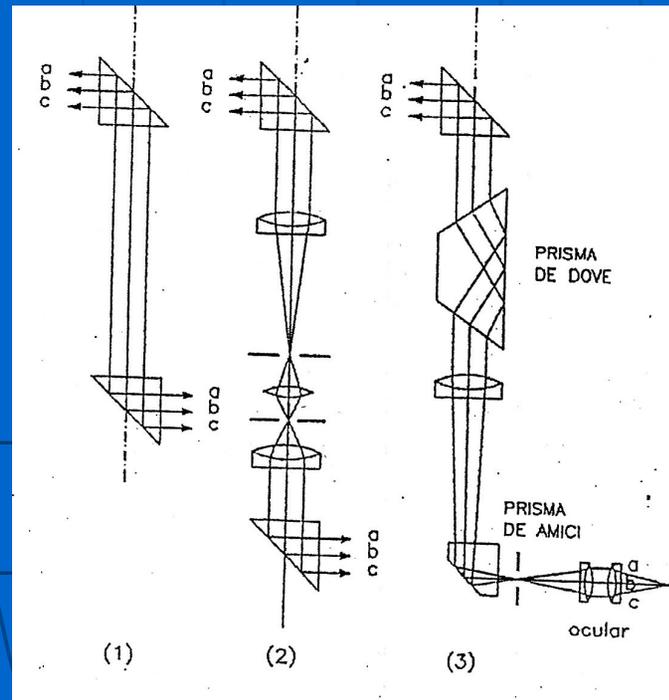


ENSAYO VISUAL

2.16 EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.1 PERISCOPIOS

Son dispositivos ópticos que permiten observar, desde puntos protegidos, zonas que Pueden resultar peligrosas o molestas para una inspección visual directa. Generalmente los periscopios se instalan de forma fija en determinados puntos o protecciones. En la figura se observa el simple (1) y los (2)(3) de ampliación de imagen.



ENSAYO VISUAL

2.16 EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.2 ENDOSCOPIOS

Son por etimología ("desde dentro"), observar dentro de objetos huecos. Se guía la luz y la visión hasta puntos remotos dentro de estos lugares de difícil acceso. Por ejemplo la cámara de combustión de un cilindro de motor de explosión es posible explorar por endoscopia a través del orificio de la bujía, previamente desmontada.

Son también llamados con menos propiedad "boroscopios".

Los endoscopios deben poseer diversas características en función de las necesidades de su empleo. Existen así las siguientes posibilidades:

- De visión directa, alineada con el eje del aparato.
- En ángulo recto
- Oblicua (con ángulo inferior a 90°)
- Retrovisión (con ángulo superior de 180° transversal)

Existen también exigencias derivadas de condiciones de empleo particulares como:

- Necesidad de obtener imágenes con ampliación superior a 2X.
- Necesidad de empleo de iluminación ultravioleta para ensayos PT o MT.
- Necesidad de una óptica estanca para hacer observaciones bajo agua u otros.
- Necesidad de refrigeración del sistema óptico para aplicarlos brevemente en

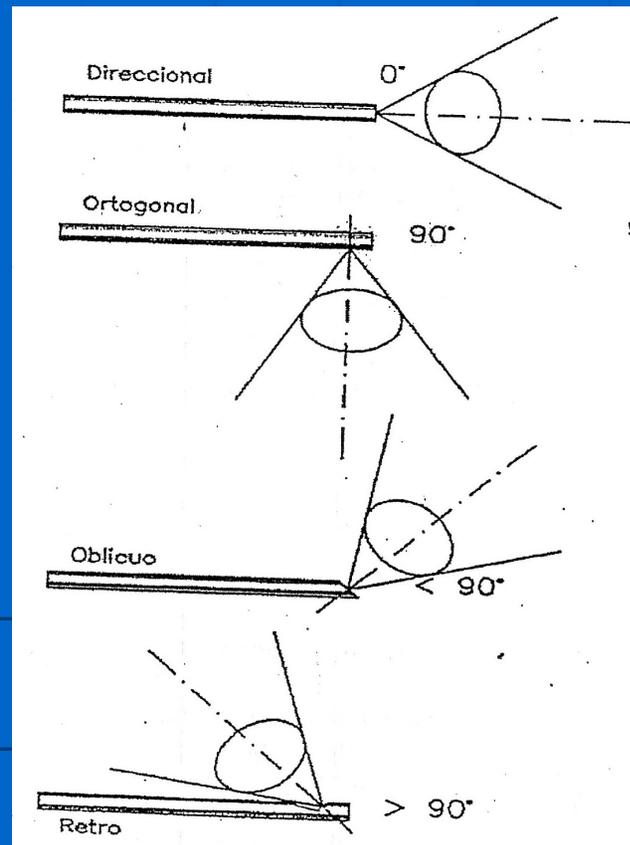
La inspección de hornos, motores, etc. A temperaturas relativamente altas.

ENSAYO VISUAL

2.16 EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.2 ENDOSCOPIOS

Direcciones habituales de observación de endoscopios rígidos



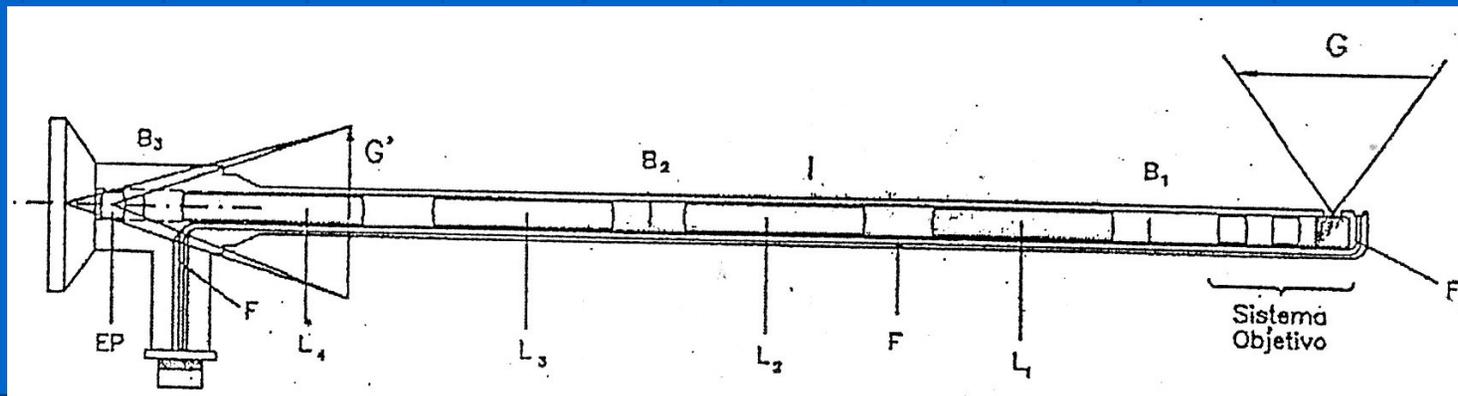
ENSAYO VISUAL

2.16 EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.2 ENDOSCOPIOS

2.16.2.1 ENDOSCOPIOS RIGIDOS

El sistema óptico de un endoscopio rígido consiste de un grupo de lentes objetivo, un sistema intermedio de lentes cuya misión es "conservar" las imágenes sin pérdidas de luz a lo largo de los tubos del endoscopio y un sistema ocular, formado por lentes y prismas.



SECCION TRANSVERSAL DE UN ENDOSCOPIO RIGIDO

G: OBJETO. G': IMAGEN. L1-L2 y L3-L4: Sistemas inversores acromaticos

B1,B2,B3: imagenes intermedias

EP: ocular apocromatico

F: Guías de luz

ENSAYO VISUAL

EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.2 ENDOSCOPIOS

2.16.2.2 ENDOSCOPIA EMDIANTE FIBRA OPTICA (FIBROSCOPIA)

El empleo de fibras ópticas puede realizarse para incorporar la iluminación local a un endoscopio óptico rígido o flexible mediante "guías de luz" o bien, además, lograr la transmisión de la imagen al operador a través de un haz de finas "guías de imagen" En el caso de los flexibles. Una fibra óptica consiste en un filamento flexible de material transparente de alto índice de refracción, envuelto por un material de bajo índice que, ocasionalmente puede ser el aire. En condiciones ideales, la luz entra por un extremo de la fibra bajo un ángulo tal, que se produzca la condición de reflexión total, se propaga a lo largo del filamento, con ligeras pérdidas dependientes de los coeficientes de reflexión total y transmisión, y sale por el otro extremo.

Los endoscopios flexibles son aquellos donde la imagen se transmite a través de una conducción flexible. Hay dos clases: De fibra óptica, y por televisión.

El haz tiene un factor de transmisión conocido como el factor de empaquetamiento (f_p).

$$\text{Para la fibra: } f_p = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \left(\frac{R_i}{R_o} \right)^2$$

$$\text{Para el CCD: } f_p = \left(\frac{R_i}{R_o} \right)^2$$

RI: radio interno

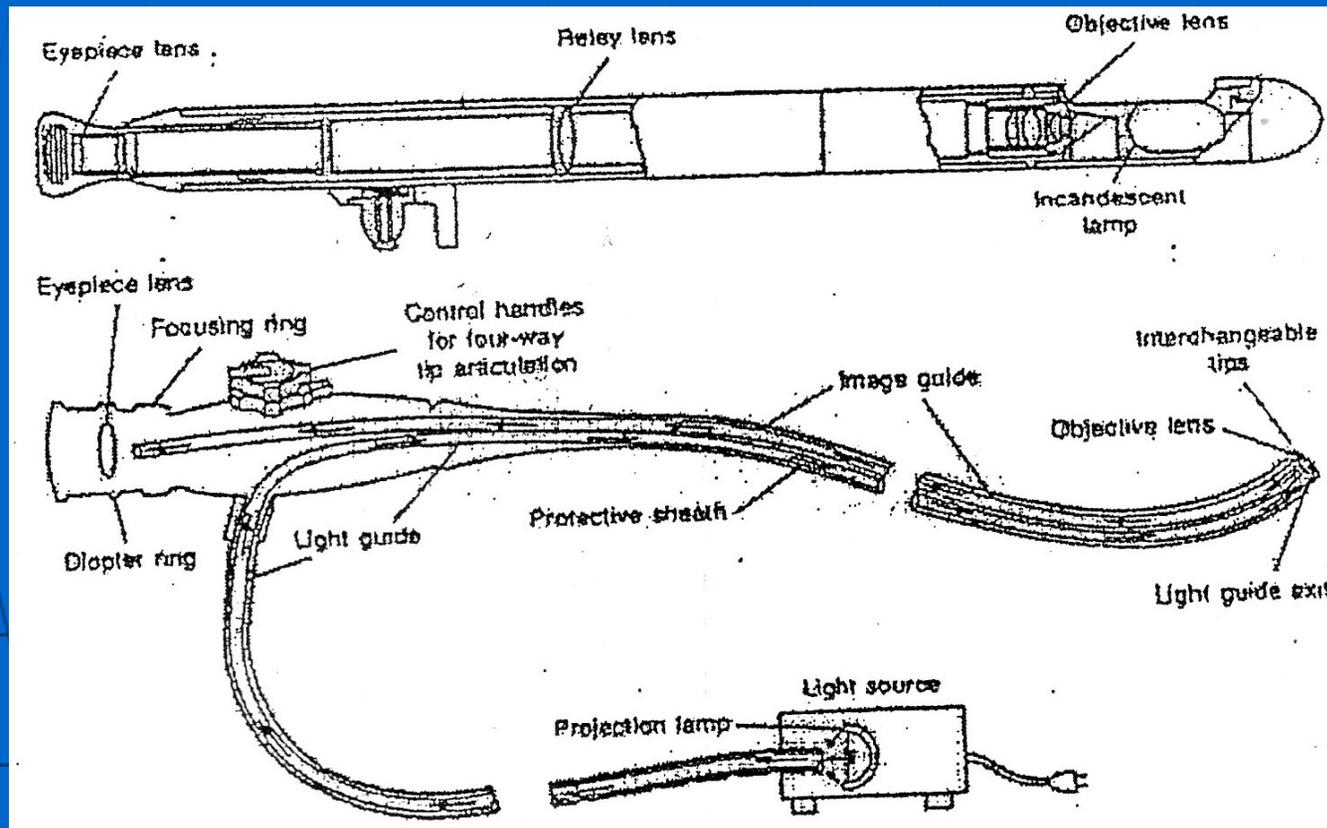
RO: radio externo

ENSAYO VISUAL

EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.2 ENDOSCOPIOS

2.16.2.2 ENDOSCOPIA MEDIANTE FIBRA OPTICA (FIBROSCOPIA)



SECCION ESQUEMATICA DE UN ENDOSCOPIO FLEXIBLE

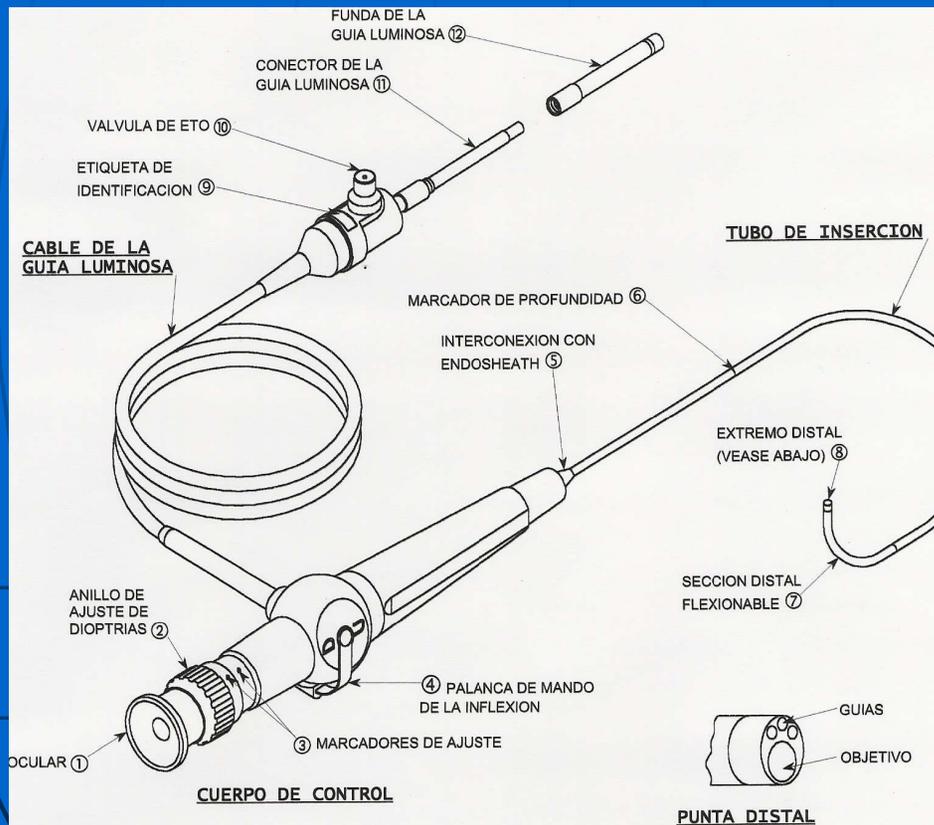
ASNT NDT Level III Services
Since 1996 / Ing. Adalberto Ruiz

ENSAYO VISUAL

2.16 EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.2 ENDOSCOPIOS

2.16.2.2 ENDOSCOPIA MEDIANTE FIBRA OPTICA (FIBROSCOPIA)



Para video endoscopia se utilizan arreglos CCD para captar la luz retornante, puesto que tiene un semiconductor hecho de silicona sensible a la luz. Los CCD no tienen Altos requerimientos de potencia, tienen alta resolución y buena reproducción del color. El numero de pixeles obtenidos con un CCD, es significativamente mayor que el obtenido con el haz de fibra óptica. CCD= charged-coupled discharge Device en ingles.

ENSAYO VISUAL

EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.3 FUENTES DE ILUMINACION

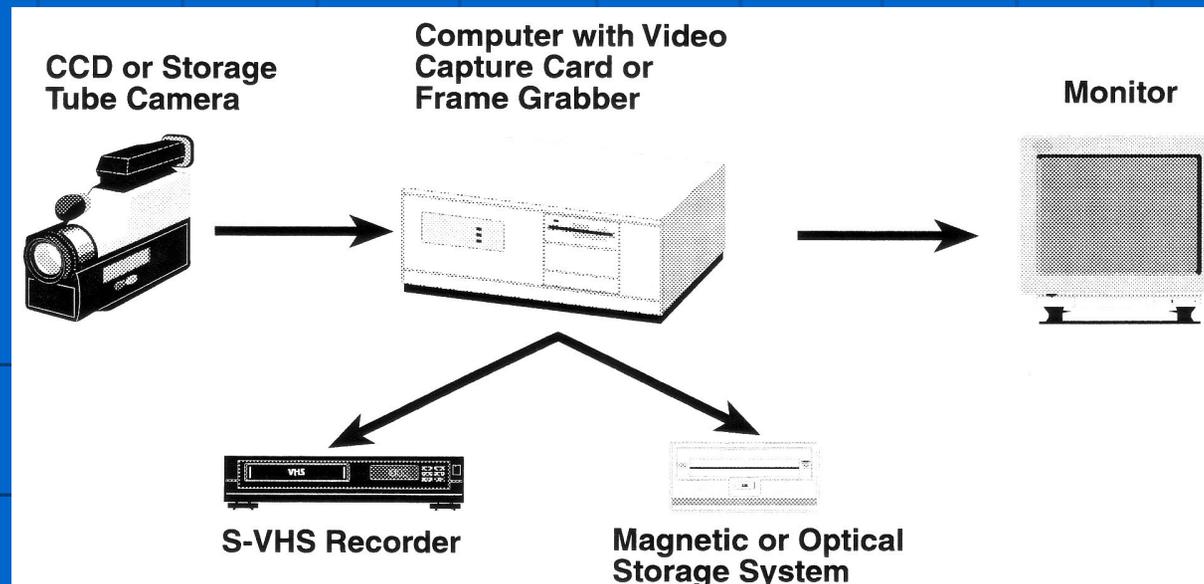
En todo endoscopio hay un sistema óptico para “ver” y un sistema de iluminación para poder ver lo que se mira. Antes, la iluminación se conseguía incorporando una diminuta lámpara de incandescencia en el extremo objetivo del endoscopio. Actualmente la luz se genera en una unidad independiente y se conduce mediante una guía hasta la ventana que hay junto al objetivo. Para exigencias moderadas de iluminación se emplean lámparas halógenas entre 150 y 250W. Estas lámparas dan mas o menos luz según sea la longitud del filamento y, como solo es aprovechable la que cumple con las condiciones geométricas impuestas por la apertura numérica de la guía y la óptica condensadora, no tiene interés usar lámparas de mayor potencia. Si esta se requiere, se emplean lámparas de arco, cuya geometría casi puntual permite un aprovechamiento optimo de la luz.

ENSAYO VISUAL

EQUIPOS PARA INSPECCION DE MEDIOS INACCESIBLES

2.16.4 SISTEMAS DE IMAGENES

Son usados en muchos ensayos visuales y ópticos para proporcionar un aumento de la imagen, Tal como amplificación o registros de imagen permanente de inspecciones visuales. Incluye el hardware de captura de datos, procesadora de imágenes y analizador, así como una Pantalla y archivamiento de imágenes.



ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.1 TEXTURA DE SUPERFICIE

La variación de una condición superficial nominal especificada, es controlada por tolerancias dimensionales y a excepción de muy pequeñas tolerancias, por especificaciones de rugosidad de superficie. Las tres características independientes son: forma, ondulación y rugosidad.

Los perfiles de superficie para tolerancias grandes, como ± 0.03 mm (0.001in.) y mayores, son típicamente medidas usando equipos de estándares dimensionales o comparadores ópticos, y se recomiendan sean medidos con respecto a una superficie patrón.

Cuando se mide y reporta la rugosidad superficial, es esencial elegir un parámetro de medición que asigne un valor numérico a las características a ser controladas.

ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

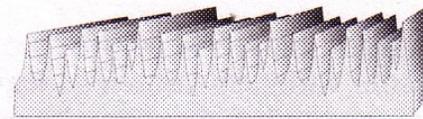
3.1 TEXTURA DE SUPERFICIE

Por ejemplo, todas las superficies de la Fig. 4.2 tienen aproximadamente el mismo valor de rugosidad promedio R_a , pero diferente rugosidad pico R_p y profundidad de rugosidad R_y .

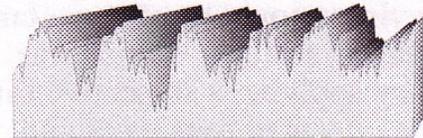
Figure 4.2: Comparison of R_a values for different profiles



$R_a = 2.4 \mu\text{m}$



$R_a = 2.5 \mu\text{m}$



$R_a = 2.4 \mu\text{m}$

Reprinted with permission from Hommel America, Inc.

ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.1 TEXTURA DE SUPERFICIE

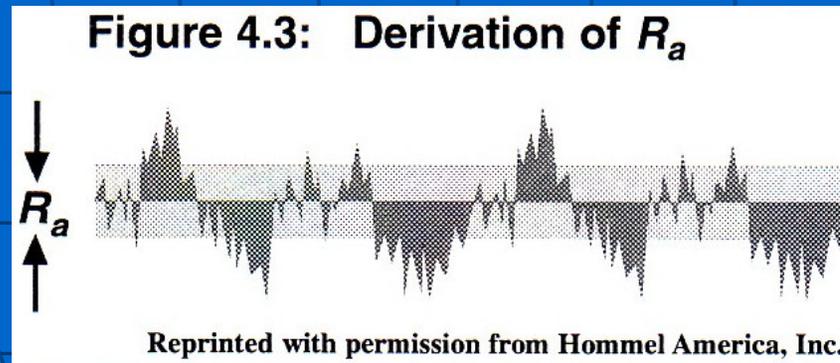
La rugosidad promedio o R_a es la medida mas antigua de rugosidad superficial. Es la distancia promedio del perfil a la línea media. R_a es

calculada por la formula:

$$R_a = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} [y(x)] dx$$

l_m es la longitud medida, $y(x)$ es el perfil de superficie filtrado.

El signo de integral indica que la medida es el área limitada por el perfil de superficie y la línea media. La desviación de R_a se muestra en la Fig. 4.3.



ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.1 TEXTURA DE SUPERFICIE

Cuando se controla la altura de los picos individuales y valles, es importante las medidas Rz y Rmax que ofrecen un mejor control de la variación total sin adicionar el costo de un requerimiento Ra de ajuste superpuesto.

Rz=altura media de pico a valle

Rmax=altura máxima de pico a valle.

Típicamente Rz, es calculada dividiendo la longitud medida en 5 longitudes iguales y usando la formula:

$$R_z = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Z_i$$

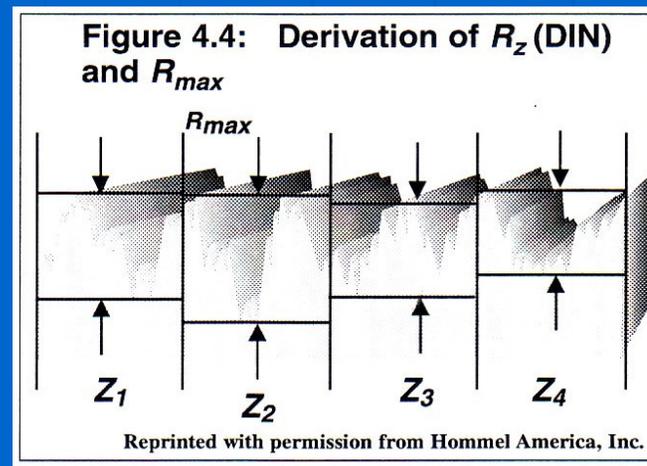
Wt =altura total de la ondulación.

Este parámetro es usado para controlar la variación de escala horizontal conocida como ondulación. La rugosidad de ondulación y superficial son similares, y difieren en la escala.

ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.1 TEXTURA DE SUPERFICIE



Las superficies isotrópicas son aleatorias. Las superficies anisotrópicas tienen una irregularidad periódica generalmente en una dirección, producidas por operaciones de maquinado. La textura superficial se mide según ANSI B46.1 Surface Texture o ISO 1302. La ANSI permite medir en μm o μin .

ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.1 TEXTURA DE SUPERFICIE

<i>RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE VARIOS METODOS DE MANUFACTURA</i>									
Proceso micron(μm)	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1
micropulg.(μin)	1000	500	250	125	63	32	16	8	4
Corte con flama									
Corte con sierra									
Plegado									
Taladrado									
Esmerilado									
Pulido									
Superpulido									
Fundicion en arena									
Laminacion en caliente									
Forja									
Fund. Moldeada									
Extrusion									
Rolado en frio									

ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.1 TEXTURA DE SUPERFICIE

Table 13.5.1 Typical Surface Texture Design Requirements

(250 μin)	6.3	Clearance surfaces Rough machine parts	(16 μin)	0.40	Motor shafts Gear teeth (heavy loads) Spline shafts
(125 μin)	3.2	Mating surfaces (static) Chased and cut threads Clutch-disk faces Surfaces for soft gaskets			O-ring grooves (static) Antifriction bearing bores and faces Camshaft lobes Compressor-blade airfoils Journals for elastomer lip seals
(63 μin)	1.60	Piston-pin bores Brake drums Cylinder block, top Gear locating faces Gear shafts and bores Ratchet and pawl teeth Milled threads Rolling surfaces Gearbox faces Piston crowns Turbine-blade dovetails	(13 μin)	0.32	Engine cylinder bores Piston outside diameters Crankshaft bearings
			(8 μin)	0.20	Jet-engine stator blades Valve-tappet cam faces Hydraulic-cylinder bores Lapped antifriction bearings
(32 μin)	0.80	Broached holes Bronze journal bearings Gear teeth Slideways and gibs Press-fit parts Piston-rod bushings Antifriction bearing seats Sealing surfaces for hydraulic tube fittings	(4 μin)	0.10	Ball-bearing races Piston pins Hydraulic piston rods Carbon-seal mating surfaces
			(2 μin)	0.050	Shop-gage faces Comparator anvils
			(1 μin)	0.025	Bearing balls Gages and mirrors Micrometre anvils

ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.2 COLOR Y RESPLANDOR

Los requerimientos de color pueden ser efectivamente comunicados por comparación visual a un sistema de orden de color o una recolección de color.

Los sistemas de orden de color colocan los colores en un arreglo tridimensional con una nomenclatura estándar para describir cada color en el sistema.

Los dos mas comunes son el Sistema de Color Natural y el Sistema de orden de color Munsell. El sistema de orden de color describe los colores usando

Los términos matiz (hue), valor y saturación. Matiz (hue o cromatización) indica el valor que separa el color en términos de su color primario (aditivo: rojo, azul y verde, o sustractivo: magenta, amarillo y púrpura) constituyente o su mezcla de constituyentes primarios. El valor describe la iluminación u oscuridad del color, Colores oscuros tienen bajos valores. La saturación mide la distancia desde el correspondiente color neutral.

El sistema de color natural esta basado en los tres sets de colores opuestos propuestos por Hering. Este es ampliamente usado en Europa. Los colores cromáticos son arreglos en un circulo con amarillo, rojo, azul y verde espaciados a intervalos de 90°.

ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.0.2 COLOR Y RESPLANDOR

Las piezas pulidas de materiales de alta reflectividad dan lugar a reflejos perturbadores por producir deslumbramiento diferencial y fatiga visual. Estos problemas se atenúan adoptando las siguientes medidas:

- a. En materiales no metálicos, empleando cristales polarizados con ángulo de polarización adecuado. La luz reflejada por estos materiales está fuertemente polarizada, lo que permite controlar su brillo.
- b. En muchos materiales metálicos, el grado de polarización es menor y la disminución de brillo mediante observación a través de un vidrio polarizado no da buen resultado. El empleo de iluminación con luz polarizada en la inspección es más racional en este caso, aunque puede presentar una disminución generalizada de los contrastes. También se puede emplear una segunda luz no polarizada.
- c. Las piezas cilíndricas convexas dan lugar, cuando son brillantes, a reflejos difíciles de eliminar aunque se cambie la posición de las lámparas. Conviene emplear manantiales difusos alargados, dispuestos perpendicularmente al eje de la pieza. En piezas planas o cóncavas, bastará orientarlas de modo que el reflejo vaya a pasar fuera del Campo visual del observador.
- d. En piezas pulidas, es conveniente que exista un entorno claro uniforme para evitar que se produzcan reflejos, de objetos oscuros cuya proyección anamórfica dará lugar a bandas lineales, con la consiguiente confusión en la apreciación de resultados.

ENSAYO VISUAL

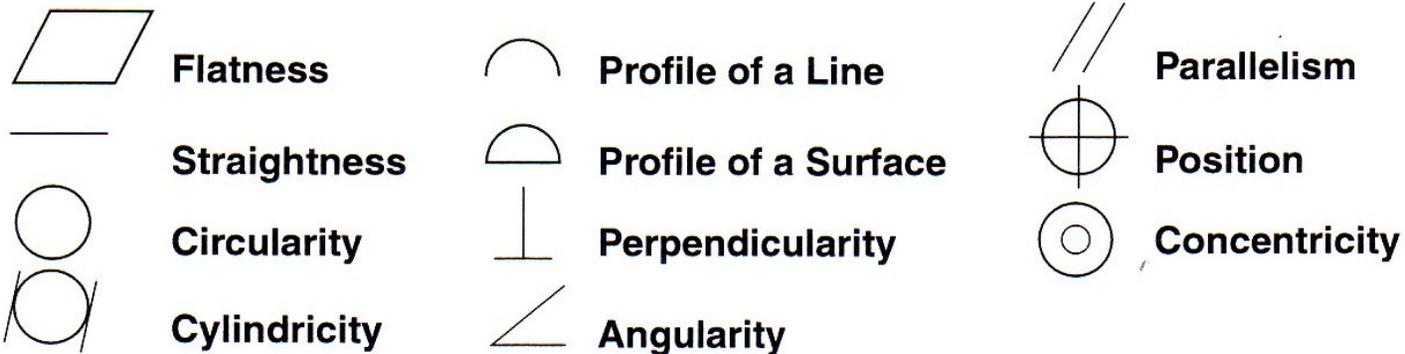
3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.3 GEOMETRIA

Las características físicas de un objeto (forma, perfil, orientación, localización y tamaño) deben ser controlados. El plano o dibujo de un objeto debe especificar los atributos de cada característica incluida la tolerancia.

Las técnicas de tolerancia geométrica se encuentran en ANSI Y14.5M.

Figure 4.10: Geometric tolerancing symbols



Reprinted with permission from American Society of Mechanical Engineers.

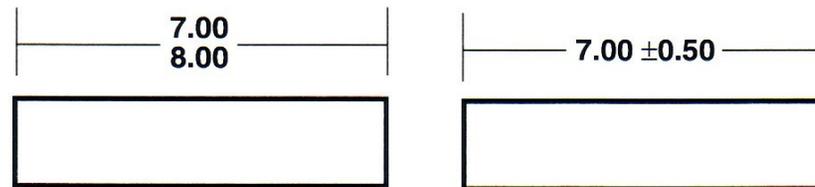
ENSAYO VISUAL

3.0 CARACTERISTICAS DEL OBJETO DE ENSAYO

3.3 GEOMETRIA

La tolerancia directa es ejecutada para notar la tolerancia adyacente a la característica de interés.

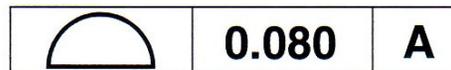
Figure 4.11: Direct tolerancing methods



Reprinted with permission from American Society of Mechanical Engineers.

Los requerimientos de tolerancia geométrica son especificados indicando el símbolo geométrico, la tolerancia y las letras del plano de referencia respecto del cual se compara.

Figure 4.12: Geometric tolerancing



(Profile of a Surface) (Tolerance) (with respect to datum A)

Reprinted with permission from American Society of Mechanical Engineers.