

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“ELABORACIÓN DE UN CD INTERACTIVO PARA LA
UTILIZACIÓN DEL MÉTODO DE LÍQUIDOS PENETRANTES DE
NDT APLICADO A LA AVIACIÓN.”**

POR:

CBOS. NARANJO ARCOS EDISON ESTUARDO

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION AVIONES**

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Cbos. NARANJO ARCOS EDISON ESTUARDO como requisito parcial a la obtención de la tecnología en MECÁNICA AERONÁUTICA.

Tlgo. Rodrigo Bautista

DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga 19, de abril del 2012

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, abuelita, y hermanas que me supieron apoyar todo este tiempo en mis estudios académicos y en mi formación militar, brindándome consejos que me ayudaron cada día a salir adelante y llegar siempre al final de todos mis objetivos planteados y ser una persona útil para la sociedad y el país.

Naranjo Arcos Edison Estuardo

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por haberme dado la vida, por estar conmigo en cada paso que doy, a mis padres que están detrás de este logro con su apoyo, confianza y cariño. Y quiero dejar mis sinceros reconocimientos y gratitud al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO por la confianza brindada a las personas que buscamos superarnos día a día por abrirme las puertas a todos mis amigos, amigas y todas aquellas personas que han sido importantes para mi durante todo este tiempo. A mis maestros que aportaron a mi formación. Para quienes me enseñaron a ser lo que no se aprende en el salón de clases y a compartir conocimiento con los demás.

Naranjo Arcos Edison Estuardo

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|----------------------------|-----|
| CERTIFICACIÓN | II |
| DEDICATORIA..... | III |
| AGRADECIMIENTO..... | IV |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | V |
| RESUMEN | 1 |
| SUMARY | 2 |

CAPÍTULO I TEMA

| | |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Antecedentes | 3 |
| 1.2 Justificación e importancia | 4 |
| 1.3Objetivos | 5 |
| 1.3.1 General | 5 |
| 1.3.2 Especifico | 5 |
| 1.4 Alcance..... | 6 |

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

| | |
|---|---|
| 2.1 Ensayos no destructivos..... | 7 |
| 2.2. Métodos de Inspección de NDI | 8 |
| 2.3Clasificación de métodos de NDI | 8 |
| 2.3.1 Técnicas de inspección superficial..... | 8 |
| 2.4 Inspección por líquidos penetrantes | 9 |
| 2.4.1 Descripción del método | 9 |

| | | |
|-----------------|---|----|
| 2.4.2 | Aplicación del método | 9 |
| 2.4.3 | Ventajas | 10 |
| 2.4.4 | Limitaciones | 11 |
| 2.4.5 | Discontinuidades | 12 |
| 2.4.6 | Discontinuidades típicas detectables | 12 |
| 2.4.7 | Clasificación de las discontinuidades | 13 |
| 2.4.8 | Propiedades físicas de los líquidos penetrantes | 13 |
| 2.4.9 | Propiedades químicas de los líquidos penetrantes | 14 |
| 2.4.10 | Clasificación de tipos y métodos de inspección | 14 |
| 2.4.10.1 | Tipos de sistemas penetrantes | 14 |
| 2.4.10.2 | Métodos de sistemas penetrantes..... | 14 |
| 2.4.11 | Removedor / limpiador | 20 |
| 2.4.12 | Reveladores | 20 |
| 2.4.12.1 | Tipos de reveladores | 21 |
| 2.4.13 | Niveles de sensibilidad..... | 23 |
| 2.4.13.1 | Placas de prueba Cr-Ni | 24 |
| 2.4.14 | Luz | 25 |
| 2.4.15 | Métodos de limpieza..... | 28 |
| 2.4.15.1 | Secuencia de la inspección con líquidos penetrantes | 29 |
| 2.4.16 | Interpretación | 35 |
| 2.4.17 | Evaluación..... | 36 |
| 2.4.17.1 | Indicación..... | 37 |

CAPÍTULO III SELECCIÓN DE ATERNATIVAS

| | | |
|--------------|---|----|
| 3.1 | Definición de alternativas | 38 |
| 3.1.1 | Alternativas para el software para la secuencia de animación..... | 38 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 3.2 | Estudio técnico | 38 |
| 3.2.1 | Forma en la que se representa un gráfico | 38 |
| 3.2.2 | Gráficos rasterizados, mapas de bits | 39 |
| 3.3 | Análisis de factibilidad | 40 |
| 3.3.1 | Alternativas para el diseño del software interactivo | 40 |
| 3.3.2 | Alternativas de software para la secuencia de animación..... | 41 |
| 3.4 | Evaluación de parámetros..... | 42 |
| 3.4.1 | Evaluación de parámetros del software de diseño digital | 42 |
| 3.4.2 | Evaluación del software para la secuencia de animación | 43 |
| 3.5 | Selección de la mejor segmentación para el diseño y animación | 44 |

CAPÍTULO IV

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL RECURSO DIDÁCTICO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.1 | Información general | 46 |
| 4.2 | Diagramas de procesos para la elaboración del recurso didáctico | 47 |
| 4.3 | Diseño de navegación del CD interactivo..... | 48 |
| 4.4 | Descripción del software a ser utilizado | 48 |
| 4.4.1 | Requerimientos del software para ser instalado en un computador..... | 49 |
| 4.4.2 | Página principal adobe flash professional CS5 | 49 |
| 4.4.3 | El espacio de trabajo de flash | 50 |
| 4.4.4 | Las herramientas y sus utilidades | 51 |
| 4.4.5 | Degradados y panel de color | 54 |
| 4.4.6 | Biblioteca..... | 54 |
| 4.4.7 | Panel de propiedades. | 55 |
| 4.4.8 | Cambiar las propiedades del documento | 56 |
| 4.5 | Proceso de animación | 56 |
| 4.5.1 | Diseño y elaboración de las animaciones | 56 |

| | |
|---|----|
| 4.5.2 Capas | 56 |
| 4.5.3 Botones | 58 |
| 4.5.4 Línea de tiempo | 60 |
| 4.5.5 Interpolaciones | 62 |
| 4.5.6 Texto. | 62 |
| 4.5.7 Insertar audio | 65 |
| 4.6 Secuencia de animación | 66 |
| 4.7 Descripción del software interactivo | 69 |
| 4.8 Pruebas de funcionamiento y operación del material didáctico | 69 |
| 4.8.1 Funcionamiento..... | 69 |
| 4.8.2 Operación..... | 70 |
| 4.9 Requerimientos para la operación del material didáctico | 70 |
| 4.10 Manual del usuario | 71 |

CAPÍTULO V ESTUDIO ECONÓMICO

| | |
|--------------------------------------|----|
| 5.1 Presupuesto | 77 |
| 5.2 Análisis económico..... | 77 |
| 5.2.1 Materiales | 78 |
| 5.2.2 Capacitación..... | 78 |
| 5.2.3 Gastos imprevistos..... | 78 |
| 5.3 Conclusiones..... | 80 |
| 5.4 Recomendaciones..... | 81 |
| GLOSARIO..... | 82 |
| ABREVIATURAS..... | 84 |
| BIBLIOGRAFÍA | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 2.1 Niveles de sensibilidad..... | 23 |
| Tabla 2.2 Tiempo de penetración según material, penetrante y revelador | 32 |
| Tabla 2.3 Tiempo de revelado | 35 |
| Tabla 3.1 Valor de cada parámetro para cada alternativa | 43 |
| Tabla 3.2 Matriz de decisión para el diseño del software | 43 |
| Tabla 3.3 Valor de cada parámetro para cada alternativa para la animación | 44 |
| Tabla 4.1 Símbolo de los procesos..... | 47 |
| Tabla 5.1 Presupuesto del material interactivo | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 Equipo portátil | 11 |
| Figura 2.2 Discontinuidades superficiales | 12 |
| Figura 2.3 Discontinuidades subsuperficiales..... | 12 |
| Figura 2.4 Discontinuidades superficiales y subsuperficiales..... | 13 |
| Figura 2.5 Pigmentación fluorescente | 15 |
| Figura 2.6 Penetrante visible o contrastante | 17 |
| Figura 2.7 Emulsificador lipofílico | 19 |
| Figura 2.8 Revelador soluble en agua..... | 22 |
| Figura 2.9 Placas de Cr- Ni | 24 |
| Figura 2.10 Lámpara de luz negra..... | 26 |
| Figura 2.11 Medidor de intensidad | 27 |
| Figura 2.12 Primera etapa de secado del componente | 30 |
| Figura 2.13 Aplicación del penetrante por inmersión | 31 |
| Figura 2.14 Tiempo de penetración..... | 31 |

| | |
|---|----|
| Figura 2.15 Remoción del exceso de penetrante | 34 |
| Figura 2.16 Aplicación del revelador | 34 |
| Figura 2.17 Interpretación de discontinuidades | 35 |
| Figura 4.1 Diagrama de procesos para la elaboración del CD | 47 |
| Figura 4.2. Diseño de navegación | 48 |
| Figura 4.3 Ventana principal | 50 |
| Figura 4.4 Espacio de trabajo | 51 |
| Figura 4.5 Barra de herramientas..... | 51 |
| Figura 4.6 Degradados y panel de color..... | 54 |
| Figura 4.7 Panel de biblioteca | 55 |
| Figura 4.8 Creación de una capa | 57 |
| Figura 4.9 Línea de tiempo..... | 61 |
| Figura 4.10 Importar archivo de audio..... | 66 |
| Figura 4.11 Pantalla intro | 67 |
| Figura 4.12 Pantalla menú principal | 67 |
| Figura 4.13 Pantalla subtítulos y contenido | 68 |
| Figura 4.14 Menú principal | 72 |
| Figura 4.15 Clasificación del menú principal | 72 |
| Figura 4.16 Contenido botón introducción..... | 73 |
| Figura 4.17 Botones descripción del método..... | 73 |
| Figura 4.18 Menú selección de galería..... | 74 |
| Figura 4.19 Mandos reproducción del video..... | 75 |
| Figura 4.20 Contenido botón ayuda | 75 |
| Figura 4.21 Botón inicio..... | 76 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| ANEXO A Anteproyecto | 88 |
| ANEXO B Listado inspecciones NDT según R-DAG | 133 |
| ANEXO C Materiales penetrantes..... | 134 |
| ANEXO D Discontinuidad..... | 135 |
| ANEXO E Hoja de vida | 136 |

RESUMEN

Este proyecto tiene sus inicios debido a los inconvenientes e inconformidades que mostraban los alumnos y personal de aerotécnicos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana y sus escuelas de formación, que no cuenta con un método de enseñanza moderna en las cuales puedan desarrollar las actividades teóricas y así fortalecer los conocimientos en las aulas, permitiendo de esta forma mejorar las condiciones de formar profesionales conocedores y competitivos en el campo de la aviación innovadora; Por lo que se realizó una implementación de un CD interactivo de ensayos no destructivos en el método de líquidos penetrantes.

Mediante esta implementación se contribuirá en la enseñanza de nuevas técnicas de aprendizaje y así a mejorar la capacitación de los alumnos. De esta forma se instruirá a los alumnos en medidas de seguridad personal e instrucción en el uso de equipos y materiales tóxicos que conlleva este método de inspección, así no tengan ningún inconveniente en realizar sus prácticas.

El término de este CD permite hoy tener un lugar donde los alumnos puedan fortalecer día a día la capacitación y tener una formación más completa.

SUMMARY

This project got its start because of problems and disagreements that showed students and staff of Airmen from the Ecuadorian Air Force and training schools, which has no modern teaching method in which to develop the theoretical activities and thus strengthen knowledge in the classroom, thus allowing to improve the conditions of training professionals knowledgeable and competitive in the field of innovative aviation; as performed an implementation of an interactive CD in not destructive testing penetrant method.

Through this implementation will help in teaching and learning new techniques and to improve the training of students. This will instruct students on personal safety measures and instruction in the use of toxic materials and equipment associated with this method of inspection and has no objection to make their practices.

The term of this CD can now have a place where students can strengthen the training every day and have a more comprehensive training.

CAPÍTULO I

TEMA

ELABORACIÓN DE UN CD INTERACTIVO PARA LA UTILIZACIÓN DEL MÉTODO DE LÍQUIDOS PENETRANTES DE NDT APLICADO A LA AVIACIÓN.

1.1 Antecedentes

Las pruebas no destructivas se han practicado por muchas décadas. Se tiene registro desde 1868 cuando se comenzó a trabajar en campos magnéticos. Uno de los métodos más utilizados fue la detección de grietas superficiales en ruedas y ejes de ferrocarril, posteriormente los ensayos no destructivos se sigue desarrollando y buscando nuevos campos como es en la industria aeronáutica

Los ensayos no destructivos son un campo de la ingeniería que se aplica en la fabricación y/o construcción de componentes, subensambles, equipos e instalaciones donde intervienen varias actividades.

A partir del siglo XX nuestro país está en la capacidad técnica industrial por lo tanto se ve obligado a profundizar en los roles de calidad de los diferentes bienes producidos y uno de ellos es la metalurgia de transformación donde los ensayos no destructivos son considerados muy importantes para el ciclo de producción de componentes y sistemas industriales

La Fuerza Aérea Ecuatoriana con la aspiración de satisfacer las necesidades propias de la fuerza, se vio en la obligación de crear la sección de ensayos no destructivos para hacerse cargo del mantenimiento mayor de las aeronaves

pertenecientes a los diferentes escuadrones de combate, transportes y helicópteros de los repartos de FAE, así como de aviones militares de la aviación de la fuerza terrestre, de la fuerza naval y además brindar sus servicios a la aviación comercial y privada, en el mercado nacional e internacional.

Se determinó en base de la investigación que es necesario la integración de nuevas técnicas de enseñanzas como un CD interactivo de la inspección por líquidos penetrantes formando parte fundamental en el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje de los aerotécnicos e instructores de la sección de NDI, para conocer la estructura, características, funcionamiento, usos, ventajas y desventajas de los métodos de inspección no destructiva que utiliza la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Mediante la investigación no se encontró proyectos similares realizados por los alumnos de la carrera de mecánica aeronáutica mención aviones del ITSA, dirigidos al COED para el perfeccionamiento de los señores aerotécnicos en sus diferentes especialidades.

1.2 Justificación e importancia

En el área de ensayos no destructivos específicamente en el método de líquidos penetrantes de la FAE, requieren un alto grado de eficiencia, por lo cual es necesario capacitar y mantener un óptimo nivel de conocimientos prácticos y teóricos, esto se logra mediante la existencia de material didáctico adecuado para impartir las clases y con la ayuda de personal de instructores calificados y certificados.

Actualmente el avance tecnológico va desarrollando nuevos y mejores métodos de enseñanza, por lo que es necesario que el COED realice una actualización en sus técnicas, ya que de este modo los aerotécnicos podrán adquirir mayores conocimientos teóricos y luego complementar con el conocimiento práctico que será adquirido en los diferentes repartos de la FAE, aspectos de vital importancia para brindar a futuro una educación de calidad al personal de aerotécnicos que laboran en la misma.

La integración de nuevos métodos de enseñanza es necesario en esta especialidad ya que todas los equipos y sistemas que contienen inspección por líquidos penetrantes son complejos por lo que se necesita que el aerotécnico tenga una mejor comprensión, lo cual permitirá que en el futuro pueda simplificar al máximo su trabajo, lo que permitirá realizar tareas en forma ágil, simple, rápida y de forma segura.

Además en estas técnicas de enseñanza como el CD interactivo que se elaborara contendrá especificaciones técnicas y operacionales dela inspección por líquidos penetrantes que servirá como base para entender dicho método de inspección y constituya un apoyo prolongado para los instructores técnicos que están inversos en este campo, logrando relacionarse de una mejor manera con los aerotécnicos.

Todo lo anteriormente mencionado esta realizado bajo análisis económico, técnico y operacional lo cual permitirá un proyecto para beneficio de la FAE.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

- ❖ Elaborar un CD interactivo que contenga información técnica de ensayos no destructivos en el método de líquidos penetrantes, para el mejoramiento del proceso de enseñanza- aprendizaje de los alumnos y aerotécnicos.

1.3.2 Específicos

- ❖ Recopilar la información necesaria de una fuente confiable del método de líquidos penetrantes.
- ❖ Organizar la información de una manera clara y precisa a fin de tener avance secuencial en el diseño del CD interactivo.
- ❖ Diseñar y elaborar el CD interactivo con información técnica del método de líquidos penetrantes.
- ❖ Realizar pruebas de funcionamiento y operación del CD interactivo

- ❖ Analizar las ventajas del uso de un CD interactivo al impartir clases en la especialidad de ensayos no destructivos de FAE.
- ❖ Elaborar un manual del usuario.

1.4 Alcance

El presente proyecto está dirigido a los alumnos en la especialidad de NDI, donde se realizará una renovación a los métodos de enseñanza- aprendizaje implementando un CD interactivo sobre el método de líquidos penetrantes aplicado a la aviación de la FAE

Este proyecto obliga a la innovación a través de la investigación proponiendo alternativas pedagógicas y didácticas que permitan el desarrollo del pensamiento, procesos intelectuales superiores, habilidades, ingenio, creatividad, capacidad de innovación, de invención, alcance, secuencia, conformación de las estructuras y redes conceptuales de los contenidos de las diferentes áreas del conocimiento que se imparten en las escuelas de formación e institutos de perfeccionamiento y extensión de la FAE, particularmente en lo referente a los procesos cognitivos, en la medida en que se relacionan con el proceso de aprendizaje.

La investigación proyecta ofrecer beneficios a la FAE y sus escuelas de formación, optimizando las diversas áreas en las que la fuerza brinda educación, a los alumnos e instructores técnicos de la especialidad de ensayos no destructivos, tanto en su formación académica y práctica, ya que esta especialidad abarca a todo tipo de aeronave ya sea aviación militar o aviación comercial.

Para realizar el este proyecto se requiere ejecutar un conjunto de procesos que van desde la interpretación de las necesidades de la sociedad, la Fuerza Aérea y las instituciones que la conforman hasta la planificación detallada de las experiencias de aprendizaje que articulan un programa educativo pertinente y coherente en sus objetivos, contenidos, metodología de enseñanza y aprendizajes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Ensayos no destructivos¹

Es el desarrollo y aplicación de métodos técnicos para examinar materiales, componentes y ensambles sin destruirlos, alterar o empeorar su utilidad con la finalidad de detectar, localizar, medir, interpretar y evaluar las discontinuidades superficiales y subsuperficiales de los materiales.

Los ensayos son realizados bajo procedimientos escritos, que atienden a los requisitos de las principales normas o códigos de fabricación, tales como el ASME, ASTM, API y el AWS entre otros.

Los inspectores son calificados como Nivel I, II y III por la ASNT (American Society for Nondestructive Testing) según los requisitos de la práctica recomendada.

Las actividades en las que intervienen los ensayos no destructivos son principalmente:

- a) El diseño
- b) Fabricación o construcción
- c) Montaje o instalación
- d) Inspecciones y pruebas.

¹Norma ASTM E 165-95

2.2 Métodos de inspección de NDT

| <u>Método de inspección</u> | <u>símbolo / abreviatura</u> |
|------------------------------|------------------------------|
| a) INSPECCIÓN VISUAL | VT |
| b) LÍQUIDOS PENETRANTES | PT |
| c) PARTÍCULAS MAGNÉTICAS | MT |
| d) ELECTROMAGNETISMO | ET |
| e) ULTRASONIDO | UT |
| f) RADIOGRAFÍA | RT |
| g) EMISIÓN ACÚSTICA | AE |
| h) RADIOGRAFÍA CON NEUTRONES | NRT |
| i) TERMOGRAFÍA INFRA-ROJA | TIR |
| j) ANÁLISIS DE VIBRACIONES | VA |
| k) PRUEBA DE FUGA | LT |
| l) PRUEBAS POR LASER | LTM |

2.3 Clasificación de métodos de NDI

Los métodos de NDI se clasifican en las siguientes técnicas:

- a) Inspección superficial.
- b) Inspección volumétrica
- c) Inspección de integridad o hermeticidad.

2.3.1 Técnicas de inspección superficial

Se emplean para la detección y evaluación de discontinuidades abiertas a la superficie (VT y PT) y/o muy cercanas a la superficie (MT y ET).

- VT (Inspección Visual)
- PT (Líquidos Penetrantes)
- MT (Partículas Magnéticas)
- ET (Electromagnetismo)

2.4 Inspección por líquidos penetrantes²

Es un método no destructivo comprendido dentro de las técnicas de inspección superficial y es aplicable para la detección de discontinuidades que afloren o que estén en la superficie de los materiales tanto metálicos (ferrosos y no ferrosos) y no metálicos como plástico, vidrio y cerámica, aún en piezas de geometría compleja.

Se utiliza para el control de calidad en uniones soldadas, piezas de fundición, piezas forjadas y productos conformados de cualquier tamaño.

2.4.1 Descripción del método

El método consiste en la aplicación de un líquido con pigmentación visible (contrastante) o fluorescente, sobre la superficie de la pieza a examinar, con la finalidad de que se introduzca por capilaridad en las posibles discontinuidades superficiales que la pieza tenga; la aplicación se puede efectuar por aspersion, brocha, inmersión o por baño.

Después de transcurrido un cierto tiempo de permanencia (penetración), se limpiará la superficie para eliminar el exceso de penetrante; posteriormente se aplica un revelador, el cual absorbe y extiende el penetrante atrapado en las imperfecciones formando una indicación sobre un fondo contrastante de color blanco

2.4.2. Aplicación del método

Aplicable a cualquier tipo de material de estructura no porosa; tipos de acabado superficial:

²Art. 6 de código ASME Sec. V

➤ **Acabado terso:**

- ❖ Maquinado, pulido o rectificado.
- ❖ Esmerilado o lijado.

➤ **Acabado burdo:**

- ❖ Piezas de fundición, forjadas y uniones con soldadura.

La inspección se puede llevar a cabo en:

- ❖ Inspección de recepción.
- ❖ Durante las etapas de fabricación.
- ❖ Áreas exploradas y zonas reparadas con soldadura.
- ❖ Inspección de mantenimiento preventivo en estructuras cíclicamente cargadas, rehabilitación de turbinas y partes de avión.

2.4.3 Ventajas

- ❖ Es relativamente fácil de aplicar.
- ❖ Es de bajo costo la inspección.
- ❖ El método detecta una gran gama de discontinuidades, no importando su orientación ni la configuración de la pieza.
- ❖ Requiere pocas horas de entrenamiento y experiencia inicial, comparado con otros métodos
- ❖ El equipo es portátil y aplicable en campo.
- ❖ El equipo puede ser estacionario para grandes lotes de producción.
- ❖ Es aplicable a materiales metálicos y no metálicos.



Figura 2.1 Equipo portátil
Fuente: Art. 6 del código ASME Sec. V

2.4.4 Limitaciones

- ❖ Sólo detecta discontinuidades abiertas a la superficie.
- ❖ Una selección incorrecta en la combinación del revelador y penetrante puede ocasionar una reducción en la sensibilidad.
- ❖ Generalmente, una indicación es más grande que la imperfección que la causa.
- ❖ No es aplicable en materiales porosos o de estructura esponjosa.
- ❖ No aconsejable para examinar soldaduras del fondo de tanques en servicio, debido a que las posibles discontinuidades presentes pueden estar taponadas u obstruidas con el fluido contenido en el tanque.
- ❖ Se requiere de una buena limpieza de la superficie a examinar.
- ❖ Las discontinuidades superficiales no deben estar obstruidas o contaminadas.
- ❖ Superficies muy rugosas limitan su uso, reduciendo la sensibilidad.

2.4.5 Discontinuidades

Una discontinuidad es considerada como la pérdida de homogeneidad del material la misma que establece criterios de aceptación y rechazo. Puede ser por criterio del fabricante pero por lo general se basa en normas.



Figura 2.2 Discontinuidades superficiales
Fuente: Código ASME sección V



Figura 2.3 Discontinuidades subsuperficiales
Fuente: Código ASME sección V

2.4.6 Discontinuidades típicas detectables

- ❖ Grietas.
- ❖ Costuras.
- ❖ Traslapes, pliegues o dobleces.
- ❖ Traslapes en frío.
- ❖ Laminaciones.
- ❖ Porosidades.
- ❖ Inclusiones no metálicas.
- ❖ Faltas de fusión, etc.

2.4.7 Clasificación de las discontinuidades³

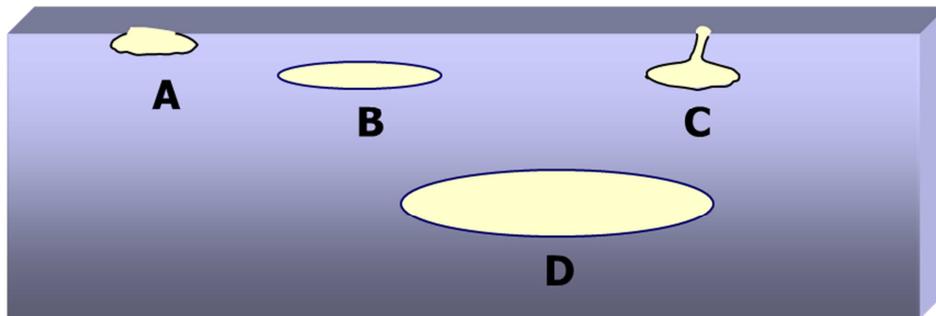


Figura2.4 Discontinuidades superficiales y subsuperficiales
Fuente: Código ASME sección V

- a) Discontinuidad superficial.
- b) Discontinuidad subsuperficial.
- c) Discontinuidad subsuperficial abierta a la superficie.
- d) Discontinuidad interna.

2.4.8 Propiedades físicas de los líquidos penetrantes

Para efectuar su función, los penetrantes requieren un correcto balance de:

- ❖ Gravedad específica.
- ❖ Volatilidad.
- ❖ Humectabilidad.
- ❖ Viscosidad.
- ❖ Tensión superficial.
- ❖ Capilaridad.
- ❖ Flamabilidad.

Una sola propiedad física no define la capacidad de un líquido penetrante.

³Código ASME Sección V

2.4.9 Propiedades químicas de los líquidos penetrantes

- ❖ Toxicidad.
- ❖ Tolerancia al agua.
- ❖ Brillantez.
- ❖ Conductividad eléctrica.
- ❖ Actividad química.

2.4.10 Clasificación de tipos y métodos de inspección por líquidos penetrantes⁴

2.4.10.1 Tipos de sistemas penetrantes.

Tipo I: Penetrante Fluorescente.

Tipo II: Penetrante Visible.

2.4.10.2 Métodos de sistemas penetrantes.

De acuerdo a la forma de remoción del exceso de penetrante fluorescente, se tienen cuatro métodos:

Método A: Lavable con agua.

Método B: Post-emulsificable, lipofílico

Método C: removible con solvente.

Método D: Post-emulsificable, hidrofílico.

La selección del método aplicable estará en función del acabado superficial, geometría de la pieza y de la sensibilidad deseada.

De acuerdo a la forma de remoción del exceso de penetrante visible, se tienen dos métodos:

Método A: Removible con agua.

Método C: Removible con solvente.

⁴Código ASME Secc. V Artículo 6 Ed. 2007 (párrafo T-651)

En la mayoría de aplicaciones de la industria metal mecánica, para la detección de discontinuidades inherentes y de proceso, se usan penetrantes visibles: soldaduras, piezas de fundición, piezas forjadas, piezas maquinadas, etc.

2.4.10.1.1 Penetrante fluorescente⁵

El examen debe efectuarse en un área oscura o semiobscura; la luz ambiental visible no debe exceder de 2 candelas pie (20 lux); la intensidad mínima de luz negra debe ser de 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ para uso general y su λ debe estar en un rango de 320 a 380 nm. La pigmentación fluorescente es más sensible a λ de 360 nm (3600 Angstroms).

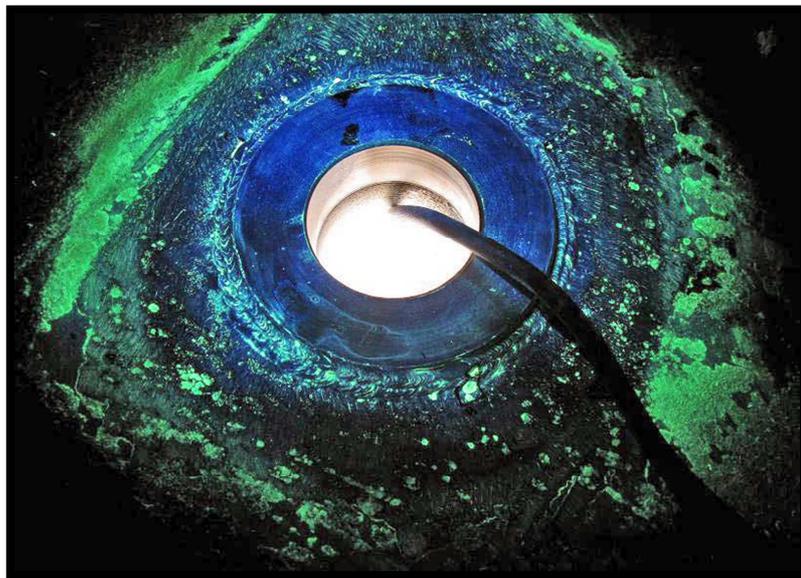


Figura 2.5 pigmentación fluorescente
Fuente: Norma ASTM E-165

⁵Norma ASTM E 1417 Ed. 1999 (párrafo 5.1)

Ventajas:

- ❖ Su pigmentación fluoresce brillantemente cuando ésta es excitada por la luz negra.
- ❖ Se aplica cuando se requiere alta sensibilidad e inspección de piezas críticas.
- ❖ La sensibilidad depende de su habilidad para ser retenido en varios tamaños de discontinuidades durante el procesado.
- ❖ Cualquier método fluorescente es más sensible que cualquier método visible.
- ❖ Las indicaciones son muchas veces más brillantes que su contorno (fondo).

2.4.10.1.2 Penetrante visible o contrastante

Su pigmentación puede ser vista con luz visible; normalmente es de color rojo; se emplea para la detección de discontinuidades de fabricación en taller o en el campo:

- ❖ Soldaduras en estructuras de acero.
- ❖ Soldaduras en recipientes sujetos a presión.
- ❖ Piezas de fundición.
- ❖ Piezas forjadas.
- ❖ Piezas con maquinado final, etc.

Las indicaciones de penetrante visible pueden ser examinadas, ya sea con luz visible natural o artificial. Es requerida una iluminación adecuada para no tener pérdidas en la sensibilidad del examen.



Figura 2.6 penetrante visible o contrastante
Fuente: Norma ASTM E 165-02.

Es recomendada una intensidad de iluminación mínima de 100 candelas pie (1000 lx) sobre la pieza a examinar, según ASTM.

2.4.10.2.1 Sistema penetrante post-emulsificable

Se emplea como una penetrante base aceite, no miscible con agua, el cual el exceso no puede ser removido sólo con agua, después del tiempo de penetración, puede ser selectivamente removido usando un emulsificador y controlando correctamente el tiempo de emulsificación.

Al aplicarse el emulsificador, éste se combina con el exceso de penetrante y forman una mezcla lavable con agua. El tiempo de emulsificación apropiado debe ser experimentalmente establecido y mantenido para evitar la sobre-emulsificación. Tiene alta sensibilidad para detectar discontinuidades muy finas, la diferencia con los otros procesos es el uso de un emulsificador, normalmente se emplea en estaciones de inspección para alta producción.

2.4.10.2.2 Penetrante lavable con agua

Es fácil que un sobre lavado pueda remover el penetrante de las discontinuidades; el sobre lavado puede ser causado por:

- ❖ Uso excesivo de agua.
- ❖ Alta temperatura de agua para enjuague.
- ❖ Presión excesiva del agua.

Algunos penetrantes son menos resistentes al sobre lavado que otros.

Ventajas:

- ❖ Son formulados para removerse directamente con agua, tienen un emulsificador incorporado, por ello se les denomina auto emulsificables.
- ❖ Permiten la inspección de grandes lotes de producción.
- ❖ Es aplicable para superficies con acabado burdo.
- ❖ Permiten la inspección de piezas roscadas: tornillos, birlos, espárragos, etc.
- ❖ No detecta satisfactoriamente grietas muy estrechas y poco profundas, debido a la alta probabilidad de extracción de penetrante (menor sensibilidad).
- ❖ Es extremadamente importante el control en la etapa de remoción del exceso de penetrante para evitar el sobre lavado.
- ❖ El penetrante puede ser extraído de las discontinuidades, si la etapa de enjuague es demasiado prolongado o muy vigoroso.

2.4.10.2.3 Penetrante removible con solvente

Son base aceite y más sensibles que los removibles con agua diseñados para remover la mayoría de penetrante frotando con un material absorbente limpio y seco; el remanente debe removerse con un material absorbente humedecido con solvente. No son adecuados en partes roscadas, agujeros ciegos o superficies

rugosas, debe evitarse el uso excesivo de removedor; usar sólo el mínimo necesario.

- El líquido penetrante es exactamente el mismo que se usa en el proceso post-emulsificable.
- Adecuados para la inspección de zonas localizadas, no para alta producción.
- Son adecuados para superficies con acabado terso (maquinado, esmerilado, pulido o rectificado).

2.4.10.2.4 Emulsificador lipofílico

Son líquidos miscibles con agua base aceite, trabajan por difusión y se suministran listos para usarse para emulsificar el exceso de penetrantes base aceite, para formar una mezcla lavable con agua. Su velocidad de difusión define el tiempo de emulsificación.



Figura 2.7 Emulsificador lipofílico
Fuente: Norma ASTM E-1417-99

Son ya sea de acción lenta o rápida, dependiendo de su viscosidad y composición química, y también de la rugosidad de la superficie que está siendo examinada.

2.4.10.2.5 Emulsificador hidrofílico

Son líquidos miscibles con agua (removedores tipo detergente), usados para emulsificar el exceso de penetrante fluorescente base aceite. La fuerza del agua por aspersión o agitación mecánica/aire en un tanque, provee la acción de lavado mientras el detergente desplaza la película de penetrante de la superficie de la pieza bajo prueba.

Suministrados como concentrado para diluirse con agua es aplicado por inmersión, flujo y aspersión. La concentración, uso y control, es de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, su acción (rápida o lenta) depende de la concentración utilizada después de un pre enjuague con agua por aspersión, el tiempo de emulsificación variará dependiendo de su concentración.

2.4.11 Removedor / limpiador⁶

Es un líquido volátil que se utiliza en la limpieza inicial, previa a la aplicación del penetrante. Su acción es disolvente (disolución del penetrante), este también se utiliza humedeciendo ligeramente un material absorbente para remover residuos del exceso de penetrante en el proceso removible con solvente.

Clasificación

- ❖ **Clase 1, halogenado:** clorinado, no son flaméales, evapora rápidamente
- ❖ **Clase 2, no halogenado:** no clorinado, no miscible en agua, relativamente volátil
- ❖ **Clase 3, aplicación específica.**

2.4.12 Reveladores

El revelador es un polvo blanco (como un talco) que extrae el penetrante atrapado en las discontinuidades, se aplica espolvoreado, por inmersión, inundación o aspersión esto dependerá principalmente del tipo de revelador. A menos que otra

⁶ Norma ASTM E-1417-99

cosa sea especificada, los reveladores deben ser utilizados en la prueba con líquidos Penetrantes.

Funciones básica de los reveladores:

- ❖ Extraer el penetrante hacia la superficie.
- ❖ Expandir el penetrante sobre la capa del revelador.
- ❖ Incrementar la brillantez del penetrante fluorescente.
- ❖ Incrementar el espesor de la película de la indicación.

Las características de la indicación controladas por el revelador son: sensibilidad y resolución.

2.4.12.1 Tipos de reveladores

- ❖ Secos.
- ❖ Reveladores acuosos.
- ❖ Revelador soluble en agua (polvo diluido en agua)
- ❖ Revelador en suspensión acuosa
- ❖ Revelador húmedo no acuoso (suspensión no acuosa)
- ❖ Revelador de película líquida

2.4.12.1.1 Revelador en polvo seco

Se usa adecuadamente aplicado y mantenido iguala en sensibilidad a los de suspensión no acuosa, el exceso puede ser removido después del tiempo de revelado sacudiendo o golpeando ligeramente la pieza o con aire a baja presión que no exceda de 5 psi. Las superficies de las piezas deben estar secas y limpias, antes que el revelador sea aplicado.

2.4.12.1.2 Reveladores acuosos

Se suministran como polvo seco los hay para ser suspendidos y, otros para ser disueltos en agua, su concentración, uso y control son de acuerdo a

recomendaciones del fabricante. Se les adicionan agentes humectantes e inhibidores de corrosión, estos son principalmente formulados para inspección de grandes lotes de producción.

2.4.12.1.3 Revelador soluble en agua (polvo diluido en agua)

Su revelado es sólo por acción capilar que tienden a cambiar el tinte del penetrante fluorescente a un tono azul. La capa una vez seca es translúcida, estos no deben ser usados con penetrantes tipo II o con penetrantes tipo I Método A, según la norma.

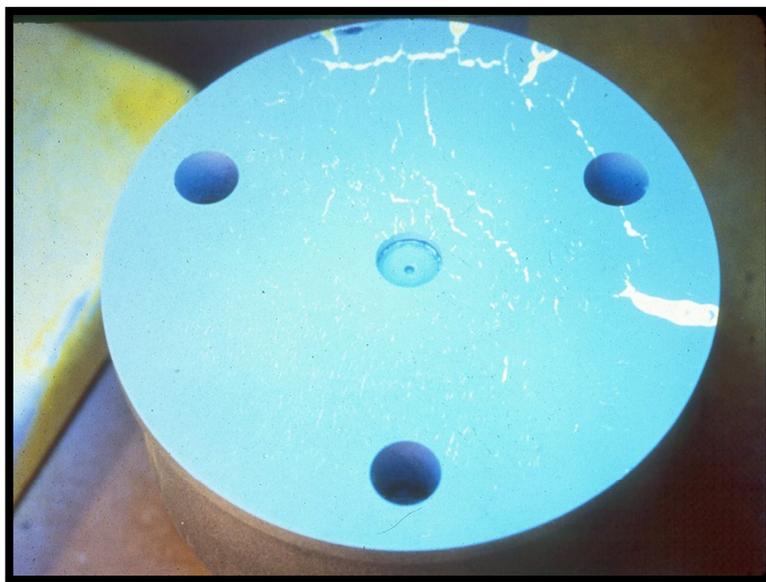


Figura 2.8 Revelador soluble en agua
Fuente: NormaASTM E 1417-99

2.4.12.1.4 Revelador en suspensión acuosa

Su concentración es por lo general de 50 a 150 gramos de polvo por litro de agua, la remoción es difícil cuando se usan secadoras y aún más, en superficies rugosas. En la superficie se puede observar el grado de recubrimiento por una capa de color blanco y pueden ser usados con penetrantes tipo I y tipo II.

2.4.12.1.5 Revelador húmedo no acuoso (suspensión no acuosa)

Se aplica por aspersion después de las etapas de remoción y secado en penetrantes contrastantes como fluorescentes, posee doble poder de absorción

(acción solvente y acción capilar), es prohibida su aplicación por inmersión o flujo.

Proporciona máxima sensibilidad en penetrantes visibles ya que posee alta volatilidad y flamabilidad, de baja concentración para penetrantes fluorescentes estos deben aplicarse a una distancia de aproximadamente 12" (30 cm), y el contenedor del revelador debe ser frecuentemente agitado durante su aplicación.

2.4.12.1.6 Revelador de película líquida

Son partículas de revelador en suspensión en un vehículo que deja una película de resina/polímero después de secarse en la superficie, el cual se aplica por aspersion. Se usa en penetrantes visible.

2.4.13 Niveles de sensibilidad⁷

Los penetrantes tipos I están disponibles en cinco niveles de sensibilidad, clasificados como:

Tabla2.1 Niveles de sensibilidad

| NIVELES | SECIBILIDAD |
|-----------------|--------------------|
| Nivel ½: | Muy Bajo. |
| Nivel 1 | Bajo |
| Nivel 2 | Medio |
| Nivel 3 | Alto |
| Nivel 4 | Ultra Alto |

Fuente: Norma ASTM E 1417-99

Elaborado por: Cbos. Naranjo Edison

Los sistemas tipo II tienen solo un nivel de sensibilidad y no corresponde a ninguno de los anteriores; adecuada para muchas aplicaciones.

El nivel de sensibilidad puede evaluarse en forma efectiva empleando las placas de prueba Cr-Ni, ensayando un penetrante con cada uno de los tipos de reveladores.

⁷Norma ASTM E 1444

2.4.13.1 Placas de prueba Cr-Ni

Sirven para evaluar por comparación la sensibilidad de un sistema penetrante y/o funcionamiento de un revelador.

En la especificación MIL-1-8963 se clasifican las grietas en tres tamaños, para cada juego de placas:

- Grietas burdas: amplitud de 10 μm y profundidad de 50 μm ; para II-A, II-C y I-A.
- Grietas medias: amplitud de 2 a 3 μm y profundidad de 40 μm , para II-C y I-C.
- Grietas finas: amplitud de 0.5 μm y profundidad de 2 μm ; para I-B y I-D.

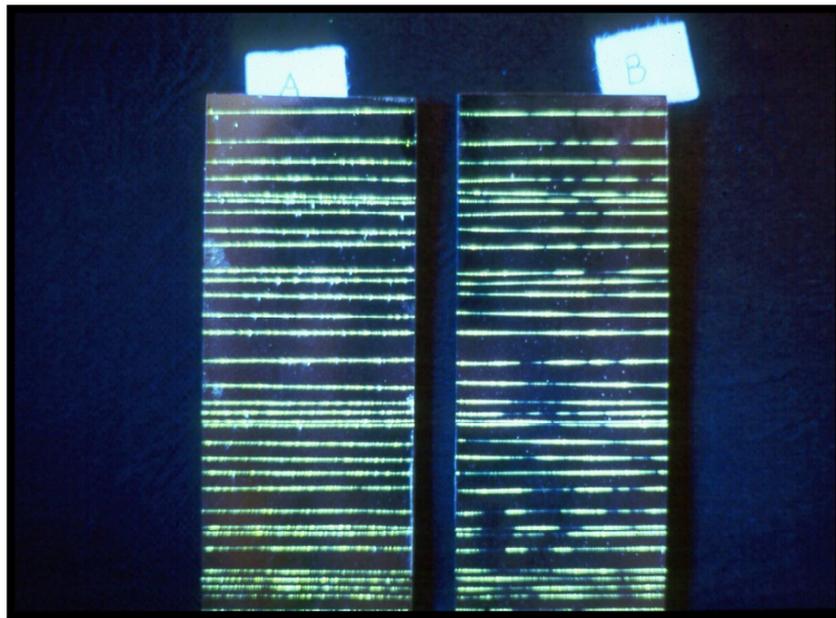


Figura 2.9 Placas de Cr- Ni
Fuente: Norma ASTM E 1444

2.4.14 Luz⁸

Este término, normalmente hace referencia a la pequeña porción del espectro electromagnético en las frecuencias del rojo al violeta, que pueden ser detectadas por el ojo humano, por lo que se le llama luz visible. El infrarrojo y el ultravioleta se incluyen en el espectro de la luz, porque las frecuencias electromagnéticas de esas regiones reaccionan con dispositivos ópticos, de igual manera que la luz visible.

2.4.14.1 Espectro electromagnético

El espectro electromagnético muestra el estrecho rango correspondiente a la luz negra usado en la inspección de las indicaciones penetrantes fluorescentes.

2.4.14.2 Luz ultravioleta

Es la radiación electromagnética localizada en la región de 4-400 nm – nanómetros- (40-4000 Å –ångstroms-) fuera del rango visible al ojo humano. La región ultravioleta conforme a sus efectos sobre la piel se clasifica en:

- Campo cercano UV-A (330-390 nm).
- Campo intermedio UV-B (290-330 nm).
- Campo lejano UV-C (230-290 nm).

2.4.14.3 Luz negra

Es la radiación electromagnética en el rango cercano de longitud de onda ultravioleta UV-A 330-390 nm (3300-3900 Å). No se considera dañina a la piel u ojos; se aplica clínicamente en el tratamiento para deficiencias de la vitamina "D", para combatir la psoriasis y otras afecciones de la piel. Sin embargo, es recomendable se limite su exposición especialmente a los ojos.

La lámpara provee luz ultravioleta de alta intensidad con un rango amplio del espectro, pero su filtro limita el rango de salida a 330-390 nm correspondiente a la luz negra.

⁸ Norma ASTM E 1444

2.4.14.3.1 Lámpara de luz negra (ultravioleta)

La luz negra deberá ser capaz de desarrollar las longitudes de onda requerida de entre 330 a 390 nm; deberán prevalecer las longitudes de onda de o cerca de 365 nm.

Los materiales fluorescentes usados absorben la luz pico de 365 nm de la banda del espectro de la luz ultravioleta de la longitud de onda grande.



Figura 2.10 Lámpara de luz negra
Fuente: www.liquidospentrantes.com

La luz negra incide sobre las indicaciones de líquido penetrante fluorescente en la longitud de onda pico de 365 nm, emitiendo luz en el espectro visible al ojo humano: color verde amarillo en el rango de 520 a 550 nm.

2.4.14.4 Medición de la intensidad⁹

La intensidad de la luz negra (y de la luz ultravioleta en general), no se especifica como la luz visible, en unidades de intensidad luminosa como luxes o candelas pie, por lo cual su intensidad tampoco puede ser cuantificada con medidores de luz visible.

⁹ Norma ASTM E 1444

La intensidad de la luz ultravioleta, es medida en unidades de energía. Los medidores de luz negra son calibrados en micro watts por centímetro cuadrado ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$).

Conforme a la norma ASTM, el nivel mínimo de intensidad de luz ultravioleta para propósitos de inspección, debe ser de $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ a 381 mm (15 pulg.) de la superficie a inspeccionar.

2.4.14.4.1 Medidor de intensidad de luz

Radiómetro digital para longitudes de ondas múltiples con sensores separados para medir luz visible y radiación ultravioleta.



Figura 2.11 Medidor de intensidad
Fuente: Norma ASTM E 1444

2.4.15 Métodos de limpieza¹⁰

Sustancias alcalinas.
1.- Químicos
Sales fundidas



Sustancias acidas.

Pulido abrasivo.
2.- Mecánicos
Agua y vapor a presión



Arena a presión
Limpieza ultrasónica.

3.- Por Solventes
Enjuague con solvente



Desengrasado por vapor

Cualquier método debe cumplir lo siguiente:

- ❖ No dejar residuos.
- ❖ No cerrar las discontinuidades.
- ❖ No dañar el material a inspeccionar.

¹⁰Norma ASTM E 1417-99

La selección del método de limpieza debe hacerse tomando en cuenta:

- ❖ Tipo de contaminante a ser removido.
- ❖ Su efecto en el material.
- ❖ Factibilidad de su aplicación.
- ❖ Requisitos de limpieza específicos del comprador.

2.4.15.1 Secuencia de la inspección con líquidos penetrantes¹¹

1. Limpieza inicial.
2. Primera etapa de secado.
3. Aplicación del penetrante.
4. Tiempo de penetración.
5. Aplicación del emulsificador
6. Tiempo de emulsificación
7. Remoción del exceso de penetrante.
8. Segunda etapa de secado.
9. Aplicación del revelador.
10. Tiempo de revelado.
11. Interpretación y evaluación (inspección).
12. Limpieza final.

2.4.15.1.1 Limpieza inicial.

Área de interés: Es la zona, área o porción específica de una pieza de la cual será evaluada su sanidad. Todas las superficies a examinar deben estar limpias y secas, libres de cualquier material extraño que interfiera con la prueba.

¹¹Código ASME Sección V (SE-165) y ASTM E 165-95

- ❖ Óxido, escamas, suciedad, tierra, pelusa.
- ❖ Fundente.
- ❖ Cascarilla de tratamiento térmico.
- ❖ Grasa, pintura,

2.4.15.1.2 Primera etapa de secado

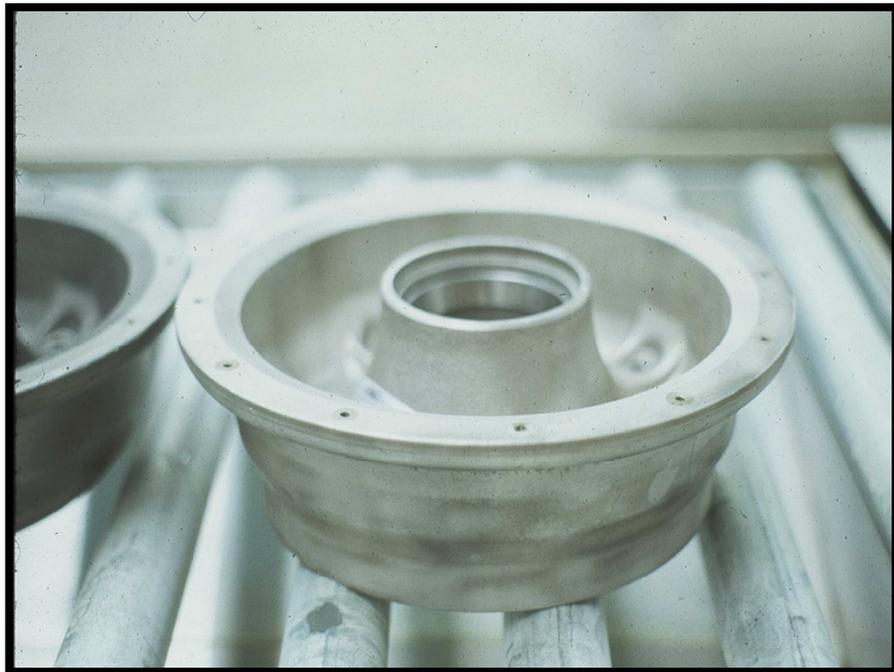


Figura 2.12 primera etapa de secado del componente
Fuente: Norma ASTM E 165-95

Después del pre limpieza: Puede ser por evaporación normal, con aire a presión, en un horno o con lámparas infrarrojas; debe fijarse un tiempo mínimo (de 3 a 5 minutos) para asegurarse que las soluciones de limpieza se hayan evaporado antes de aplicar el penetrante.

2.4.15.1.3 Aplicación del penetrante

Se puede aplicar por inmersión, con brocha, inundación o aspersion; se pueden usar pistolas neumáticas convencionales o electrostáticas y las piezas pequeñas se pueden colocar en canastillas. El rociado electrostático economiza penetrante y evita encharcamientos.



Figura 2.13 aplicación del penetrante por inmersión
Fuente: Norma ASTM E 165-95.

2.4.15.1.4 Tiempo de penetración

Después de la aplicación sigue el drenado del exceso de penetrante mientras éste permanece un tiempo adecuado sobre la superficie de la pieza.



Figura 2.14 Tiempo de penetración
Fuente: Norma ASTM E 165-95.

Después de la aplicación sigue el drenado del exceso de penetrante mientras éste permanece un tiempo adecuado sobre la superficie de la pieza. El tiempo de penetración es el recomendado por el fabricante; no debe excederse el máximo recomendado por él.

Tabla 2.2 Tiempo de penetración según material, penetrante y revelador

| MATERIAL | MÉTODO DE FABRICACIÓN | TIPO DE DISCONTINUIDAD | TIEMPO DE PERMANENCIA (EN MINUTOS) PARA LOS PROCESOS: I-A, I-B, I-C y I-D II-A y II-C | |
|---|---|---|---|---------------|
| | | | PENETRANTE (B) | REVELADOR (C) |
| Aluminio, Magnesio, Acero, Latón y Bronce, Aleaciones de Titanio y resistentes a altas temperaturas | Fundición y soldadura Materiales conformados por extrusión, forjado o laminado | Traslapes, porosidad, falta de fusión y grietas | 5 | 10 |
| | | Traslapes y grietas | 10 | 10 |
| | | Falta de fusión, porosidad y grietas | 5 | 10 |
| Herramienta con puntas de carburo | | | | |

Fuente: Código ASME Sección V Artículo 24

Elaborado por: Cbos Naranjo Edison

Observaciones acerca de los tiempos de la tabla:

- Temperatura de 10 a 38 °C para penetrante fluorescente.
- Temperatura de 10 a 52 °C para penetrante visible.

- Tiempo de revelado máximo: 2 horas para reveladores acuosos y 1 hora para no acuosos.

2.4.15.1.5 Aplicación del emulsificador:

Es aplicado después de transcurrido el tiempo de penetración, por inmersión o inundación, no aplicarlo por aspersión o brocha ni tampoco agitarlo mientras esté sobre la superficie; enseguida, la pieza es drenada evitando que el emulsificador se encharque en la pieza penetrante se debe hacer por inmersión, agua por aspersión (presión no mayor a 40 psi) o agua/aire por aspersión.

2.4.15.1.6 Tiempo de emulsificación:

Este es crítico y es determinado por la rugosidad superficial y el tipo de emulsificador, el tiempo nominal es el recomendado por el fabricante, el tiempo real debe determinarse experimentalmente.

Para sistemas tipo I, el tiempo no debe ser mayor a 3 minutos y 30 segundos para sistemas tipo II.

2.4.15.1.7 Enjuague o lavado posterior:

La remoción de la mezcla emulsificador/ (presión no mayor a 25 psi).

El enjuague por inmersión o atomización manual, no debe ser mayor a 120 s, al igual que la temperatura del agua debe estar entre 10 a 38 °C.

2.4.15.1.8 Remoción del exceso

Cuando se use agua-aire, la presión del aire no debe exceder 25 psi; la atomización debe efectuarse a una distancia mínima de 12 pulgadas, bajo una apropiada iluminación.

Si se produce un sobre lavado, la pieza debe ser fuertemente secada y reprocesada. Después del enjuague se puede secar la superficie con material limpio y absorbente o aire a una presión menor a 25 psi y finalmente se puede meter a un horno.

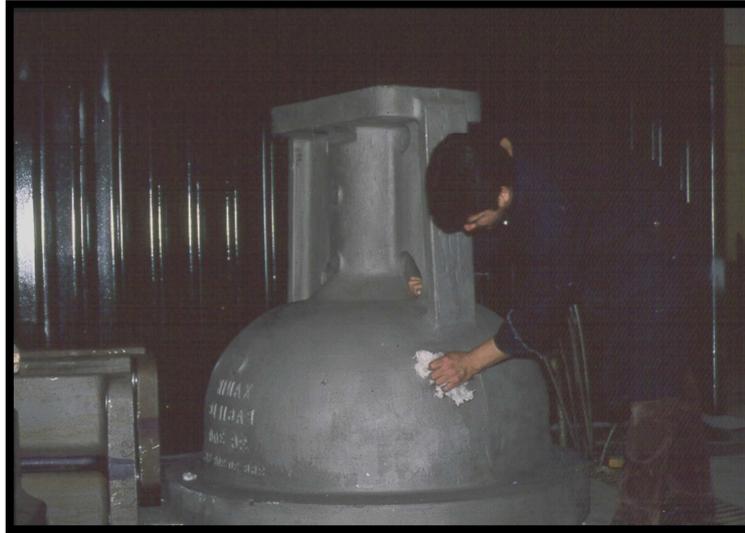


Figura 2.15 Remoción del exceso de penetrante
Fuente: Código ASME Secc. V Ed. 2007.

2.4.15.1.9 Aplicación del revelador

Debe aplicarse una capa fina y uniforme; un espesor insuficiente no sacaría el penetrante de las discontinuidades y un espesor excesivo podría enmascarar las indicaciones.

En penetrantes contrastantes usar sólo reveladores húmedos, en penetrantes fluorescentes usar húmedos o secos.



Figura 2.16 aplicación del revelador
Fuente: Norma ASTM E 165.

2.4.15.1.10 Tiempo de revelado

Inicia inmediatamente después de aplicar el revelador seco o tan pronto seca la capa del revelador húmedo.

El tiempo mínimo es de 10 minutos y el máximo 60 minutos, aunque periodos más largos son permitidos

Tabla 2.3 tiempo de revelado

| Tipo de Revelador | Tiempo Mínimo y Máximo |
|-------------------------|------------------------|
| Sin usar Revelador | 10 minutos y 2 horas |
| Revelador Seco. | 10 minutos y 4 horas |
| Reveladores no acuosos. | 10 minutos y 1 hora |
| Reveladores acuosos. | 10 minutos y 2 horas |

Fuente: Código ASME sección V artículo 6.

Elaborado por: Cbos Naranjo Edison

2.4.16 Interpretación (determina causa y origen).

La interpretación final debe ser hecha después de transcurrido el tiempo mínimo de revelado .Si la superficie a ser examinada es grande y esto impide su examen completo en una sesión, la aplicación del método debe hacerse por partes.

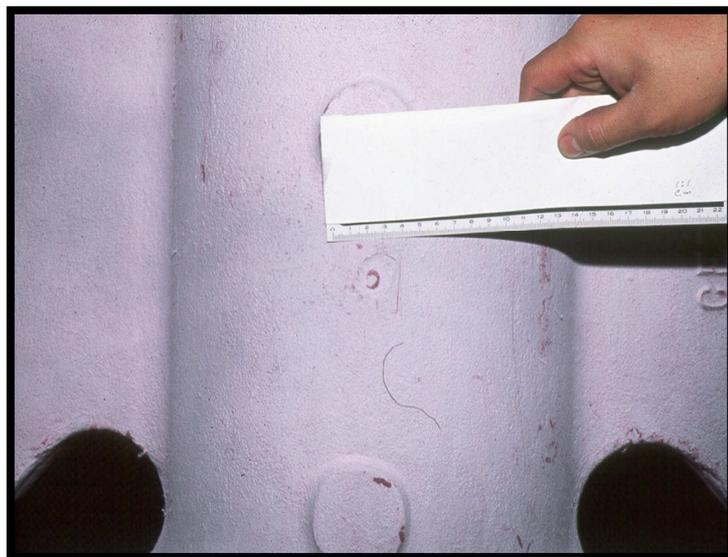


Figura 2.17 Interpretación de discontinuidades

Fuente: Tomada del autor

2.4.17 Evaluación¹²

Todas las indicaciones relevantes deben ser evaluadas de acuerdo a los estándares de aceptación aplicables. Áreas con manchas de pigmentación muy fluorescente o visible, son inaceptables; deben ser limpiadas y reexaminadas.

Las indicaciones relevantes obtenidas después de transcurrido el tiempo de revelado, pueden ser evaluadas mediante dos formas:

- ❖ Por dimensionamiento directo
- ❖ Por comparación contra fotografías estándar de referencia

Una indicación podría ser verificada frotándola con un material absorbente humedecido con solvente, dejar secar y reaplicar el revelador; si no reaparece ninguna indicación, la original es considerada falsa. Esto podría hacerse hasta dos veces para cualquier indicación original, en partes de avión usan acetona y un cotonete.

La indicación de una imperfección puede ser más larga que la imperfección que la causa, sin embargo, el tamaño de la indicación es la base para el criterio de aceptación. Sólo indicaciones con dimensiones mayores que 1/16 pulgada (1.6 mm) deberán ser consideradas relevantes.

Una indicación lineal es aquella que tenga una longitud mayor que tres veces su ancho.

Una indicación redondeada es aquella de forma circular o elíptica con una longitud igual o menor que tres veces su ancho.

Cualquier indicación dudosa o cuestionable, deberá ser reexaminada para determinar si es o no relevante.

¹²Norma ASTM E 433-71 Reapproved 2003

2.4.17.1 Indicación

Es la respuesta que se obtiene al aplicar algún método de inspección de NDT, ya sea la concentración de partículas, el sangrado del penetrante, una señal ultrasónica, el cambio de densidad en una radiografía, etc., y que requiere ser interpretada para determinar su significado.

2.4.17.1.1 Indicación no relevante:

Es causada por la configuración geométrica, cambios de estructura o acabado superficial burdo de la pieza o componente. No tiene ninguna relación con una discontinuidad o defecto esta puede ser causada por la pieza, pero no es debida a una imperfección que requiera evaluación.

2.4.17.1.2 Indicación relevante

Una indicación que es causada por una condición o tipo de discontinuidad que requiere evaluación. Algunos Códigos y Normas indican a partir de qué tamaño, las indicaciones de discontinuidad, deben ser consideradas relevantes: las indicaciones mayores a 1/16 pulg.

CAPÍTULO III

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

3.1 Definición de alternativas

Con el objeto de poder seleccionar las herramientas informáticas adecuadas para el desarrollo del recurso interactivo de NDI, se trabajó en este capítulo en el análisis de alternativas de los medios existentes para elaborar el recurso didáctico.

3.1.1 Alternativas para el software para la secuencia de animación

- a) Animación en adobe flash CS5fps (fotogramas por segundo animación) lenguaje de alto nivel script AS3 (código de programación)
- b) animaciones 3D tipo de animación para los objetos SPLINE SOLEVADO, BOLEANO, ESTRUCION, LATHE
- c) Animación en afteres fotogramas por segundo FPS formato de video NTCS formato interlazado (animaciones por fluido)

3.2 Estudio técnico

3.2.1 Forma en la que se representa un gráfico

Dentro de la computación se puede encontrar muchas extensiones de archivos asociadas a imágenes por ejemplo, .jpg, psd. Png, obj. 3ds etc..., pero por otro lado todos estos están clasificados dentro de dos grandes grupos o maneras en las que un gráfico se representa en una computadora:

- ✓ Mapas de bits transformados a gráficos vector
- ✓ Gráficos vectoriales
- ✓ Modo de color RGB (colores luz)
- ✓ Profundidad de color 16 bit

3.2.2 Gráficos rasterizados, mapas de bits

Las imágenes rasterizadas se conocen más comúnmente como vectores transformados en ilustrador, bitmaps, imagen matricial. Consisten en un raster que corresponde a una rejilla rectangular de píxeles o puntos de color que puede ser visualizada en la pantalla de un ordenador, en una impresión y en otros medios en los cuales se puedan representar imágenes.

A simple vista no distinguimos cada píxel por individual porque debido a su pequeño tamaño es imperceptible a nuestra visión. Pero el problema ocurre cuando se hace un acercamiento ampliando la imagen rasterizada o bitmap, ahora se harán visibles los píxeles que son esos pequeños cuadraditos de color.

La rejilla rectangular, matriz almacena las características de cada píxel (representa a un algoritmo) y cada algoritmo representa un bit de un color. Estas características que se guardan sobre los píxeles son las coordenadas que ocupan dentro de la gráfica y el color de éste.

Los píxeles no son apreciables a simple vista es necesario realizar un acercamiento o zoom de la imagen

El número de píxeles en que dividamos una imagen y el número de colores que éstos puedan tener determina la calidad de una imagen y por consiguiente según esta calidad aumente también se ocupará más espacio en disco.

3.3 Análisis de factibilidad

Mediante la realización de éste análisis conoceremos las características de los programas que se han designado para la elaboración del proyecto digital multimedia.

3.3.1 Alternativas para el diseño del software interactivo

a.- Diseño digital y multimedia en Autodesk 3DS

- ✓ Permite exportar los gráficos realizados desde otros programas como Ilustrador
- ✓ Crea gráficos vectoriales
- ✓ El uso del programa requiere el conocimiento de ciertos comandos para dibujar
- ✓ El acabado del gráfico es de gran calidad

b.- Adobe Flash CS5

- ✓ Es compatible para importar un amplia gama de tipos de imágenes
- ✓ El trabajo que se realice se lo puede empaquetar en un archivo autoejecutable que podrá arrancar en cualquier PC, formato SWF de fácil acceso.

- ✓ Entorno de trabajo es similar a los programas de la familia Adobe para diseño (adobe illustrator, adobe photoshop y aftereffects).
- ✓ Programa específicamente creado para animar gráficos e imágenes.
- ✓ Usa action script AS3 para programar acciones

c.- Diseño y animación Action Script

- ✓ Permite ampliar las funcionalidades que flash
- ✓ Ofrece en sus paneles de diseño y además permitir la creación de películas o animaciones con altísimo contenido interactivo.
- ✓ Provee a flash de un lenguaje que permite al diseñador o desarrollador añadir nuevos efectos o incluso construir el interfaz de usuario de una aplicación compleja, puesto que está basado en el estándar.

3.3.2 Alternativas de software para la secuencia de animación

a) Animación en 3DS Max

- ✓ Aplicación dedicada a la animación industrial y cinematográfica es el único programa que utiliza propiedades de leyes de la física.
- ✓ Es un programa muy complejo y sus propiedades de manejo tiene reactores (viento, motor, agua, aire, gravedad)
- ✓ Animación utiliza 3 tipos de animación por trayectoria, cuadro a cuadro y por desplazamiento.

b) Adobe photoshop

- ✓ Destinado para la edición, retoque fotográfico y pintura a base de imágenes de mapa de bits o gráficos rasterizados.
- ✓ Puede ser usado para crear imágenes, efectos, gráficos y más en muy buena calidad.
- ✓ Aunque para determinados trabajos que requieren el uso de gráficos vectoriales es más aconsejable utilizar adobe illustrator.
- ✓ Permite realizar el proceso de "positivado y ampliación" digital, no teniendo que pasar ya por un laboratorio más que para la impresión del material.

3.4 Evaluación de parámetros

Tomando en cuenta las características de los programas en cuestión se procederá a asignar un valor de 0.1 a 1 para su calificación y posteriormente se seleccionará la opción que haya obtenido un mayor valor en su puntuación.

3.4.1 Evaluación de parámetros del software de diseño digital

Los parámetros de evaluación para el software de diseño digital son los siguientes:

- ✓ Complejidad de manejo
- ✓ Calidad del diseño
- ✓ Compatibilidad entre programas

La complejidad del manejo

Hace referencia al grado de dificultad que envuelve el manejo de los comandos necesarios para la edición de un elemento.

La calidad de la presentación del elemento.

Indican la calidad final del trabajo multimedia.

Compatibilidad entre programas

La compatibilidad que existe entre el software de diseño y el de animación para la creación del recurso didáctico.

Tabla 3.1. Parámetros para cada alternativa para la animación

| PARAMETROS DE EVALUCIÓN | ALTERNATIVAS | | |
|----------------------------------|--------------|-----|-----|
| | A | B | C |
| Facilidad de manejo del software | 0.9 | 0.8 | 0.6 |
| Calidad de diseño | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| Compatibilidad entre programas | 0.8 | 1 | 0.8 |

Elaborado por: Autor del proyecto

Fuente: Investigación documental

Matriz de decisión para software de diseño interactivo

Tabla 3.2. Matriz de decisión para el diseño del software

| PARAMETROS DE EVALUACION | FACTORES DE PONDERACIÓN | ALTERNATIVAS | | |
|----------------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------|
| | X | Ax | Bx | Cx |
| Facilidad del manejo de software | 0.5 | 0.35 | 0.5 | 0.30 |
| Calidad del diseño | 0.3 | 0.27 | 0.27 | 0.27 |
| Compatibilidad entre programas | 0.2 | 0.18 | 0.20 | 0.16 |
| TOTAL | 1 | 0.80 | 0.97 | 0.73 |

Elaborado por: Autor del proyecto

Fuente: Investigación documental

3.4.2 Evaluación de parámetros del software para la secuencia de animación

En lo que tiene que ver con el software para la secuencia de animación los parámetros de evaluación son los siguientes:

- ✓ Facilidad de manejo del software
- ✓ Recursos para la animación (texturizado iluminación, recorrido virtuales)
- ✓ Compatibilidad entre programas

Facilidad de manejo del software

Este parámetro hace referencia al grado de dificultad que envuelve crear una aplicación en el programa.

Recursos para la animación

Éste parámetro hace referencia a los recursos que brinda el programa para elaborar la aplicación.

Compatibilidad entre programas

Éste parámetro hace referencia a la compatibilidad cuando se necesite importar los gráficos para crear la animación.

Tabla 3.3. Valor de cada parámetro para cada alternativa para la animación

| PARAMETROS DE LA EVALUACION | ALTERNATIVAS | |
|----------------------------------|--------------|-----|
| | A | B |
| Facilidad de manejo del software | 0.9 | 0.8 |
| Recurso para la animación | 0.8 | 1 |
| Compatibilidad entre programas | 0.9 | 1 |

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Investigación documental

3.5 Selección de la mejor segmentación de aplicaciones para el diseño y animación

Una vez que ha finalizado el análisis de alternativas y tomando en cuenta los parámetros que se definieron, se ha llegado a la conclusión de que la mejor alternativa es llevar a cabo un trabajo conjunto entre los programas adobe flash CS5 en el caso del software para la secuencia de animación, y para la edición, retoque fotográfico y pintura a base de imágenes de mapa de bits o gráficos rasterizados, se utilizara adobe photoshop mencionando que éstas dos tareas que envuelven la elaboración del recurso interactivo gozarán de un mejor desempeño con el uso de estos dos programas ya que los dos pertenecen a la familia de productos para diseño de Adobe por lo tanto la interfaz de trabajo, herramientas y paneles serán similares además de señalar que los trabajos gráficos realizados en adobe photoshop son 100% exportables hacia Adobe Flash CS5.

CAPÍTULO IV

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL RECURSO DIDÁCTICO

4.1 Información general

Durante la elaboración de la investigación previa al desarrollo del presente proyecto, se pudo conocer algunas circunstancias que fueron determinantes al momento de decidir cómo se pretende diseñar el recurso didáctico para el entrenamiento del alumno en la especialidad de NDI, en lo que tiene que ver con el método de líquidos penetrantes.

Se pudo conocer que un recurso destinado a ser usado en el ámbito educativo, tiene la capacidad de enfocar mucho más la atención del individuo que usa dicho material, cuando éste trabaja con el alumno no solo llegando por uno de sus sentidos como por ejemplo solo leyendo en un libro, si no que más bien el material que se oriente a enfocar la atención y concentración del alumno mediante la captación combinada de sus sentidos y que además ofrezca interactividad en su contenido es un recurso más eficaz. Entendiéndose como interactividad. La condición que posee un recurso de ofrecer libre disponibilidad de elección de la información que le plazca elegir al usuario, de ésta manera no atándolo a una secuencia programada.

También se tendrá en cuenta que una interfaz gráfica amable y una navegación sencilla dentro del entorno contribuirán a que el recurso que se va a elaborar, tenga una mejor aceptación.

Con estos antecedentes se procede a plantear el método de trabajo mediante el cual se elaborará el recurso.

4.2 Diagramas de procesos para la elaboración del recurso didáctico

En la siguiente tabla se muestra, la simbología mediante la cual explicaremos la secuencia de los procesos que forman parte de la elaboración del recurso didáctico.

Tabla 4.1 Símbolo de los procesos

| N° | SIMBOLO | DEFINICIÓN |
|----|--|--------------|
| 1 |  | OPERACIÓN |
| 2 |  | REVISIÓN |
| 3 |  | PROGRAMACIÓN |
| 4 |  | CONECTOR |

Fuente: Investigación documental
Elaborado por: Cbos. Naranjo Edison

Se expondrán los diagramas de procesos de la ventana principal y de las tres secciones principales del contenido es decir la sección del intro, menú principal y el contenido de cada botón del menú.

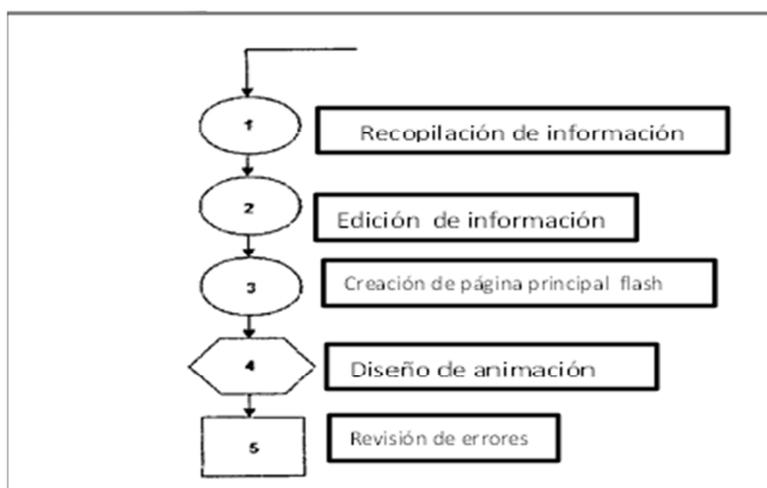


Figura 4.1. Diagrama de procesos de elaboración del CD
Fuente: Investigación documental

4.3 Diseño de navegación del CD interactivo

El mapa conceptual que presentado a continuación, permite observar claramente la distribución del contenido educativo, los títulos, subtítulos, galería de imagen, galería de video, y permite dar una idea de cómo está conformado el cd interactivo y donde posee, pantallas principales y secundarias.

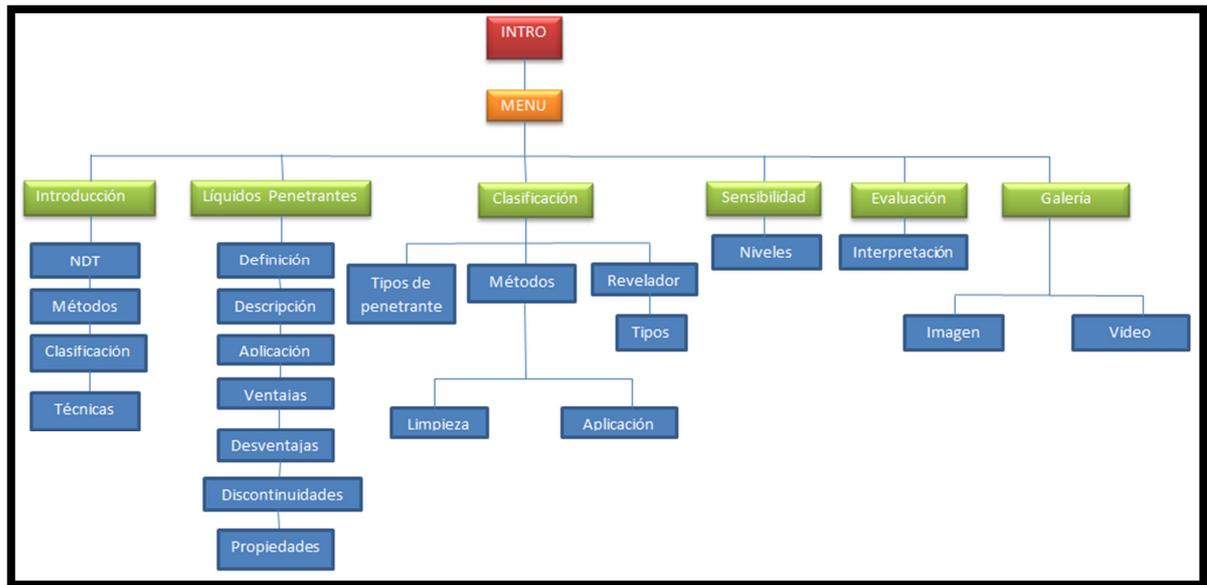


Figura 4.2. Diseño de navegación
Fuente: Extraída del autor

4.4 Descripción del software a ser utilizado

Adobe Flash Player Cs5.¹³ (anteriormente Macromedia flash) es un multimedia de la plataforma utilizada para agregar animación, vídeo y la interactividad a las páginas web. Flash se utiliza con frecuencia para los anuncios y juegos.

Flash manipula vectores y gráficos de trama para proporcionar la animación de texto, dibujos e imágenes fijas. Apoya bidireccional streaming de audio y video, y puede capturar la entrada del usuario mediante el ratón, teclado, micrófono y cámara. Flash contiene un lenguaje orientado a objetos denominado action script.

¹³http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash_Professional_cs5

El contenido de flash se puede mostrar en varios sistemas informáticos y dispositivos, usando adobe flash.

4.4.1 Requerimientos del software para ser instalado en un computador¹⁴

➤ **Requisitos mínimos:**

- Microsoft Windows XP
- 1 GB de espacio disponible en el disco duro para la instalación; se necesita espacio libre adicional durante la instalación (no se puede instalar en dispositivos de almacenamiento extraíbles basados en flash).
- Resolución de 1.024 x 768 (se recomienda de 1.280 x 800) con tarjeta gráfica Open GL cualificada y acelerada de hardware, color de 16 bits y 256 MB.
- Unidad de DVD-ROM.
- Software QuickTime 7.6.2 necesario para funciones multimedia
Conexión a Internet de banda ancha necesaria para los servicios en línea.

4.4.2 Página principal adobe flash profesional CS5

El programa se inicia con un espacio de trabajo de donde se crea y manipula documentos, empleando distintos elementos como paneles, barras y ventanas. Cualquier disposición de estos elementos se denomina espacio de trabajo.

¹⁴http://help.adobe.com/es_ES/flash/cs/using/flash_cs5

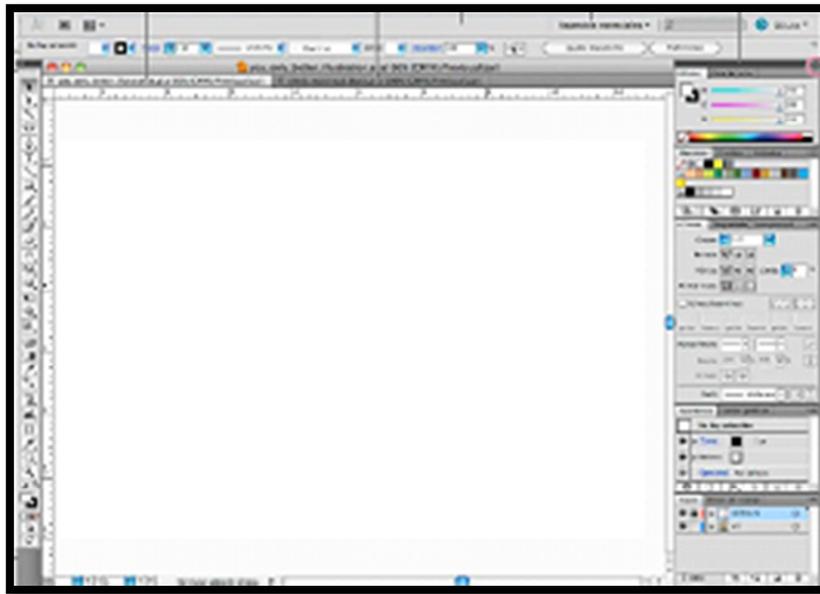


Figura 4.3 Ventana principal
Fuente: Extraída del autor

4.4.3 El espacio de trabajo de flash

Permite crear y manipular documentos y archivos empleando distintos elementos como paneles, barras y ventanas. Cualquier disposición de estos elementos se denomina espacio de trabajo. Los espacios de trabajo de las distintas aplicaciones de adobe creative suite 5 tienen la misma apariencia para facilitar el cambio de una a otra. Además, si lo prefiere, se puede adaptar cada aplicación a su modo de trabajar seleccionando uno de los varios espacios de trabajo preestablecidos o creando otro personalizado.

Al abrir el programa encontraremos con un panel de herramientas y a la izquierda, la línea de tiempo en la parte superior, y finalmente a la derecha el panel de propiedades. Y en el centro el “lienzo” sobre el cual vamos a trabajar.

Al dar un clic en el menú ventana luego espacio de trabajo y seleccionemos la opción nuevo espacio de trabajo. Aparecerá una ventana donde exigirá un nombre para el espacio de trabajo. Se escoge un nombre y clic aceptar. Ahora se

puede cambiar el espacio de trabajo como más nos guste. En el menú ventana elegimos los paneles que queremos tener en el escenario.

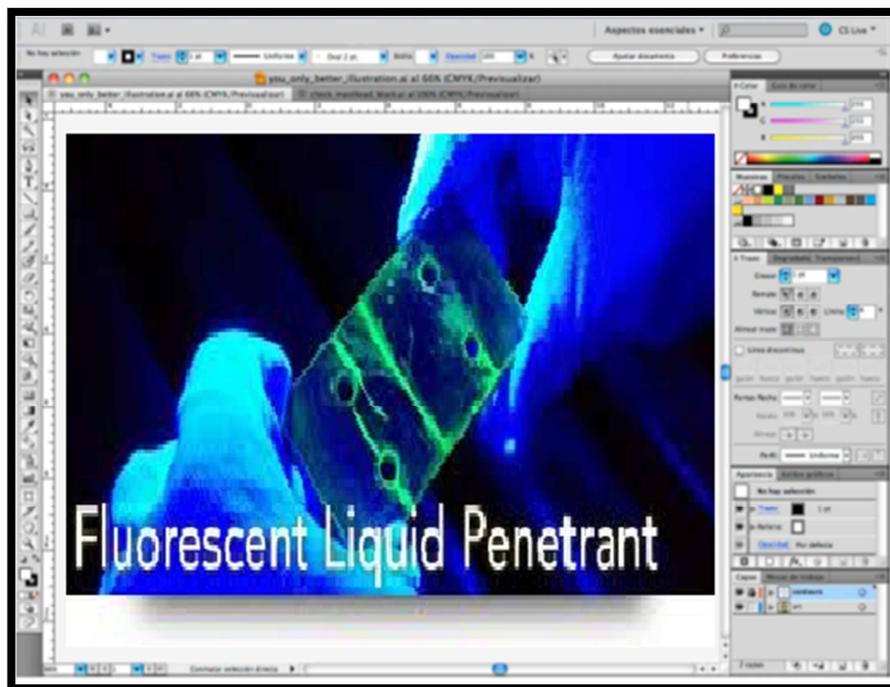


Figura 4.4 Espacio de trabajo
Fuente: Extraída del autor

4.4.4 Las herramientas y sus utilidades

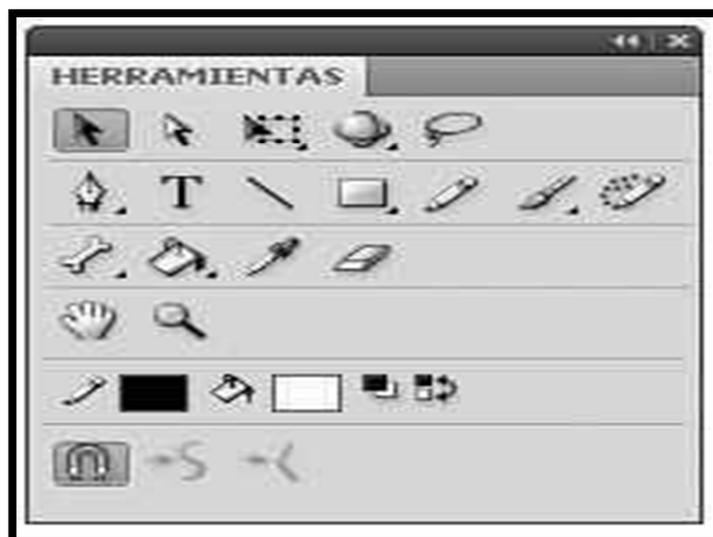


Figura 4.5 Barra de herramientas
Fuente: Extraída del autor

- **Herramienta de selección.-** Permite seleccionar, mover y deformar objetos (si mantienes presionado el botón izquierdo del ratón y lo arrastras, puedes hacer una selección rectangular)
- **Herramienta de subselección.-** permite modificar objetos por sus modos.
- **Herramienta de transformación libre.-** sirve para aumentar o disminuir el tamaño de objetos (para aumentar o disminuir proporcionalmente, manteniendo presionada la tecla Shift)
- **Herramienta de transformación de degradado.-** (surge al mantener presionado el botón de la herramienta de Transformación Libre) sirve para modificar degradados.
- **Herramienta de rotación 3D y herramienta de traslación 3D** (sólo compatibles con action script 3.0) sirve para transformar objetos simulando 3D.
- **Herramienta lazo.-** sirve para hacer selecciones a mano alzada.
- **Herramienta pluma.-** sirve para dibujar líneas rectas o curvas. herramienta añadir punto de ancla sirve para añadir un punto de ancla en una línea (permite curvarla).
- **Herramienta eliminar punto de ancla.-** sirve para eliminar un punto de ancla en una línea curva.
- **Herramienta convertir punto de ancla.-** permite modificar los puntos de ancla para así modificar la curvatura de una línea.
- **Herramienta Texto.-** permite introducir un texto.
- **Herramienta línea.-** permite.- dibujar una línea recta (para dibujar una línea totalmente horizontal, vertical o en diagonal, mantén presionada la tecla shift).
- **Herramienta rectángulo.-** permite dibujar un rectángulo (para dibujar un cuadrado perfecto mantén presionada la tecla shift).
- **Herramienta óvalo.-** sirve para dibujar un óvalo (para dibujar un círculo perfecto mantén presionada la tecla shift).
- **Herramienta rectángulo simple.-** permite dibujar un rectángulo o cuadrado y curvar fácilmente sus vértices.
- **Herramienta óvalo simple.-** permite dibujar un óvalo o círculo y cortarlo fácilmente (para que quede una especie de “pacman” o pizza 🍕).

- **Herramienta polystar.**-permite dibujar polígonos regulares o estrellas (modifica las propiedades en el panel propiedades).
- **Herramienta lápiz.**-permite dibujar líneas a mano alzada.
- **Herramienta pincel.**- permite dibujar líneas (que funcionan como rellenos) a mano alzada.
- **Herramienta rociador.**-permite “rociar” formas (que son símbolos en la biblioteca) sobre el escenario.
- **Herramienta deco.**- permite incorporar una decoración en el escenario (puede interpolarse).
- **Herramienta hueso y herramienta vinculación.**- (sólo compatibles con action script 3.0) permiten simular el movimiento del esqueleto humano (es una herramienta muy interesante para animar personajes y darles cierto realismo).
- **Herramienta cubo de pintura.**- permite agregar relleno a una forma cerrada compuesta por una línea, o bien para cambiar el color de un relleno ya existente.
- **Herramienta bote de tinta.**- permite agregar borde a un relleno, o bien para cambiar el color de un borde ya existente.
- **Herramienta cuentagotas.**- permite seleccionar un color y automáticamente pasar a la herramienta cubo de pintura.
- **Herramienta borrador.**- permite borrar rellenos y/o bordes (al seleccionarlo aparecerán tres botones: uno sirve para regular el grosor, otro para seleccionar qué borrar, y una canillita para borrar un objeto entero).
- **Herramienta mano.**- permite deslizarte a lo largo del escenario (también puede utilizarse manteniendo presionada la barra espaciadora).
- **Herramienta zoom.**- es una lupa (manteniendo presionado Alt “aleja”). además de la lupa se puede presionar Ctrl “+” para “acercar” o Ctrl “-“para “alejar”.

4.4.5 Degradados y panel de color

Si espacio de trabajo no contiene este panel abrimos en el menú ventana. Dando un clic en el botón de relleno y seleccionando el pequeño rectángulo con el degradado de blanco al negro. Se puede modificar este degradado agregando puntos y colores, moviéndolos, cambiándolos de color o eliminándolos (presionando Ctrl).

Una vez que nos guste el resultado modificamos el degradado con la herramienta transformación de degradados (puedes girarlo, achicarlo, torcerlo, etc).

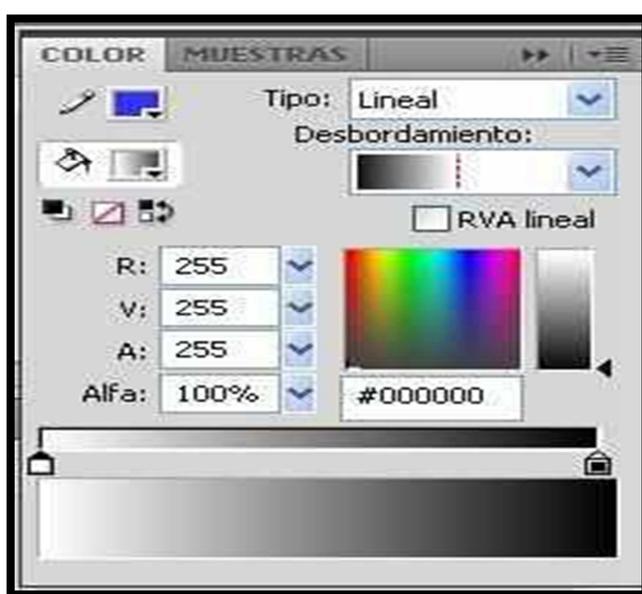


Figura 4.6 Degradados y panel de color
Fuente: Extraída del autor

4.4.6 Biblioteca

Si no hay este panel en el espacio de trabajo abrimos el menú ventana. En la biblioteca se encuentran los símbolos y las imágenes, videos, sonidos o lo que sea que importes para incorporar al escenario.

Para importar un archivo a la biblioteca se debe ir al menú archivo luego Importar, luego Importar a biblioteca y seguido de ello seleccionamos el archivo para importar video debemos elegir la opción Importar video.

Para insertar un nuevo símbolo (que puede ser un Clip de película, Botón o Gráfico) nos ubicamos en el menú insertar luego nuevo símbolo, o bien presionamos Ctrl más F8. Para darle un nombre, seleccionamos el tipo de símbolo y clic en aceptar y entramos automáticamente al símbolo creado, y ahora puede modificar dicho símbolo. Una vez terminado de modificar el símbolo a nuestro gusto, se vuelve a la escena principal y para incorporar el símbolo en el escenario entramos a la biblioteca y arrastramos desde allí.



Figura 4.7 Panel de biblioteca
Fuente: Extraída del autor

4.4.7 Panel de propiedades.

Si no tenemos este panel en el espacio de trabajo abrimos en el menú ventana, o bien presionando Ctrl mas F3.

Aquí se puede cambiar las propiedades de cualquier objeto, interpolación, símbolo, relleno, borde o lo que sea. Es posible darles nombres de instancia a los símbolos, lo cual nos va a servir de mucho cuando tengamos que programar con action script; se puede agregar filtros a los textos y clips de película (ya sean sombras, desenfocados, iluminados, bisel, etc.); se puede cambiar las propiedades de color de los clips de película o botones (alfa, tinta, brillo, etc.); se

cambian los tipos de letra, tamaños y colores de los textos; incluso se puede agregar efectos a las interpolaciones de movimiento y forma.

4.4.8 Cambiar las propiedades del documento.

En cualquier lugar vacío del escenario damos clic derecho más propiedades del documento. Ahí se puede variar el tamaño del “lienzo”, color de fondo, fps y unidad de regla.

4.5 Proceso de animación.

4.5.1 Diseño y elaboración de las animaciones

Elaboración

Cuando se realizó el estudio técnico para la selección de alternativas llevado a cabo en el capítulo III, se mencionó las características que poseen los gráficos vectoriales y precisamente son éste tipo de gráficos los que utiliza el programa Flash como base para crear animaciones gráficas.

La animación que presenta el CD, contempla los dos tipos de gráficos digitales, gráficos tipo mapa de bits modificados cuando el elemento gráfico sea estático y cuando se requiere animar el elemento gráfico.

4.5.2 Capas

Las capas permiten mostrar partes de una imagen o gráfico de la capa situada debajo. Para crear una máscara, se especifica que una capa es una capa de máscara y se dibuja o coloca de una forma rellena en la capa. Se puede utilizar cualquier forma rellena, como grupos, textos y símbolos. La capa de máscara muestra el área de capas vinculadas situada debajo de la forma rellena.

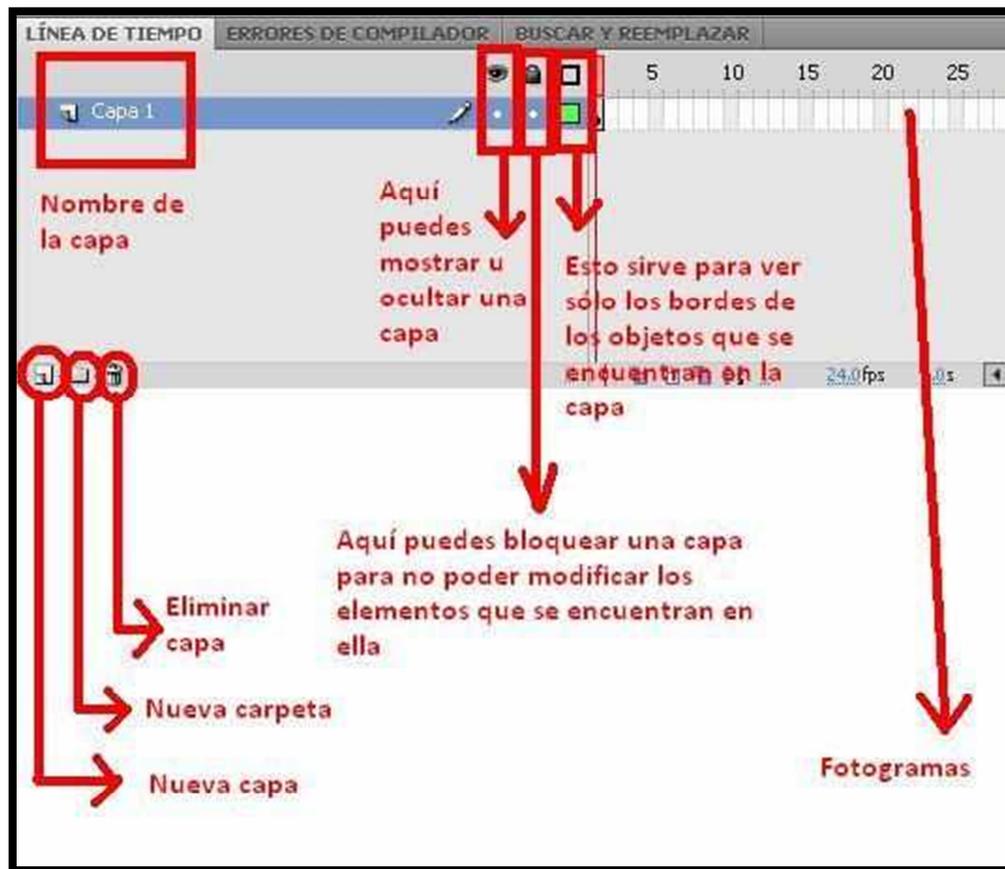


Figura 4.8 Creación de una capa
Fuente: Extraída del autor

4.5.2.1 Creación de capas

Cuando se crea una capa, ésta aparece sobre la capa seleccionada. La capa recién creada se convierte en la capa activa.

Realice los siguientes pasos:

- Haga clic en el botón nueva capa  situado en la parte inferior de la línea de tiempo.
- Seleccione insertar, luego línea de tiempo, finalmente capa.

4.5.3 Botones

Los botones son en realidad son clips de película interactivos de cuatro fotogramas. Cuando se selecciona el comportamiento del botón para un símbolo, flash crea una línea de tiempo con cuatro fotogramas. Los tres primeros fotogramas muestran los tres posibles estados del botón; el cuarto fotograma define el área activa del botón. La línea de tiempo no se reproduce realmente; reacciona a los movimientos y las acciones del puntero saltando al fotograma correspondiente.

Para que un botón sea interactivo, colocamos una instancia del símbolo del botón en el escenario y se asigna acciones a la instancia. Las acciones deben asignarse a la instancia del botón del documento y no a los fotogramas de la línea de tiempo del botón.

Tenemos en él cuatro estados:

- **Reposo.**- es cuando no tiene “encima” al cursor.
- **Sobre.**- es cuando el cursor está “encima” del botón.
- **Presionado.**- es cuando el usuario mantiene presionado el botón izquierdo del ratón.
- **Zona activa.**- en realidad no se ve, allí podemos dibujar un rectángulo de cualquier color para indicar qué partes del escenario pertenecen al botón.

Para poder crear botones en el CD se tuvo que seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionamos edición luego anulamos todas las selecciones para asegurarse de que no quede nada seleccionado en el escenario.
2. Seleccionamos insertar luego nuevo símbolo o presionamos Control más F8 (Windows).

Para crear el botón, debemos convertir los fotogramas del botón en fotogramas clave.

3. En el cuadro de diálogo se crea nuevo símbolo, indique un nombre para el nuevo símbolo de botón. Para el tipo de símbolo, seleccionamos botón.
4. Para crear la imagen del botón del estado arriba, se selecciona el fotograma arriba en la línea de tiempo y, a continuación, utilizamos las herramientas de dibujo, importamos un gráfico o colocamos una instancia de otro símbolo en el escenario.
5. hacemos clic en el fotograma sobre y se seleccionamos insertar luego línea de tiempo y finalmente fotograma clave. Flash inserta un fotograma clave que duplica el contenido del fotograma arriba.
6. Modificamos o editamos la imagen del botón para el estado sobre.
7. Se repite los pasos 5 y 6 para los fotogramas presionado y zona activa.

El fotograma zona activa no es visible en el escenario, pero define el área del botón que responde cuando se hace clic. El gráfico del fotograma zona activa debe ser un área sólida lo bastante grande para abarcar todos los elementos gráficos de los fotogramas arriba, presionado y sobre. También puede ser más grande que el botón visible. Si no se especifica un fotograma zona activa, se utilizará la imagen para el estado arriba como fotograma zona activa.

8. Para asignar un sonido a un estado del botón, seleccionamos el fotograma de dicho estado en la línea de tiempo, elegimos ventana luego propiedades y, a continuación, seleccione un sonido en el menú sonido del inspector de propiedades.

9. Para terminar, seleccionamos edición luego editar documento. Para crear una instancia del botón en el documento, arrastramos el símbolo de botón desde el panel biblioteca.

De forma predeterminada, flash mantiene los botones desactivados durante su creación, para facilitar su selección y manipulación. Cuando un botón está desactivado, al hacer clic en él se selecciona. Cuando un botón está activado, responde a los eventos del ratón que se han especificado como si se estuviera reproduciendo. Los botones activados pueden seleccionarse, se desactiva los botones mientras trabaja y actívelos para probar rápidamente su comportamiento.

4.5.4 Línea de tiempo

Al igual que en las películas, los documentos de adobe flash Cs5 dividen el tiempo en fotogramas. En la línea de tiempo, se trabaja con estos fotogramas para organizar y controlar el contenido de los documentos. Los fotogramas se colocan en la línea de tiempo en el orden en que se desea que aparezcan los objetos de los fotogramas en el contenido final.

Fotograma clave.- es un fotograma donde una nueva instancia del símbolo aparece en la línea de tiempo. Un fotograma clave también puede ser un fotograma que incluya código Action Script para controlar determinados aspectos del documento.

Fotograma clave de propiedad.-es un fotograma clave en el que se definen cambios en las propiedades de un objeto para una animación.

Fotograma interpolado.- es cualquier fotograma perteneciente a una interpolación de movimiento.

Fotograma estático.- es cualquier fotograma que no pertenezca a una interpolación de movimiento.

4.5.4.1 Inserción de fotogramas en la línea de tiempo

Para insertar un fotograma nuevo, seleccionamos insertar luego línea de tiempo y finalmente fotograma. Para crear un nuevo fotograma clave, se elegí insertar, luego línea de tiempo seguido de fotograma clave, o bien, hacemos clic con el botón derecho del ratón (Windows) o presionamos la tecla control y hacemos clic en el fotograma donde se desee colocar un fotograma clave y seleccionamos Insertar fotograma clave en el menú contextual.

4.5.4.2 Eliminación de un fotograma.

Seleccionamos el fotograma y elegimos editar luego línea de tiempo luego quitar fotogramas o hacemos clic con el botón derecho del ratón (Windows) o con la tecla control presionamos sobre el fotograma y seleccionamos quitar fotogramas en el menú contextual. Los fotogramas de alrededor permanecen intactos.

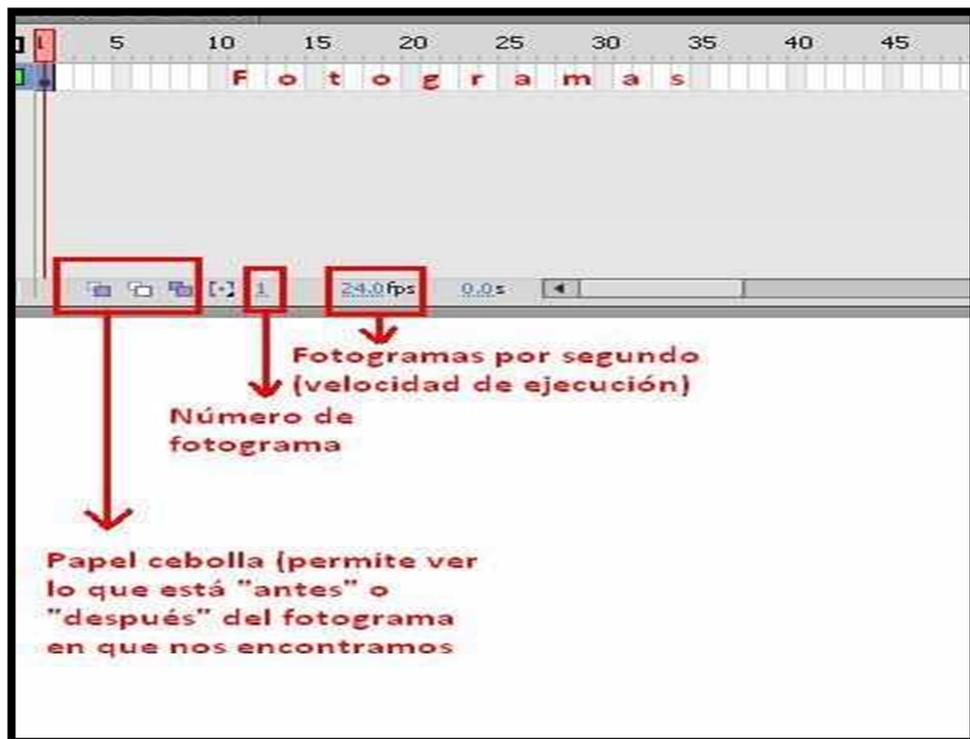


Figura 4.9 Línea de tiempo
Fuente: Extraída del autor

4.5.5 Interpolaciones.

Es la parte más importante de la elaboración del CD, es donde se juntan todos los otros conceptos para poder animar. Se tiene dos tipos diferentes de interpolación: Interpolación de movimiento e interpolación de forma. Son muy diferentes, la primera sirve para “mover” (como su nombre lo indica) símbolos, sean botones, o gráficos, y la segunda sirve para cambiar color o forma de un objeto que no es un símbolo.

4.5.5.1 Interpolación de movimiento.

Es una forma de animar objetos, los cuales deben ser clips de película, podemos variar el tamaño, posición en el escenario, color (mediante el panel de propiedades).

Se aplica seleccionando el objeto que queremos animar, y presionamos F8 para convertirlo en un clip de película. Seguido de eso insertamos un fotograma clave en el fotograma que queramos (clic derecho en el fotograma más “insertar fotograma clave”). En este fotograma hacemos las variaciones que deseamos hacerle al clip de película. Entre el fotograma 1 y el fotograma “x” donde se encuentren las variaciones del clip, hacemos clic derecho y seleccionamos la opción y ya está, se puede ver el resultado presionando Ctrl+Enter para probar la película.

4.5.6 Texto.

Incluir texto en las aplicaciones de adobe flash CS5 hay de muy diversas maneras. Se puede crear campos de texto que contengan texto estático, al editar el documento. También se puede crear campos de texto dinámico, que muestran texto que se actualiza, como cotizaciones bursátiles o titulares nuevo, y campos de introducción de texto, que permiten a los usuarios introducir el texto para formularios o encuestas. Flash permite trabajar con texto de distintas formas. Por ejemplo, puede orientar el texto horizontal o verticalmente; definir atributos como fuente, tamaño, estilo, color e interlineado; comprobar la ortografía; transformar texto mediante rotación, sesgado o volteado; vincular texto; hacer que el texto se

pueda seleccionar; animar texto; controlar la sustitución de texto y utilizar una fuente como parte de una biblioteca compartida, los documentos de flash pueden utilizar fuentes post script tipo 1, fuentes de mapa de bits. En los campos de texto se puede conservar el formato de texto enriquecido mediante atributos y etiquetas HTML. Si utiliza texto HTML para el contenido de un campo de introducción de texto o dinámico, puede ponerse el texto alrededor de una imagen, incluido un archivo SWF o JPEG o un clip de película

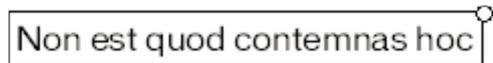
4.5.6.1 Creación de campos de texto

Se puede crear tres tipos de campos de texto: estáticos, dinámicos y de introducción de texto. Todos los campos de texto son compatibles con único de, los campos de texto estático muestran texto cuyos caracteres no se modifican de forma dinámica. Los campos de texto dinámico muestran texto que se actualiza de forma dinámica, como cotizaciones de valores bursátiles o información meteorológica.

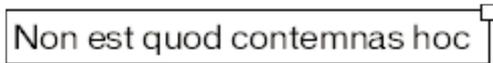
Los campos de introducción de texto permiten a los usuarios introducir texto en formularios o encuestas. Se puede crear texto horizontal (con flujo de izquierda a derecha) o texto vertical estático (con flujo de izquierda a derecha o de derecha a izquierda). Cuando se crea texto estático, se puede colocar en una sola línea que se amplía a medida que escribe o en un campo de anchura fija (para texto horizontal) o de altura fija (para texto vertical) que se amplía y se ajusta al texto automáticamente. Cuando se crea texto dinámico o de campo de introducción de texto, se puede colocar en una sola línea o crear un campo de texto con una anchura y una altura fijas.

Flash muestra un selector en la esquina de los campos de texto para identificar su tipo:

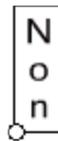
- Para texto horizontal estático que se amplía, aparece un selector circular en la esquina superior derecha del campo de texto.



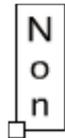
- Para texto horizontal estático con una anchura fija, aparece un selector cuadrado en la esquina superior derecha del campo de texto.



- Para texto vertical estático con flujo de derecha a izquierda y que se amplía, aparece un selector circular en la esquina inferior izquierda del campo de texto.



- Para texto vertical estático con flujo de derecha a izquierda y una altura fija, aparece un selector cuadrado en la esquina inferior izquierda del campo de texto.



- En los campos de texto dinámico desplazables, el selector circular o cuadrado aparece relleno de color negro, en lugar de vacío.



Hacemos doble clic con la tecla Mayus presionada en el selector de un campo de introducción de texto o dinámico para crear campos de texto que no se amplían al introducir texto en el escenario. Esto permite crear un campo de texto de tamaño fijo y rellenarlo con más texto del que puede mostrar para crear así texto desplazable.

4.5.6.2 Creación y edición de campos de texto

El texto es horizontal de forma predeterminada; no obstante, el texto estático también se puede alinear verticalmente. Para editar texto en Flash se pueden utilizarse las técnicas de procesamiento de texto más habituales. Para mover el

texto en el archivo flash, y entre flash y otras aplicaciones, se usan los comandos cortar, copiar y pegar.

4.5.7 Insertar Audio

Se puede crear sonidos que se reproduzcan de manera constante, independientes de la línea de tiempo, o utilizar la línea de tiempo para sincronizar una animación con una pista de sonido. Se puede añadir sonidos a botones para hacerlos más interactivos y hacer que aparezcan y desaparezcan de forma paulatina para refinar más la pista de sonido.

4.5.7.1 Importación de sonidos.

Para colocar archivos de sonido en Flash, impórtelos a la biblioteca del documento actual.

1. Seleccione Archivo, luego Importar, y finalmente Importar a biblioteca.
2. En el cuadro de diálogo Importar, localice y abra el archivo de sonido deseado.

Nota: también puede arrastrar un sonido desde una biblioteca común a la biblioteca del documento actual.

4.5.7.2 Formatos de archivo de sonido admitidos.

Puede importar a Flash los siguientes formatos de archivo de sonido:

- ASND Se trata del formato de sonido nativo de Adobe Soundbooth.
- WAV (sólo en Windows)
- AIFF (mp3)

4.5.7.3 Añadir un sonido a la línea de tiempo.

1. Importe el sonido a la biblioteca, si no lo ha hecho ya.
2. Seleccione Insertar luego línea de tiempo finalmente Capa.
3. Con la nueva capa de sonido seleccionada, arrastre el sonido desde el panel Biblioteca hasta el escenario. El sonido se añade a la capa activa.

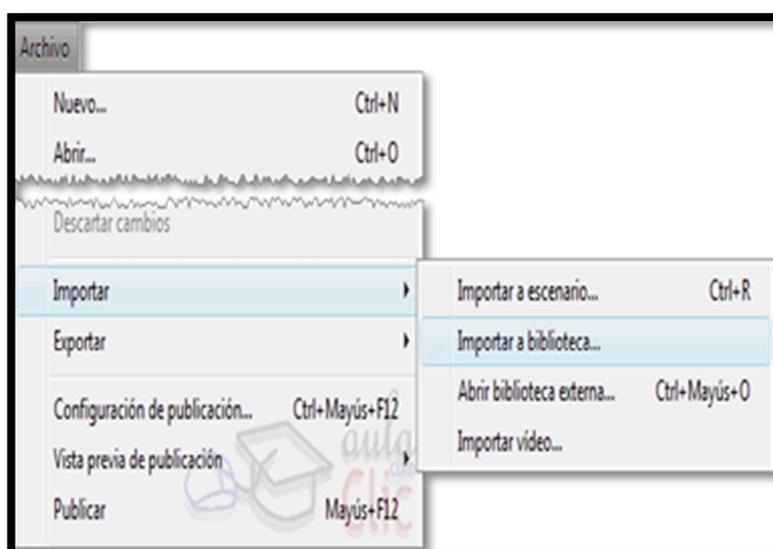


Figura 4.10 Importar archivo de audio
Fuente: Extraída del autor

4.6 Secuencia de Animación

Este recurso educativo interactivo, se inicia con un intro, que conforma la secuencia de imágenes relacionadas con los ensayos no destructivos, esto con la aplicación de distintas capas sobre las imágenes para adquirir ciertos efectos visuales, indicando diversas imágenes acerca de los trabajos donde se aplica NDI.

En la parte superior derecha de la pantalla existe un botón denominado “saltar intro” este sirve para cualquier usuario que desee no observar el mismo y quiera ir directamente al contenido del CD.



Figura 4.11 Pantalla intro
Fuente: Extraída del autor

Luego del intro, aparece la pantalla principal que contiene una lista de títulos relacionados con el método de líquidos penetrantes que permitirá al alumno o interesado acceder al contenido del manual de una manera rápida y sencilla.

En la pantalla principal, se observa en la parte superior derecha un menú de títulos y en la parte izquierda superior se encuentra un “Banner” que es una secuencia de imágenes que aparecen una después de otra acerca del método de líquidos penetrantes, esta secuencia de imágenes se mantendrá siempre y no se relacionan con ninguno de los títulos ni subtítulos, solamente representa imágenes acerca de dicho método.

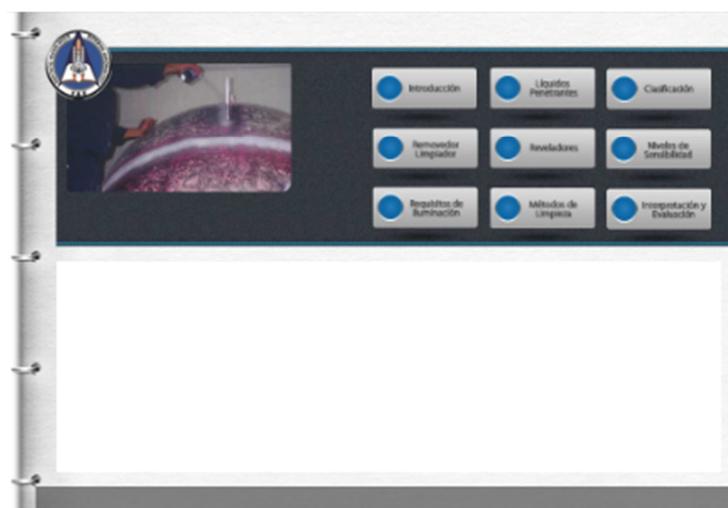


Figura 4.12 Pantalla menú principal
Fuente: Extraída del autor

Al hacer clic en uno de los botones que representa cada título referente a nuestro tema, se despliega un submenú acerca del mismo en la parte inferior derecha, cada uno con su información sintetizada y específica. Se puede elegir cada submenú o subtítulo haciendo clic en el que se requiera.

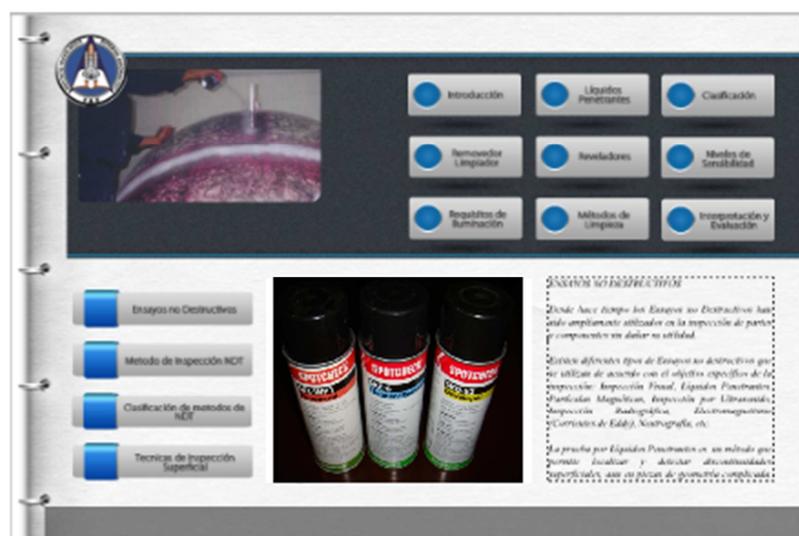


Figura 4.13 Pantalla subtítulos y contenido
Fuente: Extraída del autor

Así mismo como se despliegan los subtemas o submenús, aparecerá también si existiese una imagen relacionada con el tema que se trata en ese subtítulo que se ubican en la parte media de la pantalla principal.

De la misma manera en algunos subtemas existen imágenes con ciertas animaciones que demuestran secuencias de procedimientos del método. Estas imágenes demuestran de qué manera se aplican los líquidos materiales y el uso de ciertos equipos. En ciertas imágenes aparecerán en la parte inferior dos botones para ir a la siguiente imagen o regresar a la anterior, lo que nos permite tener una mayor ampliación de conocimientos observando distintas imágenes relacionadas entre sí.

En el CD existe también un botón perteneciente a la galería de imágenes; la misma que aparecerá en la parte superior derecha de la pantalla, junto a dos

botones que permiten ir a la siguiente imagen o ir a la anterior imagen según quiera el usuario. Cada una de las imágenes de esta galería permite observar los procedimientos niveles de sensibilidad todo lo que se refiere a la especialidad de NDI.

El presente CD también posee dos videos del uso de los líquidos penetres y reveladores, donde aparece en el tipo de penetrante que se puede usar según el tipo de material a ser inspeccionado.

4.7 Descripción del software interactivo

El software es autoejecutable inmediatamente después de la inserción del CD. El contenido del material se deriva desde la ventana principal. Dentro del contenido, la información del CD está dividida en temas principales de los cuales se derivan temas secundarios, en el que al elegir uno de ellos se muestra toda la información teórica como también en imágenes. El contenido elaborado en base a la información extraída desde las normas y procedimientos de Ensayos no Destructivos con sus respectivas imágenes. Dentro de estas ventanas la información del tema que se elija está disponible en audio y en texto opcional, para con esto idear una forma didáctica de explicar el proceso de inspección de líquidos penetrantes al usuario del recurso didáctico.

Toda la información contenida en el CD es para uso didáctico, dirigido a los alumnos de la (ETFA), (ITSA).

4.8 Pruebas de funcionamiento y operación del material didáctico

4.8.1 Funcionamiento

Para la comprobación del CD interactivo se realizó un seguimiento de cada imagen, pruebas de corrección en cada archivo, además se verificó que no existe errores de sincronización en las animaciones, para esto se comprobó la correcta ubicación de los fotogramas en los diagramas, gráficos, botones, audio, texto y efectos del software interactivo, las distintas secuencias de imágenes, evitando

así que al final se presenten errores desde que se inicia el CD hasta para salir del mismo.

De la misma manera se procedió a verificar la programación de cada botón para que pueda cumplir su función específica al ser pulsado con el mouse o al ser utilizado mediante las flechas de desplazamiento del teclado. Una vez realizada la comprobación del software interactivo se obtuvo la simulación total del CD interactivo.

4.8.2 Operación

En cuanto a la operación, cabe mencionar que el usuario no registrará ningún problema el momento de ejecutar y navegar entre el contenido del material, la realización del entorno tomo muy en cuenta el no traer ninguna dificultad en el uso del recurso.

4.9 Requerimientos para la operación del material didáctico

Con la ayuda de una característica que posee el programa flash en el que se creó el entorno del material didáctico, se configuro el archivo creado en flash para ser autoejecutable en una plataforma Windows.

En cuanto a la resolución de pantalla que usará el material interactivo, no hay problema alguno puesto que fue configurado para adaptarse a cualquier resolución disponible en el equipo en el ordenador donde se ejecute.

Los únicos requerimientos son:

- ✓ Windows como sistema operativo
- ✓ 32 bits profundidad de color
- ✓ Altavoces
- ✓ Unidad lectora de CD

4.10 Manual del usuario

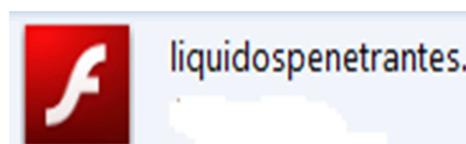
De manera concreta, el producto final, o resultado esperado al concluir el proyecto, es un CD interactivo de ensayos no destructivos en el método de líquidos penetrantes aplicado a la aviación.

El CD interactivo contiene una aplicación autoejecutable, que se iniciará al introducir el disco en la unidad de CD-ROM de una computadora personal. La aplicación presentará la información empleando una combinación de texto, sonido, imágenes, animaciones, y videos. También incluirá los elementos necesarios que permitan a los usuarios moverse por la información de modo más intuitivo e interactivo

El diseño de la aplicación en el CD-ROM está enfocado a proveer de un producto con conectividad entre pantallas, para que el contenido no parezca una presentación estática con imágenes y sonido, sino una experiencia interactiva variada e informativa

Como parte del proceso de enseñanza aprendizaje en el mejoramiento continuo de la eficiencia y atención de los alumnos se ofrece un manual del usuario con el fin de mejorar el uso y funcionamiento del recurso interactivo

Una vez ingresado el CD un la unidad de CD-ROM de manera inmediata se presentara un icono ejecutable con el nombre de líquidos penetrantes mediante el cual permite ingresar al contenido del CD



Al ingresar en mencionado icono inmediatamente se presenta un intro acompañado de un sonido de audio donde se puede visualizar imágenes del método de líquidos penetrantes las cuales se manifiestan con una animación. En la parte superior derecha se encuentra un botón con la opción de saltar el intro, el que nos trasladará al contenido del CD o menú principal.



Figura 4.14 Menú principal
Fuente: Extraída del autor

Una vez ya ingresado en el menú principal en el cual se visualiza el contenido del CD el mismo que está conformado por 12 botones del menú principal que son divididos de la siguiente manera.

- 1 introducción
- 9 descripciones del método
- 2 galería y video

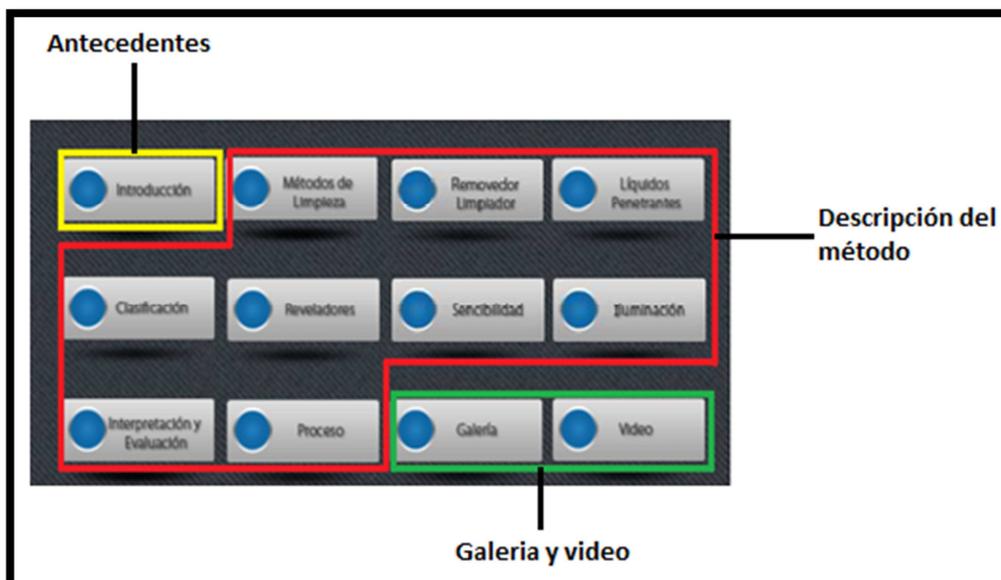


Figura 4.15 Clasificación del menú principal
Fuente: Extraída del autor

En el primer botón se encuentra información técnica y específica de los antecedentes de los ensayos no destructivos como la clasificación de las técnicas y métodos de inspección con sus respectivas imágenes y animaciones.



Figura 4.16 Contenido botón introducción

Fuente: Extraída del autor

Los siguientes nueve botones se detalla la descripción del método de líquidos penetrantes desde que se inicia con la limpieza o preparación de la superficie hasta la parte final que es su interpretación y evaluación de la inspección, como también la utilización de los diferentes equipos y materiales con sus clasificaciones correspondientes.



Figura 4.17 Botones descripción del método

Fuente: Extraída del autor

Finalmente los dos últimos botones del menú principal que son galería y video se visualiza la información anteriormente mencionada en la descripción del método solo que esta vez en imágenes en donde se encuentra un menú de selección para cada imagen las cuales son las más relevantes del método.



Figura 4.18 Menú selección de galería

Fuente: Extraída del autor

Cada imagen viene representada por su respectivo nombre. De la misma manera en medio de la imagen y el menú de selección se encuentra dos botones “siguiente y atrás” los cuales permite seguir y retroceder en caso de no utilizar en menú de selección

De la misma manera se presenta un video en el cual se visualiza toda la información anteriormente descrita en los antecedentes como también en su proceso y la utilización de sus equipos y normas. La reproducción del video este se presenta con sus respectivos mandos de operación los cuales permiten adelantar, retroceder, pausar, detener, la reproducción de dicho video esto para mejor comodidad del usuario



Figura 4.19 Mandos de reproducción del video
Fuente: Extraída del autor

En la esquina inferior derecha se encuentra un botón “ayuda” que permite acceder a la información más trascendental y de esta manera evitar la búsqueda por todo el menú principal facilitando de esta manera el funcionamiento al usuario

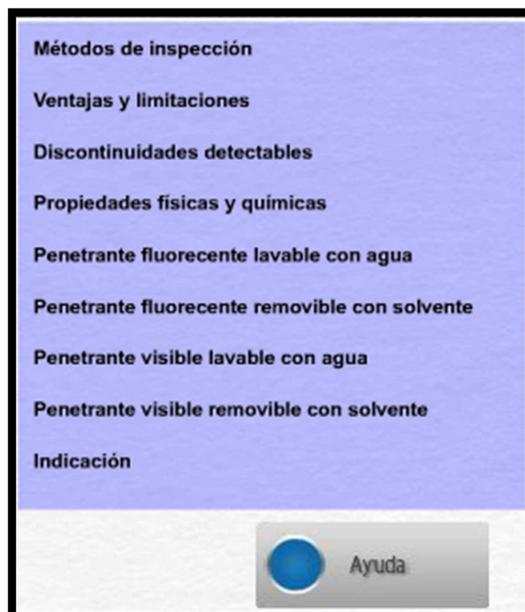


Figura 4.20 Contenido botón ayuda
Fuente: Extraída del autor

En la parte inferior de la pantalla se encuentra un botón inicio el cual permite regresar al menú principal desde cualquier lugar que nos encontremos navegando dentro del contenido del CD.

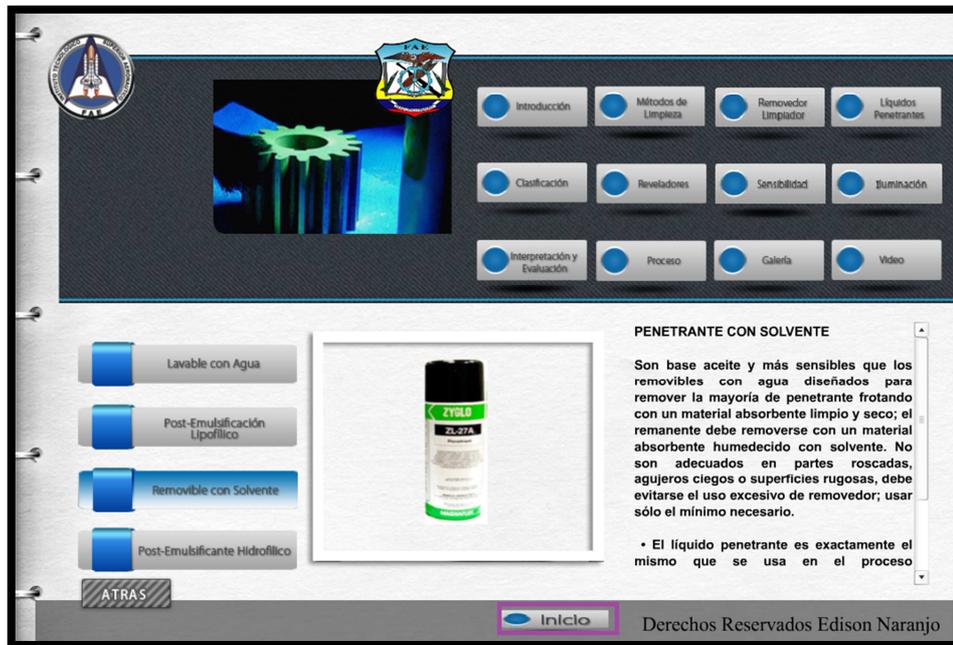


Figura 4.21 Botón inicio
Fuente: Extraída del autor

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo tendrá lugar un análisis de todos los gastos en que se incurrió a través del proceso de elaboración del recurso didáctico interactivo de NDI en el método de líquidos penetrantes para la instrucción de los alumnos de la ETFA e ITSA, con el objeto de compararlo con el gasto que se había presupuestado durante la fase del anteproyecto.

5.1 Presupuesto

En la etapa de investigación previa al desarrollo del presente proyecto se había determinado que el gasto estimado para la realización de la propuesta era la cantidad de \$686 dólares americanos.

5.2 Análisis económico.

Para el diseño CD interactivo se consideró la utilización del programa adobe flash CS5, así como el uso computadora, internet, impresora, bibliografía, visitas al centro de mantenimiento aeronáutico (CEMA) sección NDI donde trabaja mencionada especialidad, y además se necesitó de fotografías y material de papelería.

5.2.1 Materiales

En lo referente a los gastos registrados en materiales durante la elaboración del proyecto se detalla lo siguiente:

- ✓ Horas maquinas
- ✓ Horas internet
- ✓ Hojas
- ✓ Cartuchos de tintas

5.2.2 Capacitación

La elección del programa adecuado para la realización del proyecto de tesis, hizo necesario la capacitación en el software a utilizar, de tal modo que se pueda explotar al máximo sus beneficios.

Con el objeto de ponerse a punto en los programas que se usaran de acuerdo al análisis de alternativas se recibió los siguientes cursos intensivos.

Abobe Flash cs5

5.2.3 Gastos imprevistos

Este gasto engloba el material, imprescindible durante la elaboración del proyecto viajes, alquiler de equipos, copias, anillados, etc.

Se realiza un detalle de los gastos que incurrieron el costo global del proyecto de gradación.

PRESUPUESTO DEL MATERIAL INTERACTIVO PARA ENTRENAMIENTO DE LOS ALUMNOS DE LA ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA

Tabla 5.1 Presupuesto del material interactivo

| DETALLES | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR | TOTAL |
|--|--------|----------|---------|---------------|
| Gastos en horas de maquina | Horas | 80 | \$ 0.60 | \$ 48 |
| Gastos en hora de internet | Horas | 60 | \$ 0.50 | \$ 30 |
| Gastos de instalación de programa | | 2 | \$ 30 | \$ 60 |
| REALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE ANIMACIÓN | Unidad | 1 | \$ 400 | \$ 450 |
| Gasto de cartuchos de tinta | Unidad | 3 | \$ 30 | \$ 90 |
| Programa de Flash CS5 | Unidad | 1 | \$ 50 | \$ 50 |
| Programa Photoshop | Unidad | 1 | \$ 30 | \$ 30 |
| GASTOS IMPREVISTOS | | | \$ 100 | \$ 100 |
| TOTAL | | | | \$ 858 |

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbos. Naranjo Edison

5.3 Conclusiones

- ✓ Se recopiló la información necesaria de una fuente confiable del método de líquidos penetrantes.
- ✓ Se organizó la información de una manera clara y precisa a fin de tener un avance secuencial en el diseño del CD interactivo.
- ✓ Se diseñó y elaboró el Cd interactivo de NDI en el método de líquidos penetrantes, y que cumpla con todos los requerimientos de interactividad para que el usuario se sienta motivado por el uso de dicho CD.
- ✓ Se analizó las ventajas del uso del CD interactivo, como un valor agregado para los alumnos e instructores ya que tendrán la oportunidad de utilizar tecnología a través de la enseñanza virtual. Y que posteriormente se convertirá en una herramienta de apoyo para el proceso enseñanza-aprendizaje de los alumnos en la especialidad de NDI de FAE.
- ✓ Mediante las pruebas de funcionamiento y operación del CD interactivo que se realizó permitió conocer las condiciones del contenido.
- ✓ El CD interactivo permitirá al alumno y al mismo instructor consultar información las veces que estime conveniente.

5.4 Recomendaciones

- ✓ Utilizar el presente proyecto para la adaptación de nuevo material didáctico dentro de la interacción en clase, con el fin de incrementar el interés del estudiante en la asimilación de conocimientos de nuevos sistemas del avión en general.

- ✓ Presentar este material al personal de, instructores de la especialidad de NDI y al departamento académico de la ETFA, así como al personal directamente involucrado.

- ✓ Se recomienda a los señores instructores y docentes que hoy en día las tecnologías avanzan cada día, tanto para el campo aeronáutico como en las industrias, opten por este tipo de material didáctico ya que es muy pedagógico y contribuye con el proceso de enseñanza-aprendizaje, para lograr el objetivo de que el alumno se sienta conforme y a la vez aprenda de una manera más rápida y eficaz.

GLOSARIO

Aeroespacial.- Es una industria de alta tecnología, sus productos incluyen desde transbordadores o lanzaderas espaciales, satélites, motoras para cohetes, helicópteros, aviones privados y jets, aeronaves militares

Acción Capilar.- tendencia de ciertos líquidos a penetrar o emigrar en pequeñas aberturas como grietas o fisuras, cuando estos se aplican en la superficie de la pieza de prueba.

Acción solvente.- disolución de un fluido o sólido por otro material.

Adaptación a la oscuridad.- ajuste del ojo humano cuando pasa de un lugar iluminado a un lugar oscuro.

Autoemulcificante.- propiedad de un líquido penetrante de combinarse satisfactoriamente con agua ya sea en forma de emulsión o de solución, para permitir su remoción de una superficie por lavado con agua.

Bloque de comparación de prueba.- bloque de metal agrietado intencionalmente, con dos aéreas separadas pero adyacentes, para la aplicación de penetrantes diferentes de modo que pueda obtenerse una comparación directa.

Capilaridad.- Se define como la capacidad de un líquido para ascender o descender a través de dos paredes cercanas de un sólido.

Contraste.- diferencia de divisibilidad o coloración entre los componentes que están siendo inspeccionados de líquidos penetrantes y las indicaciones de discontinuidades.

Defecto.- discontinuidad que interfiere con la utilidad del material.

Discontinuidad.- Cualquier interrupción en la estructura física normal o configuración de una pieza como grietas, fisuras, traslapes, inclusiones, porosidad, etc. Una discontinuidad puede o no dañar la utilidad de la pieza.

Emulsificador.- agente líquido que se combina con un líquido penetrante insoluble en agua y suministra al penetrante solubilidad, facilitando con ello su remoción con agua.

Enjuague.- proceso de remover líquido penetrante de la superficie de una pieza por medio de un lavado o inmersión en otro líquido. También es comúnmente llamado lavabo.

Esquema.- Esquema, organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura gráfica y visualmente sencilla que deja claro las relaciones que hay establecidas en dicha hora

Evaluación: Es determinar si una indicación relevante cumple o no el criterio de aceptación especificado.

Factibilidad.- (Del lat. Factibilis). Que se puede hacer.

Filtro de luz ultravioleta.- filtro que transmite (3600 a 4000 Angstroms de longitud de onda) suprimiendo a la vez la luz visible.

Flamabilidad.- Algunas referencias sobre flamabilidad de aceites son en relación a su punto de inflamación, es decir, el momento en que se incendia.

Fluido desengrasante.- agente empleado para eliminar aceite o grasa de la superficie antes de que se apique el penetrante.

Grietas.- Son desgarres producidos por enfriamiento demasiado rápido después de rolado o forjado, subsuperficiales.

Holístico.- Doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

Interpretación: Es determinar si una indicación es relevante, no relevante o falsa; es determinar su origen o causa.

Logística.- Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución.

Material Didáctico.- El material didáctico se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos.

Procedimiento.- Es como una instrucción general escrita para llevar a cabo un procedimiento dado. Los procedimientos son empleados para desarrollar las Instrucciones de Trabajo

Recurso didáctico: Genéricamente se puede definir como cualquier medio o ayuda que facilite los procesos de enseñanza-aprendizaje, y por lo tanto, el acceso a la información, la adquisición de habilidades, destrezas, y estrategias, y la formación de actitudes y valores.

ABREVIATURAS

ASTM: American Society for Testing and Materials.

ASNT: American Society No destructive Testing

ISO: International Standard Organization.

FAE: Fuerza Aérea Ecuatoriana

NMX: Norma Mexicana.

ASME: American Society of Mechanicals Engineers

DIN: (Norma Alemana).

PR: Practica Recomendada

ETFA: Escuela Técnica de la Fuerza Aérea

ITSA: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

NDT: NotDestructiveTesting

COED: Comando de Educación y Doctrina

VT: Inspección Visual

PT: Líquidos Penetrantes

MT: Partículas Magnéticas

ET: Electromagnetismo

UT: Ultrasonido

RT: Radiografía

AE: Emisión Acústica

NRT: Radiografía con Neutrones

TIR: Termografía Infra-Roja

VA: Análisis de Vibraciones

LT: Prueba de Fuga

LTM: Pruebas por Laser

API: American Petroleum Institute

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

The American Society for Nondestructive Testing (ASNT)

American Society for Testing and Materials (ASTM)

- ASTM E 165-95
- ASTM E 165 - 02, Edit. 2003
- ASTM E 1209
- ASTM E 1208
- ASTM E 1219
- ASTM E 1210
- ASTM E 1417 Ed. 1999 (párrafo 5.1)

American Society of Mechanicals Engineers

- ASME BPV Sección V
- Artículo 6 Ed. 2007 (párrafo T-651)

PAGINAS WEB

<http://es.wikipedia.org/wiki/Difusor>

<http://www.sistendca.com>

<http://www.monografias.com/trabajos31/liquidos-penetrantes/liquidos-penetrantes.shtml>

ANEXOS

ANEXO A

“ANTEPROYECTO”

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



REALIZADO POR:

Cbos. Naranjo Arcos Edison Estuardo

FECHA DE PRESENTACIÓN:

15 de Julio del 2011

Latacunga - Ecuador

1. EL PROBLEMA

Generalidades

Desde hace mucho tiempo la educación superior ha tenido muchas falencias en la enseñanza, por la falta de material didáctico de estudio por lo que es indispensable la utilización de material didáctico que ayude a un mejor aprendizaje, para lo cual, una manera viable y eficaz es el estudio a través de la implementación de cualquier tipo de material didáctico el mismo que ayude al proceso enseñanza-aprendizaje, el mismo será de mucha ayuda en el transcurso de todo el período académico para cada especialidades de FAE.

En el caso de tratarse de estudios de tipo técnico se utilizan equipos y material didáctico interactivo los mismos permitan mejorar los conocimientos teórico-práctico, el cual brindara un buen resultado tanto al instructor como al alumno en el proceso enseñanza aprendizaje.

Al descubrir en la actualidad que hay una falta de Material de apoyo didáctico en la formación del personal militar de FAE, una de las alternativas viables será la elaboración de un material de apoyo el mismo que ayudará a emplear en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, para un mejor desenvolvimiento en la vida laboral y en el campo profesional, logrando de esta manera que al culminar su etapa en la escuela logren una capacitación integra e innovadora en todos los aspectos que determinen la especialidad.

1.1.- Planteamiento del problema

Hablar de industrias aeronáuticas en el mundo es hablar de tecnología de punta y sobre todo una supervisión sumamente estricta, controlada por las Direcciones de aviación civil, se utiliza material didáctico para conocer los procedimientos que deben seguir para realizar un mantenimiento los Aerotécnicos y alumnos. Una vez identificado el daño se emplea tecnología para los trabajos aeronáuticos, son instrumentos avanzados que ayudan a ahorrar tiempo.

En el Ecuador, para el mantenimiento aeronáutico, cuenta con talleres especializados, pero el más importante, es el taller de mantenimiento aeronáutico de la ciudad de Latacunga, que cuenta con el aval de la Dirección de Aviación Civil y de Agencias internacionales como la FAA. Este centro de mantenimiento aeronáutico tiene una merecida fama por su excelente trabajo y sus bajos costos.

También la maquinaria es importante en este taller, puesto que ahorra esfuerzos al momento de levantar o mover alguna parte o repuesto del avión, por lo tanto la maquinaria con el contingente humano, se une para concretar este trabajo, los mecánicos que efectúan los mantenimiento en este centro, realizan distintos curso en los cuales utilizan material didáctico, estos les permiten actualizarse a día a día ya que la aviación cambia constantemente de tecnología. En la Fuerza Aérea no se posee material didáctico suficiente, lo que no permite adquirir nuevos conocimientos, por lo que es necesario implementar material didáctico para la enseñanza de los Alumnos y desarrollar su capacidad de aprendizaje.

1.2.- Formulación del problema

¿Cómo mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los Aerotécnicos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana en la especialidad de Ensayos no Destructivos?

1.3.- Justificación e importancia

El presente proyecto nace de la necesidad de contar con un sistema de educación que facilite el aprendizaje y un mejor entendimiento de los alumnos con la implementación de un material didáctico interactivo para los alumnos de las diferentes especialidades de FAE.

La misma que complementara a la teoría recibida en la instrucción, por lo cual tanto instructores como alumnos lograrán una mejoría en el proceso de enseñanza y aprendizaje respectivamente. Resulta de mucha importancia contar con este tipo de material porque se fortalece enormemente la parte práctica y su elaboración es sumamente factible por contar con información y la ayuda de personas especializadas en el tema.

Por otro lado si no se elabora material didáctico que ayude a mejorar el proceso enseñanza aprendizaje, seguirá existiendo un gran vacío de conocimientos teórico-prácticos y así al momento de desenvolverse en el campo laboral no se tendrá el mismo rendimiento profesional.

La FAE como institución de formación no cuenta con el material didáctico necesario, la enseñanza y conocimientos no serán de óptima calidad como debería tener un establecimiento de educación superior.

1.4.- Objetivos:

1.4.1.- Objetivo General:

- Implementación de material didáctico interactivo que contribuya a los conocimientos teórico-prácticos de los alumnos en formación en la especialidad de NDI de la FAE.

1.4.2.- Objetivos Específicos:

- Realizar un estudio en la parte académica de los alumnos en formación de la FAE para determinar las falencias existentes.
- Investigar los fundamentos teóricos para la elaboración de un material didáctico interactivo para la enseñanza de los alumnos en formación de la especialidad de NDI de la FAE.
- Mejoramiento de los conocimientos teóricos en la aplicación práctica en los talleres y laboratorios.
- Diseñar el CD interactivo mediante la aplicación de un programa multimedia.

1.5.- Alcance y delimitación

1.5.1.- Alcance

El presente anteproyecto de investigación busca solucionar el problema de aprendizaje de los alumnos en formación por medio de la elaboración de material didáctico, el mismo que ayudara adquirir más conocimientos y desarrollar las destrezas prácticas de los estudiantes de la FAE. Además la investigación contribuirá con el estudio de este tipo de inconvenientes que permitirán, en un futuro, ir mejorando las condiciones en que los estudiantes están recibiendo su proceso de formación.

1.5.2.- Delimitación

Área: Aviación.

Campo: Mecánica Aeronáutica Mención Aviones.

Aspecto: Material didáctico interactivo de apoyo instructivo.

Problema: ¿Cómo mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los Aerotécnicos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana en la especialidad de Ensayos no Destructivos?

Espacial: Escuelas de formación de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Temporal: Del 29-05-2011 al 16-07-2011.

Unidades de observación:

- Directores de la las escuelas.
- Instructores técnicos.

2. PLAN METODOLÓGICO

2.1.- Modalidad básica de investigación

La modalidad que se va a hacer en la investigación para la elaboración de este material didáctico será acorde con la información que se encuentran disponibles en las bases operativas mediante un proceso de investigación, por lo cual se utilizará la investigación bibliográfica o documental y de campo.

2.1.1.- Bibliográfica o documental

Se utilizaran libros, informes, ordenes técnicas, manuales de NDI y ASNT además páginas de internet porque son las más factibles y se tiene a disposición en las diferentes bases. Con este tipo de información se obtendrá un trabajo bien fundamentado, claro y conciso.

2.1.2.- De campo

Esta modalidad nos permite investigar en el lugar de los hechos que trata el tema, de manera que se podrá recolectar información, además se podrá realizar entrevistas y encuestas a los técnicos y personas especializadas en lo que concierne al campo de la aviación.

2.2.- Tipos de investigación

Para cumplir con los objetivos planteados se han analizado algunas tipos de investigación lo cual determino que se realizara una investigación cuasi-experimental y no experimental por los beneficios que esta conlleva.

2.2.1- No experimental

En este tipo de investigación se puede realizar prácticas más cercanas a la realidad permitiendo facilitar el trabajo de investigación.

No hay manipulación intencional en las variables independientes ni asignación al azar, se basa en variables que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin la intervención directa del investigador.

2.3.- Niveles de investigación

2.3.1.- Exploratorio

Se busca tener un objetivo esencial para que resulte un estudio novedoso con la implementación del material didáctico que ayude a mejorar o desarrollar métodos de estudio más profundos a fin de ayudar a obtener un mejor aprendizaje a nuestros usuarios.

2.3.2.- Descriptivo

A través de los métodos descriptivos se puede especificar las propiedades y características de un tema definido que se someta a un análisis por medio del cual se mide, evalúa o recolecta datos diversos sobre el tema a investigar, el objetivo principal es dar un panorama claro del fenómeno que se hace referencia.

2.3.3.- Correlacional

El objetivo principal de este nivel de investigación es llegar a lograr responder preguntas de investigación al mismo tiempo medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables para ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y luego analizar la correlación.

2.4.- Universo, población y muestra

2.4.1.- Universo

Es el conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones.

2.4.2.- Población

Es el conjunto finito o infinito de todos los elementos q estamos estudiando a cerca de los cuales intentamos sacar conclusiones, y presentan una característica común.

2.4.3.- Muestra

Es un subconjunto de la población que se obtiene para averiguar las propiedades o características de la población por lo que interesa que sea un reflejo de la misma o que sea representativa de ella.

2.5.- Recolección de datos

Permite recopilar información amplia referente al tema que se está tratando en la investigación por medio de la información primaria, información secundaria, observación y entrevista; esto implica elaborar un plan detallado de procedimientos.

Esta información se obtendrá de personas, documentos y bases de datos; el lugar donde recopilamos la información son las escuelas, la entrevista, al concluir la recopilación de datos se realizará su respectivo análisis.

2.6.- Procesamiento de la información

Se tiene que realizar una revisión crítica de la información recogida, desechando los datos contradictorios, incompletos o no pertinentes de manera que puedan ser analizados.

Para la recopilación de toda esta información nos ayudamos con:

- Ordenes técnicas.
- Manuales.
- Revistas.
- Fuentes de internet.

2.7.- Análisis e interpretación de resultados

Al concluir la recopilación es necesario analizar los resultados para poder tener una idea clara de lo que vamos a realizar en el presente anteproyecto.

2.8.- Conclusiones y recomendaciones

2.8.1.- Conclusiones

Se puede determinar que es la resolución de la indagación realizada determinando la manera más sencilla y factible para desarrollar la investigación y poder continuar nuestro trabajo.

2.8.2.- Recomendaciones

Nos permite dar a conocer formas más sencillas, dar criterios acordes y enfocados directamente con el trabajo para lograr un trabajo bien fundamentado.

3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODÓGICO

3.1 Marco teórico

3.1.1.- Antecedentes

Desde mucho tiempo atrás las escuelas de formación de la Fuerza Aérea Ecuatoriana no cuentan con el material suficiente de instrucción en el área de mecánica aeronáutica por lo que sería de mucha importancia la utilización de métodos didácticos interactivos de estudio, los mismos que mejorarían el proceso enseñanza aprendizaje de los alumnos en el transcurso de su periodo académico.

Este tipo de material didáctico interactivo como es de conocimiento general tienen que ser constantemente actualizados, por lo mismo los existentes actualmente se están tornando obsoletos puesto que al impartir la enseñanza el estudiante no puede captar de una mejor manera los conocimientos impartidos por el docente dejando falencia en los conocimientos adquiridos en las escuelas de formación.

Por tal motivo se debería innovar este tipo de material con la implementación de nuevos métodos didácticos interactivos los mismos brindarían un mejor aprendizaje de profesores a estudiantes y serviría de base para el desempeño laboral a futuro y mejorar el conocimiento en el área de Mantenimiento de aviones de conforme a las exigencias de la aviación militar y comercial.

3.1.2.- Fundamentación teórica

3.1.2.1.-Técnicas y métodos de estudio

Sin duda la inteligencia ayuda, pero no es decisiva. La motivación y las técnicas de estudio pueden hacer que un estudiante supere año tras año con brillantez sus estudios sin estar dotado de unas cualidades mentales específicas que le hagan diferente a los demás. Algunas investigaciones vienen a demostrar que la inteligencia y las facultades especiales solo determinan de un 50-60% el éxito de los estudios. Queda, pues, la otra mitad para el esfuerzo y las técnicas de estudio y algunos factores ambientales ej. (Motivadores o des motivadores). Suficiente para que empleemos nuestro tiempo en técnicas que nos permitan mejorar sustancialmente nuestro rendimiento y eficiencia en los estudios.

3.1.2.2.- La Planificación de tu tiempo

Diez minutos perdidos al día equivalen a 60 horas desaprovechadas al año.

El análisis de los hábitos de los estudiantes nos proporciona casos muy frecuentes en los que pasan más de cuatro horas desde que un estudiante se levanta por la mañana y se pone a estudiar. Si se analizan todas las actividades realizadas durante ese tiempo, en la mayoría de los casos, la pérdida de tiempo que generan determinadas "costumbres" es realmente muy notable.

3.1.2.3.- Material didáctico

3.1.2.3.1.- Introducción

Para que un material didáctico resulte eficaz en el logro de unos aprendizajes, no basta con que se trate de un "buen material", ni tampoco es necesario que sea un

material de última tecnología. Cuando seleccionamos recursos educativos para utilizar en nuestra labor docente.

Además de su calidad objetiva hemos de considerar en qué medida sus características específicas (contenidos, actividades, tutorización) están en consonancia con determinados aspectos curriculares de nuestro contexto educativo.

Así, la selección de los materiales a utilizar con los estudiantes siempre se realizará contextualizada en el marco del diseño de una intervención educativa concreta, considerando todos estos aspectos y teniendo en cuenta los elementos curriculares particulares que inciden. La cuidadosa revisión de las posibles formas de utilización del material permitirá diseñar actividades de aprendizaje y metodologías didácticas eficientes que aseguren la eficacia en el logro de los aprendizajes previstos.



Figura:3.1 Bases de la eficacia de los medios

Fuente:<http://definicion.de/material-didactico/>

Cada medio didáctico, según sus elementos estructurales, ofrece unas prestaciones concretas y abre determinadas posibilidades de utilización en el marco de unas actividades de aprendizajes que, en función del contexto, le

pueden permitir ofrecer ventajas significativas frente al uso de otros medios alternativos.

3.1.2.3.2.- Los tres apoyos clave para una buena utilización de los medios didácticos.

La utilización de recursos didácticos con los estudiantes siempre supone riesgos: que finalmente no estén todos disponibles, que las máquinas necesarias no funcionen, que no sea tan buenos como nos parecían, que los estudiantes se entusiasman con el medio pero lo utilizan solamente de manera lúdica.

Por ello, y para reducir estos riesgos, al planificar una intervención educativa y antes de iniciar una sesión de clase en la que pensamos utilizar un recurso educativo conviene que nos aseguremos tres apoyos clave:

- El apoyo tecnológico. Nos aseguraremos de que todo está a punto y funciona: revisaremos el hardware, el software, todos los materiales que vamos a precisar.
- El apoyo didáctico. Antes de la sesión, haremos una revisión del material y prepararemos actividades adecuadas a nuestros alumnos.
- El apoyo organizativo. Nos aseguraremos de la disponibilidad de los espacios adecuados y pensaremos la manera en la que distribuiremos a los alumnos, el tiempo que durará la sesión, la metodología que emplearemos (directiva, semidirectiva, uso libre del material).

3.1.2.4.- Virtualidad y apreciación estética en educación superior.

3.1.2.4.1.- Recursos virtuales para la educación superior

En la UPN, en aras de fortalecer la formación profesional de nuestros/as alumnos/as, a través de la educación no formal e informal, consideramos que los recursos didácticos virtuales, además de ser herramientas en el proceso enseñanza aprendizaje, son medios que potencian habilidades y capacidades.

Sabemos que es posible optar entre la selección y/o el desarrollo de estos medios. Al respecto, el doctor Manuel Gándara (1995a) aconseja, antes de optar por una u otra, reflexionar sobre las necesidades y la relación costo-beneficio.

En el caso que aquí presentamos, la opción fue el desarrollo de un hipermedia y, en consecuencia, partimos de la definición de cuatro aspectos fundamentales:

- Estrategia didáctica
- Diseño de estructura
- Desarrollo de contenidos
- Grado de interactividad

Estos aspectos fueron guiados continuamente por los objetivos didácticos y el conocimiento del perfil del público destinatario.

3.1.2.4.2.-Estrategia didáctica para la apreciación estética en educación superior.

En la sociedad actual se privilegia lo tecnológico limitándose el desarrollo humanista.

Teóricos de la percepción, como Rudolf Arnheim (1989), consideran que la deficiencia en las instituciones educativas, se debe a la poca importancia otorgada al pensamiento visual, basado en la percepción.

Sin embargo, pensamos que los ámbitos tecnológicos y humanista no están del todo divorciados. Es posible reconciliarlos a través del diseño de una estrategia didáctica, orientada a potenciar el pensamiento visual. En este sentido, el hipermedia, como recurso tecnológico, aporta al desarrollo humanista la riqueza del uso interactivo de imágenes virtuales. Imágenes que, presentadas en el ámbito de la apreciación estética, ayudan a potenciar capacidades y habilidades cognitivas en el proceso de la formación integral del ser humano.

Enfatizar el término integral implica desarrollar la sensibilización, orientada hacia la construcción del conocimiento. Es ahí donde el pensamiento visual juega un papel importante. El arte, con su riqueza de lenguajes, es un medio poderoso para reforzar la percepción y ésta es esencial en el proceso cognitivo y en el

pensamiento productivo. Por lo tanto, en el diseño de la estrategia didáctica de Mirar para saber, partimos de las siguientes premisas:

- a) Ejercitar el pensamiento visual a través del arte y en un contexto virtual, favorece la construcción del conocimiento.

- b) Ejercitar el pensamiento visual ayuda en la formación integral de las y los alumnas/os en educación superior.

- c) En suma, estas acciones fortalecen el desarrollo tecnológico y humanista de las instituciones educativas.

3.1.2.4.3.-Diseño de estructura

El camino que va del reconocimiento a la apreciación de las obras de arte, pasa por la observación, la contemplación y la interpretación. Evidentemente lo visual está relacionado con el nervio óptico, no obstante y aunque parezca obvio, la condición para que una imagen exista es que sea vista por una persona. Cuando se trata de una imagen artística, la siguiente condición es que dicha persona cuente con elementos que le permitan descifrar lo que mira. Esto es lo que el historiador vienés, Ernest Gombrich (1998) llama: "la aportación del espectador". Mirar para Saber fue diseñado con estas ideas y creado para ofrecer a las y los espectadores universitarios herramientas que les permitan apreciar e interpretar lo visible.

Si la condición para que una imagen exista es que sea vista por una persona, en la realización de un software educativo es primordial conocer el perfil de ese destinatario. En el caso de Mirar para Saber, nos enfrentamos a un público multiforme, pues, por una parte, el perfil de usuarios de tecnologías digitales tiene ciertas características; por otra, el público de arte tiene otras y el colectivo de estudiantes interesados en desarrollar la apreciación estética presenta características específicas. El estudio del prisma de rasgos, habilidades e intereses, nos permitió encontrar las peculiaridades del público destinatario de este hipermedia.

Una de las respuestas a tales peculiaridades diseñar la estructura con una forma dendrítica circular. Saber que los potenciales usuarios son jóvenes inquietos, que han crecido a la par de la cultura audiovisual, nos condujo a diseñar un laberinto tridimensional sistematizado, que propone una pluralidad de rutas y, a la vez, estimula recorridos aleatorios.

3.1.2.4.4.-Grado de interactividad.

Desde una perspectiva constructivista, Mirar para saber, fue diseñado para dar a las y los usuarios el control sobre sus rutas de búsqueda y exploración.

Aquí es necesario puntualizar el concepto de “interactividad” del que partimos. Entendemos por interactividad el tipo de exploración asociativa que se enmarca en un proceso dialéctico de control, selección, exploración y consecución-retroalimentación. En este sentido, el grado de interactividad de este hipermedia habría de permitir a las y los usuarios poner en juego sus habilidades en el manejo instrumental del medio y, a su vez, en la construcción de modelos mentales para potenciar su curiosidad, capacidad exploratoria, reflexiva y analítica.

Un primer paso para despertar la reflexión y la crítica en el manejo de las nuevas y viejas tecnologías de la información, es conocer los efectos que produce la audio visión en el audio-espectador, de tal modo que seamos conscientes de que lo que vemos influye sobre lo que oímos y viceversa. En el ámbito de la percepción sabemos que el sonido cautiva la atención en menor medida en que lo consigue la imagen. Si la mente registra menos lo que escucha y más lo que ve, la posibilidad combinatoria del ver con el oír, amplía nuestra capacidad perceptiva. Al respecto, el estudioso de la audiovisión, Michel Chion, nos advierte que el sonido, al igual que el texto hablado o escrito, actúa sobre la imagen añadiéndole un valor expresivo e informativo que redundará en una mayor concentración.

El diseño de la interactividad en Mirar para Saber, tiene el propósito de exponer al usuario a una serie de estímulos visuales y sonoros para crear una carga emotiva que ayude a la observación, propicie la contemplación y motive el interés en el análisis de obras artísticas.

Este hipermedia está dividido en secciones. Al inicio de cada una, la voz hace la presentación de la serie correspondiente, en su papel instruccional de narrador o narradora. Aquí, una posibilidad de interactividad, permite que el usuario suspenda la narración con un doble clic y, de esa forma, elija cualquiera de los caminos que le ofrecen los enlaces. Fue diseñado así para evitar imponer una escucha lineal de textos.

Por otro lado, sabemos que en materiales didácticos interactivos suele abusarse del empleo de efectos sonoros. Con el fin de evitar este vicio, optamos por incluir un solo efecto para el paso de páginas. Este sonido busca la congruencia entre el fondo y la forma, ya que proviene de la grabación de la impronta de un lápiz sobre papel⁵; efecto que nos permitió mantener un equilibrio estético.

Diseñar de esta forma la interactividad, pensamos, es acorde con el enfoque constructivista elegido.

3.1.2.5.- Enfoques hipermediales para el diseño y desarrollo de software educativo en educación superior.

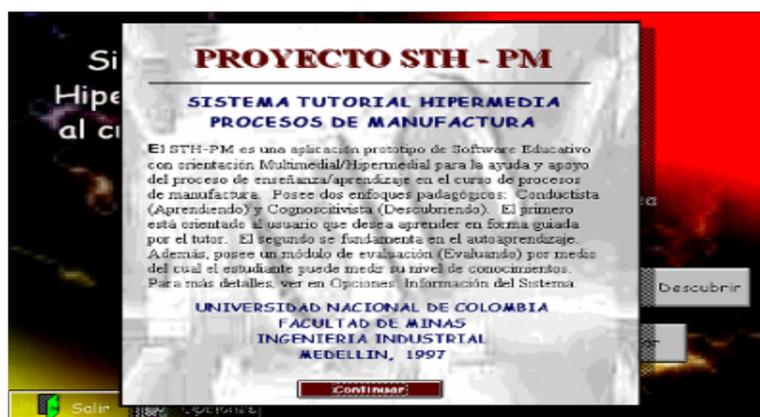


Figura: 3.2 Presentación de la pantalla inicial del sistema STH-PM.

Fuente: www.wikipedya.com

3.1.2.5.1.- Desarrollo de software educativo hipermedia.

Esta etapa se inicia tomando los diseños de interfaz usuario/sistema e implementándolos en el sistema autor para desarrollo hipermedia escogido (en nuestro caso: Toolbook vs.3.0), generando los pantallazos estáticos principales, es decir, lo que va aparecer al usuario cuando vea la aplicación, luego implementando los sistemas de navegación de la aplicación, seguidamente, implementando el dominio de acuerdo al diseño generado y a los planes instruccionales provenientes de la etapa anterior: Primero, se organiza el texto de la aplicación, luego se insertan las imágenes y seguidamente, los videos y sonidos.

Finalmente, dentro de esta etapa se debe documentar los recursos utilizados por el sistema, así: la organización de directorios de la aplicación, la nomenclatura de archivos de acuerdo a un identificador diseñado por el equipo, el código fuente, la estructura de datos, etc. Se plantean hojas de producción para hacerle el seguimiento del desarrollo a la aplicación.

3.1.2.5.2.- Validación del software educativo hipermedia.

Las pruebas del software se dan en tres niveles: técnicos, didácticos y de contenido.



Figura: 3.3 Presentación de la pantalla inicial del sistema STH-PM.

Fuente: www.monografias.com

- Didácticos: Los evaluadores consideran acertados los recursos didácticos pues se integran en el sistema STH-PM, como se mencionó en la etapa anterior, variedad de elementos dinámicos, de interacción, de exploración, amplio despliegue de medios como videos e imágenes desde los micros mundos, ó, a través de catálogos.

3.1.2.5.3.- Distribución del software educativo hipermedia.

Esta es la etapa final del proyecto. Luego de los ajustes finales a la aplicación se procedió a su montaje en CD - ROM. La diferencia de desempeño entre el CD y el Disco Duro es sutil, presentando ligera demora en el despliegue de videos al ejecutarlos desde el CD (las pruebas de CD se han hecho con unidades de 4 velocidades). La etapa de distribución es una etapa importante para que el producto llegue apropiadamente al público objetivo para el cual fue desarrollado.

Finalmente, se puede decir que el sistema STH-PM se considera adecuado, por haber, a criterio de los realizadores, evaluadores y asesores, cumplido con los objetivos trazados además de superar las expectativas inicialmente planteadas, tanto en contenido y calidad, como en el desempeño y funcionalidad.

3.1.2.6. Ensayos no destructivos

Desde hace tiempo los Ensayos no Destructivos han sido ampliamente utilizados en la inspección de partes y componentes sin dañar su utilidad.

Existen diferentes tipos de Ensayos no destructivos que se utilizan de acuerdo con el objetivo específico de la inspección: Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, Inspección por Ultrasonido, Inspección Radiográfica, Electromagnetismo (Corrientes de Eddy), Neutrografía, etc.

La prueba por Líquidos Penetrantes es un método que permite localizar y detectar discontinuidades superficiales, aun en piezas de geometría complicada. A pesar que este método solo 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 se introduzca el líquido 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; 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 basan en el proceso de “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, oxido, 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 y se limpiaba los residuos sobre la superficie (el único penetrante que quedaba en la pieza era el de las discontinuidades) 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 superficiales, siempre y cuando se tenga una parte abierta a la superficie en la cual el líquido penetrante ha sido aplicado. El objeto del método 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 existen energía eléctrica.

Debido a que este método utiliza propiedades físico químicas más que fenómenos eléctricos o térmicos, puede emplearse en el campo, aun 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 mecanizada y automatizada. Sin embargo en todos los casos el éxito de la inspección depende de 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 para que se efectuara la técnica de manera adecuada y se realice la interpretación correcta de las indicaciones.

PRINCIPIO DE MÉTODO

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

LOS PENETRANTES

En este método de inspección, el penetrante es un fluido con propiedades únicas que le permiten introducirse en pequeñas aberturas, lo cual lo hace especialmente adecuado para emplearse en la detección de discontinuidades superficiales. Además, un buen líquido penetrante debe reunir alguna característica para efectuar apropiadamente su función

TIPOS DE LÍQUIDOS PENETRANTES

De acuerdo con LOM-B-133-1987 y ASME SEC V SE-165 y ASTM E- 165, los líquidos penetrantes se clasifican en dos métodos:

- Método A: Líquidos Penetrantes Fluorescentes
- Método B: Líquidos Penetrantes Visibles

A su vez, estos métodos se clasifican en tres tipos:

- Tipo 1.- Lavables con agua
- Tipo 2.- Posemulsificables
- Tipo 3.- Removibles con solvente

De acuerdo con la especificación MIL-1- 25135, los líquidos penetrantes se agrupan en las siguientes familias:

- Grupo I.- Penetrantes Visibles Removibles con Solventes
- Grupo II.- Penetrantes Visibles Posemulsificables
- Grupo III.- Penetrantes Visibles Lavables con Agua

- Grupo IV.- Penetrantes Fluorescente Lavable con Agua
- Grupo V.- Penetrante Fluorescente Posemulsificables
- Grupo VI.- Penetrante Fluorescente Posemulsificable (de alta sensibilidad)
- Grupo VII.- Penetrante Fluorescente Removible con Solvente (consiste en penetrante del grupo VI).

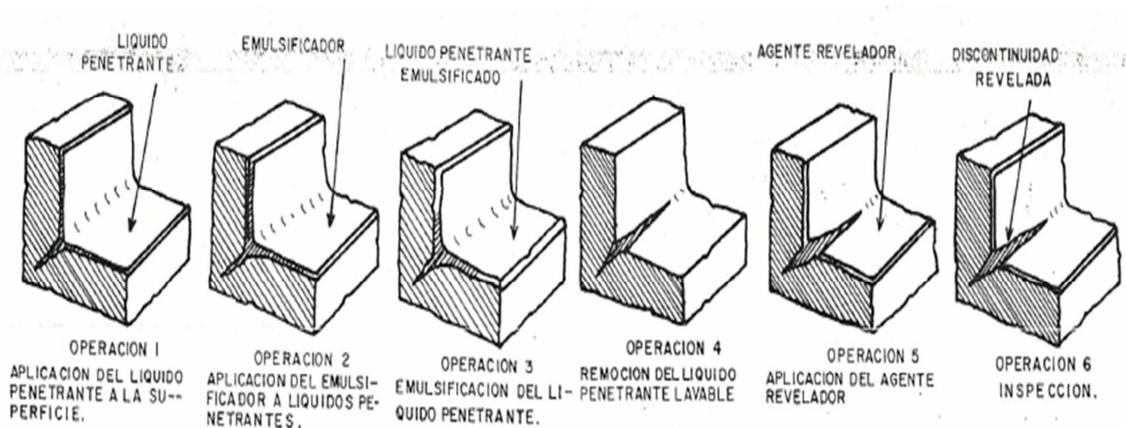


Figura 3.2.1.1 Pasos esenciales para la aplicación del penetrante

La especificación militar MIL-1-6866 presenta seis métodos diferentes de líquidos penetrantes:

Tipo 1.- Penetrante Fluorescente:

- Método A: Lavable con Agua (grupo IV)
- Método B: Posemulsificable (grupo V y VI)
- Método C: Removible con Solvente (grupo VII)

Tipo 2.- Penetrante Visible:

- Método A: Lavable con Agua (grupo III)
- Método B: Posemulsificable (grupo II)
- Método C: Removible con Solvente (grupo I)

EL REVELADOR

La cantidad de penetrante que emerge de una discontinuidad superficial es muy reducida, por lo que es necesario ampliar su visibilidad. Los reveladores están diseñados de tal forma que extraen el penetrante atrapado en la discontinuidad para sean visibles al ojo humano. La acción del revelador es una combinación de tres defectos: solvencia, adsorción, y absorción. El polvo revelador ejerce un efecto adsorcivo sobre los residuos del penetrante llevándolos hacia la superficie de la pieza. Cuando el penetrante se dispersa a través del polvo revelador, puede ser fácilmente observado. En el caso de los reveladores en suspensión no acuosa, la acción solvente juega un papel importante para promover la extracción del penetrante de las discontinuidades y el mejoramiento de las indicaciones.

TIPOS DE REVELADORES:

- Secos
- En solución acuosa (solubles en agua)
- En suspensión
- Sensibilidad de los reveladores

Cada tipo de reveladores posee ciertas ventajas respecto a su sensibilidad bajo ciertas condiciones. Estudios de laboratorio han demostrado que el revelador en suspensión es ligeramente sensible que el revelador seco, sobre todo al mostrar los límites de las indicaciones.

La sensibilidad al revelador en suspensión puede ser afectada seriamente, si el espesor de la capa aplicada tiende a ser muy gruesa, razón por la cual es necesario mantener la concentración adecuada de las suspensiones.

LA ILUMINACIÓN

Después de un tiempo determinado en el que actúa el revelador, se procede a la inspección de la muestra; esto se lleva a cabo observando el contraste del color entre el penetrante extraído de la discontinuidad y la superficie del fondo.

La iluminación empleada en la inspección está determinada por el proceso utilizado; cuando el método utilizado es el del penetrante visible, la inspección se efectúa bajo luz normal; para el método penetrante fluorescente, la observación se realiza en un cuarto oscuro bajo luz ultravioleta.

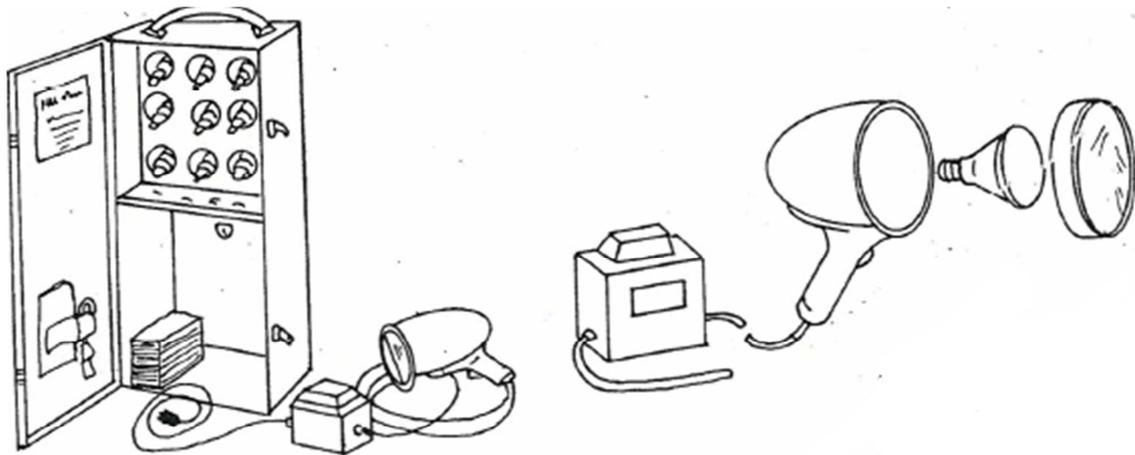


Figura: 3.2.1.2 Lámparas de luz portátil

FUENTES DE LUZ NORMAL (blanca o visible)

Las fuentes de luz normal utilizadas en las pruebas de inspección con penetrantes visibles no difieren de las empleadas en otras aplicaciones de inspección visual extremadamente oscuras y con altos niveles de luz ultravioleta, aunque estas son de gran utilidad para facilitar la inspección.

FUENTES DE LUZ ULTRAVIOLETA

Los materiales fluorescentes utilizados en líquidos penetrantes, generalmente responden a una energía radiante con una longitud de onda de aproximadamente 3,650 Angstroms. Esta longitud de onda corresponde al rango azul o violeta del espectro, que se encuentra a un lado del ultravioleta.

Se conocen cinco fuentes de luz ultravioleta que son:

- Lámparas incandescentes.
- Arcos metálicos o de carbón
- Lámparas fluorescentes tubulares
- Lámparas de arco con vapor de mercurio
- Lámparas fluorescentes tubulares (BLB)

ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS DE ACEPTACIÓN

Las especificaciones en dibujos de la pieza bajo examen deben precisar el método de Ensayo no Destructivo requerido para la aceptación; además de especificar los criterios de aceptación y rechazo proporcionando al técnico los documentos suplementarios, como las especificaciones aplicables para la aceptación y o rechazo. Si estas indican especificaciones alas piezas críticas como equipo nuclear o componentes de motores de reacción, se debe contar con la ayuda de un experto, para la evaluación de las indicaciones y obtener así un juicio adecuado

Para establecer el criterio de aceptación o rechazo, es necesario llevar a cabo u estudio de correlación entre las indicaciones de pruebas no destructivas y sus resultados siendo estos el último paso del procedimiento. Pero pueden prevalecer ciertas dudas, ya que las indicaciones o discontinuidades no siempre se presentan en el mismo lugar, con la misma frecuencia ni en la misma magnitud.

EL EQUIPO DE LÍQUIDOS PENETRANTES

La selección del equipo utilizado en la inspección con líquidos penetrantes está determinada por la cantidad y tamaño de las piezas a inspeccionar, la sensibilidad requerida, el lugar donde se efectúa la prueba. Tomando en cuenta estos puntos, el equipo se clasifica en tres categorías:

- Equipo portátil
- Equipo estacionario
- Unidades especiales(proceso automático)

EQUIPO PORTATIL

Es un equipo sencillo, de tamaño y peso reducidos; puede ser transportado a cualquier lugar remoto y ser operado manualmente. Está compuesto por envases a presión (en forma de aerosol), que contiene revelador limpiador/removedor, penetrante sensible o fluorescente, revelador no acuoso y seco, paños o trapos y brochas.

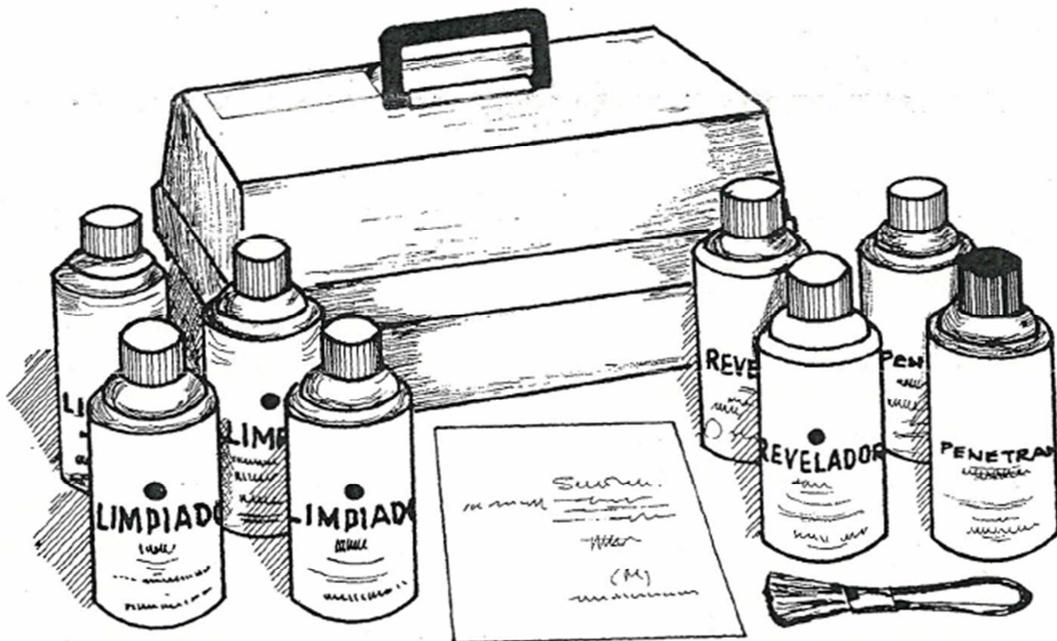


Figura 3.2.1.3 Equipo portátil para la inspección por líquidos penetrantes

EQUIPO ESTACIONARIO

Este equipo se localiza en lugar determinado, caracterizándose por la versatilidad en el tamaño y forma de las piezas que se puede inspeccionar. Consta de

unidades o estaciones capaces de manejar varias piezas por hora. Normalmente un tren de inspección es compuesto por:

- Estación de pre limpieza
- Estación del penetrante
- Estación del drenado
- Estación del emulsificante
- Estación de remoción del exceso de penetrante
- Estación de secado- generalmente de tipo horno
- Estación del revelador
- Estación de inspección
- Estación de limpieza posterior

3.2 Modalidad Básica de Investigación

La modalidad que se realizó en la investigación para la elaboración del material didáctico fue acorde a las necesidades de los alumnos en formación de la FAE, fueron encontradas mediante un proceso de investigación para lo cual se utilizó la investigación bibliográfica y de campo.

3.2.1 Bibliográfica o Documental

Se utilizó la modalidad bibliográfica la cual se la obtuvo de las Ordenes Técnicas de aviación, manuales técnicos, revistas de aviación, y páginas de internet que fueron utilizados para la elaboración del marco teórico, por lo que se efectuó un trabajo bien fundamentado

3.2.2.- De campo

En esta modalidad aplicamos la entrevista a través de un cuestionario primeramente realizando una entrevista piloto para la verificación de errores.

Una vez bien redactadas las preguntas del cuestionario procedemos a realizar la entrevista a personal militar especializado y técnicos referentes a la especialidad tabulamos la información para obtener la factibilidad del proyecto. Dicha

información nos permitió aclarar nuestras dudas con respecto al grado de importancia que tiene nuestro anteproyecto.

3.3.- Tipos de investigación

Para verificar los resultados obtenidos se han analizado algunos tipos de investigación como pueden ser: Investigación no experimental por los beneficios que esta conlleva.

3.3.1- No experimental

Con este tipo de investigación se pudo realizar estudios más cercanos a la realidad permitiendo facilitar el trabajo de investigación y obtener una información más clara y precisa.

Se pudo observar que en la visita a las aulas de la escuela existe una gran deficiencia en material de enseñanza por lo que se ha visto la necesidad de la elaboración de un material didáctico interactivo, para que con el mismo el aprendizaje se realice de una forma adecuada y entendible, conteniendo la información necesaria para el proceso enseñanza-aprendizaje.

3.4.- Niveles de investigación

3.4.1.- Exploratorio

Se busca tener un objetivo esencial para que resulte un estudio novedoso con la elaboración del material didáctico que ayude a mejorar o desarrollar métodos de estudio más profundos a fin de ayudar a obtener un mejor aprendizaje a nuestros usuarios.

3.4.2.- Descriptivo

A través del método descriptivo se pudo especificar las propiedades y características de un tema definido.

Que se someta a un análisis por medio del cual se mide, evalúa o recolecta datos diversos sobre el tema a investigar, el objetivo principal es dar un panorama claro del fenómeno que se hace referencia.

3.4.3.- Correlacionales

El objetivo principal de este nivel de investigación es llegar a lograr responder preguntas de investigación al mismo tiempo medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables para ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y luego analizar la correlación. Esto es, tener bien en claro el sentido de las respuestas que se obtiene en la indagación logrando determinar la similitud existente entre los conceptos.

3.5.1.- Universo

El universo lo conforma el personal de Ensayos No Destructivos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana

3.5.2.- Población

Está conformada por los Aerotécnicos que prestan sus servicios en el CEMA en Ensayos No Destructivos en el método de ultrasonido.

3.5.3.- Muestra

Se considera como muestra al personal que trabaja en la sección de Ensayos No Destructivos en el CEMA-Latacunga.

3.6.- Recolección de datos

Se pudo recopilar información amplia referente al tema a través de las entrevistas realizadas a aerotécnicos que conocen sobre el método de ultrasonido de Ensayos No Destructivos.

Esta información se obtuvo de aerotécnicos, órdenes técnicas; las cuales existen en cada una de las secciones de NDI, el lugar donde recopilamos la información es en la Base de Latacunga a través del método de la entrevista, al concluir la recopilación de datos se realizará su respectivo análisis.

3.7.- Procesamiento de la información

Se realizó una revisión crítica de la información recogida, desechando los datos contradictorios, incompletos o no pertinentes codificándolos de manera que puedan ser analizados, es decir. Que en la investigación realizada se encontrara información que no va de acuerdo con el plan de investigación por lo que la misma no se tomará en cuenta para la realización del proyecto.

Se realizaron los siguientes procesos:

- Elaboración de la preguntas del cuestionario.
- Entrevista piloto.
- Entrevistas.
- Revisión y análisis de los resultados de la entrevista.

3.8.- Análisis e interpretación

3.8.1.- Observación

Se realizó en la sección de NDI en el CEMA Latacunga utilizando la Ficha de Observación como documento de recolección.

Los resultados de la información se resumen la siguiente forma:

- Verificación del lugar de los hechos.
- Falta de material para estudio pedagógico.
- No existe el material y los equipos necesarios.

3.8.2.- Entrevista

El cuestionario se realizó tomando en cuenta las preguntas básicas pero muy importantes referentes al tema del proyecto sin mencionar el mismo para determinar si es factible o no continuar con el plan de investigación y concluir con el trabajo práctico.

A continuación se realiza el análisis de las preguntas de la encuesta.

3.8.2.1- Análisis de las preguntas del cuestionario.

3.8.2.1.1- Análisis de la pregunta 1

¿Considera que la falta de material didáctico interactivo referente a Mantenimiento de aviones en las escuelas de formación de la FAE afecta a los conocimientos teóricos de los estudiantes?

Análisis

Esta pregunta es muy básica e importante por lo que determina el conocimiento que tienen los entrevistados sobre este tema, la misma que nos servirá de mucha ayuda para la elaboración del trabajo de investigación.

Interpretación

De acuerdo con los datos obtenidos en la primera pregunta se pudo concluir que las personas entrevistadas conocen y consideran que es muy necesaria la elaboración de material didáctico interactivo para mejorar los conocimientos teóricos-prácticos en NDI.

3.8.2.1.2- Análisis de la pregunta 2

¿Cuál de las siguientes razones cree que es la causa más importante para un mal desempeño laboral luego de haber culminado con etapa de formación militar?

Análisis

Esta pregunta sirve para determinar la razón más importante para que exista un bajo desempeño profesional luego de haber culminado con el proceso de formación militar en cada una de las especialidades, que han establecido los entrevistados.

Interpretación

Los entrevistados determinan que la principal causa de vacíos en conocimientos es la falta de material didáctico interactivo referente a cada especialidad de FAE la misma sería de mucha ayuda para el aprendizaje, pero también se considera hay un alto desinterés por parte de los estudiantes así como también la falta de material ilustrativo.

3.8.2.1.3.- Análisis de la pregunta 3

¿Cuál debe ser la alternativa más viable para mejorar el rendimiento académico de los alumnos en formación de la FAE?

Análisis

Por medio de esta pregunta se determina la alternativa más viable para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes como se muestra en el gráfico con el color verde ya que indica mayor importancia la elaboración de material didáctico interactivo.

Interpretación

La mayor parte de los entrevistados deducen que la mejor alternativa y más viable para mejorar el rendimiento académico de los alumnos en formación es mediante la implementación de material didáctico interactivo, facilitando tanto la enseñanza como el aprendizaje, sin dejar de tomar en cuenta por su alto porcentaje los horarios flexibles y materias adecuadas a la especialidad.

3.8.2.1.4.- Análisis de la pregunta 4

Según su criterio, ¿Qué es un material didáctico interactivo?

Según los resultados obtenidos se pudo observar que todas las personas entrevistadas tienen conocimientos de lo que es un material didáctico interactivo lo cual nos indica q el proyecto a realizar es viable para el aprendizaje de los alumnos en formación.

3.8.2.1.5.- Análisis de la pregunta 5

¿Cuál es el método más eficaz y sencillo para mejorar la enseñanza de los alumnos en formación de la Fuerza Aérea Ecuatoriana?

Análisis

Por medio de esta pregunta se determina que la forma más sencilla para reducir la falta de aprendizaje en los alumnos es implementar material didáctico interactivo ya q tiene un mayor grado de importancia.

Interpretación

Con los datos obtenidos en la entrevista se puede decir que la manera más adecuada para reducir la falta de aprendizaje en los alumnos en formación es implementar en las aulas el suficiente material didáctico interactivo, obteniendo un óptimo aprendizaje, siendo también de gran importancia carteles referentes a la materia y en un menor número la falta de dedicación.

3.9.- Conclusiones y recomendaciones

3.9.1.- Conclusiones

- Se determinó que la falta de material didáctico interactivo en la escuela de formación de la FAE referente a NDI es de mucha importancia para mejorar los conocimientos teórico-prácticos de los estudiantes en curso.
- La falta de conocimientos teórico-prácticos es una de las causas más importantes de los vacíos de conocimientos en los alumnos.
- Es necesario realizar la implementación de material didáctico interactivo porque de esta manera los conocimientos teórico-prácticos impartidos por los docentes los podemos poner en práctica.

3.9.2.- Recomendaciones

- Implementar material didáctico interactivo referente a NDI del método de ultrasonido para la enseñanza de los alumnos en formación de la FAE y así mejorar el proceso enseñanza aprendizaje.
- Implementar un CD interactivo con todos sus procedimientos para facilitar el estudio de los diferentes métodos.
- La implementación del material didáctico sería la forma más viable para mejorar los conocimientos y así el docente pueda impartir su asignatura de forma eficaz y precisa.

4. FACTIBILIDAD DEL TEMA

4.1.- Técnica

En la factibilidad técnica, se puede observar de una mejor manera mediante un cuadro comparativo de los aspectos positivos y negativos de la implementación de este proyecto en la fuerza aérea.

| ASPECTO | SITUACIÓN REAL | SITUACIÓN A FUTURO |
|-------------------------------|---|---|
| Desarrollo tecnológico | No se cuenta con suficiente material de apoyo didáctico. | Se contará con material didáctico actualizado acorde a las tendencias tecnológicas. |
| Tiempo | Pérdida de tiempo al momento de impartir los conocimientos teóricos | Ahorrara tiempo al momento de impartir los conocimientos teóricos. |

4.2.- Legal

Para la elaboración de este anteproyecto no existe ningún impedimento legal por parte de la institución, por lo tanto, el proyecto cuenta con la suficiente factibilidad y el respaldo reglamentario.

4.3.- Operacional

En la factibilidad operacional, contamos con el personal del área de NDI que poseen el conocimiento necesario y la experiencia que es un factor importante, para poder manejar e interpretar el material didáctico interactivo.

4.4.- Económica

Estos recursos serán cubiertos por la autor del proyecto y constituyen el costo de la elaboración del trabajo de graduación.

El beneficio de los costos radica en el mejoramiento que logrará La Fuerza Aérea en todos sus Alumnos.

5. DENUNCIA DEL TEMA

IMPLEMENTACIÓN DE UN CD INTERACTIVO EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DEL MÉTODO DE LIQUIDOS PENETRANTES PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA

5.1.- Talento humano

Para la ejecución del proyecto de investigación intervino el personal técnico especializado en NDI. El talento humano que contribuyó para la ejecución de este trabajo fue el siguiente:

- Investigador o autor del proyecto.
- Personal técnico de NDI.

5.2.- Recursos

5.2.1.- Institucionales

- Fuerza Aérea Ecuatorianas FAE.

5.2.2.- Físicos

- Aulas de la FAE.
- Departamento AET.

5.3.3.- Materiales y equipos

- Lap-Top.
- Impresora.
- Papelería.
- Útiles de oficina.
- Cámara

5.3.4.- Económicos

5.3.4.1 .-Costos primario

Tabla 5.1: Costo primario

| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | VALOR |
|----------|-----------------------------------|-------|
| 1 | MATERIAL DIDACTICO CD INTERACTIVO | 350 |

Elaborado por: Naranjo Edison

Fuente: Ing Trejo Juan

5.3.4.2.- Costos secundarios

Tabla 5.2 Costos secundario

| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | VALOR |
|----------|---|-------------------|
| 01 | Derecho del trámite de grado | 6.00 |
| 01 | Derecho de Asesor | 120.00 |
| 01 | Gastos impresiones del trabajo de grado | 60.00 |
| 04 | Anillado | 7.00 |
| 10 | Hojas valoradas | 5.00 |
| 03 | Empastado | 18.00 |
| 01 | Gastos varios | 120.00 |
| | Total: | USD 336.00 |

Fuente: secretaria Académica ITSA

Elaborado por: Narajo Edison

5.3.4.3.- Costo total del Proyecto.

Tabla 5.3 Costo Total del proyecto

| | |
|------------------|-------------------|
| COSTO PRIMARIO | 350.00 |
| COSTO SECUNDARIO | 336.00 |
| TOTAL | USD 686.00 |

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Naranjo Edison

El valor total del presupuesto es igual a la suma de los costos primarios más los costos secundarios.

Se gastará el valor de \$686.00 por concepto de ejecución del Anteproyecto y proyecto.

5.2 GLOSARIO.

Acción Capilar.- tendencia de ciertos líquidos a penetrar o emigrar en pequeñas aberturas como grietas o fisuras, cuando estos se aplican en la superficie de la pieza de prueba.

Acción solvente.- disolución de un fluido o sólido por otro material.

Adaptación a la oscuridad.- ajuste del ojo humano cuando pasa de un lugar iluminado a un lugar oscuro.

Autoemulcificante.- propiedad de un líquido penetrante de combinarse satisfactoriamente con agua ya sea en forma de emulsión o de solución, para permitir su remoción de una superficie por lavado con agua.

Bloque de comparación de prueba.- bloque de metal agrietado intencionalmente, con dos áreas separadas pero adyacentes, para la aplicación de penetrantes diferentes de modo que pueda obtenerse una comparación directa.

Contraste.- diferencia de divisibilidad o coloración entre los componentes que están siendo inspeccionados de líquidos penetrantes y las indicaciones de discontinuidades.

Defecto.- discontinuidad que interfiere con la utilidad del material.

Discontinuidad.- Cualquier interrupción en la estructura física normal o configuración de una pieza como grietas, fisuras, traslapes, inclusiones, porosidad, etc. Una discontinuidad puede o no dañar la utilidad de la pieza.

Emulsificador.- agente líquido que se combina con un líquido penetrante insoluble en agua y suministra al penetrante solubilidad, facilitando con ello su remoción con agua.

Enjuague.- proceso de remover líquido penetrante de la superficie de una pieza por medio de un lavado o inmersión en otro líquido. También es comúnmente llamado lavado.

Filtro de luz ultravioleta.- filtro que transmite (3600 a 4000 Angstroms de longitud de onda) suprimiendo a la vez la luz visible.

Fluido desengrasante.- agente empleado para eliminar aceite o grasa de la superficie antes de que se aplique el penetrante.

5.3. BIBLIOGRAFIA

American society of mechanical engineers (ASME), Boilers and pressure vessels code. ANSI/ASME/BPV. Sec V nondestructive examination articles 6, 23, New York, ASME, 1986.

GARCIA CUETO, Alfonso R, ET.al Curso de líquidos penetrantes niveles y ii. Mexico, ICAENDSI (SEP), 1986.

ANEXOS

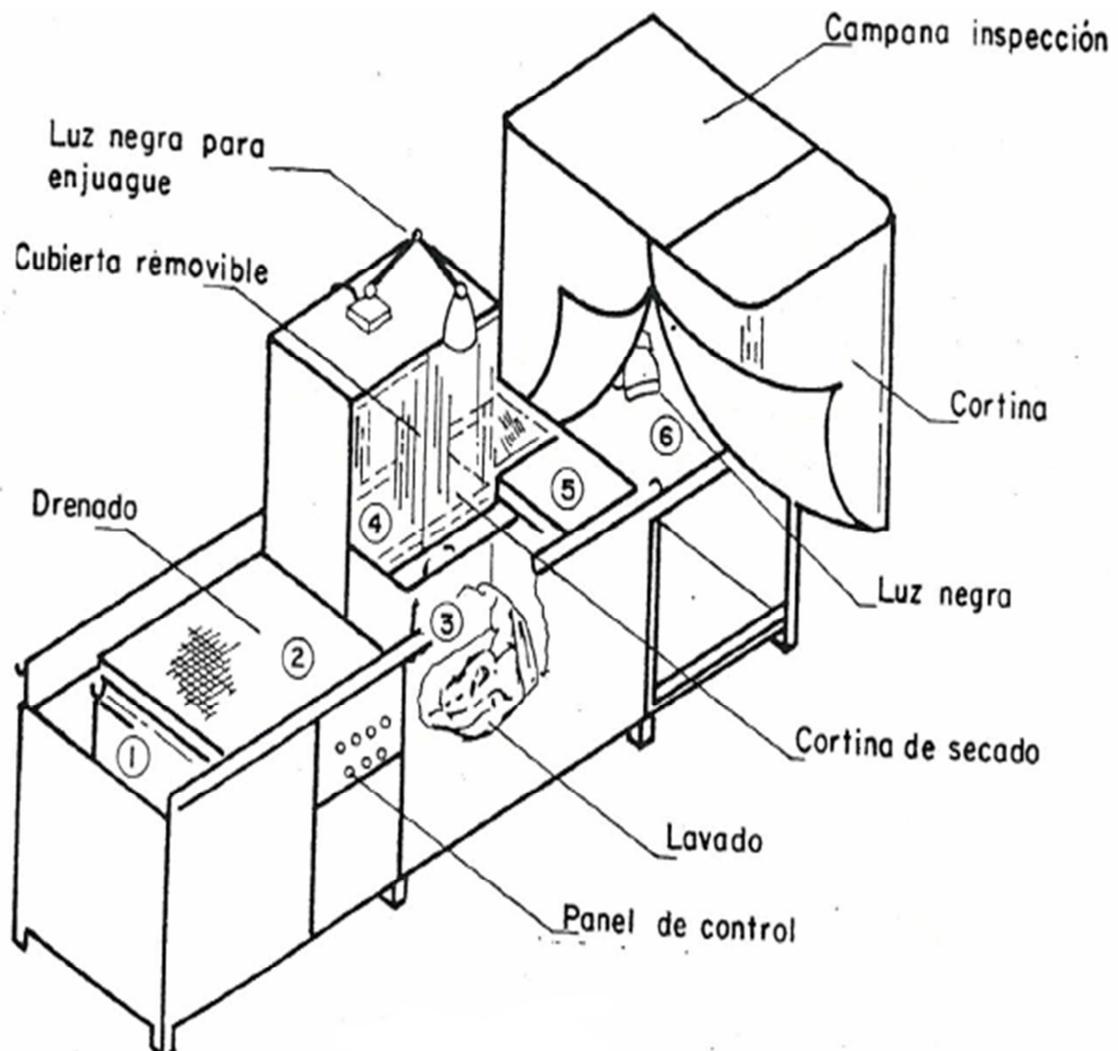
ANEXO A

Tiempos de penetración para el proceso de penetrantes fluorescentes lavables con agua

| MATERIAL | FORMA O PROCESO | TIPO DE DISCONTINUIDAD | TIEMPO DE PENETRACIÓN EN MINUTOS |
|--|-------------------------------|------------------------|--|
| Aluminio | Fundición | Porosidad | 5 - 15 |
| | | Traslapes en frío | 5 - 15 |
| | Forjados | Traslapes | 30 |
| | Soldaduras | Falta de fusión | 30 |
| | | Porosidad | 30 |
| Cualquier forma | Grietas por fatiga | 30 | |
| Magnesio | Fundiciones | Porosidad | 15 |
| | | Traslapes en frío | 15 |
| | Forjados | Dobleces | 30 |
| | Soldaduras | Falta de fusión | 30 |
| | Cualquier forma | Porosidad | 30 |
| | | Grietas por fatiga | 30 |
| Aceros Inoxidables | Fundiciones | Porosidades | 30 |
| | | Traslapes en frío | 30 |
| | Forjados | Dobleces | 60 |
| | Soldaduras | Falta de fusión | 60 |
| | | Porosidad | 60 |
| | Cualquier forma | Grietas por fatiga | 30 |
| Latones y Bronces | Fundiciones | Porosidad | 10 |
| | | Traslapes en frío | 10 |
| | Forjados | Dobleces | 30 |
| | Partes con soldadura de latón | Falta de fusión | 15 |
| | | Porosidad | 15 |
| | Cualquier forma | Grietas por fatiga | 30 |
| Plásticos | Cualquier forma | Grietas | 5 - 30 |
| Vidrio | Cualquier forma | Grietas | 5 - 30 |
| Herramientas con extremos de carburo | | Falta de fusión | 30 |
| | | Porosidad | 30 |
| | | Grietas por esmerilado | 10 |
| Titanio y Aleaciones de alta temperatura | | Todos | Usar solamente con penetrante posemulsificable |

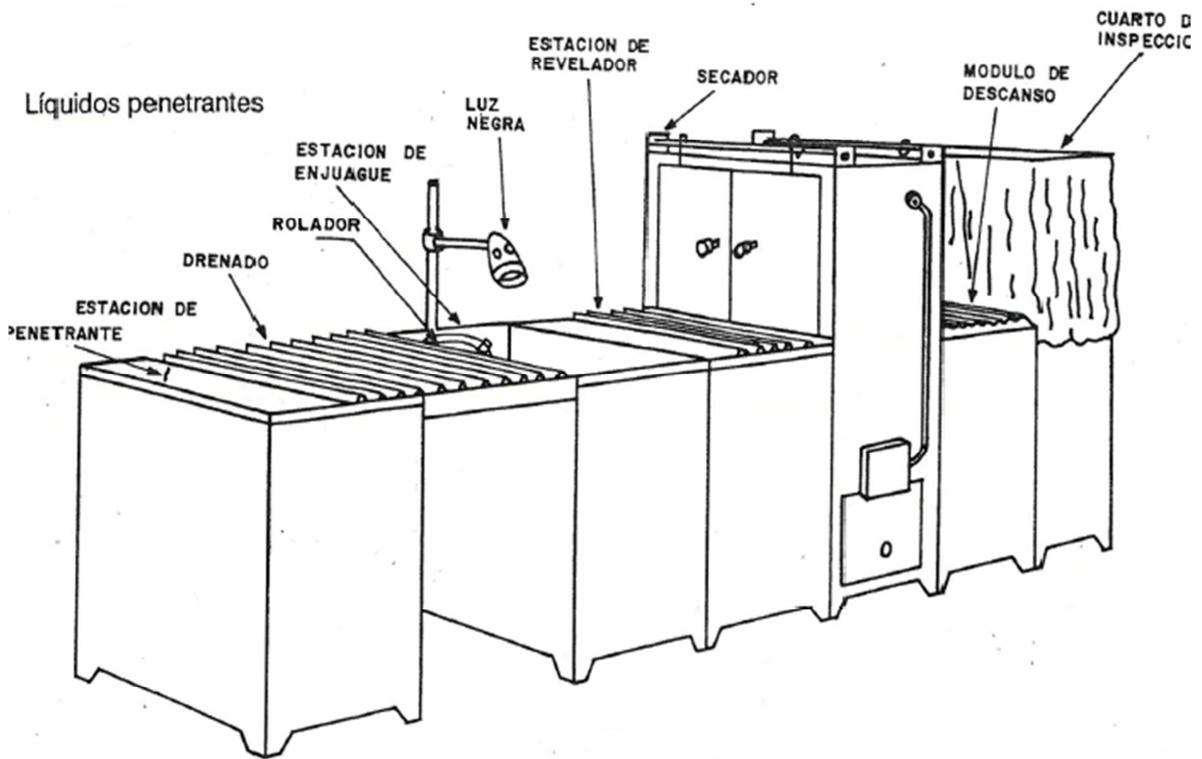
ANEXO B

Equipo estacionario de ensayos no destructivos



ANEXO C

Equipo estacionario para la inspección con penetrante fluorescente autoemulsificante y revelador húmedo.



ANEXO B

Declaración del listado de capacidades inspecciones no destructivas según R-DAG 145 para el CEMA

Form. 8310-3d DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL - ECUADOR
DECLARACIÓN/LISTADO DE CAPACIDADES INSPECCIONES NO DESTRUCTIVAS - RDAC 145

Para Estaciones de Reparación que efectúen inspecciones no destructivas de acuerdo al RDAC 145.61 b) 9

CEMA

| TIPO DE SERVICIO | MÉTODO | ESPECIFICACIÓN APROBADA / NORMA |
|-------------------------|------------------------|--|
| ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS | INSPECCIÓN VISUAL | DOCUMENTOS DEL FABRICANTE ACTUALIZADO PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL (PVT) ACTUALIZADO |
| ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS | ULTRASONIDO | DOCUMENTOS DEL FABRICANTE ACTUALIZADO PROCEDIMIENTO DE ULTRASONIDO (PUT) ACTUALIZADO |
| ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS | CORRIENTES INDUCIDAS | DOCUMENTOS DEL FABRICANTE ACTUALIZADO PROCEDIMIENTO DE CORRIENTES INDUCIDAS (PET) ACTUALIZADO |
| ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS | RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL | DOCUMENTOS DEL FABRICANTE ACTUALIZADO PROCEDIMIENTO DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL (PRT) ACTUALIZADO |
| ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS | PARTÍCULAS MAGNÉTICAS | DOCUMENTOS DEL FABRICANTE ACTUALIZADO PROCEDIMIENTO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS (PMT) ACTUALIZADO |
| ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS | LÍQUIDOS PENETRANTES | DOCUMENTOS DEL FABRICANTE ACTUALIZADO PROCEDIMIENTO DE LÍQUIDOS PENETRANTES (PPT) ACTUALIZADO |

REVISIÓN No. 3 Fecha: 06/JUN/2009

Página 1 de 1

ACEPTACIÓN DGAC

FECHA: 06 - Junio - 2009

NOMBRE: J. Pablo González

FIRMA: 




CHG /

ANEXO C

Materiales penetrantes



ANEXO D

Discontinuidad



ANEXO E

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Naranjo Arcos Edison Estuardo

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

FECHA DE NACIMIENTO: 26 de noviembre de 1988

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0502880511

TELÉFONOS: 099703370 - 032260066

CORREO ELECTRÓNICO: ediee2012@hotmail.com

DIRECCIÓN: Salcedo parroquia Antonio José Holguín



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA

Escuela Ignacio Flores Hermano Miguel

SECUNDARIA

Colegio Técnico Industrial 19 de septiembre

SUPERIORES

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller especialidad “Mecánica Automotriz”

Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica mención Aviones

Suficiencia en idioma Inglés- Escuela de Idiomas ITSA

Cabo segundo técnico de aviación de la FAE

PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Prácticas realizadas en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA) sección NDT.

CURSOS Y SEMINARIOS

Curso técnico profesional de la especialidad NDT

Seminario de actualización pedagógica con enfoque de competencias

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

Cbos. NARANJO ARCOS EDISON ESTUARDO

**DIRECTOR DE CARRERAS INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
AERONÁUTICO**

SUBS. ING. HERBERT ATENCIO

Latacunga, 19 de abril del 2012

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Cbos NARANJO ARCOS EDISON ESTUARDO egresado de la carrera de MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN (ANIONES), en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N° 0502880511, autor del Trabajo de Graduación ELABORACIÓN DE UN CD INTERACTIVO PARA LA UTILIZACIÓN DEL MÉTODO DE LÍQUIDOS PENETRANTES DE NDT APLICADO A LA AVIACIÓN, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Cbos Naranjo Arcos Edison Estuardo

Latacunga 19 de abril del 2012