

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“ELABORACIÓN DE UN CD INTERACTIVO DE ENSEÑANZA DEL
TRATAMIENTO ANTICORROSIVO QUE SE ENCUENTRA EN LAS
AERONAVES”**

POR:

Cbos. Téc. Avc. PAUCAR GUALLICHICO WILMER ALEXIS

Trabajo de graduación como requisito previo para la obtención del Título de:

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **Cbos. Téc. Avc. PAUCAR GUALLICHCIO WILMER ALEXIS**, como requisito parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

Tlgo. CEDILLO ULICES
Director del Trabajo de Graduación

Latacunga, Septiembre 20 del 2012

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado a todas las personas que de manera tesonera y leal me han apoyado incansablemente para seguir adelante a pesar de las circunstancias que se han presentado, especialmente a Dios por darme unos excelentes Padres Edgar y Fanny a mi hermano Byron que han sido siempre comprensibles y tolerantes, a las personas que de manera silenciosa me han dado todo su amor y cariño y de manera especial va para mi abuelito Baltazar quien me apoyo en mis estudios y me dio el valor suficiente para nunca darme por vencido en los momentos difíciles y además a todos quienes han contribuido con su esfuerzo para culminar de la mejor manera esta difícil pero no imposible etapa estudiantil cuyos resultados estarán al servicio de la ciencia la verdad y justicia.

PAUCAR GUALLICHICO WILMER ALEXIS

Cbos. Téc. Avc

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sentimiento de profunda gratitud a mi dios que es quien guía mis pasos por la vida dándome fuerzas para levantarme de cada una de mis caídas, A la gloriosa Fuerza Aérea Ecuatoriana por haberme dado la oportunidad de perfeccionarme y superarme en este prestigioso Instituto y de esta manera contribuir con el engrandecimiento de esta institución de mi patria querida.

También quiero agradecer a mis padres Edgar y Fanny quienes con amor, sacrificio, ejemplo y abnegación han guiado cada uno de mis pasos para hacerme un hombre de bien. A Johana quien con su presencia y apoyo llenan mi vida de alegría, a mis compañeros de promoción y todas aquellas personas que de una u otra manera supieron brindarme su apoyo.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y a todos mis maestros que me han impartido todos sus conocimientos y experiencias de una manera incondicional y desinteresada haciéndome un excelente profesional.

PAUCAR GUALICHICO WILMER ALEXIS
Cbos.Téc.Avc

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
INTRODUCCIÓN	01
RESUMEN	02
SUMMARY	03

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1	Antecedentes	04
1.2	Justificación e Importancia	05
1.3	Objetivos	05
1.3.1	General	05
1.3.2	Específicos.....	06
1.4	Alcance	06

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Introducción.....	07
2.2	Definición de la corrosión	07
2.2.1	Definición químicas	08
2.2.1.1	Elemento	08
2.2.1.2	Átomo.....	08
2.2.1.3	Electrón	09
2.2.1.4	Iones	09
2.2.1.5	Electrolito	09
2.2.1.6	Componentes de una célula de corrosión	09

2.2.2	Cuatro condiciones para existir corrosión	10
2.2.3	Reconocimiento de la corrosión	11
2.2.4	Desarrollo de la corrosión	12
2.2.4.1	Serie de actividad.....	13
2.2.4.2	Tabla de serie galvánica	13
2.3	Tipos de corrosión.....	15
2.3.1	Corrosión uniforme de la superficie.....	15
2.3.2	Corrosión por picadura.....	16
2.3.3	Corrosión galvánica	17
2.3.4	Corrosión en hendidura.....	18
2.3.4.1	Celda de concentración de iones de metal	19
2.3.4.2	Celda de concentración de oxígeno	19
2.3.4.3	Celda activa-pasiva	20
2.3.5	Corrosión filiforme	21
2.3.6	Corrosión por rozamiento.....	22
2.3.7	Corrosión intergranular	23
2.3.8	Corrosión por exfoliación.....	24
2.3.9	Corrosión fisura por esfuerzo	25
2.4.5	Corrosión por fatiga.....	26
2.4	Factores que afectan el régimen de la corrosión	28
2.4.1	Humedad.....	28
2.4.2	Temperatura.....	28
2.4.3	Atmosfera salina	29
2.4.4	Contaminantes industriales	29
2.4.5	Arena, polvo y ceniza volcanica	29
2.4.6	Radiación solar.....	30
2.4.7	Manufactura	30
2.4.8	Microorganismos.....	30
2.4.9	Bacteria	31
2.5	Clasificación de la severidad de la corrosión	31
2.5.1	Corrosión liviano	31
2.5.2	Corrosion moderada	32
2.5.3	Corrosión severa.....	32

2.5.4	Medidas de control recomendadas	32
2.6	Localización de la corrosión	33
2.6.1	Áreas de escape del motor	33
2.6.2	Compartimiento de baterías y orificios de ventilación	34
2.6.3	Áreas de baños y cocinas	35
2.6.4	Pozos del tren de aterrizaje.....	36
2.6.5	Áreas externas de la piel del avión	37
2.6.5.1	La superficie del avión	37
2.6.5.2	Áreas de entrada del motor	38
2.6.6	Áreas inaccesibles	39
2.6.6.1	Tanques de combustible	39
2.6.6.2	Bisagras tipo piano.....	40
2.6.6.3	Recesos de superficies de control	41
2.6.6.4	Áreas debajo de los compartimientos de carga	42
2.6.6.5	Cajas del tren de aterrizaje	43
2.6.6.6	Estructura de montaje del motor	44
2.6.6.7	Cables de control	45
2.6.6.8	Áreas de soldadura	46
2.6.6.9	Equipos eléctricos	47
2.6.6.10	Áreas de retención de agua	48
2.7	Inspección para descubrir la corrosión.....	49
2.7.1	Métodos de limpieza	50
2.7.2	Frecuencia de la limpieza.....	51
2.8	Tipos de manchas.....	52
2.8.1	Manchas aceitosas	52
2.8.2	Manchas semi-sólidas.....	52
2.8.3	Manchas sólidas	52
2.9	Clases de detergentes	53
2.9.1	Métodos de limpieza	53
2.9.1.1	Limpieza manual	53
2.9.1.2	Limpieza por rociadura.....	54
2.9.1.2.1	Limpiador de esparcimiento MA-1	54
2.9.1.2.2	Limpiador de lavado a presión	54

2.9.1.2.3	Lavado de aviones impulsados por aire	54
2.9.1.3	Limpieza por inmersión	54
2.10	Remoción de la corrosión.....	55
2.10.1	Materiales y herramientas no motorizadas.....	55
2.10.1.1	Materiales abrasivos	55
2.10.1.2	Papel abrasivo	55
2.10.1.3	Esteras abrasivas.....	56
2.10.1.4	Pasta de piedra pómez	57
2.10.1.5	Lana metálica.....	57
2.10.1.6	Raspadores no metálicos.....	58
2.10.1.7	Cepillos de alambre	59
2.10.2	Materiales y herramientas motorizadas	59
2.10.2.1	Neumático	59
2.10.2.2	Lijadoras orbitales	60
2.10.2.3	Lijadoras vibratorias.....	60
2.10.2.4	Pulidoras	61
2.10.2.5	Taladro neumático	62
2.11	Metodos de inspección de la corrosión	62
2.11.1	Inspección visual.....	63
2.11.2	Partículas magnéticas	63
2.11.3	Tinta penetrante	64
2.11.4	Corrientes parasitas	65
2.11.5	Inspección ultrasónica.....	66
2.11.6	Rayos "X"	67
2.12	Equipos de inspección	68
2.12.1	Linterna portátil	68
2.12.2	Espejo de inspección	69
2.12.3	Regla.....	69
2.12.4	Vidrio de aumento (4X-10X).....	70
2.12.5	Animoscopio.....	71
2.12.6	Galga para medir profundidades indicador de cuadrante	71
2.12.7	Micrómetro óptico.....	72
2.13	Remoción de la capa protectora	73

2.13.1	Remoción mecánica de la pintura	73
2.13.2	Preparación para la remoción	74
2.13.2.1	Remoción de la pintura de aluminio y magnesio	75
2.13.2.2	Remoción de la pintura de las aleaciones de hierro y acero	75
2.13.2.3	Aleaciones de aluminio	75
2.14	Remoción y tratamiento anticorrosivo	76
2.14.1	Limpieza	76
2.14.2	Remoción de la pintura	76
2.14.3	Tratamiento de aleaciones de aluminio	77
2.14.3.1	Remoción mecánica de la corrosión	77
2.14.3.2	Neutralización química	79
2.14.3.3	Capa protectora	79
2.14.3.3.1	Capa de cloruro	79
2.14.3.3.2	Película de óxido superficial	80
2.14.3.3.2.1	Tratamiento electrolítico	80
2.14.3.3.2.2	Tratamiento químico	81
2.14.3.3.3	Película orgánica	81
2.14.4	Tratamiento de metales ferrosos	82
2.14.4.1	Remoción mecánica de la corrosión	82
2.14.4.2	Tratamiento de la superficie	83
2.14.4.2.1	Plaqueado de níquel o cromo	83
2.14.4.2.2	Plaqueado de cadmio	84
2.14.4.3	Galvanización	84
2.14.4.4	Rocío metálico	85
2.14.4.5	Capa orgánica	85
2.14.5	Tratamiento de aleaciones de magnesio	85
2.14.5.1	Remoción mecánica de corrosión	85
2.14.5.2	Tratamiento de la superficie	87
2.14.6	Evaluación de daño por corrosión	87
2.15	Control de la corrosión	88
2.15.1	Limpieza	88
2.15.2	Películas inhibidoras de la corrosión	89
2.15.3	Aislamiento de metales disímiles	90

2.15.3.1 Afianzadores	90
2.15.3.2 Uniones por traslape de pieles.....	90
2.15.4 Sellantes y selladores	91
2.15.5 Acabado de la superficie.....	92
2.16 Pasos de control de la corrosión	92
2.17 Equipos de protección personal.....	93
2.17.1 Persuasión del empleado.....	93
2.17.2 Protección de la cabeza.....	94
2.17.3 Protección de los oídos.....	95
2.17.4 Protección visual	96
2.17.5 Protección de las vías respiratorias	97
2.17.6 Protección de las manos y brazos	98
2.17.7 Protección de los pies y piernas.....	100
2.17.8 Vestimenta de trabajo	101

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares	103
3.2 Diseño del Software Informático en Autoplay Media Studio 8.....	103
3.2.1 Creación de un nuevo Proyecto	104
3.2.2 Creación de la pantalla principal	106
3.2.3 Panel de propiedades	107
3.2.4 Configuración del panel de propiedades.....	107
3.3 Barras de herramientas.....	109
3.4 Programación de los botones.....	111
3.4.1 Propiedades de los botones.....	112
3.4.2 Configuración de las acciones del botón.....	114
3.4.3 Acciones predeterminadas de los botones	114
3.5 Creación del Ejecutable	117
3.5.1 Grabar datos en Cd/DVD/Blu-Ray	118
3.5.2 Destino de Datos CD/DVD	118
3.5.3 Hard Drive Folder.....	119

3.5.4	Web/Email Executable	120
3.5.5	Iso Image	121
3.6	Elaboración y diseño del Cd interactivo	122
3.6.1	Fondo de pantalla	122
3.6.2	Agregar Imagenes.....	125
3.6.3	Agregar Texto	126
3.6.4	Agregar Botones	128
3.6.5	Agregar Gif.....	129
3.6.6	Agregar Video	132
3.7	Secuencia de animación	132
3.8	Operación del sistema operativo.....	141
3.8.1	Requisitos para la aoperación del material didactico	142
3.8.2	Pasos para la ejecución del CD	142
3.9	Pruebas de Funcionamiento	143
3.10	Implementación del CD.....	144
3.11	Análisis Económico	145
3.12	Fase de Investigación	145
3.13	Gastos de Capacitación	145
3.14	Gastos para el desarrollo del Cd.....	146
3.15	Licencias AutoPlay Media Studio 8.....	146
3.16	Consolidación Gastos Totales.....	147

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones.....	148
4.2	Recomendaciones	148
	Glosario de Términos	150
	Bibliografía	154
	Anexos.....	155

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Investigación del Problema (Anteproyecto)

ANEXO B Documento de aceptación del usuario

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Serie de actividad	13
Tabla 2.2 Tabla de serie galvánica	14
Tabla 2.3 Elementos de aleación utilizados continuamente con aluminio	79
Tabla 3.1 Pruebas de Funcionamiento	144
Tabla 3.2 Fase de Investigación	145
Tabla 3.3 Gastos de Capacitación	146
Tabla 3.4 Gastos para el desarrollo del Cd.....	146
Tabla 3.5 Consolidación Gastos totales.....	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Célula de corrosión simplificada.....	10
Figura 2.2 Célula de la corrosión.....	11
Figura 2.3 Eliminación de corrosión por la aplicación de una capa orgánica	12
Figura 2.4 Corrosión uniforme de la superficie	15
Figura 2.5 Corrosión por Picadura.....	16
Figura 2.6 Corrosión Galvánica.....	17
Figura 2.7 Corrosión en hendidura	18
Figura 2.8 Celda de concentración de iones metálicos	19
Figura 2.9 Celda de concentración de oxígeno	20
Figura 2.10 Celda activa y pasiva.....	21
Figura 2.11 Corrosión filiforme	22
Figura 2.12 Corrosión por rozamiento	23
Figura 2.13 Corrosión intergranular.....	24
Figura 2.14 Corrosión por exfoliación.....	25

Figura 2.15	Corrosión fisura por esfuerzo	26
Figura 2.16	Corrosión por fatiga	27
Figura 2.17	Área de trayectoria del escape	34
Figura 2.18	Compartimiento de baterías	35
Figura 2.19	Área de baños y cocina	36
Figura 2.20	Puntos de corrosión del tren de aterrizaje y del alojamiento	37
Figura 2.21	La superficie del avión	38
Figura 2.22	Áreas de entrada del motor	39
Figura 2.23	Tanques de combustible	40
Figura 2.24	Puntos de corrosión de la bisagra	41
Figura 2.25	Recesos de superficies de control	42
Figura 2.26	Áreas debajo de los compartimientos de carga	43
Figura 2.27	Cajas del tren de aterrizaje	44
Figura 2.28	Estructura de montaje del motor	45
Figura 2.29	Cables de control	46
Figura 2.30	Áreas de soldadura	47
Figura 2.31	Equipos eléctricos	48
Figura 2.32	Áreas de retención de agua	49
Figura 2.33	Métodos de limpieza	51
Figura 2.34	Papel abrasivo	56
Figura 2.35	Esteras abrasivas	56
Figura 2.36	Pasta piedra pómez	57
Figura 2.37	Lana metálica	58
Figura 2.38	Raspador no metálico	58
Figura 2.39	Cepillos de alambres	59
Figura 2.40	Lijadoras orbitales	60
Figura 2.41	Lijadoras vibradoras	61
Figura 2.42	Pulidoras	61
Figura 2.43	Taladro neumático	62
Figura 2.44	Inspección Visual	63
Figura 2.45	Partículas Magnéticas	64
Figura 2.46	Tinta Penetrante	65
Figura 2.47	Corrientes Parasitas	66

Figura 2.48	Inspección Ultrasonido	67
Figura 2.49	Rayos "X"	68
Figura 2.50	Linterna portátil.....	68
Figura 2.51	Espejo de inspección.....	69
Figura 2.52	Regla medidora	70
Figura 2.53	Vidrio de aumento	70
Figura 2.54	Animascopio.....	71
Figura 2.55	Galga medidora de profundidades	72
Figura 2.56	Micrómetro óptico	73
Figura 2.57	Remoción de la capa protectora.....	74
Figura 2.58	Tratamiento de aleaciones de aluminio	78
Figura 2.59	Tratamiento de metales ferrosos	83
Figura 2.60	Tratamiento de aleaciones de magnesio.....	86
Figura 2.61	Protección de la cabeza	95
Figura 2.62	Protección de los oídos	96
Figura 2.63	Protección visual	97
Figura 2.64	Protección del sistema respiratorio.....	98
Figura 2.65	Protección de las manos y brazos.....	99
Figura 2.66	Protección de los pies y piernas	100
Figura 2.67	Vestimenta de protección.....	102
Figura 3.1	Acceso directo de AutoPlay.....	104
Figura 3.2	Ventana de inicio de AutoPlay.....	105
Figura 3.3	Ventana con programas predeterminados	105
Figura 3.4	Entorno de trabajo del programa AutoPlay.....	106
Figura 3.5	Ventana de Propiedades de background	107
Figura 3.6	Barra de Herramientas	109
Figura 3.7	Ventana para seleccionar los botones	111
Figura 3.8	Ventana de Propiedades de objeto de los botones	112
Figura 3.9	Ventana de Propiedades de sonido de los botones	113
Figura 3.10	Ventana de Propiedades de acción rápida del Botón.....	114
Figura 3.11	Ventana Grabar datos CD/DVD/Blu-Ray.....	118
Figura 3.12	Ventana del destino de los Datos CD/DVD	118
Figura 3.13	Ventana de Hard Drive folder	119

Figura 3.14	Ventana de Target Compressed Executable.....	120
Figura 3.15	Ventana de Target ISO Image.....	121
Figura 3.16	Fondo de Pantalla	122
Figura 3.17	Fondo de Pantalla	123
Figura 3.18	Selección de Imagen.....	123
Figura 3.19	Guardar Imagen	124
Figura 3.20	Imagen de fondo	124
Figura 3.21	Selección de imagen	125
Figura 3.22	Imagen Seleccionada	125
Figura 3.23	Agregar Texto.....	126
Figura 3.24	Tipo de Letra	126
Figura 3.25	Ubicación de Texto.....	127
Figura 3.26	Color de Texto.....	127
Figura 3.27	Selección de Botones.....	128
Figura 3.28	Configuración de Botones	128
Figura 3.29	Modificación de Botones	129
Figura 3.30	Agregar Gif	129
Figura 3.31	Creación de un Gif	130
Figura 3.32	Modificación de un Gif	130
Figura 3.33	Nombre del Gif	131
Figura 3.34	Movimiento del Gif.....	131
Figura 3.35	Agregar Video	132
Figura 3.36	Pantalla de Portada.....	133
Figura 3.37	Pantalla de Introducción	133
Figura 3.38	Menú principal	134
Figura 3.39	Definición de la Corrosión	135
Figura 3.40	Tipos de Corrosión	136
Figura 3.41	Corrosión por Picadura.....	136
Figura 3.42	Factores que afectan el régimen de la corrosión.....	137
Figura 3.43	Humedad.....	137
Figura 3.44	Clasificación de la severidad de la corrosión.....	138
Figura 3.45	Localización de la corrosión	138
Figura 3.46	Áreas de baños y cocinas	139

Figura 3.47	Inspección para descubrir la corrosión	139
Figura 3.48	Tipos de manchas	140
Figura 3.49	Equipos de inspección.....	140
Figura 3.50	Equipos de protección personal	141
Figura 3.51	Componentes de un Cd interactivo	143

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso del desarrollo de la civilización, los metales han jugado un papel muy importante en los avances relacionados con la defensa, los procesos químicos, la construcción, etc. Desde épocas primitivas el hombre tuvo conocimiento de la existencia de diversos materiales que se podían extraer de la naturaleza.

Los períodos de desarrollo de la civilización humana, en algunos casos, se vieron identificados por el descubrimiento y florecimiento de la explotación de dichos recurso.

En realidad, la corrosión es la causa general de la alteración y destrucción de la mayor parte de los materiales naturales o fabricados por el hombre. Si bien esta fuerza destructiva ha existido siempre, no se le ha prestado atención hasta los tiempos modernos, como efecto de los avances de la civilización en general y de la técnica en particular.

En la fuerza aérea se le ha visto como un problema a la corrosión ya que este agente a estado acabando las propiedades de los materiales de las aeronaves con los diferentes tipos de corrosión existentes pero los más comúnmente que se encuentra en las aeronaves son los de picadura y la galvánica que ha sido un problema tomando cartas en el asunto pudiendo acabar este problema que se ha encontrado en la vida diaria en las aeronaves con tratamientos anticorrosivos, y equipos que también pueden ayudar en la corrosión.

Es importante mencionar que no solo los equipos contribuyen a controlar la corrosión, si no también que el personal que labora en este campo estén conscientes que tienen una gran responsabilidad en sus manos, ya que de ellos depende que la corrosión no siga destruyendo los materiales de las aeronaves.

RESUMEN

El presente CD interactivo del tratamiento anticorrosivo de las aeronaves tiene como objetivo contribuir el mejoramiento del material didáctico utilizado por el COED para la instrucción de los señores aerotécnicos. Así mismo será una valiosa herramienta para la instrucción de alumnos que se inicien con el aprendizaje y prácticas del tratamiento anticorrosivo.

El contenido del manual incluye un resumen descriptivo del tratamiento, así como un documento con los términos técnicos utilizados en el desarrollo del manual, material que servirá como fuente de información y consulta.

Además en la fase de animaciones del proyecto contiene diferentes imágenes de donde se puede encontrar la corrosión, los tipos de corrosión, las herramientas para combatir la corrosión manuales y motorizadas, cómo podemos atacar a la corrosión, métodos de limpieza, métodos de inspección y los diferentes tratamientos anticorrosivos para cada material permitiéndose de esta manera de tener una idea clara sobre la corrosión.

De la misma manera se dispone un material del usuario mediante el cual se puede acceder a una mejor comprensión de los contenidos del CD interactivo y la forma de navegar correctamente, ya que la estructura del programa permite un avance secuencial en los conocimientos acerca del tratamiento anticorrosivo.

La información plasmada en el presente manual ayudara a instruir de mejor manera a los señores alumnos y aerotécnicos de la especialidad de Mecánica Aeronáutica mención Aviones y Estructuras y a la vez actualizar los conocimientos, al ser un manual de fácil interpretación.

SUMMARY

This interactive CD undercoating aircraft aims to help improve the teaching materials used by the COED for instruction of Mr. Airmen. It will also be a valuable tool for the instruction of students who begin learning and practice of rustproofing.

The contents of the manual includes a summary description of the treatment as well as a document with the technical terms used in the development of the manual, material to be used as a source of information and consultation. Also in the animation phase of the project contains different images of where you can find corrosion, types of corrosion, the tools to combat corrosion manual and motorized, how we attack corrosion, cleaning methods, inspection methods and anticorrosive treatments for each material thus allowing to have a clear idea of the antenna system and its general characteristics.

Similarly a material is provided whereby the user can access a better understanding of the contents of the interactive CD and correctly navigate form, since the structure of the program allows a sequential advance in the knowledge of rustproofing.

The information provided in this manual will help to better educate the students and Airmen gentlemen specialty mention Aeronautics Aircraft Mechanics and Structures and simultaneously update their knowledge, to be a user-friendly interpretation.

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. Antecedentes

La corrosión de los metales constituye una de las pérdidas económicas más grande de la civilización moderna, lo cual los metales han jugado un papel muy importante en los avances relacionados con la defensa, los procesos químicos, la construcción de aviones, etc. El COED es encargado de la educación y perfeccionamiento de los aerotécnicos y alumnos de la Fuerza Aérea en las distintas especialidades técnicas, consiente que estos se encargaran del tratamiento anticorrosivo por cual se cree necesario capacitarlos con tecnologías nuevas. En el mismo se investigó la situación actual de impartir clases a los aerotécnicos y alumnos de mecánica de la cual se tiene la especialidad de estructuras, a fin de mejorar las eficiencias de enseñanza-aprendizaje encontradas en el proceso.

Se determinó en base de la investigación que es necesario la integración de nuevos métodos de enseñanzas como un CD interactivo del tratamiento anticorrosivo, formando parte fundamental en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de los aerotécnicos y alumnos, para conocer los tipos de corrosión, características, factores de la corrosión, áreas de formación, modos de limpieza, y tratamiento anticorrosivo de los diferentes tipos de corrosión que encontramos en las diferentes partes de la aeronaves. Mediante la investigación no se encontró proyectos similares realizados por los aerotécnicos y alumnos de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones del ITSA.

1.2 Justificación e Importancia

La investigación tiene el propósito de que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ISTA y la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea ETFA cuente con un proyecto innovador y necesario para que los alumnos de dichas instituciones puedan y busquen una base en los conocimientos adquiridos en clase, así fortaleciendo las habilidades y destrezas de un técnico aeronáutico para cuando se encuentren en el campo de la Aeronáutica no tengan problema en aplicar lo aprendido en las aulas del Instituto.

Mediante el desarrollo de la nueva tecnología se ha creído conveniente la implementación de nuevas herramientas que ayuden a las nuevas generaciones que cruzaran las mismas aulas del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA, y Escuela Técnica de la Fuerza Aérea ETFA.

Teniendo en cuenta los problemas de aprendizaje teórico-práctico que los técnicos aeronáuticos tuvieron como estudiantes de la especialidad de Mecánica Aeronáutica ha visto conveniente elaborar este proyecto para que se obtengan conocimientos más completos acerca de los tratamientos anticorrosivos, que son poco conocidos e indispensables para el correcto funcionamiento de la aeronave.

Todo lo anteriormente mencionado está realizado bajo análisis económico, técnico y operacional.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

- ❖ Elaborar un CD interactivo que contenga información técnica sobre el tratamiento anticorrosivo, para mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y el óptimo desempeño de los alumnos de la ETFA e ITSA.

1.3.2 Específicos

- ❖ Recopilar la información necesaria actualizada sobre el control de la corrosión.
- ❖ Determinar las especificaciones y necesidades para la elaboración del programa interactivo.
- ❖ Organizar la información de una manera clara, precisa a fin de tener avance secuencial en el diseño del CD interactivo.
- ❖ Elaborar el cd interactivo en base a la información recopilada de tal forma que tenga una secuencia lógica la cual permite el correcto aprendizaje de los métodos de los tratamientos anticorrosivos.
- ❖ Realizar las pruebas de Funcionamiento del CD Interactivo y verificar que se encuentren acorde con el tratamiento anticorrosivo.
- ❖ Implementar este CD interactivo como una herramienta básica de instrucción para los alumnos de la ETFA e ITSA.
- ❖ Detallar los pasos a seguir antes de empezar a utilizar el CD interactivo para un correcto funcionamiento del mismo.

1.4 Alcance

Con el siguiente estudio se pretende optimizar la enseñanza impartida a estudiantes militares y civiles de la Especialidad de Mecánica en la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea y en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, además de que ayudará al fortalecimiento de habilidades y destrezas de un técnico aeronáutico y lo más importante que se beneficiará a la calidad académica y por ende al prestigio de la institución.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

“A causa de la naturaleza implacable de la corrosión, el personal de mantenimiento de estructuras de aviones necesita conocer los procesos involucrados en la destrucción de la estructura metálica del equipo aeroespacial mediante la exposición al medioambiente. La corrosión es uno de los mayores problemas que se enfrentan en el uso de metales. El problema de la corrosión es importante no solo por el periodo de inactividad para la reparación de corrosión, sino también por el desperdicio de los metales destruidos.

Una gran parte de la producción anual de los metales se utiliza para reemplazar el metal corroído. La corrosión le cuesta a su gobierno miles de millones de dólares en la reparación y remplazo de metales corroídos.”¹

2.2 Definición de la corrosión

“La corrosión es el deterioro electroquímico de un metal a causa de su reacción química al entorno ambiental. Esta reacción ocurre por la tendencia de los metales de volver a su estado natural, usualmente minerales oxidados y sulfuros. Por ejemplo el hierro expuesto a la humedad y al aire volverá a su estado natural, óxido de hierro u oxido.

¹ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Corrosion-En-Aviacion/1019368.html>

El aluminio y magnesio forman productos de corrosión que son óxidos e hidróxidos blancos. Cuando ocurre la corrosión generalmente hay agua presente en alguna forma, o sea, humedad, contenido de agua, condensación, lluvia, rocío salino, etc.

Esto actúa como un electrolito que reacciona químicamente con las superficies de metal; esto se denomina corrosión electroquímica. La corrosión puede ocurrir en la ausencia de agua, pero solo a altas temperaturas, tales como aquellas encontradas en los motores de turbina de gas.

El tipo más común de corrosión y el que puede ser tratado más eficazmente por el personal de mantenimiento es la corrosión electroquímica.

2.2.1 Definiciones químicas

Para entender la mecánica del proceso de corrosión, primeramente debe contar con una buena base en ciencias. A continuación los términos químicos básicos que se necesita saber.

2.2.1.1 Elemento

Una sustancia que no puede descomponer por medios químicos para formar cualquier otra sustancia o elemento. Hay más de 100 elementos, incluyendo metales como el aluminio, magnesio, oro, platino, hierro, níquel, titanio, cadmio, cromo, cobre, plata, plomo, uranio, berilio, zinc, y carbón, y otros no metálicos como el hidrogeno, oxígeno, nitrógeno, sulfuro, cloruro, helio, y boro.

2.2.1.2 Átomo

La unidad más pequeña de un elemento. Está compuesta por tres partes principales. El protón que tiene una carga positiva, el electrón con una carga negativa y el neutrón que no tiene carga, pero que contribuye al peso del átomo.

2.2.1.3 Electrón

Una partícula con carga negativa mucho más pequeña que un átomo. Se produce una corriente eléctrica cuando los electrones son forzados a moverse a través de los conductores del metal. Los electrones fluyen a través de las soluciones de agua solamente en la presencia de iones.

2.2.1.4 Iones

Los átomos o grupos de átomos enlazados que están positiva o negativamente cargados. La corriente eléctrica ocurre cuando los iones son obligados a desplazarse a través de las soluciones de agua. Los iones no pueden desplazarse a través de los conductores de metal.

2.2.1.5 Electrolito

Una solución líquida (usualmente agua) compuesta por iones. El agua salina es un electrolito: una solución acuosa (agua) de iones de sodio e iones de cloruro.

2.2.1.6 Componentes de una célula de corrosión electroquímica

Cuando el metal se corroe, los átomos del metal pierden electrones y se convierten en iones metálicos en el electrolito. En la solución, los iones metálicos de carga positiva pueden combinarse con los iones de carga negativa para formar productos de corrosión, tales como los cloruros, óxidos, hidróxidos y sulfuros metálicos, etc.”²

² Manual de la IAAFA (Inter American Air Forces Academy) Control de la corrosión, 2004

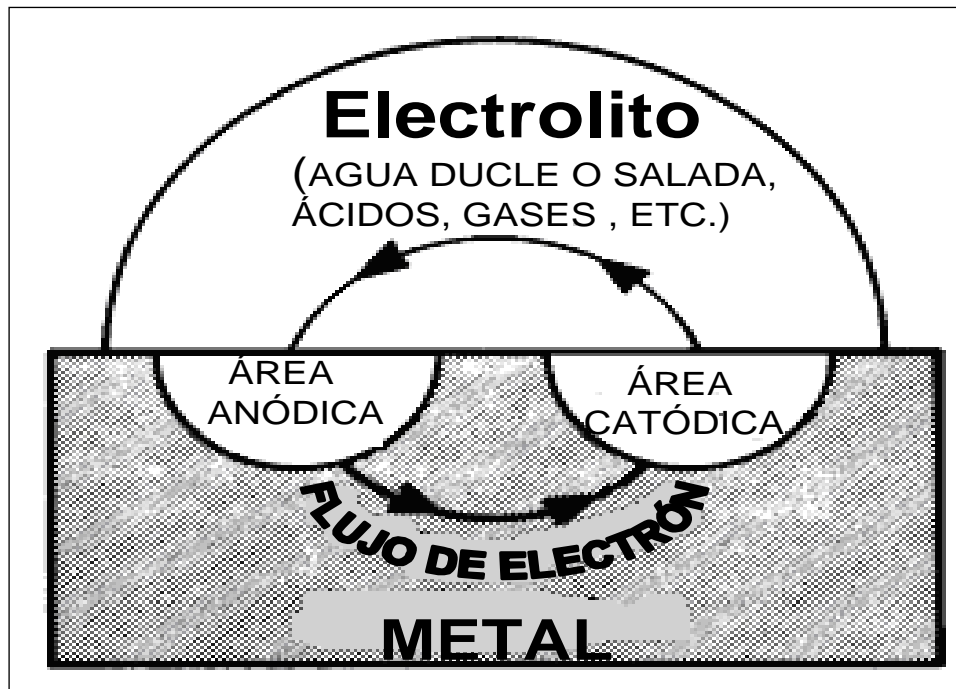


Figura 2.1. Célula de corrosión simplificada

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.2.2 Cuatro condiciones que deben existir antes de que pueda ocurrir la corrosión

- a.- Debe haber un metal con tendencia a corroerse presente (el metal que se está corroyendo se le conoce como el ánodo).
- b.- Debe haber un material conductor disímil que tiene una tendencia menor a corroerse que el ánodo, tal como un metal diferente, una parte protegida en el mismo metal diferente, una parte protegida en el mismo metal, o plásticos conductores. Este material es el cátodo.
- c.- Debe existir contacto eléctrico entre el ánodo y cátodo (usualmente en la forma de contacto de metal con metal). Se le denomina como el RECORRIDO DEL METAL o conductor. Esto permite que los electrones sean liberados en el ánodo y atraídos al cátodo.
- d.- Un líquido conductor (ELECTROLITO) debe conectar al ánodo y al cátodo (para que los iones puedan conducir electricidad entre ellos). Un electrolito es cualquier solución ionizada que contenga humedad.

La naturaleza básica de la corrosión de los metales requiere que haya presente un electrolito para permitir el flujo de corriente entre ciertas áreas. El electrolito es el factor más importante en la teoría de la corrosión porque si no hay humedad, los iones no pueden abandonar la superficie de metal anódico porque el metal no se disuelve.

2.2.3 Reconocimiento de la corrosión

- ❖ La corrosión se considera como la saboteadora internacional cuya intención es destruir todos los aviones, depósitos de existencia y equipo.
- ❖ La corrosión o deterioro del metal se inicia apenas se completa la fabricación o manufactura y continúa hasta que el material se agote o se deseche.
- ❖ La corrosión ocurre debido a la tendencia natural de la mayoría de los metales a retornar a su estado natural.
- ❖ Los metales también se corroen por reacción directa del metal a una sustancia química.

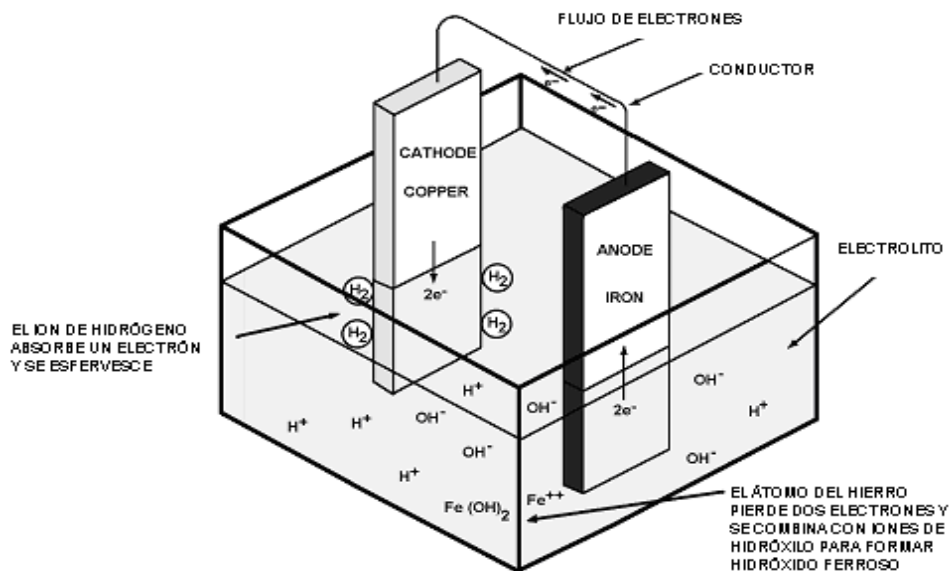


Figura 2.2: Célula de la corrosión

Fuente: Orden Técnica 1-1691

2.2.4 Desarrollo de la corrosión

“Todos los ataques corrosivos empiezan en la superficie de los metales. Si se permite su progreso, la corrosión puede penetrar el metal. Ya que la corrosión nunca empieza dentro de las piezas de metal, siempre habrá evidencia en la superficie cuando ocurra la corrosión. Cuando se forma la corrosión, a menudo se manifiesta en la superficie que se corroe como una acumulación de polvo. Esta capa de productos de corrosión puede reducir el régimen de la corrosión, la capa actúa como barrera para los electrolitos.

Algunos metales (como el acero inoxidable y el titanio), bajo las condiciones apropiadas, producen productos de corrosión que están tan estrechamente ligados al metal corroído que forma una capa invisible de óxido (denominada capa pasiva), la cual evita el progreso de la corrosión. No obstante, cuando la capa de productos de corrosión está suelta y porosa (como las de aluminio y magnesio), el electrolito puede penetrar fácilmente y continuar el proceso de corrosión, produciendo daños más extensos que los mostrados por la apariencia de la superficie. Se debe recordar que la eliminación de una de las condiciones, ilustrada en el grafico anterior detendrá la corrosión, por ejemplo una capa de pintura en una superficie de metal evitará que el líquido conductor (electrolito) conecte con el ánodo y el cátodo, deteniendo así la corriente eléctrica.

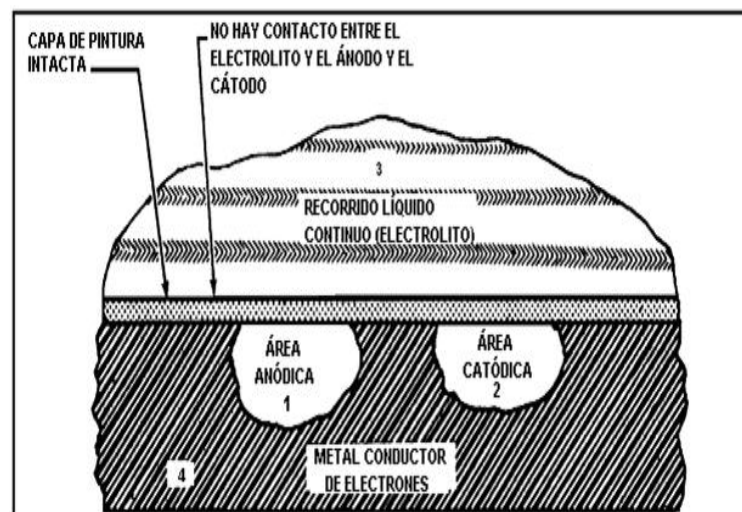


Figura 2.3: Eliminación de corrosión mediante la aplicación de una capa orgánica

Fuente: Orden Técnica 1-1691

2.2.4.1 Serie de actividad

La corrosión electroquímica no puede ocurrir a no ser que exista una diferencia potencial entre el ánodo y el cátodo. Si los dos metales se conectasen juntos en un electrolito, se producirá un voltaje entre los dos metales.

En la figura podremos observar los metales con el potencial de voltaje. Dichos metales antes del hidrogeno son metales más activos, mientras que los enumerados después del hidrogeno son más pasivos.

Tabla 2.1: Serie de actividad

Litio	+3,05
Potasio	+2,93
Calcio	+2,87
Sodio	+2,71
Magnesio	+2,37
Berilio	+1,85
Aluminio	+1,66
Manganeso	+1,18
Cinc	+0,76
Cromo	+0,74
Hierro	+0,44
Cadmio	+0,40
Níquel	+0,25
Estaño	+0,14
Plomo	+0,13
HIDRÓGENO	0,00
Cobre	-0,34
Mercurio	-0,79
Plata	-0,80
Platino	-1,20
Oro	-1,68

Fuente: Orden Técnica 1-1691

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

2.2.4.2 Tabla de series galvánica

Cuando dos metales hacen contacto eléctrico en la presencia de un electrólito, el régimen en que la corrosión ocurre depende de la diferencia en su actividad que es representada por su posición.

Mientras mayor sea la diferencia de actividad, más rápido ocurre la corrosión. Por ejemplo, el magnesio se corroerá más rápido al empalmarse con el oro en una atmosfera húmeda. Pero el aluminio se corroerá muy lentamente, si es que se corroe, al hacer contacto con el cadmio.”³

Tabla 2.2: Tabla de series galvánicas

EXTREMO CORROIDO-ANÓDICO (MENOS NOBLE)-POSITIVO (+)
Magnesio
Aleaciones de Magnesio
Zinc
Aleación de Aluminio Clad 7000
Aluminio comercialmente puro 1100
Aleación de Aluminio Clad 6061
Aleación de Aluminio 5052
Aleación de Aluminio Clad 2024
Aleación de Aluminio 3003
Aleación de Aluminio 6061-T6
Aleación de Aluminio 7075-T6
Aleación de Aluminio 7178
Cadmio
Aleación de Aluminio 2017-T4
Aleación de Aluminio 2024-T4
Aleación de Aluminio 2014-T6
Acero o Hierro
Hierro fundido
Aleación Hierro Cromo (activo)
Níquel resistencia
Aleación 18-8 Cr-Ni-Fe (activo)
Aleación soldadura de Plomo-Estaño
Plomo
Estaño
Níquel (activo)
Inconel (activo)
Hastelloy C (activo)
Hastelloy A
Hastelloy B
Latones
Cobre
Bronces
Aleación Cobre Níquel
Titanio
Monel
Plata Soldadura
Níquel (pasivo)
Inconel (pasivo)
Aleación Hierro Cromo (pasivo)
Aleación 18-8 Cr-Ni-Fe (pasivo)
Aleación 18-8-3 Cr-Ni-Mo-Fe (pasivo)
Plata
Grafito
Oro
Platino
EXTREMO PROTEGIDO-CATÓDICO (MAS NOBLE)-NEGATIVO (-)

Fuente: Orden Técnica 1-1691

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

³ Orden Técnica 1-1-691, Aircraft Weapons Systems Cleaninig and Corrosión Control

2.3 Tipos de corrosión

“Existen varios tipos y formas de corrosión encontrados en los aviones, equipo de apoyo e instalaciones. Existen varios tipos y formas de corrosión tales como el ataque corrosivo uniforme sobre la superficie del metal o el ataque concentrado en áreas locales o aisladas. Hay muchos términos utilizados para identificar los tipos y formas de corrosión. Algunos términos identifican un proceso, mientras que otros que describen modos específicos de ataque o los efectos del ataque.

2.3.1 Corrosión uniforme de la superficie (Grabado Uniforme)

Dicha corrosión es el resultado de un ataque químico directo en la superficie de un metal e involucra solamente la superficie del metal. En una superficie pulida, este tipo de corrosión se observa primero como un opacamiento general o un ataque químico de la superficie y, si se permite que continúe el ataque, la superficie se torna áspera y de una probable apariencia escarchada. Este tipo de corrosión se manifiesta uniformemente porque los ánodos y cátodos son muy pequeños y cambian constantemente de un área de la superficie a otra. Un ejemplo es el ataque químico de los metales por el ácido. El descolorido o el opacamiento general del metal producido por la exposición a temperaturas elevadas no se considera una corrosión grabado uniforme.



Figura 2.4: Corrosión uniforme de la superficie

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.2 Corrosión por Picadura

Este tipo de corrosión es una forma común y severa del ataque corrosivo localizado. La corrosión localizada es una corrosión galvánica entre los granos de una aleación. Ocurre cuando la pieza se forma y los elementos de aleación no se distribuyen equitativamente en la pieza. Hay suficiente diferencia potencial para crear una celda de corrosión. El resultado son granos de superficie catódicos y anódicos que propician la corrosión localizada en la superficie de la aleación expuesta a la humedad. La aleación metálica provee un conducto de metal para la transferencia de electrones. La corrosión picadura es el tipo más común encontrado en las aleaciones de aluminio y magnesio.

Primero se observa como un depósito polvoriento blanco o gris, similar al polvo, que mancha a la superficie. Cuando el depósito se limpia se puede, observar diminutas picaduras u orificios. La corrosión localizada también puede darse en otros tipos de aleaciones de metales. Las picaduras empiezan pequeñas pero se agrandan con el tiempo. Las picaduras pueden removerse por la remoción de parte de la superficie del metal si el metal es lo suficiente grueso para cumplir con las especificaciones. Una capa protectora protegerá la superficie del medioambiente e interrumpirá el ciclo de corrosión.



Figura 2.5: Corrosión por Picadura

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.3 Corrosión Galvánica

La corrosión galvánica ocurre cuando se ponen en contacto metales diferentes y se produce en circuito externo por la presencia de corrosión en la junta entre los metales. Por ejemplo, los revestimientos de aluminio y magnesio remachados en un ala de avión forman un acoplamiento galvánico si hay humedad y contaminación. Cuando las piezas de aluminio están unidas con pernos o tornillos de acero, la corrosión galvánica puede ocurrir entre aluminio y el acero. El ataque galvánico puede ser uniforme o localizado en la unión entre aleaciones, dependiendo de las condiciones.

La corrosión galvánica puede ser particularmente severa cuando las películas protectoras de corrosión no se forman o son eliminadas por erosión. Esta forma de corrosión es la que producen las Celdas Galvánicas. Sucede que cuando la reacción de oxidación del ánodo se va produciendo se van desprendiendo electrones de la superficie del metal que actúa como el polo negativo de la pila (el ánodo) y así se va produciendo el desprendimiento paulatino de material desde la superficie del metal. Este caso ilustra la corrosión en una de sus formas más simples.

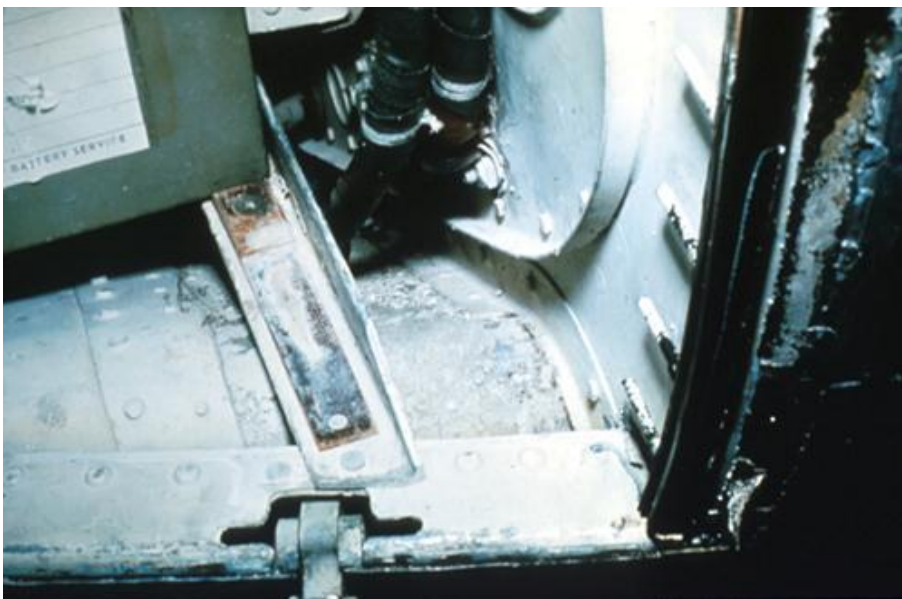


Figura 2.6: Corrosión Galvánica

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.4 Corrosión en hendidura (Fisura)

Esta forma de corrosión es un ataque local en una hendidura ubicada en las superficies del metal con metal o entre superficies metálicas y no metálicas. Un lado de la hendidura debe estar expuesto al electrolito y el electrolito debe estar en la hendidura. La corrosión en hendidura comúnmente ocurre en los rebordes de tuberías mal empaquetadas y debajo de las cabezas de los pernos y sujetadores sumergidos en los líquidos. Este tipo de corrosión también se le conoce como concentración de corrosión en la celda. El electrolito dentro de la hendidura contiene menos oxígeno y más iones de metal que el electrolito ubicado justamente afuera de la fisura.

Como resultado las superficies del metal a pesar de que pueden formar parte del mismo metal, entonces tiene distintas actividades y la corrosión se da dentro de la fisura. Este tipo de corrosión también ocurre cuando una superficie está cubierta por un material ajeno. Existen tres tipos generales de corrosión en fisura:

- 1.- Celda de concentración de iones de metal
- 2.- Celda de concentración de oxígeno
- 3.- Celda activa- pasiva.



Figura 2.7: Corrosión en hendidura

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.4.1 Celda de concentración de iones de metal

Los electrolitos inactivos debajo de las superficies de empalme normalmente tienen una gran concentración de iones de metal. La baja concentración de iones de metal existirá junto a la fisura creada por la superficie de empalme.

El área del metal en contacto con la gran concentración de iones de metal será catódica y no dará señales de corrosión, pero el área en contacto con la baja concentración de iones de metal será anódica y sufrirá de corrosión.

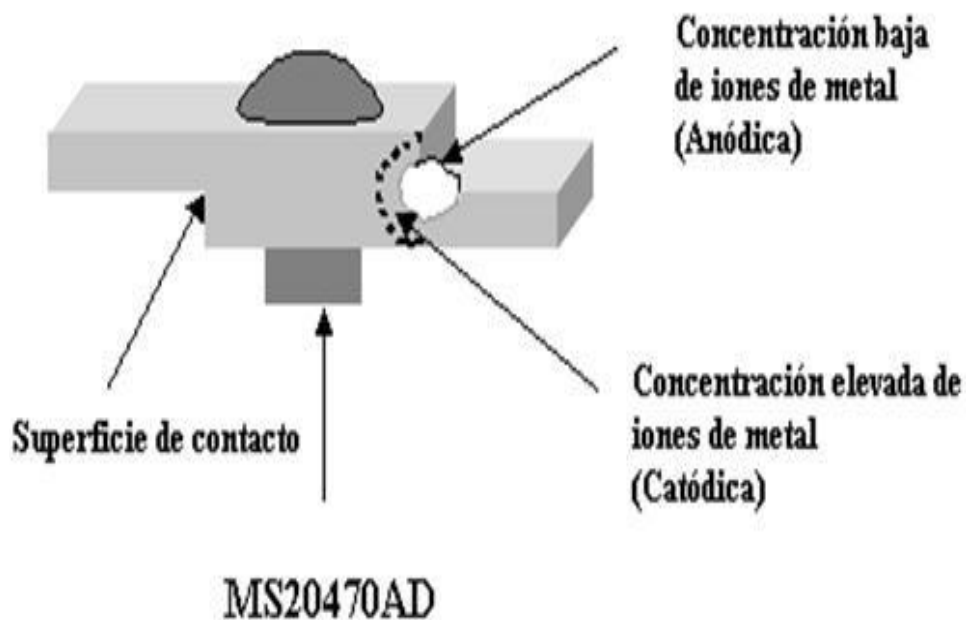


Figura 2.8: Celda de concentración de iones metálicos (cubierta por un electrolito)

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.4.2 Celda de concentración de oxígeno

El electrolito en contacto con las superficies de metal normalmente contiene oxígeno disuelto. Una celda de oxígeno se puede formar en cualquier momento cuando al oxígeno que está en el aire no se le permite difundirse en la solución.

Esto ocasionara una diferencia en la concentración de oxígeno entre dos puntos.

Las ubicaciones típicas de celdas de concentración de oxígeno están debajo de los depósitos (sucio) metálicos o no metálicos en la superficie metálica, y debajo de las superficies de empalme, tales como las juntas de solapo remachadas.

Las celdas de oxígeno también se pueden dar debajo de juntas, madera, caucho, cinta plástica y otros materiales en contacto con la superficie de metal. La corrosión se dará en el área con la concentración de oxígeno (ánodo) más baja.

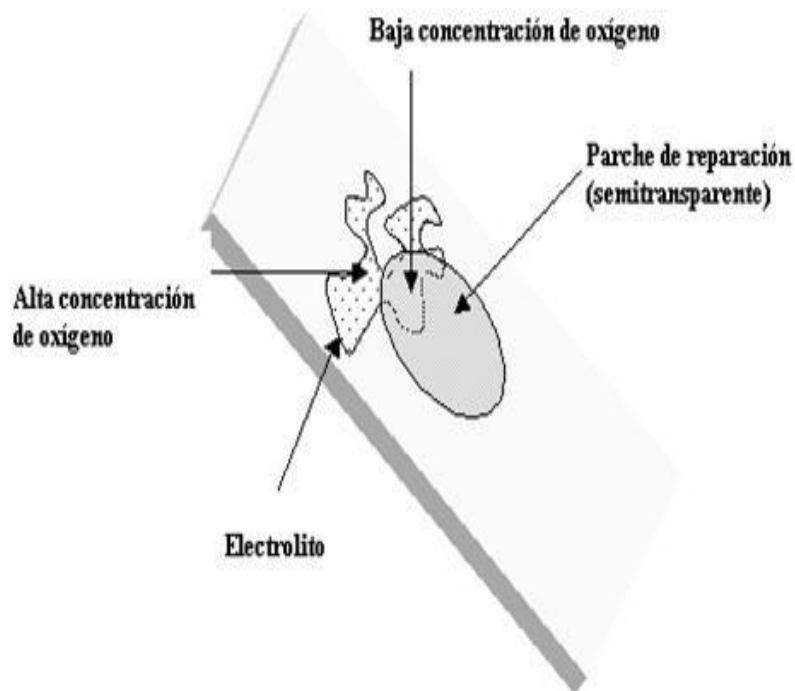


Figura 2.9: Celda de concentración de oxígeno

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.4.3 Celda activa-pasiva

Los metales que dependen de una capa pasiva de adhesión hermética, tal como la capa de óxido en el acero resistente al óxido, están propensos a un ataque de corrosión rápido por las celdas activas-pasivas.

La acción corrosiva usualmente empieza con un depósito de sucio o sal que crean una celda de concentración de oxígeno.

La capa pasiva se disuelve en el área del depósito de sal y el metal más activo debajo de la capa pasiva se verá expuesto al ataque corrosivo. Esta pequeña área anódica entonces se corroerá rápidamente a causa de la mayoría área del catodo circundante (capa pasiva). El resultado es una rápida picadura de la superficie.

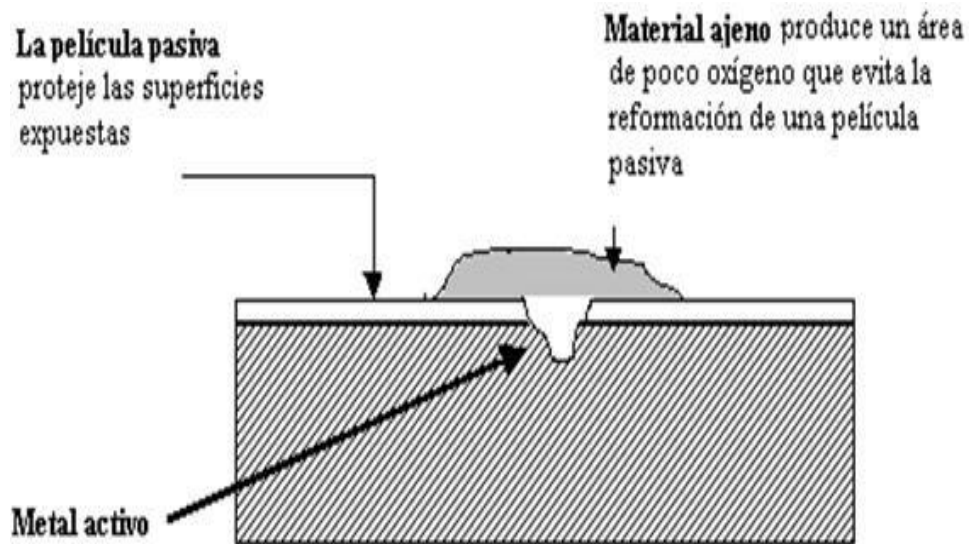


Figura 2.10: Celda activa y pasiva

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.5 Corrosión filiforme

La corrosión filiforme es una forma especial de corrosión de celda de concentración de oxígeno o corrosión en hendidura que ocurre en las superficies de metal que cuenta con un sistema de capa orgánica. Se reconoce por sus rasgos característicos en forma de gusano de productos de corrosión debajo de la capa de la pintura. La corrosión filiforme ocurre cuando la humedad relativa del aire se encuentra 78% y 90%, y cuando la superficie sea poco ácida.

Empieza por las separaciones en el sistema de capa, tales como los rayones y las grietas alrededor de los sujetadores y uniones, y continúa debajo de la capa, a causa de la difusión del vapor de agua y del oxígeno del aire a través de la película. La corrosión filiforme puede atacar las superficies de acero, magnesio y aluminio y puede conducir a corrosiones más serias en algunos lugares.

La corrosión filiforme puede prevenirse, almacenando el equipo y los aviones en un entorno con una humedad relativa menor de 70%. Usando los sistemas de capa de revestimiento que tienen un régimen bajo de difusión para el oxígeno y vapores de agua, mantienen las capas en buen estado y lavando los aviones para remover los contaminantes acídicos de la superficie (tal como aquellos producidos por los contaminantes en el aire).

Mantenga las capas en buen estado (retoque inmediato alrededor de los remaches) y aplique compuestos anticorrosivos cuando la pintura sufra daños.

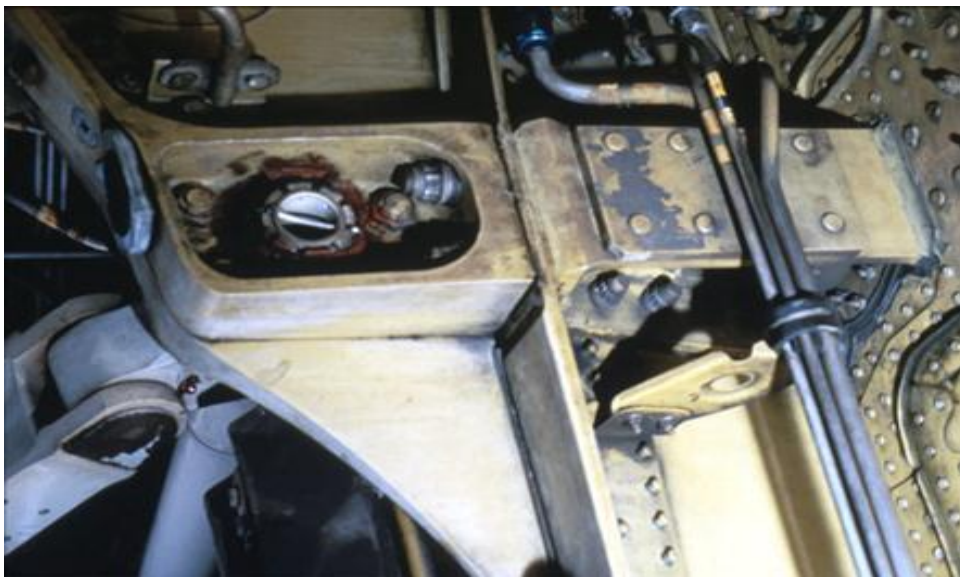


Figura 2.11: Corrosión filiforme

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.6 Corrosión por rozamiento

Esta es una forma especial de celda de concentración (corrosión en hendidura) que ocurre en combinación con el desgaste de la superficie. Este tipo de corrosión se da en las superficies de empalme de poca tolerancia y en las piezas bajo alta presión en un entorno corrosivo cuando hay un leve movimiento relativo de las mismas, tal como aquella producida por la vibración. La corrosión por rozamiento normalmente se encuentra en las uniones estáticas con mucho peso que están sujetas a la vibración y no se pueden o no están selladas para evitar la penetración de humedad.

Las áreas tales como las de sujeción de los componentes del tren de aterrizaje que tienen orificio de orejetas ajustados con poca presión o bujes de ajuste exacto y pernos de muy poca tolerancia que pasan a través de los bujes, están sujetos al rozamiento.

Otra área son los paneles de acceso de la raíz del ala o el carenaje del ala al fuselaje, que generalmente no están muy afianzadas y no pueden sellarse en las superficies de empalme.



Figura 2.12: Corrosión por rozamiento

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.7 Corrosión intergranular

Un ataque corrosivo a lo largo de los planos de exfoliación de un metal se denomina corrosión intergranular. La corrosión intergranular es un ataque a los linderos de los granos de un material. Una sección transversal bien ampliada de cualquier aleación comercial muestra la estructura granular del metal.

Esto consiste en cantidades de granos individuales y cada uno de estos granos diminutos tiene un lindero bien definido que difiere químicamente del metal dentro del centro del grano.

Los granos adyacentes de diferentes elementos pueden reaccionar unos con otros como ánodo y cátodo cuando se ponen en contacto con un electrolito (medio conductor) y puede ocurrir la rápida corrosión selectiva en el lindero del grano. La corrosión intergranular se origina en la superficie del metal, penetrando el interior.

Es sumamente difícil de detectar ya que está escondida debajo de la superficie del metal. Esta corrosión se está considerando como el tipo más peligroso de la corrosión porque no puede detectarse por los métodos normales de inspección visual. Por este motivo, usualmente no se detecta hasta que la pieza falla.

NDI: con inspecciones no destructivas se detectan.

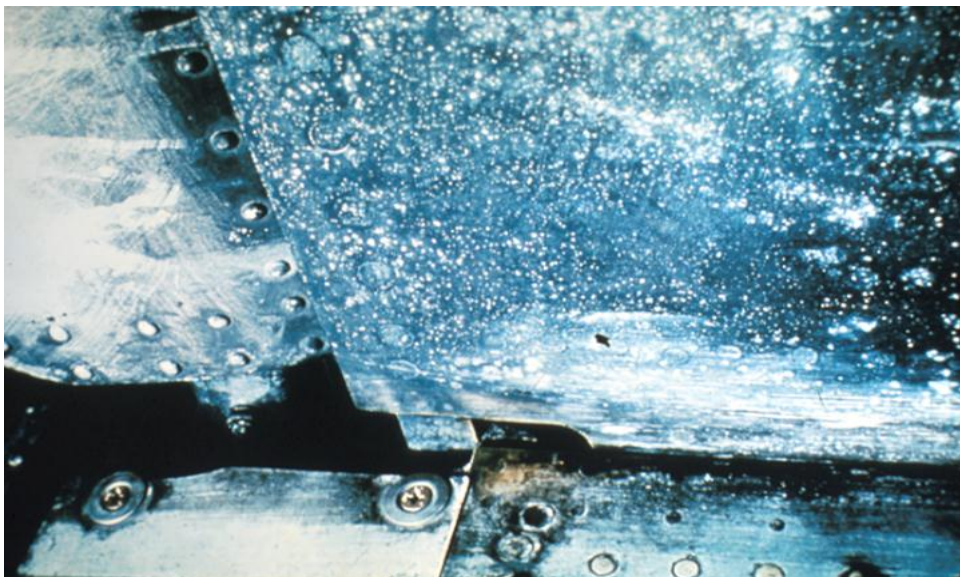


Figura 2.13: Corrosión intergranular

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.8 Corrosión por exfoliación

Dicha corrosión es una etapa avanzada de la corrosión intergranular y frecuentemente se encuentra en los ángulos de aluminio extruidos. Los productos de corrosión que se acumulan entre los granos del metal producen una ampolla o combadura del metal.

Por qué el producto de corrosión no es estructuralmente sólido y porque los granos del metal son aplastados por la fuerza del proceso de extrusión, los granos se separan con facilidad entre si y se separan de la superficie del metal. Generalmente se presentan en las secciones extruidas.

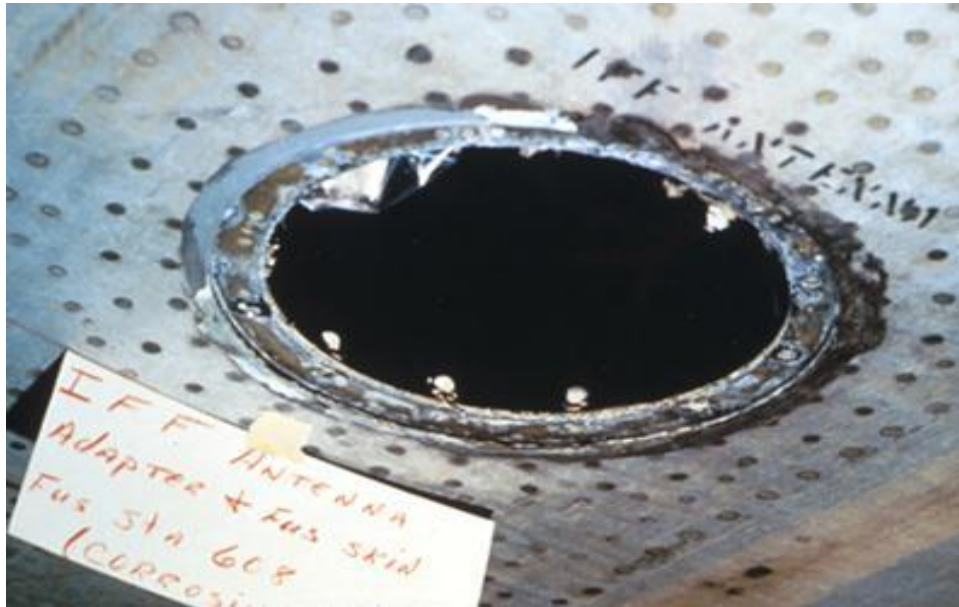


Figura 2.14: Corrosión por exfoliación

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.9 Corrosión fisura por esfuerzo

Esta es la fisura intergranular de un metal ocasionado por los efectos combinados del esfuerzo de tensión continuo (interno o aplicado) y la corrosión. La fisura por corrosión intensa es un tipo extremadamente peligrosa porque puede ocurrir a un nivel de tensión muy inferior a la fortaleza nominal del metal. Empieza donde se cree que es una picadura de corrosión insignificante.

Las piezas pueden separarse en una fracción de segundo o puede agrietarse lentamente. El régimen de fisura es muy impredecible durante el funcionamiento operativo. Como ejemplo, una aleación de aluminio 7075-T6 puede fallar a causa de la fisura por corrosión intenso cuando un esfuerzo que es solamente 10% de su fuerza nominal está presente a lo largo del grosor de los granos del metal.

Se han identificado ambientes específicos los cuales provocaran fisuras por tenso-corrosión en ciertas aleaciones. Las soluciones de sal, el agua de mar y el aire húmedo cargado de salitre pueden producir fisuras por corrosión fisura por esfuerzo en las aleaciones de aluminio termo-tratables, en acero inoxidable y en algunas aleaciones de titanio. La corrosión fisura por esfuerzo puede evitarse colocando una barrera aisladora entre el metal y el entorno corrosivo y aplicando unas capas protectoras y compuestos anticorrosivos capaces de desplazar el agua.



Figura 2.15: Corrosión fisura por esfuerzo

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.3.10 Corrosión por fatiga

Dicha corrosión es la fisura de metales producida por los efectos combinados de la tensión cíclica y la corrosión, y es muy similar a la fisura por corrosión intensa, ningún metal es inmune a la reducción en su resistencia a la tensión cíclica si el metal se encuentra en un ambiente corrosivo. El daño a causa de la fatiga por corrosión es mayor que el cúmulo de los daños de las tensiones cíclicas y la corrosión. La falla de la fatiga por corrosión se da en dos etapas.

Durante la primera etapa, la acción combinada de la corrosión y la tensión cíclica daña el metal por la formación de picaduras y fisuras en la aérea picada.

La segunda etapa es la combinación de la formación de fisura por un modo directo de fatiga, en el que el régimen de fisura está controlado por:

- a. La concentración de tensión en la sección transversal principal, y
- b. Las propiedades físicas del metal.

El rompimiento de una pieza de metal a causa de la fatiga por corrosión se da a una tensión mucho más baja al límite de fatiga a pesar que la magnitud de la corrosión es increíblemente pequeña. Por este motivo, la protección de todas las piezas sujetas a la tensión alternativa es particularmente importante, aun en los ambientes que son ligeramente corrosivos.

La corrosión también puede evitarse colocando una barrera aisladora entre el metal y el entorno corrosivo y aplicando unas capas protectoras y compuestos anticorrosivos capaces de desplazar el agua.”⁴



Figura 2.16: Corrosión por fatiga

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

⁴ Mantenimiento y reparaciones de estructuras de aviones department of the air force.

2.4 Factores que afectan el régimen de la corrosión

2.4.1 Humedad

“La humedad está presente en el aire en forma gaseosa (vapor de agua) o como gotitas de líquido (bruma o niebla) finamente divididas y a menudo contiene contaminantes tales como cloruros, sulfuros y nitratos, que aumentan sus efectos corrosivos.

La humedad penetra en todas las áreas de un avión, por donde pueda penetrar el aire. Todas las áreas cerradas que no estén selladas permiten que el aire entre y salga a medida que cambia la diferencia de presión entre el interior y el exterior.

Estas diferencias de presión ocurren cuando el avión cambia de altitud, cuando la presión atmosférica cambia, y cuando la temperatura del aire dentro de un área cerrada cambie. La humedad se condensará del aire cuando el aire se enfríe a tal grado que no pueda retener toda la humedad.

El sereno que se encuentra sobre el avión después de una noche fría es el resultado de la condensación. A pesar que el sereno se seca, dejará los contaminantes en la superficie.

2.4.2 Temperatura

Las temperaturas al extremo alto de la gama para las cuales se diseñó el equipo podrían resultar en una mejoría o degradación del mismo, dependiendo de las condiciones. Algunos equipos electrónicos podrían no funcionar apropiadamente a altas temperaturas.

Generalmente, la corrosión y otros procesos dañinos aumentan cuando la temperatura aumenta, pero en otras ocasiones, los aumentos moderados en temperatura pueden servir para reducir la corrosión evitando la condensación.

2.4.3 Atmosfera salina

Cuando se disuelve en agua, las partículas de sal forman electrolitos fuertes. El océano, que acarrea de 3,5 a 3,9% de sal, es la fuente principal de sal del mundo, los vientos normales del mar acarrean de 10 a 100 libras de sal marina por milla cubica o aire. Ya que las sales disueltas son electrolitos, es fácil entender por qué los ambientes costeros son altamente corrosivos.

2.4.4 Contaminantes industriales

El carbón del escape de la combustión interna del motor, nitratos de los fertilizantes agrícolas, el ozono de los motores eléctricos y las operaciones de soldadura, dióxido sulfúrico del escape de motor, industrial y de las chimeneas de los barcos, y los sulfuros del escape de automóviles son contaminantes aéreos destructivos. La combinación de estos contaminantes contribuye al deterioro de los materiales no metálicos y a la corrosión severa de los metales.

2.4.5 Arena, polvo y ceniza volcánica

Estos están presentes en muchas áreas, pero particularmente en las áreas industriales donde a menudo contienen cierto número de productos de alquitrán, ceniza y hollín.

El polvo también se encuentra en las zonas tropicales durante épocas de poca lluvia o sequía. La arena y el polvo son transportados por el viento. Cuando la arena, polvo y la ceniza volcánica están presentes en las superficies internas y externas del avión o de piezas electrónicas también pueden absorber y retener la humedad. Pueden afectar el funcionamiento de los contactos eléctricos, obstaculizar la acción apropiada de los dispositivos giratorios accionados por el motor ocasionando fallas en los instrumentos indicadores. El polvo de las áreas volcánicas contiene cloruros y sulfuros, que son extremadamente corrosivos en la humedad.

2.4.6 Radiación solar

Las dos gamas de radiación solar son más dañinas para los materiales son la ultravioleta, que causa quemaduras de sol, y la infrarroja, que hace que la luz solar se siente caliente. En la tierra, la radiación solar máxima se da en los trópicos y en las regiones ecuatoriales, pero ocurren daños considerables en las zonas templadas como resultado del calentamiento solar, los efectos fotoquímicos y las combinaciones de estos fenómenos.

Después de una exposición extensa, los plásticos se oscurecen, las pinturas pierden sus características protectoras, los polímeros sufren marcadas reducciones en la potencia y resistencia, y los colores se desvanecen, removiendo la codificación esencial de los colores.

2.4.7 Manufactura

Durante la manufactura, ensamblaje o la reparación de aviones y sus subsistemas, pueden introducirse muchos factores que pueden causar corrosión.

El uso de materiales inadecuadas y el procesamiento impropio de materiales pueden producir corrosión. Las operaciones de cizallamiento o de perforación agujeros en algunas aleaciones metálicas, especialmente en el aluminio de gran resistencia, pueden introducir tensiones que eventualmente conducirán a la corrosión. El ensamblaje puede retener gases en el equipo que más adelante pudieran causar corrosión.

2.4.8 Microorganismos

El ataque microbio incluye la acción de bacteria, hongos o moho. Los microorganismos están casi en todos los lados. Los organismos que ocasionan los mayores problemas de corrosión son la bacteria y los hongos. El daño ocasionado por la germinación microbial puede ser el resultado de:

1.- La tendencia de la germinación a retener la humedad que posteriormente produce corrosión; 2.- la digestión del substrato como comida para los microorganismos; 3.- la corrosión de la superficie debajo de la germinación por la secreción de fluidos corrosivos.

2.4.9 Bacteria

La bacteria puede ser aeróbicas o anaeróbicas. Estas pueden acelerar la corrosión mediante la oxidación de sulfuro para producir ácido sulfúrico o por la oxidación de amoníaco para producir ácido nítrico. La bacteria reside adyacente a los metales puede promover la corrosión agotando el suministro de oxígeno o liberando productos metabólicos. La bacteria anaeróbica se encuentra mediante la oxidación de compuestos inorgánicos tales como el hierro, sulfuro, hidrogeno y el monóxido de carbono. Las reacciones químicas resultantes causan corrosión.

2.5 Clasificación de la severidad de la corrosión

La corrosión debe evaluarse después de la inspección y limpieza inicial para determinar la naturaleza y la magnitud de reparación o trabajo requerido. Es difícil establecer una línea divisora distinguible y específica entre los grados de corrosión. Consecuentemente, el primer requisito para una evaluación fiable en un juicio sólido de mantenimiento. Siempre que la corrosión ataque un avión, el área debe inspeccionarse y esculcada minuciosamente para determinar la magnitud de los daños y que debe hacerse para corregirlos. Al inspeccionar los daños, la corrosión puede colocarse en una categoría.

2.5.1 Corrosión ligera o superficial

Esta es la primera etapa de corrosión que aparece en la superficie. Una decoloración de la superficie o una picadura ligera a una profundidad de 0,001” se denomina corrosión leve. Usualmente no hay exfoliación. Este tipo de corrosión en el aluminio se evidencia por medio de una superficie opaca. Un depósito polvoriento blanco o gris se pega a la mano al pasarse sobre la superficie.

Si las piezas de acero tienen este tipo de corrosión, se manifestara como un óxido rojizo. Este tipo de corrosión hace que el magnesio produzca una capa gris que se pegara a la mano al pasarse sobre la superficie.

2.5.2 Corrosión moderada

Esto se parece a la corrosión leve salvo que puede haber algunas ampollas o evidencias de exfoliación y descascaramiento del sistema de revestimiento o de pintura y las profundidades de las picaduras pueden ser hasta de 10 milésimas (0,010”). Es también un aumento de la corrosión liviana donde el metal está más oxidado tienen picadura y posiblemente ampollas.

2.5.3 Corrosión severa

Su apariencia general puede ser similar a la corrosión moderada además de la corrosión intergranular severa, exfoliación de ampollas, oxidación, o posiblemente el descascaramiento. Las profundidades de las picaduras son superiores a las 10 milésimas (0,010”).

Es la formación avanzada y extrema de ampollas y escamas o exfoliación en este tipo de corrosión se pone en peligro la aeronave.

2.5.4 Medidas de control recomendadas

Para la corrosión leve, generalmente se aplica un lijado leve. Para la corrosión moderada, el lijado manual extenso o el lijado leve mecánico es la medida de control común. La corrosión severa exige un lijamiento o esmerilado mecánico extenso.

Recuerde que se debe remover unas 0,002” adicionales para asegurarse que se ha erradicado toda la corrosión. Las superficies para la pieza del avión le indican si el esmerilado extenso removerá demasiado metal.

Para rendir un informe de la magnitud del daño de corrosión, las siguientes clasificaciones de corrosión se utilizarán de la OT-6, manual de códigos de la Unidad de Trabajo.”⁵

2.6 Localización de la corrosión

“Los aviones modernos están fabricados de metales reactivos y delgados los cuales toleran pérdidas muy pequeñas de resistencias. Una de las funciones más importantes del técnico es verificar la estructura completa por indicaciones de corrosión la cual pudiera degradar la resistencia del avión.

Casi todas las partes de un avión están sujetas a este tipo de daño, pero ciertas áreas son más propensas que otras.

2.6.1 Área de escape del motor

En los dos motores recíprocos y turbo jet generan su potencia convirtiendo la energía química de los hidrocarburos en energía calorífica. Debido a la ineficiencia del motor, mucho este calor y energía ricos en gases pasan del motor a través de los escapes.

Estos gases tienen todos los constituyentes para formar un electrolito muy potente, y debido a su elevada temperatura, la corrosión se puede formar rápidamente.

Las áreas de escape deben inspeccionarse cuidadosamente y remover todo residuo de escape antes de que la corrosión tenga una oportunidad de iniciarse las roturas y las costuras en el escape son las áreas que primero se corroen o donde aparece la corrosión ya que esta parte del avión es donde se acumula todo residuo y esta contacto con el aire cualquier rotura o costura puede aparecer rápidamente la corrosión si no se la tiene el debido cuidado.

⁵ Orden Técnica 1-1-691, Aircraft Weapons Systems Cleaninig and Corrosión Control

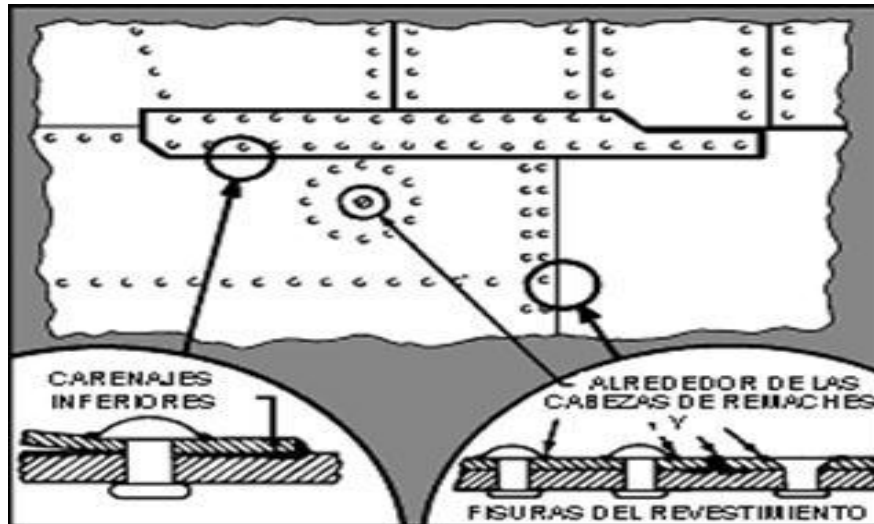


Figura 2.17: Área de trayectoria del escape

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.6.2 Compartimiento de baterías y orificios de ventilación

Casi todos los aviones actuales tienen una resistencia eléctrica y por lo tanto baterías. Estas baterías almacenan energía eléctrica convertida a partir de energía química y son por consiguiente plantas químicas activas completadas con un medioambiente contaminado con gases de escape.

Los aviones que tienen baterías de plomo-acido deben tener sus cajas protegidas por un compartimiento especial de un material resistente a la corrosión de los humos del ácido sulfúrico, y los aviones con baterías de níquel cadmio deben tener sus áreas de baterías protegidas con un acabado alcalino resistente.

En una inspección, estas áreas deben de verificarse cuidadosamente, especialmente bajo la batería, y cualquier trazo de corrosión removerse. Ambos tipos de baterías deben tener un resumidero de ventilación conteniendo un atrapador de humedad con un agente neutralizador, el bicarbonato de sodio para la batería de plomo-ácido y ácido bórico para la batería de níquel-cadmio. Si el electrolito de la batería se derrama durante el servicio, este debe limpiarse inmediatamente, y el área neutralizada. Lavar con agua y neutralizar con bicarbonato de sodio para plomo-acido, o ácido bórico o vinagre para la instalación de níquel cadmio.

La totalidad de la neutralización se puede verificar con una pieza de papel tornasol.

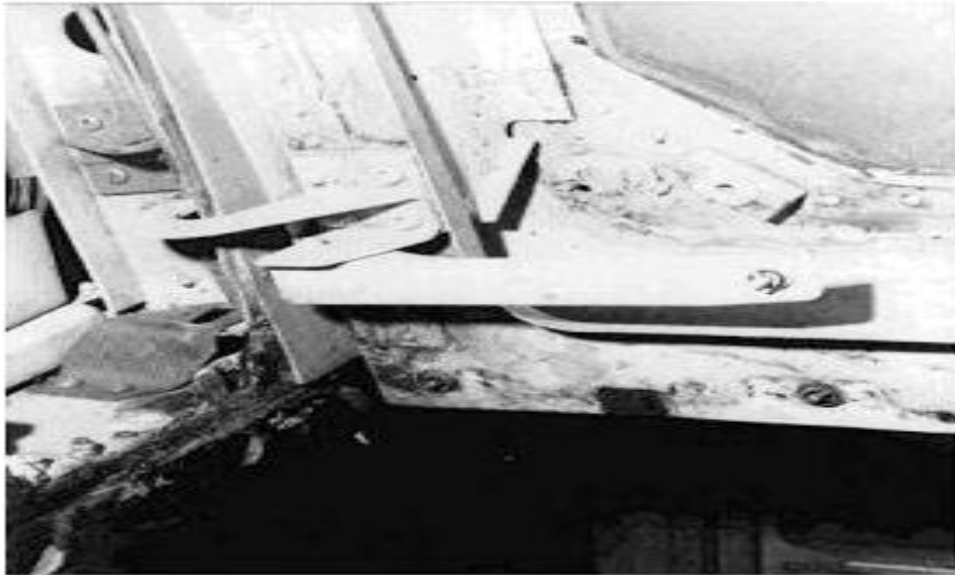


Figura 2.18: Compartimiento de baterías

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.6.3 Áreas de baños y cocinas

Los materiales orgánicos tales como la comida y los desechos son altamente corrosivos para las superficies de aluminio, y las áreas donde este tipo de materiales puedan derramarse deben ser inspeccionadas con extremo cuidado.

Las áreas de servicio de comida pueden ser un problema si existe la posibilidad de que algo de los desechos de comida logren llegar a roturas debajo o detrás de la cocina donde no pueden removerse. El área de los baños es un área especialmente importante para verificar por corrosión.

Los desechos humanos son normalmente ácidos y promueven la corrosión de prisa si se permite que permanezca sobre la piel de un avión o que logre llegar dentro de las roturas o uniones en la estructura. Los desinfectantes que puedan utilizarse causan mayores daños al avión.

Los aviones que tienen tubos de relevo deben ser inspeccionados cuidadosamente por indicación de corrosión el área alrededor y detrás de la descarga.



Figura 2.19: Área de baños y cocina

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Equipo_de_protecci%C3%B3n_individual

2.6.4 Pozos del tren de aterrizaje

Probablemente ninguna área de un avión esté sujeta a un servicio tan duro como el área de los pozos del tren de aterrizaje. En el despegue y aterrizaje, la contaminación de la superficie de las pistas puede introducirse a estas áreas.

Esto puede ser especialmente un problema en el invierno, donde se usan químicos sobre las pistas para el control del hielo. Los abrasivos pueden remover los lubricantes y las capas protectoras, el agua y el lodo pueden congelarse y causar daño por la formación de hielo. La corrosión puede aparecer en cualquiera de los componentes eléctricos tales como sensores de antiskid, interruptores de cuchilla e interruptores de límite.

Las cabezas de pernos y tuercas sobre la masa de magnesio son susceptibles a la corrosión galvánica. La corrosión por celda de concentración puede formarse bajo las calcomanías sobre tubos de aluminio. Especial cuidado debe tenerse para descubrir cualquier área donde el agua puede estar atrapada.

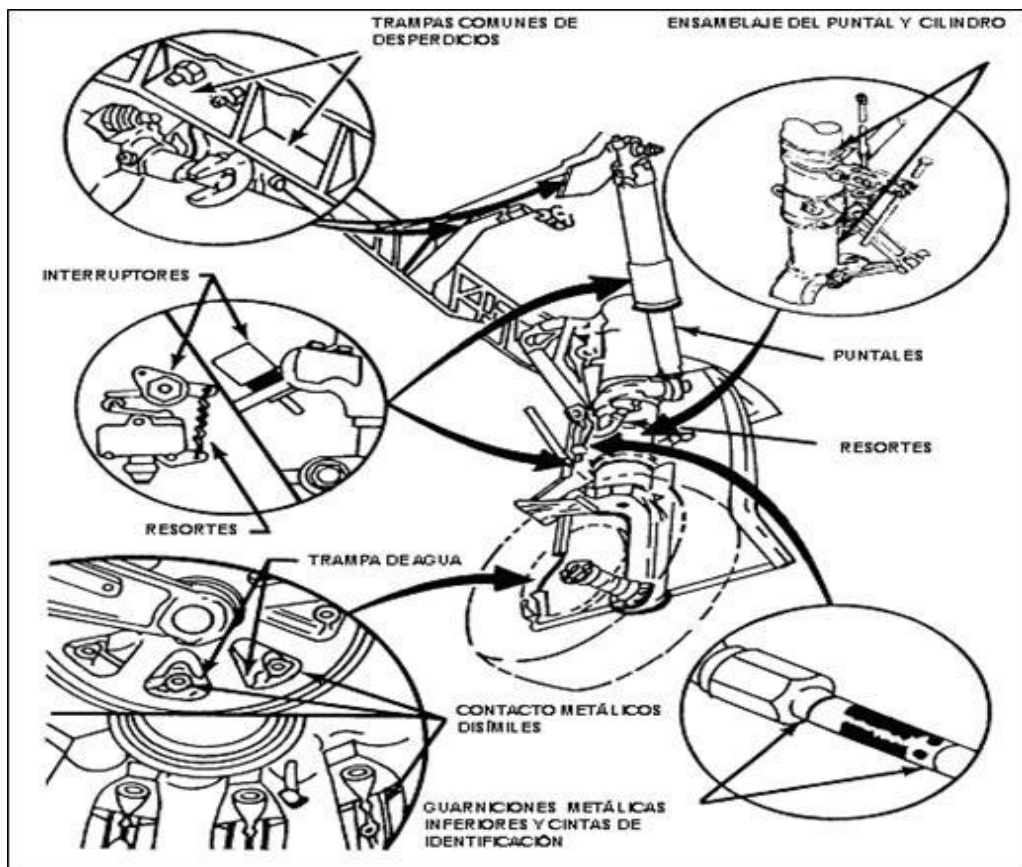


Figura 2.20: Puntos de corrosión del tren de aterrizaje y del alojamiento de las ruedas

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.6.5 Áreas externas de la piel del avión

2.6.5.1 La superficie del avión

Uno de los primeros lugares donde aparece la corrosión es sobre la superficie de un avión a lo largo de las uniones a tope y con traslape. Es aquí donde frecuentemente aparece la corrosión por celda de concentración, y en pieles con clad, es aquí donde los cortes de los bordes exponen la aleación sin la protección del aluminio puro. Las costuras por puntos de soldaduras pueden ser el inicio de corrosión causado por el proceso de soldadura por puntos dejando una estructura con grano agrandando en el metal. El área es susceptible a la corrosión posterior cuando la humedad penetra entre las pieles. Verificar cuidadosamente por ampollas a lo largo de la soldadura por puntos.

La corrosión en una costura puede progresar a tal grado que los puntos se aprecian jalando la piel.



Figura 2.21: La superficie del avión

Fuente: <http://www.andinia.com/photography/2007-01A-41P.jpg>

2.6.5.2 Áreas de entrada del motor

Una de las partes más vitales de un avión es el área directamente al frente del motor donde entra el aire. En aviones jet, esta área es completamente grande, y el aire se precipita dentro del motor a una velocidad muy alta.

La abrasión por esta alta velocidad del aire y los contaminantes que contiene el aire tienden a remover cualquier capa protectora. Las cubiertas de abrasión a lo largo y alrededor de los bordes de ataque de los conductos de entrada ayudan a proteger estas áreas, pero es imperativo las inspecciones cuidadosas y el mantenimiento del acabado en estas áreas de entrada.

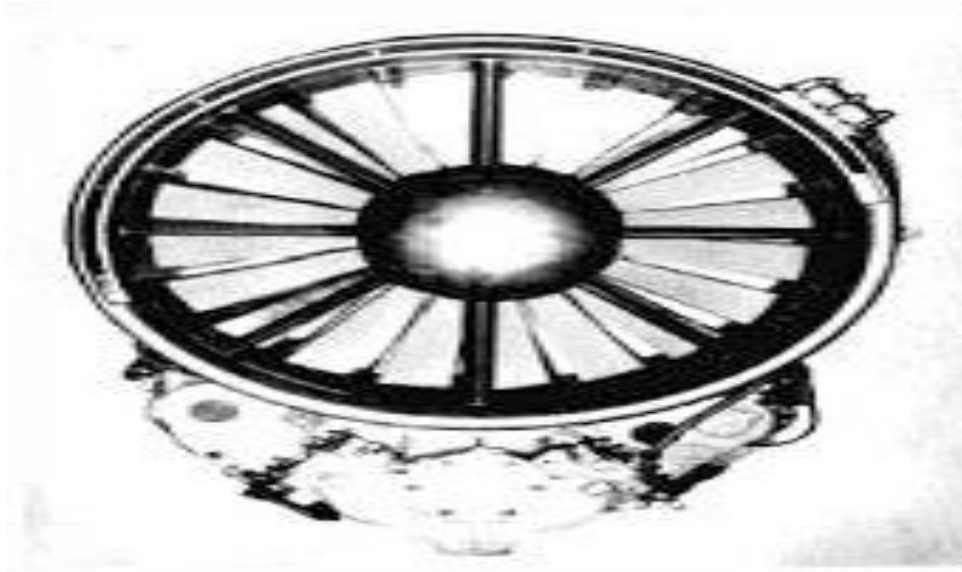


Figura 2.22: Áreas de entrada del motor

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.6.6 Áreas inaccesibles

Hay ciertas áreas inaccesibles a la corrosión que son comunes a todos los aviones. Las áreas inaccesibles a la corrosión deberán limpiarse, inspeccionarse y tratarse con mayor frecuencia que las áreas menos propensas a la corrosión. Los siguientes describen dichas áreas y contienen las ilustraciones para ayudar en la inspección.

2.6.6.1 Tanques de combustible

Probablemente no existe un solo lugar en el avión menos accesible para la inspección y la reparación que un tanque integral de combustible; aun especialmente en aviones jet, los tanques de combustibles son lugares donde la corrosión es altamente probable de formarse.

Los sellantes utilizados para lograr que la estructura de un ala se convierta en un tanque de combustible son impermeables al combustible, pero solo resisten al agua.

Es posible que el agua se filtre a través del sellador y cause corrosión por celda de concentración de oxígeno. La corrosión en estos lugares es extremadamente difícil de detectar y debe localizarse con rayos X o inspección con ultrasonido desde el exterior del ala.



Figura 2.23: Tanques de combustible

Fuente: <http://www.andinia.com/photography/2007-01A-41P.jpg>

2.6.6.2 Bisagras tipo piano

Las bisagras tipo piano en superficies de control y puertas de acceso ofrecen condiciones ideales para que se inicie y se desarrolle la corrosión. El cuerpo de la bisagra se fabrica normalmente de aleaciones de aluminio y el perno de acero al carbón. La acumulación de suciedad, polvo y la humedad conservada entre el perno y el cuerpo de la bisagra permite que se desarrolle la corrosión.

Las bisagras tipo piano deben conservarse tan limpias y secas como sea posible y lubricadas con spray que desplace el agua y forme una película extremadamente delgada de lubricante para que no inicie la corrosión ya que es un lugar donde puede ocurrir inesperadamente la corrosión ya que se encuentra al contacto con otros materiales ya sea de los mismos y diferentes y al hacer contacto puede ocurrir la corrosión.

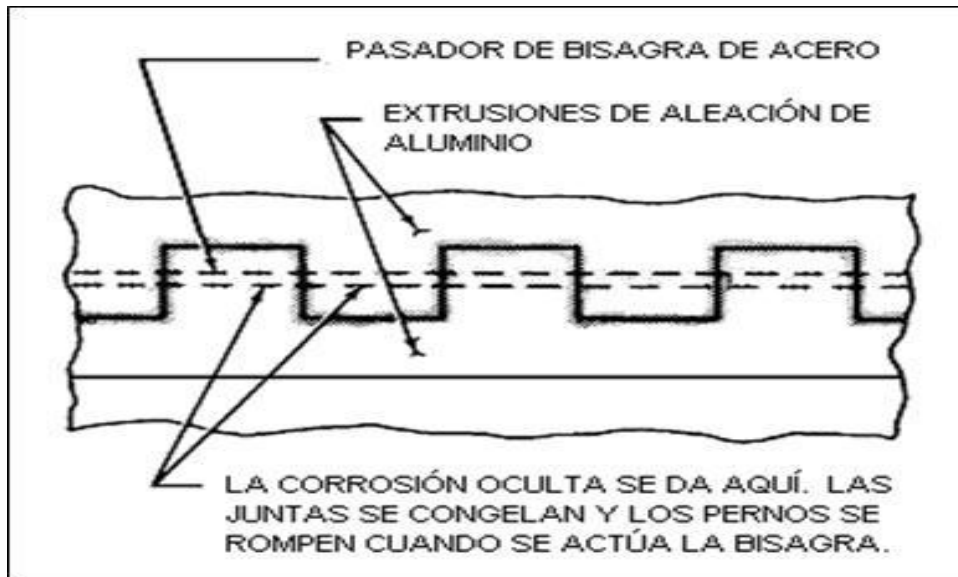


Figura 2.24: Puntos de corrosión de la bisagra

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.6.6.3 Recesos de superficies de control

Cualquier lugar sobre el avión que sea difícil de inspeccionar es un área donde la corrosión tiene oportunidad de crecer. Algunos aviones tienen áreas en el ala o en el empenaje donde los recesos de superficies móviles se extienden dentro de la superficie fija.

Las bisagras se colocan en estas cavidades y son difíciles de lubricar, cuando se inspeccionen estos lugares se debe poner especial atención para remover cualquier traza de corrosión, y proporcionar drenes de agua que pudiera quedar atrapada ya que en esta parte del avión no se puede observar rápidamente la corrosión porque se encuentra tapada con la piel del avión.

En una inspección se debe tomar muy en cuenta y debe ser bien inspeccionado cuidadosamente para observar que no se encuentre la corrosión presente. Y puedan ocurrir daños mayores o accidentes a la misma vez.

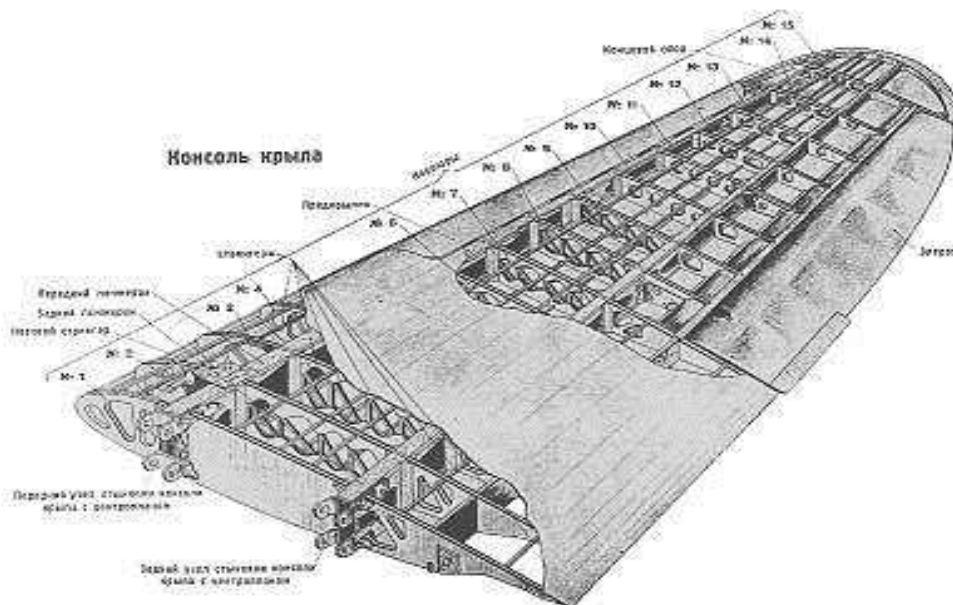


Figura 2.25: Recesos de superficies de control

Fuente: <http://www.militar.org.ua/militar/aviacion/lavochkin-La-5-11.jpg>

2.6.6.4 Áreas debajo de los compartimientos de carga

La parte baja del fuselaje, debajo de los pianos de carga, es un área donde el agua y todas las formas de líquidos y residuos sólidos pueden acumularse y causa que se forme la corrosión.

Estas áreas no solamente son ideales para la formación de corrosión por que proporcionan la disimilaridad de metales y exposición constante a un electrolito, pero debido a su inaccesibilidad, la corrosión puede regularmente pasar sin detectarse hasta que cause daños mayores.

En los aviones que tienen áreas propensas a acumularse el agua tienen agujeros de drene, pero, ya que la suciedad y otros residuos se colectan aquí, estos agujeros se tapan y no hacen su trabajo.

En cada inspección se debe asegurar que los drenes estén limpios inspeccionar cuidadosamente cada área donde el agua pudiera estancarse en la aeronave.

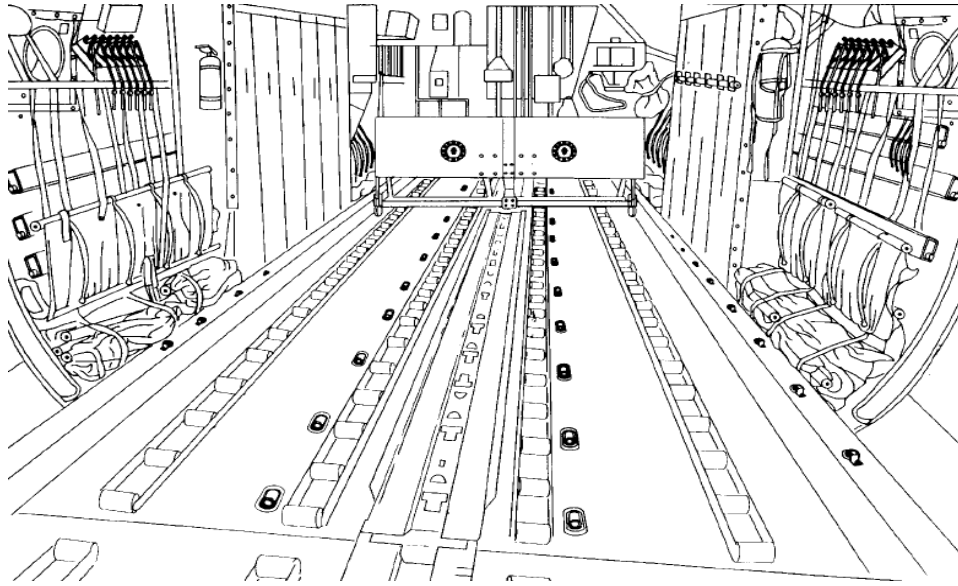


Figura 2.26: Áreas debajo de los compartimientos de carga

Fuente: Manual Técnico del C-130

2.6.6.5 Cajas del tren de aterrizaje

Existen pocas áreas en un avión moderno con tren fijo. Aun tan difíciles de inspeccionar como la estructura de la caja del tren de aterrizaje. Los trenes de aterrizaje fijos del fuselaje por una estructura de caja de aleación de aluminio de espesores gruesos y muy robustos.

Esta estructura se encuentra bajo el piso donde solo es posible inspeccionar a través de pequeños registros. El agua puede recolectarse en estas áreas si los drenes se tapan.

En este lugar es donde puede haber más corrosión porqué al ingresar el tren de aterrizaje entra con suciedad y a la vez gotas de agua que son perjudiciales en la aeronave porque puede quedar gotas de agua estancadas y está a la vez con su tiempo va complementando una de todas la maneras para que puede ocurrir la corrosión.

A medida que las gotas de agua no fueran limpiadas.



Figura 2.27: Cajas del tren de aterrizaje

Fuente: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cb/MiG-21_img_2499.jpg/800px-MiG-21_img_2499.jpg

2.6.6.6 Estructura de montaje del motor

La corriente de alto voltaje del arranque debe regresar a la batería por el pilón del motor. Esta corriente que fluye a través de uniones en un montaje de aleación de aluminio creara la diferencia de potencial requerida para la corrosión y causar que se forme en estas áreas.

Los montajes de tubos de acero soldado están protegidos de la corrosión al rellenar cada tubo con aceite de linaza caliente u otro tipo de aceite. Permite que drene tanto aceite como sea posible y taponear el barreno con un tornillo.

Aparte de esto puedo estar presente la corrosión ya que es una parte donde se encuentra sujeta al motor y varios componentes de diferente material y puede ser flexible para lo corrosión.



Figura 2.28: Estructura de montaje del motor

Fuente: <http://fotos.miarroba.com/fotos/e/3/e377ea41.jpg>

2.6.6.7 Cables de control

Los cables utilizados en los sistemas de control del avión se fabrican de acero al carbón normalmente se dejan sin protección y se permite que el agua entre, esto corroe rápidamente, y la corrosión que se forma dentro del cable será difícil de detectar.

Si se sospecha de corrosión, los cables deben de liberarse de su tensión, y los hilos abiertos torciéndolos en contra sentido.

Esto permite observar entre los hilos, el cable con cualquier indicación de corrosión debe remplazarse inmediatamente por que la corrosión puede avanzar o desarrollarse más y con el tiempo puede dar daños perjudiciales para la aviación o las aeronaves porque cuando se encuentre en los aires pueda ocasionar algún corta circuito en la aeronave y daños mayores.



Figura 2.29: Cables de control

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.6.6.8 Áreas de soldadura

Las soldaduras de aluminio requieren el uso de un tipo para desplazar el oxígeno de la soldadura. Este flujo puede contener cloruro litio, cloruro de potasio, bisulfuro de potasio o fluoruro de potasio.

Estos son extremadamente corrosivos para el aluminio, y todas las trazas del flujo deben ser removidas después de que se termine con la soldadura. El flujo de soldadura es soluble en agua y pueden removerse con agua caliente y un cepillo no metálico.

Si no se toma los respectivos cuidados después de realizar un trabajo de soldadura en el avión este con el tiempo puede aparecer una corrosión y al realizar la limpieza de los residuos de los puntos de soldadura nunca se debe rayar el material por qué ocurren ralladuras y pueden ocasionar más daño en el material y pérdida del material.



Figura 2.30: Áreas de soldadura

Fuente: <http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSS TYFCK2G5PX3UPNKhOTfwObZblLw1XKPMWLg6S5sUo9AqoSy9g&t=1>

2.6.6.9 Equipos eléctricos

El uso de cobre, plomo, estaño y otros metales en el alambrado electrónico y tarjetas de circuitos impresos son un blanco para la corrosión.

El hecho de que los electrones estén fluyendo continuamente en estos conductores y su extremadamente baja tolerancia para la corrosión hace que el control de la misma en estas áreas sea vital.

Esto se logra cubriendo el alambrado y los circuitos impresos con una película transparente que desplace oxígeno y la humedad de la superficie.

La detección y la reparación de la corrosión en estas áreas es un campo altamente especializado y no debe realizarse si no se tiene el conocimiento adecuado.



Figura 2.31: Equipos eléctricos

Fuente: http://f-5.pepelradio.com/_onclick_uploads/2011/12/radios1.jpg

2.6.6.10 Áreas de retención de agua

Las especificaciones del diseño exigen que el avión tenga drenajes instalados en todas las áreas donde el agua podría acumularse. Sin embargo, en muchos casos, dichos drenajes no son efectivos, ya sea por su ubicación inapropiada, o porque están ocluidos por selladores, sujetadores, suciedad, grasa o basura.

La oclusión de un orificio de drenaje o la alteración de la actitud del avión puede ocasionar un serio defecto estructural si el agua salada u otros agentes corrosivos del avión pueden ocasionar un serio defecto estructural si el agua salada u otros agentes corrosivos permanecen por un tiempo indeterminado en una de estas áreas de retención.

La inspección y aseo diario de los drenajes en los puntos bajos es un requisito estándar dichas áreas pueden acumular agua después de lavar y enjuagar el avión.”⁶

⁶ Manual de la IAAFA (Inter American Air Forces Academy) Control de la corrosión, 2004

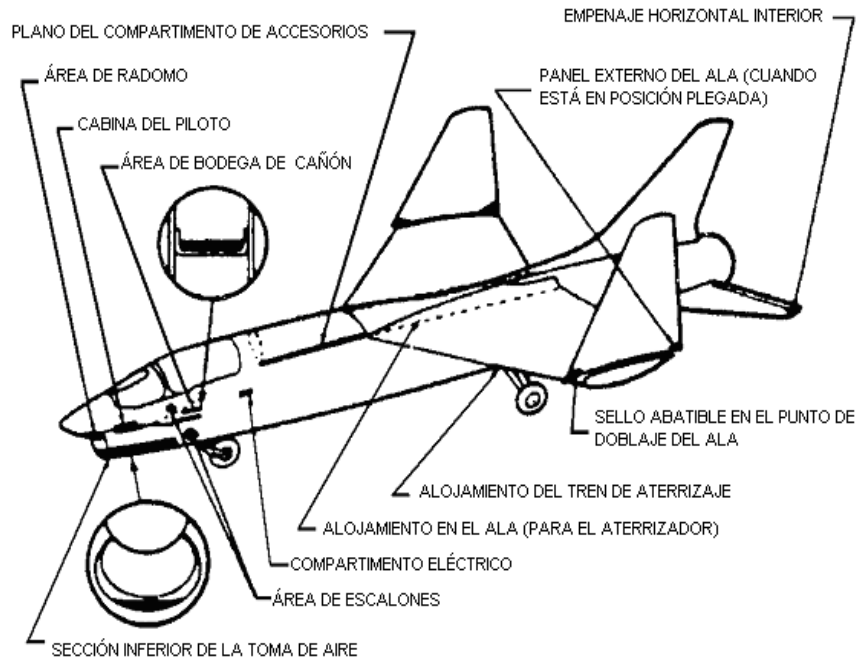


Figura 2.32: Áreas de retención de agua

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.7 Inspección para descubrir la corrosión

Sin las inspecciones y el mantenimiento apropiado y efectuadas sistemáticamente, la corrosión dañara muchísimo cualquier sistema de armamento.

Todo equipo deberá inspeccionarse cuidadosamente en cada inspección periódica para ver si hay señales de corrosión.

Los lugares típicos que deberán inspeccionarse cuidadosamente son los siguientes:

- ❖ Las áreas de aluminio sin pintar
- ❖ Las costuras de los revestimientos
- ❖ Las juntas de traslapo
- ❖ Las muescas y grietas donde se hayan acumulado residuos del compuesto limpieza.

- ❖ Las áreas donde la humedad no se evapora tan rápidamente como las áreas expuestas directamente a la luz solar y al aire.
- ❖ Los agujeros de vaciado que puedan estar obstruidos.
- ❖ Las estructuras debajo de las tablas de los pisos.
- ❖ Las superficies de empalme
- ❖ Los herrajes, los esfuerzos y las piezas compuestas dentro del avión donde se pueden acumular materias extrañas o humedad debido a desagües incorrectos o a salidas de desperdicios.
- ❖ Las áreas donde puedan estar en contacto metales disímiles.
- ❖ Las soldaduras por puntos
- ❖ Las bisagras tipo piano
- ❖ Las vías del gas de escape
- ❖ Los alojamientos de las ruedas, el tren de aterrizaje, el freno de picado y áreas similares.
- ❖ Las superficies de revestimiento de aleaciones de aluminio pesados o ahusadas.

2.7.1 Métodos de limpieza

Para la limpieza de la aeronave se debe establecer un programa de control de corrosión. El comandante debe tener un plan preciso y claro sobre el programa, la inspección, limpieza y el tratamiento anticorrosivo del equipo asignado.

¿Qué condiciones exigen limpiar una superficie metálica antes de efectuar el tratamiento anticorrosivo? La respuesta es fácil, si la superficie del metal corroído está seca y limpia, se puede proceder con el tratamiento anticorrosivo.

Sin embargo, si el área está corroída, está cubierta de grasa, suciedad, etc., hay que limpiar la superficie antes de remover los productos de la corrosión para que no se pueda mezclar con los productos anticorrosivos y no continúe la corrosión o tenga más avance.

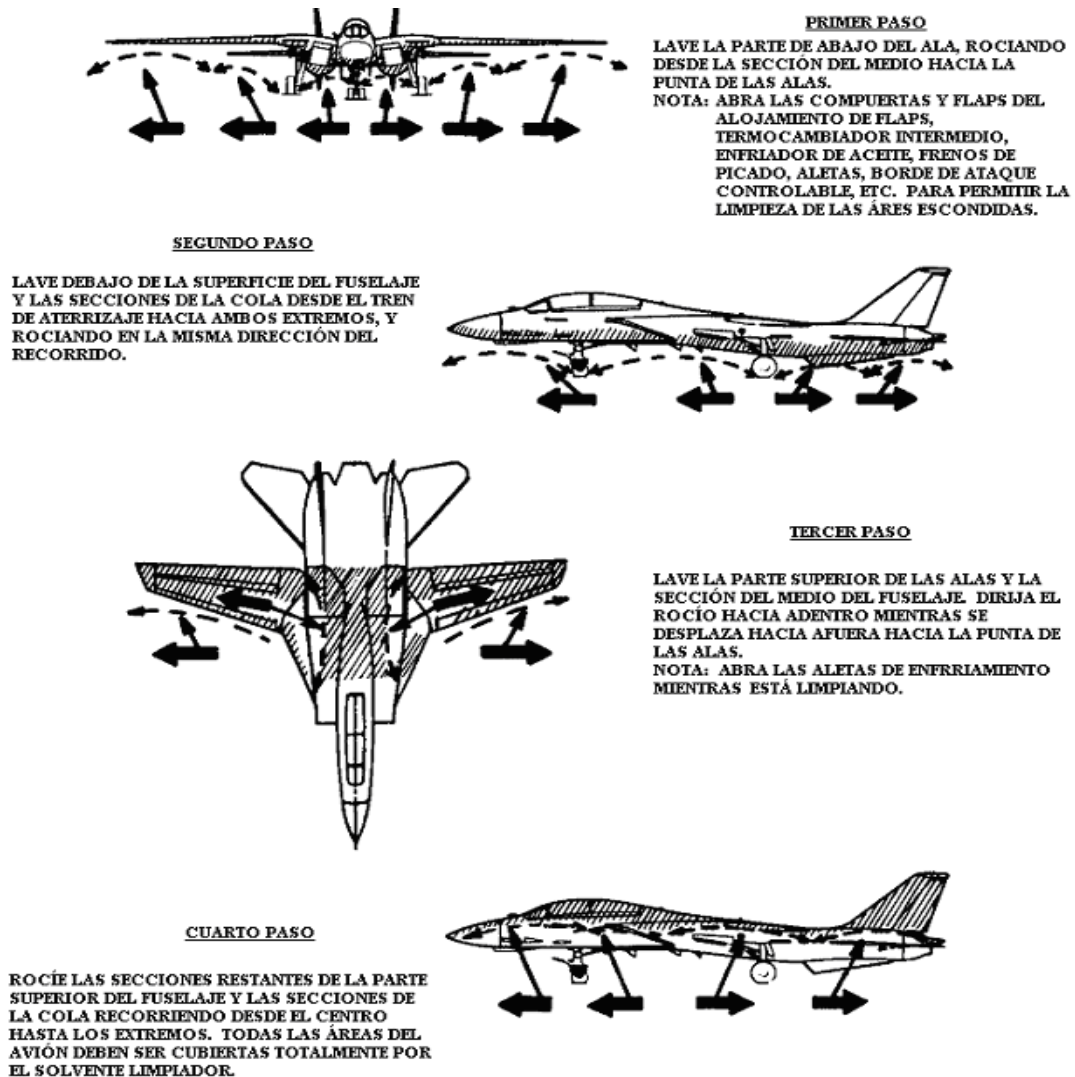


Figura 2.33: Métodos de limpieza

Fuente: Manual del Técnico de mantenimiento de estructuras de aviones

2.7.2 Frecuencia de la limpieza

“La limpieza es de acuerdo a la O.T. 1-1-691 y manual de vuelo, según la ubicación de la base, inspecciones (pre/post vuelo), directos de comando y comando. Según la O.T. 1-1-691, se debe limpiar el equipo de acuerdo con lo que indique la inspección. Las áreas de un avión que carezcan de protección contra los elementos (lluvia, polvo, nieve, etc.) deben inspeccionarse diariamente. Los periodos de lavado del avión serán establecidos por el director de sistemas y el comando que use el equipo junto con el WRALC/MME de la oficina de control de corrosión del AFLC (Air Logistics Command).

2.8 Tipos de manchas

De acuerdo a la orden técnica 1-1-691, Aircraft Weapons Systems Cleaning and Corrosion Control (limpieza de sistemas de armamento de avión y control de la corrosión), por lo general la suciedad que se acumula en la superficie de los aviones a una de las tres categorías siguientes.

2.8.1 Mancha aceitosa

Estas son causadas por la presencia de aceite hidráulico, aceites lubricantes, aceites livianos o algún tipo de aceite anticorrosivo con base de petróleo. Dichas manchas se manifiestan con una película fina o en combinación con una pequeña cantidad de residuo. No son viscosas (resistente al flujo) o duras de limpiar. Son más fáciles de limpiar o remover, se limpia estos tipos de manchas por medio de detergentes alcalinos.

2.8.2 Manchas Semi-solidas

Son causadas por aceites viscosos, todo tipo de grasas y materiales anticorrosivos extra fuerte. Son más viscosos (resistente al flujo), por eso son más difíciles de limpiar que las manchas aceitosas. Las manchas Semi-solidas generalmente se remueven con detergente tipo alcalino extra fuerte, pero se necesita mucho esfuerzo humano.

2.8.3 Manchas sólidas

Algunos ejemplos de manchas tipo solidas son el lodo, los aceites carbonizados y los productos de la corrosión (escama). Este tipo de mancha es muy difícil de remover y es más difícil a medida que pasa el tiempo.

Para quitar estas manchas, por lo general se necesita una combinación de medida para removerlas; remojar con un disolvente, usar una solución detergente alcalino y emplear agitación mecánica.

2.9 Clases de detergentes

Tres factores determinan el tipo de detergentes usado para remover las manchas:

- ❖ Tipo
- ❖ Tamaño de la suciedad
- ❖ La condición de la superficie más grado de limpieza requerido

Se describe tres clases de detergentes: alcalinos, disolventes y ácidos. La manera por la cual limpian los detergentes son:

- ❖ Alcalinos quitan las manchas por desplazamiento
- ❖ Disolventes disuelven la suciedad
- ❖ Ácidos atacan a la suciedad químicamente y la eliminan mecánicamente con fuerza mecánica o acción física.

La selección del método de limpieza depende del tipo y la cantidad de suciedad existente, composición del material base, condición de la superficie y grado requerido de limpieza.

- ❖ Limpieza manual
- ❖ Por rociadura
- ❖ Por inmersión

2.9.1 Métodos de limpieza

2.9.1.1 Limpieza manual

Se practica en áreas reducidas incluye cepillo, escobillones, trapos. Como su nombre lo indica se efectúa a mano. Las áreas reducidas se limpian a mano. Se puede limpiar y estregar cepillos, escobillones y trapos. El equipo de limpieza puede ser sencillo o complejo, dependiendo de la finalidad o el grado de la operación. Por cada método de limpieza existe un equipo apropiado.

2.9.1.2 Limpieza por rociadura

Es el método más rápido de limpieza. Combinada la fuerza mecánica con el efecto químico del limpiador las dos limpiezas son importantes y resistentes a la corrosión.

2.9.1.2.1 Limpiador de esparcimiento MA-1

Para el esparcimiento, use una boquilla gruesa que no atomice el chorro. El esparcimiento reducirá a la pérdida del disolvente y los peligros contra la salud. Sujete la boquilla de esparcimiento cerca de la superficie que se limpia para obtener el beneficio de la presión del chorro.

2.9.1.2.2 Limpiador de lavado a presión

Para los trabajos de menor tamaño, es ideal cuando se aplica por esparcimiento. Consultar en la O.T. pertinente antes de usar este limpiador.

2.9.1.2.3 Lavado de aviones impulsador por aire

Esta unidad está diseñada para lanzar un chorro espumoso de compuestos detergentes en diferentes proporciones. Por lo general la unidad incorpora dos o cuatro pistolas espaciadores que funcionan individualmente según el tipo de unidad.

2.9.1.3 Limpieza por inmersión

Por lo general se emplea este método para limpiar gran número de piezas relativamente pequeñas que se pueden sumergir en un tanque o una tina que contiene un detergente o disolvente caliente o sin calentar.⁷

⁷ Orden Técnica 1-1-691, Aircraft Weapons Systems Cleaninig and Corrosión Control

2.10 Remoción de la Corrosion

“Los métodos para remover los revestimientos implican el uso de numerosos tipos de equipos motorizados y no motorizados. Es importante que el especialista en control de corrosión esté familiarizado con este equipo y que sepa usarlo correctamente.

2.10.1 Materiales y herramientas no motorizadas

2.10.1.1 Materiales abrasivos

Los abrasivos son sustancias, como el esmeril o piedra pómez, utilizadas para la abrasión, alisamiento y pulido.

2.10.1.2 Papel abrasivo

El papel abrasivo revestido con carburo de silicio o sílex se usa para remover la corrosión de las superficies de metales ferrosos, al igual que para acabados finos en estas superficies. Viene en rollos, hojas, y discos.

El papel abrasivo con capa de óxido de aluminio puede utilizarse en las superficies de aluminio y magnesio. El margen granular abrasivo es el siguiente:

- ❖ Áspero 000 a 180 granos
- ❖ Medio 180 a 320 granos
- ❖ Fino 320 a 800 granos

Para la remover la corrosión de una superficie metálica, seleccione el abrasivo apropiado para el metal involucrado.



Figura 2.34: Papel abrasivo

Fuente: <http://www.mundotool.mx/eshop/images/truper/11615.jpg>

2.10.1.3 Esteras abrasivas

Esta es una sustancia no metálica (nilón) que puede usarse para remover depósitos pequeños de corrosión de las superficies metálicas. Algunas de estas estereras están impregnadas con óxido de aluminio y otras están impregnadas con sílex. Estas estereras abrasivas se obtienen en diferentes formas y tamaños: Cuadradas, rectangulares, cónicas y en discos para montarse en las herramientas mecánicas. Las estereras impregnadas con óxido de aluminio se usan para remover los productos de corrosión de las superficies de aluminio y magnesio. Las estereras impregnadas de sílex se usan para remover los productos de corrosión de los metales ferrosos.



Figura 2.35: Esteras abrasivas

Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-m2/absorbentes-de-hidrocarburos-antiestaticas-balleta-rollo-16824-2700143.jpg

2.10.1.4 Pasta de piedra pómez

Esta es una pasta abrasiva muy fina y suave (hecha de roca volcánica) que se usa para remover las manchas o la corrosión de las superficies metálicas FINAS, donde se permite la remoción mínima del metal. Se mezcla con agua y luego se frota sobre la superficie con un trapo suave. Después que se seque, se limpia el polvo.

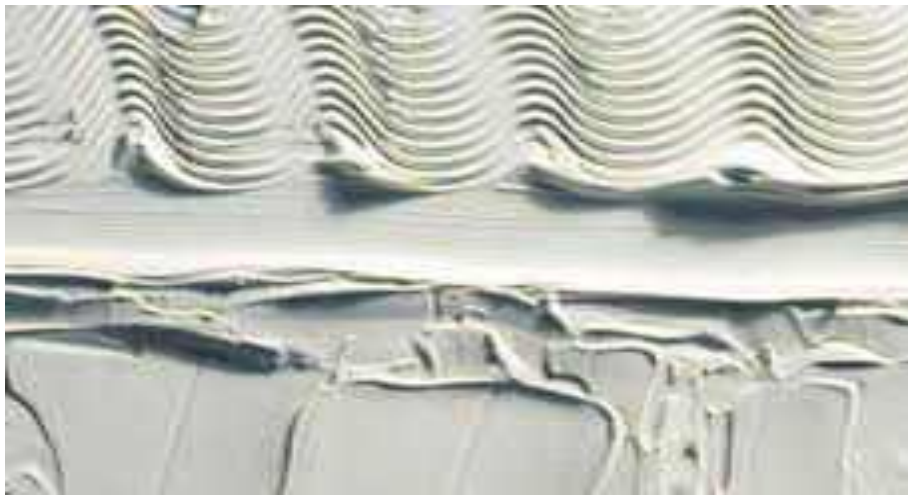


Figura 2.36: Pasta piedra pómez

Fuente: <http://img.directindustry.es/images>

2.10.1.5 Lana metálica

La lana metálica es un material, abrasivo utilizado para remover la corrosión que está muy adherida a la superficie metálica. Las lanas metálicas están confeccionadas de acero, acero inoxidable, aluminio y cobre, y vienen en granos finos, medianos, y ásperos. Para evitar mayor daño a la superficie metálica, debe conocer la composición de la superficie de los metales corroídos antes de utilizar la lana metálica.

Cuando se haya removido total la corrosión de la superficie, limpie todo el residuo de la superficie metálica con una aspiradora. Las partículas de lana metálica pueden producir células galvánicas si se dejan en la superficie del metal.



Figura 2.37: Lana metálica

Fuente: http://nanamex.com.mx/img/prod_03_b.jpg

2.10.1.6 Raspadores no metálicos

Estos se usan principalmente para remover depósitos gruesos de corrosión en las esquinas y hendiduras inalcanzables con otros equipos. Los raspadores tienen la punta de carburo para durabilidad.

Los raspadores de este tipo pueden fabricarse localmente, posiblemente de fenólica, o solicitado por medio de los canales de abastecimiento.

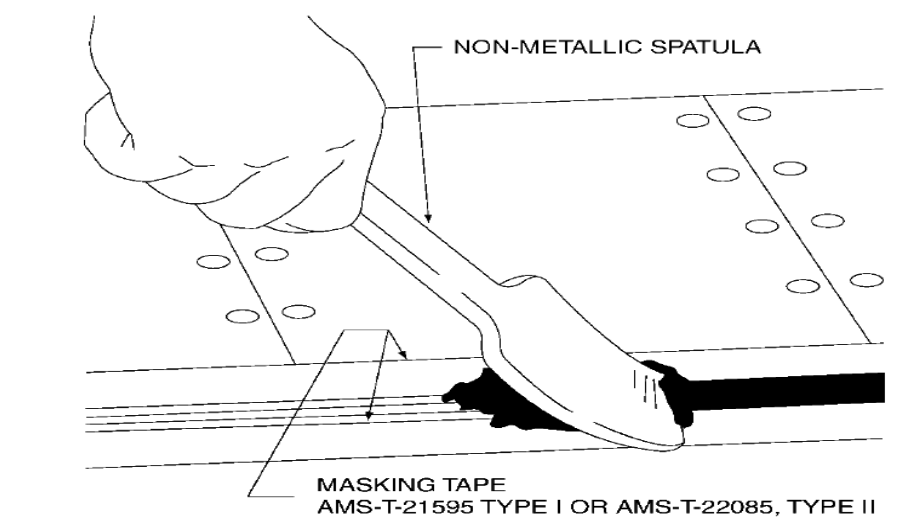


Figura 2.38: Raspador no metálico

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.10.1.7 Cepillos de alambres

Estos cepillos se usan para remover depósitos gruesos de corrosión o pintura que no están muy adheridos a la superficie del metal. El usar cepillos de varias longitudes y calibres de alambre, es posible una gran gama de acción abrasiva.

Hay cinco tipos de cepillos de alambre: aluminio, acero, cobre, latón y acero resistente al oxido (CRES). Cada tipo puede usarse en su metal compatible para evitar la corrosión galvánica. Se puede usar un cepillo de acero resistente al oxido en cualquier metal, salvo cuando sea prohibido por la orden técnica 1-1-691. Al usar el cepillo para remover la corrosión use movimientos lineales; no haga movimientos cruzados.



Figura 2.39: Cepillos de alambres

Fuente: http://www.elgalgo-sa.com/uploads/productos/Cepillo_alambre_con_mango_1.jpg

2.10.2 Materiales y herramientas motorizadas

2.10.2.1 Neumático

El equipo accionado neumáticamente se usa para remover la corrosión de las superficies metálicas extensas. Dicho equipo tales como las lijadoras, pulidoras, taladros neumáticos y chorreadora de abrasivos proveen la fácil remoción de la corrosión y ahorran tiempo.

2.10.2.2 Lijadoras orbitales

Para evitar que la lijadora se incruste en el metal, encienda la lijadora antes de que haga contacto con el metal. Al terminar las pasadas de lijado, levante la lijadora del metal antes de apagarla. No recueste la unidad mientras el motor esté funcionando.

Para obtener mejores resultados, aplique presión moderada al apoyar la lijadora contra el trabajo, mueva la lijadora sobre la superficie con pasadas paralelas y ligeramente traslapadas.



Figura 2.40: Lijadoras orbitales

Fuente: http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQsUikYQeXxjbMt2fJFWDzGe32_79ealvLgaW3JSEabzqyyWbEc&t=1

2.10.2.3 Lijadoras vibradoras

La lijadora vibradora se usa principalmente para mezclar la pintura que ha sido descascarada o mellada. Dicha herramienta también es eficaz para remover las ralladuras en los acabados de la superficie antes de tratamientos adicionales de corrosión y la aplicación de capas protectoras.



Figura 2.41: Lijadoras vibradoras

Fuente: <http://es.plaiber.com/upload/producte/rte46l-large.JPG>

2.10.2.4 Pulidoras

El pulido se lleva a cabo por medio de almohadillas incorporadas a los discos de las lijadoras neumáticas de disco o pulidoras. Las pulidoras se usan para acabados finos y para remover la corrosión ligera. Esta funciona con una presión de línea de 90 psi.



Figura 2.42: Pulidoras

Fuente: http://www.ryobitools.com/product_image/image_url/1404/large/RB60K_1_Final.jpg

2.10.2.5 Taladro neumático

Este utiliza varios accesorios tales como limas rotativas, ruedas abrasivas, discos de esmerilar o engomados que proveen un medio eficaz para remover mecánicamente la corrosión. Las limas rotativas utilizadas con los taladros varían significativamente en tamaño, forma y largo.

Las muelas abrasivas de esmerilar vienen en varios tamaños de gránulos y formas, el tipo de corrosión involucrado, la ubicación, el tipo de metal y la configuración del material generalmente determinara el abrasivo a utilizarse.”⁸



Figura 2.43: Taladro neumático

Fuente: <http://www.ferrovicmar.com/imagen/LARWIND/taladro-neumatico-lar706pa.jpg>

2.11 Métodos de inspección de la corrosión

“A veces las piezas de metal tienen grietas, imperfecciones y otros defectos que no son visibles a simple vista. Los métodos para detectar los defectos ocultos sin

❖ ⁸ Tecnología aeronáutica (Esteban Oñate)

perjudicar las piezas inspeccionadas se conocen como métodos de inspecciones no destructivas (NDI) y son:

2.11.1 Inspección visual

Los equipos de inspección exóticos se usan regularmente para ciertas partes del avión para lograr más eficiencia en el trabajo del inspector, aunque la que se desarrolla con el globo ocular sigue siendo la herramienta más efectiva para la inspección. La corrosión de aluminio o magnesio aparece como un polvo blanco o gris a lo largo de los bordes de las pieles, o alrededor de las cabezas de los remaches. Aparecen pequeñas ampollas bajo el acabado de las superficies pintadas como indicativo de corrosión. La estructura compleja de los aviones modernos hace imperativo para una buena inspección visual el uso de vidrios de aumento, espejos, boroscopios, fibras ópticas y otras herramientas para ver alrededor de las esquinas. Es la más utilizada.



Figura 2.44: Inspección Visual

Fuente: Investigación de campo BACO

2.11.2 Partículas magnéticas

Las inspecciones de partículas magnéticas se llevan a cabo para detectar defectos en las superficies. Los defectos de grietas porosidad y partículas

extrañas se pueden localizar. Este método requiere que se magneticen las piezas para luego aplicar partículas magnéticas.

Cuando se pasa una pieza de metal por una bobina magnética, la pieza se magnetiza y se forma polo norte y sur en los extremos y a cada lado de las grietas superficiales. Si se deja pasar sobre la pieza magnetizada una solución que contiene limaduras de hierro en suspensión, las limaduras se atraen hacia cada lado de la grieta. Después de una inspección con partículas magnéticas es necesario desmagnetizar todas las piezas inspeccionadas. Se utiliza en piezas no porosas.

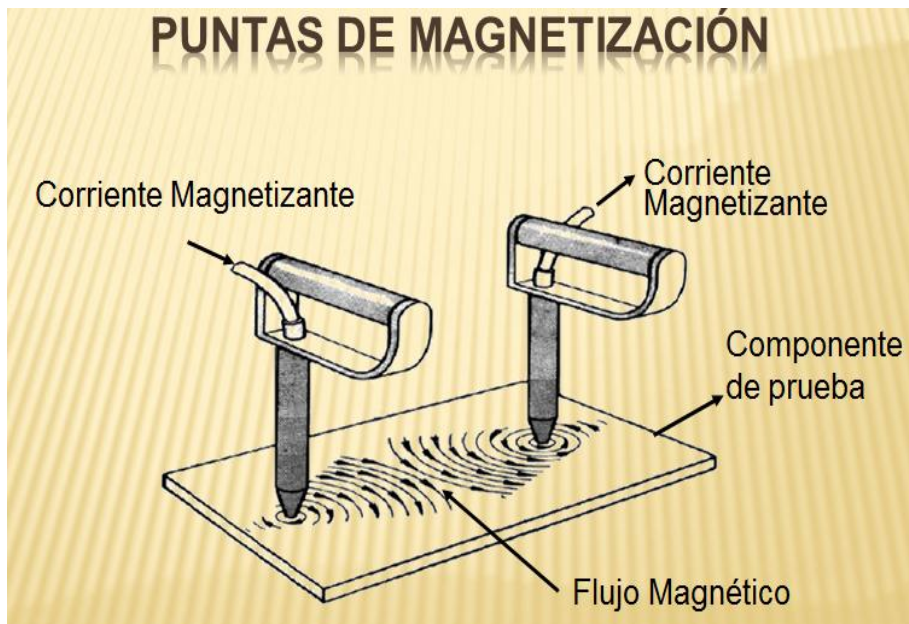


Figura 2.45: Partículas Magnéticas

Fuente: Investigación de campo BACO

2.11.3 Tinta penetrante

El método de tinte penetrante es eficaz, portátil y barato. Se puede localizar defectos en las superficies tales como grietas causadas por porosidad, fatigas, ranuras, y ciertos problemas de soldadura. Se puede utilizar en metales, vidrios, cerámicas y piezas fundidas. Se puede utilizar tinte penetrante en todos los materiales no porosos para detectar defectos. No obstante, algunas piezas plásticas y de caucho son afectadas adversamente por el aceite penetrante, por lo

que se deben efectuar comprobaciones preliminares al azar antes de intentar una inspección con tinte penetrante.

El tinte penetrante es una clase de aceite al cual se ha agregado una tinta fluorescente. El tinte penetrado depositado en la grieta se filtra y delinea la grieta.



Figura 2.46: Tinta Penetrante

Fuente: Investigación de campo BACO

2.11.4 Corrientes parasitas

Este sistema se utiliza para encontrar variaciones en el grosor de las paredes, las costuras o grietas longitudinales, picaduras y porosidad. Se puede usar en pruebas de producción de metal en barras, tuberías, hojas metálicas y piezas geométricas uniforme. Detecta los distintos niveles de fatiga y el daño causado por el calor de los metales.

Para detectar defectos con una corriente parasita se genera un campo electromagnético con una corriente inducida con una sonda.

Esta forma de inspección no destructiva es ideal para la inspección de metales no ferrosos que no pueden magnetizarse.



Figura 2.47: Corrientes Parasitas
Fuente: Investigación de campo BACO

2.11.5 Inspección ultrasónica

En la inspección ultrasónica se usa el método de eco impulsos, similar al sonar, para detectar fallas internas, laminación del material, variaciones del grano en la estructura y porosidad.

Esta implica el uso de ondas sonoras de alta frecuencia para localizar los defectos que existen en distintos materiales.

El fenómeno de reflejar las ondas ultrasónicas en la mayoría de los materiales estructurales que tienen interrupciones, grietas o inclusiones, hace posible la detección de estos defectos.

Cuando las ondas ultrasónicas golpean la superficie de una pieza, parte del sonido se refleja hacia el cristal de escucha. Cuando la onda reflejada llega al cristal, se convierte en minúsculos impulsos eléctricos que causan un registro oscilo grafico en forma de línea vertical.



Figura 2.48: Inspección Ultrasonido

Fuente: Investigación de campo BACO

2.11.6 Rayos X

Este método de inspección es excelente para determinar penetraciones o detectar fallas internas. Es un buen sistema para encontrar residuos o fragmentos olvidados después de una reparación (vástagos de remaches, alambres de frenar, etc.) en áreas susceptibles a daños por objetos extraños (FOD).

Cuando la radiación atraviesa el objeto, produce un cambio imperceptible en la superficie de la película de rayos X. Al revelar la película, el área alterada produce una imagen del objeto y su discontinuidad. El grado de obscuridad de la imagen depende de la cantidad de radiación que llega a la superficie de la película.

Si la pieza tiene falta de continuidad, la radiación que pasa por esta área de menor espesor será mayor y producirá una imagen más oscura. En algunos casos, como cuando hay corrosión o depósitos de escape, la imagen de la discontinuidad puede ser menos oscura que la sombra creada por el objeto. Se deben observar medidas de seguridad para proteger al personal y el equipo de exposiciones no intencionales. Se debe trabajar en un sitio idóneo para tal efecto.

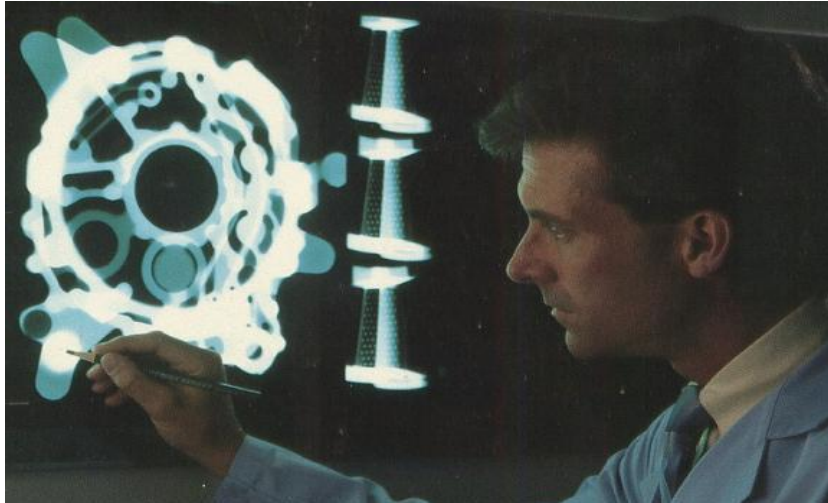


Figura 2.49: Rayos "X"

Fuente: Investigación de campo BACO

2.12 Equipos de inspección

2.12.1 Linterna portátil (de mano)

Necesitará utilizar una fuente auxiliar de luz para la mano para la mayoría de las áreas interna del equipo que inspeccionará. Se utilizara una linterna que no explote. Existen algunas linternas de mano que tienen anillos o presillas para engancharles con facilidad a los bolsillos o correas. Cualquier objeto extraño puede ocasionar daños extremos si se pierde o se deja caer el avión. Si la abertura de un ensamblaje complejo es demasiado pequeño para usar un espejo y una linterna, hay otras herramientas disponibles: el animascopio.



Figura 2.50: Linterna portátil

Fuente: <http://www.nuvolashop.com/7741-large/linterna-portatil-led-carcasa-de-aluminio-prueba-de-polvo.jpg>

2.12.2 Espejo de inspección

Dicho espejo es similar al espejo utilizado por el dentista. El espejo de inspección es más grande que el equipo dental y puede contar con un mango telescópico. Dicho espejo se usa para inspeccionar un ensamblaje complejo, con esquinas, dobleces, etc. Un espejo de inspección es muy útil cuando la parte interna de un ensamblaje no está visible desde afuera, pero se puede acceder mediante aberturas lo suficientemente grandes que permiten la penetración de la luz externa.

El espejo de inspección sirve de mucha ayuda en lugares q no tiene acceso alguno para observar si se encuentra rastros de corrosión a qui se trabaja junto a la linterna portátil, los dos instrumentos trabajan en grupo para observar si se encuentra la corrosión presente en lugares de difícil acceso.



Figura 2.51: Espejo de inspección

Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/espejo-de-inspección

2.12.3 Regla

Una regla de metal se puede utilizar para comprobar que la uniformidad de la superficie de ser irregular muestra que dicha superficie se ha trabajado anteriormente. Si la pieza ya se ha rebajado antes y más trabajo la hará demasiado delgada (fuera de las especificaciones permitidas en la orden técnica), esta debe ser remplazada. Coloque la regla en varios ángulos sobre la superficie del metal para ubicar los puntos irregulares.

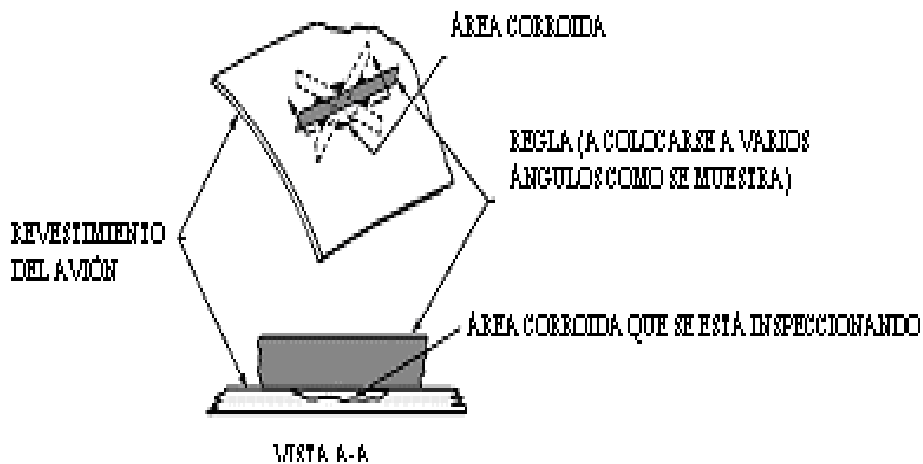


Figura 2.52: Regla medidora

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.12.4 Vidrio de aumento (4x-10x)

Dicho vidrio de aumento puede determinar si el área donde se encontró la corrosión ha sido trabajada anteriormente. Con el vidrio de aumento, observe la terminación del área circundante al área que se sospecha ha sido trabajada anteriormente para determinar exactamente dónde se hizo el trabajo. Junto con el vidrio de aumento, también se puede utilizar la regla para comprobar si el área se ha trabajado anteriormente.



Figura 2.53: Vidrio de aumento

Fuente: <http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTUxgi>

2.12.5 Animascopio

Éste es un tipo de periscopio o una herramienta de tipo fibro-óptica con una fuente de luz incorporada para inspeccionar las superficies internas de un ensamblaje complejo que solamente tiene una abertura muy pequeña.

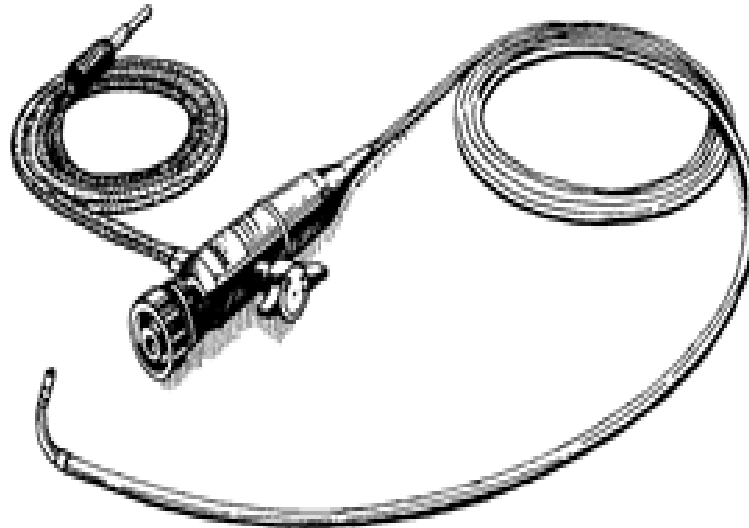


Figura 2.54: Animascopio

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.12.6 Galga para medir profundidades indicador de cuadrante

El indicador de cuadrante es una herramienta medidora de precisión que, se usa para medir la profundidad de las picaduras de la corrosión y de las áreas ya trabajadas.

Este determinará la magnitud de la corrosión presente y la cantidad de metal removido durante el trabajo.

Está dotado con un punto de contacto cónico puntiagudo que puede alcanzar la profundidad de la picadura. En el gráfico observe que el indicador del cuadrante está asegurado firmemente al bloque de metal que sirve de base cuando el cuadrante se está utilizando.

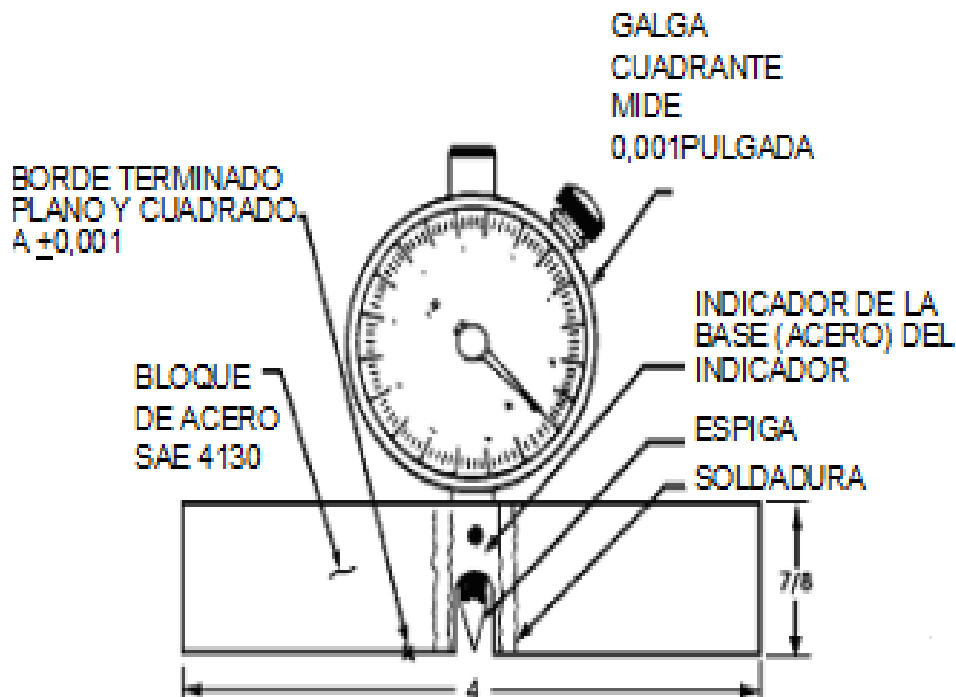


Figura 2.55: Galga medidora de profundidades

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.12.7 Micrómetro óptico

Esta herramienta de inspección mide la profundidad de los rayones fisuras y picaduras, La altura de puntales y de otras profundidades. El micrómetro se enfoca primeramente en la superficie más elevada del área y se toma una lectura.

Se toma una segunda lectura cuando la superficie más baja está enfocada.

La diferencia entre las dos lecturas es la distancia entre las dos superficies. Los micrómetros ópticos están disponibles con un aumento de 100 y 200, lentes oculares de retícula y accesorios de iluminación.”⁹

❖ ⁹ Manual de la IAAFA (Inter American Air Forces Academy) Control de la corrosión, 2004

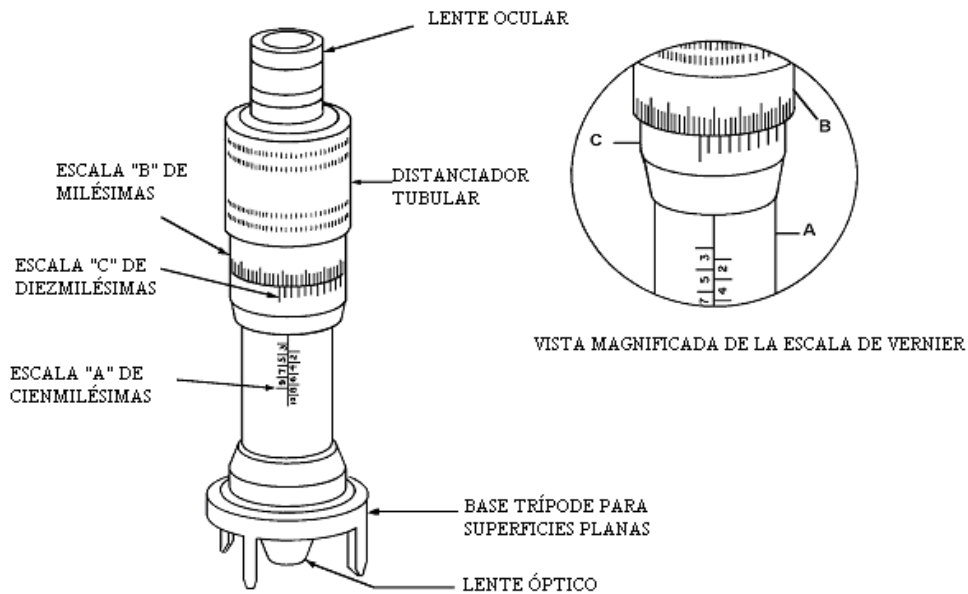


Figura 2.56: Micrómetro óptico

Fuente: Orden Técnica 1-1-691

2.13 Remoción de la capa protectora

“Muchas veces necesitará remover el sistema de capa protectora la pintura de algún dispositivo para poder desempeñar una reparación o inspección de un área que se sospecha está dañada o corroída. Básicamente existe dos métodos para remover la pintura: el mecánico y químico. El método que se escoja estará basado en las circunstancias particulares en las que se encuentre involucrado. Recuerde, la consideración principal es la de remover el sistema de revestimiento sin dañar la estructura.

2.13.1 Remoción mecánica de la pintura

En este tipo de remoción se incluye el uso de los cepillos de alambre de mano, papeles, discos y telas abrasivas engomadas, esteras abrasivas, cepillos de alambre mecánicos, discos de estera abrasiva, cepillos con aleta y rocío abrasivo.

La remoción mecánica se recomienda cuando el uso de removedores químicos no es práctico a causa de las complejidades estructurales y de las dificultades de enjuague.

En un área que se está trabajando y de las restricciones locales, o causa de las dificultades de enjuague y de las restricciones locales solamente. A pesar que estos métodos son muy eficaces para le remoción de los sistemas de acabado, estos pueden producir daños severos a la estructura y equipo con un corto tiempo, si se usan inadecuadamente. Por lo tanto, la remoción mecánica de los sistemas de acabado se usara solamente cuando se haya aprobado.



Figura 2.57: Remoción de la capa protectora

Fuente: <http://es.plaiber.com/upload/producte/rte46l-large.JPG>

2.13.2 Preparación para la remoción

Inspeccione la superficie de las cuales hay que remover el sistema de acabado para ver si tienen grasa, aceite o sucio. Dichos materiales son una barrera entre el sistema de acabado y los removedores abrasivos, y contaminan los abrasivos recobrables neumáticos los que ocasionan horas de trabajo excesivas y desperdicio de materiales. Si las superficies están excepcionalmente sucias, aceitosas o grasosas deberán lavarse antes de iniciar las operaciones de remoción.

Después del lavado, las superficies deberán secarse, o les dará suficiente tiempo para que se sequen al aire antes de iniciar las operaciones de remoción.

2.13.2.1 Remoción de la pintura del aluminio y magnesio

Remueva la capa protectora ya sea un disco de grado medio de óxido de aluminio o de malla de nilón de marca Scotch-Brite, o una tela y disco abrasivo de 150 gramos de silicio de carburo. El Scotch-Brite, provee el régimen de remoción más rápido con la menor posibilidad de daños al metal y la vida útil abrasiva más larga.

Aplique la menor cantidad de presión para remover la capa superior. NO traspase el imprimador y melle o desgaste el metal.

También recuerde la advertencia sobre los peligros de indicio que presente el magnesio. Después de remover el sistema de acabado, aspire, lave con agua o utilice aire comprimido para remover todo el polvo y los residuos abrasivos del área.

2.13.2.2 Remoción de la pintura de las aleaciones de hierro y acero

Para realizar la remoción se debe utilizar el mismo abrasivo accionado por motor utilizado para las aleaciones de aluminio, salvo que los cepillos de alambre pueden usarse y serán de acero de bajo contenido de carbono solamente. Después de remover el sistema de acabado, aspire, lave con agua o utilice aire comprimido para remover y los residuos abrasivos del área.

En el acero inoxidable normalmente no está pintado. De estar pintado, la capa de pintura puede removerse usando los mismos abrasivos utilizados para las aleaciones de aluminio salvo que utilice la lana de acero inoxidable.

2.13.2.3 Aleaciones de aluminio

Use los mismos abrasivos utilizados en el aluminio enchapado y anodizado. Use lana de acero inoxidable porque tiene las mismas especificaciones o utilidades.

2.14 Remoción y tratamiento anticorrosivo

2.14.1 Limpieza

La primera y más importante etapa en el control de la corrosión es la limpieza completa del avión. Una emulsión limpiadora con la especificación MIL-C-25769 para remover la mugre, suciedad, residuos del escape, aceite seco, y depósitos de grasa.

El avión debe estar estacionado en un lugar de lavado o en área donde se pueda lavar con manguera, preferiblemente donde el sol no seque la superficie antes de que el limpiador tenga el tiempo para penetrar la película. Para partes principales del exterior usar una dilución de 1:5 o 1:3 del limpiador con agua. Aplicar el limpiador con cepillo o rociado y permitir reposo por unos minutos, enjuagar con vapor o agua tibia a alta presión. Las tolvas de los motores y áreas de los pozos del tren, normalmente tienen depósitos de grasa o aceite que este tratamiento no remueve, de tal manera de que estos deben de empaparse, con una dilución de 1:2 de la emulsión limpiadora. Depuse permitir que el limpiador empape por unos minutos, tallar con un cepillo de cerdas suaves para remover completamente la película enjuagar con agua tibia a alta presión. Las manchas de escape pertinaces, requieren una mezcla de 1:2 del limpiador con kerosene. Mezclar a una consistencia de emulsión-crema y aplicar a la superficie. Permitir que esta nata permanezca por unos minutos y remover con un cepillo de cerdas y lavar con vapor o agua tibia a alta presión. Este tratamiento puede repetirse si la primera vez no consigue remover todas las manchas.

2.14.2 Remoción de la pintura

Después de limpiar completamente la estructura, si la corrosión no existe, el daño debe de evaluarse, y se debe decidir para determinar qué acción se debe tomar. Todos los productos de la corrosión deben de removerse tan pronto como se descubra debido a que la corrosión continúa tanto tiempo como ella permanezca sobre la superficie.

La corrosión sobre una superficie pintada no permite inspeccionar completamente, primero se debe remover toda la pintura. Ante de utilizar cualquier removedor de pintura con el que no se esté familiarizado, es recomendable probar sobre una pieza similar a la que se pretende despintar.

Todas la áreas que no serán descubiertas de pintura deben de enmascararse para evitar estropearlas accidentalmente. Enjuagar con agua los removedores de pintura a una consistencia de jarabe, normalmente esta consistencia es la mejor para las superficies de los aviones. Este tipo de removedor se aplica embarrándolo con un cepillo sobre la superficie, no tallando son el cepillo, cubrir la superficie con una capa gruesa de removedor, y permitir que repose hasta que la pintura se hinche y se arrugue. Esto rompe la adherencia entre la superficie y el acabado. Puede ser necesario aplicar removedor; si es así, raspar la pintura vieja con un raspador de plástico o aluminio, y aplicar el segundo tratamiento.

Esto permite que los químicos se activen para llegar a las capas más bajas del acabado. Después de que todo el acabado se ha hinchado y roto la superficie, este debe de enjuagarse con agua caliente. Se debe tener precaución pertinente siempre que utilice removedores de pintura.

Estos atacan el hule y productos de hule sintéticos. Como llantas, mangueras, sellos, y estructura de materiales compuestos. Si los removedores de pintura derraman o salpican a la piel, el área debe lavarse inmediatamente con abundante agua y conseguir atención médica.

2.14.3 Tratamiento de aleaciones de aluminio

2.14.3.1 Remoción mecánica de la corrosión

Después de que toda la pintura se ha removido todo el resto de producto de la corrosión, como el polvo blanco, debe removerse de la superficie. La corrosión ligera puede removerse con el uso de una fibra abrasiva como el Bon-Ami o Scotch-Brite.

Asegurarse que el abrasivo no contenga cloro. La corrosión severa, pero no excesiva puede removerse tallando con lana de aluminio o cepillo de alambres de aluminio.

PRECAUSION: No utilizar cepillo de alambres de acero o lana de acero, ya que las partículas de acero pueden incrustarse en el aluminio y causar corrosión severa. El bombardeo abrasivo de la superficie con esferas de vidrio menores de malla 500 puede utilizar para remover la corrosión. Luego utiliza un cepillo abrasivo, examinar el metal con un vidrio de aumento de 10X para observar que toda la corrosión se ha removido.

Las aleaciones de aluminio severamente corroídas se les deben dar el tratamiento de remoción de la corrosión más severo. Después examinar con un vidrio de 5X A 10X de aumento y no se aprecie restos de corrosión. Luego retirar dos milésimas de material para ver que se ha llegado al final de la roturas intergranulares.

Lijar el área con un papel abrasivo de grado 280, posteriormente con grado 400. Limpiar la aérea con disolvente y un limpiador en emulsión y tratar con un inhibidor como el Alodine.



Figura 2.58: Tratamiento de aleaciones de aluminio

Fuente: Manual del c-130

2.14.3.2 Neutralización química

Después de remover todos los productos posibles de la corrosión, la superficie debe tratarse con una solución de ácido crómico para neutralizar cualquier sal de corrosión remanente. Después de que el ácido ha estado sobre la superficie por los menos cinco minutos, debe lavarse con agua y permitir que se seque. Aplicar un tratamiento con Alodine conforme la especificación MIL-C-5541 que neutralice la corrosión así como formar una película protectora sobre la superficie del metal.

2.14.3.3 Capa protectora

2.14.3.3.1 Capa de clad

El aluminio puro se considera no corrosivo, esto no es completamente cierto, debido a que el aluminio actúa rápidamente con el oxígeno del aire para formar una película de óxido. Esta película está densa que no permite que el aire que alcance el metal, y de allí que no se requiere de mayor acción una vez que la película se ha formado. El aluminio puro no es obstante, no es lo suficientemente fuerte para la estructura del avión y debe alearse con otros metales para conseguir la resistencia requerida.

Tabla 2.3: Elementos de aleación utilizados continuamente con aluminio

No. Aleación	Si	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn
1100		99% aluminio puro				
2017		4.0	0.50	0.50		
2024		4.5	0.60	1.50		
2117	2.5			0.30		
3003			1.20			
5052				2.50	0.25	
5056			0.10	5.20	0.10	
6061	0.60	0.25		1.00	0.25	
7175		1.60		2.50	0.30	5.60

Fuente: Orden Técnica 1-1691

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Cuando hay una aleación existente hay la posibilidad de tener corrosión por metales disimiles, y la superficie del metal debe protegerse. La piel de un avión de aleación de aluminio puede protegerse de la corrosión, y al mismo tiempo hacerla atractiva en apariencia, con una capa de aluminio puro. Esta capara llamada clad.

Esta capa penetra en la aleación y se vuelve parte de la misma, la cantidad es 1,5% a 5% del espesor total de la lámina. La capa de clad es anódica con respecto al material de la aleación, y cualquier corrosión que se presente ataca al clad antes que la aleación. La película de óxido que se forme sobre el clad es extremadamente delgada muy firme y transparente, y previene la acción de corrosión posterior.

2.14.3.3.2 Película de óxido superficial

Las características del aluminio para formar una película de óxido sobre su superficie, una película de óxido sobre su superficie, una película que resiste oxidación posterior, es de un valor real en proteger al aluminio de corrosión. Los metalurgistas han encontrado maneras de formar películas sobre las superficies del metal que son duras, decorativas, a prueba de agua y firmes en aire. Esto se logra generalmente en la producción por un proceso electrolito conocido como anodizado. En el campo, generalmente se hace un proceso químico conocido como alodizado.

2.14.3.3.2.1 Tratamiento electrolítico

En el proceso de alodizado, la parte a ser tratada se limpia en un baño de agua caliente con una solución jabonosa especial no-acústica y entonces se hace el ánodo un proceso electrolito. El ácido crómico y el agua forman el electrolito. El aluminio tratado por este proceso no se ha afectado apreciablemente respecto a su resistencia a la tensión, su peso o sus dimensiones. La película anódica sobre la aleación de aluminio normalmente es de color gris claro, variando a gris oscuro para algunas aleaciones.

Cuando se forma la primera película, de hidróxido de aluminio la cual es porosa y completamente suave. En esta condición puede absorber polvo. Según cambie la película en óxido de aluminio, se vuelve más dura y no absorbente, forma un blindaje para el metal aislándolo de la humedad y el aire, evitando la corrosión.

La película anódica sobre las aleaciones de aluminio es un aislante eléctrico, y deben de removerse antes de hacer cualquier conexión eléctrica como tierra.

2.14.3.3.2 Tratamiento químico

Cuando en el campo se fabrican partes pequeñas, o donde la película de anodizado protectora se ha dañado o removida, la parte puede tener aplicada una película química protectora antes que métodos electrolitos. Estos procesos utilizan químicos conocidos como el Alodine 1200, o si se desea una película invisible, Alodine 1000. Estos productos satisfacen la especificación MIL-C-5541.

El Alodine puede aplicarse en la superficie que ha tenido señales de corrosión que se ha removido mecánicamente. Mientras la superficie permanezca húmeda con el agua de enjuague, aplicar una capa generosa de Alodine químico con brocha o rociado. Permitirle que permanezca de dos a cinco minutos y enjuague.

Después de que el Alodine ha tenido su tiempo total de trabajo, debe lavarse de la superficie con rocío de agua fresca. Se debe tener cuidado para no dañar la película si se utilizó una esponja o un cepillo suave, ya que es bastante suave cuando está húmedo. Permitir que seque la superficie. Si aparece un polvo sobre la superficie después de que el material se ha secado, es una indicación de un enjuague pobre o falla al conservar húmeda la superficie durante el tiempo en que el Alodine estuvo trabajando. Si se muestra el polvo, la parte debe tratarse.

2.14.3.3.3 Película orgánica

Uno de los dispositivos de control de la corrosión más universalmente utilizados para las superficies de metal es una buena capa de pintura.

Sobre superficies porosas, la adherencia de la pintura no es un gran problema; pero en algunas superficies de metal, puede ser difícil de conseguir que la pintura se adhiera. La superficie del aluminio debe prepararse a fin de que la pintura tenga una superficie rugosa sobre la cual pueda adherirse. Todos estos tratamientos proporcionan una buena base para el primer al cual la pintura se adhiere.

Cuando el papel abrasivo se utiliza, es imperativo que cada pizca de polvo del lijado se remueva con una aspiradora y un trapo húmedo con thinner antes de aplicar el primer. Para laca y barniz, el primer que se ha utilizado por años es el cromato de zinc.

Este es un primer del tipo inhibidor, significa que la película es ligeramente porosa y que el agua puede entrar y causar que algunos de los iones del cromato se liberen y sostenidos en la superficie del metal. Debido a la complejidad de estos acabados nuevos, antes de intentar pintar un avión utilizando tal material, se debe seguir las recomendaciones en detalle de los fabricantes.

2.14.4 Tratamientos de metales ferrosos

2.14.4.1 Remoción mecánica de la corrosión

A diferencia del aluminio, la película de óxido que se forma en los metales ferrosos es porosa y atrae humedad y continúa convirtiendo el metal en corrosión o herrumbre. Toda señal de herrumbre debe removerse. El método más efectivo de remoción es el medio mecánico. Los papeles abrasivos y cepillos de alambres movidos a mano y mecánicamente se pueden utilizar.

Pero la manera más efectiva de conseguir que los productos de la corrosión se eliminen de partes de acero sin plaqueado de cualquier forma es por medio del bombardeo abrasivo. Esto logra llegar al fondo de los puntos de corrosión. Las partes de acero de alta resistencia tales como las que se encuentran en los trenes de aterrizaje deben limpiarse con extremo cuidado.

Si se encuentra corrosión en estas partes, debe removerse inmediatamente removiendo la cantidad de material la mínima necesaria. Los cepillos de alambres no deben utilizarse porque causan pequeños rayones las cuales promueven la concentración de esfuerzos y potencialmente debilitan la parte. Si se utiliza el bombardeo abrasivo, debe hacerse con precaución, utilizando solo abrasivo de grano muy pequeño o esferas de vidrio. Después de que se ha removido la corrosión, los bordes rugosos de los puntos o daños deben suavizarse con papel abrasivo grado 400, y aplicado a la superficie el primer tan pronto como sea posible. Una superficie seca y limpia es un lugar ideal para formarse corrosión nueva, si no se protege de inmediato permitirá que se inicien nuevos daños.



Figura 2.59: Tratamiento de metales ferrosos

Fuente: Manual del c-130

2.14.4.2 Tratamiento de la superficie

2.14.4.2.1 Plaqueado de níquel o cromo

Esta capa electro-placa de níquel o cromo se usa para formar una capa firme sobre el metal base. Existen dos tipos de plaqueado de cromo utilizados en el mantenimiento de los aviones.

El cromo decorativo se utiliza principalmente por su apariencia y protección de la superficie, pero como duro se utiliza principalmente por su apariencia y protección de la superficie, pero cromo duro se utiliza para partes sujetas a la abrasión o desgaste sobre varillas pistón y paredes de cilindros. Las partes que usan el cromo duro se dejan a una medida más pequeña y se plaquean a la medida adecuada.

2.14.4.2 Plaqueado de cadmio

Mientras que el plaqueado de cromo protege el acero, excluyendo la humedad de su superficie, el plaqueado de cadmio lo protege de una manera totalmente diferente, por corrosión sacrificial.

Casi todas los aceros o materiales de la ferretería de aviación están plaqueados de cadmio. Este metal suave gris-plata es electroplaqueado sobre las partes de acero a un espesor mínimo de 0.005". Este proporciona un acabado atractivo así como la protección contra la corrosión.

Donde el plaqueado de cadmio sobre las partes se raya y llega al acero, la acción galvánica ocurre en la cual el cadmio se corroe. Si el acero debiese corroerse, la acción pudiera continuar hasta que la parte se destroza, pero los óxidos que se forman sobre la superficie de cadmio son similares a aquellos que se forman en el aluminio; densos, herméticos al aire y herméticos al agua. Este tipo de protección se conoce como corrosión sacrificial.

2.14.4.3 Galvanización

Algunas partes de acero como los tapa fuegos se tratan con una capa de zinc. La protección producida por galvanizado es similar a la que se proporciona por un plaqueado de cadmio; es por corrosión sacrificial. Cuando se raya, el zinc se corroe y proporciona una película de óxido hermética al aire. El zinc se aplica pasando las láminas de acero a través de cubas de zinc fundido, rolándola a través de una serie de rodillos.

2.14.4.4 Rocío metálico

Algunas partes del motor se protegen de la corrosión rociando aluminio fundido sobre sus superficies. Estas partes se someten a un bombardeo abrasivo hasta que estén completamente limpios y secos. Alambre de aluminio se alimenta en una flama de acetileno, aire comprimido a alta presión rocía aluminio fundido sobre la superficie. La protección de la corrosión producida por este tratamiento es por corrosión sacrificial, como el de las capas de cadmio y zinc.

2.14.4.5 Capa orgánica

Ya que la pintura es un sistema efectivo y ampliamente utilizado por protección de la corrosión, la película no debe permitirse que se rompa. La superficie que se pintara debe ser correctamente preparada. El bombardeo abrasivo remueve todos los óxidos de la superficie y provoca rugosidad de la superficie para una buena adherencia de la pintura.

Las partes cuales se han plaeado de cadmio deben tener su superficie atacada químicamente con una solución al 5% de ácido crómico antes de aplicar el primer. Después de limpiar y secar la superficie está preparada para aplicarle una capa delgada, húmeda de primer cromato de zinc por rocío, permitir que seque. El acabado final puede aplicarse después de cerca de una hora.

2.14.5 Tratamiento de aleaciones de magnesio

2.14.5.1 Remoción mecánica de corrosión

El magnesio es uno de los elementos más activos de los comúnmente utilizados en la construcción de aviones, por su relación de peso a resistencia es tal que los diseñadores aceptan su corrosividad. Una aleación de magnesio no forma de manera natural su película protectora sobre su superficie como el aluminio, así que se debe tener cuidado especial para no destruir la película química o electrolíticamente depositada.

La corrosión en magnesio abarca un gran volumen comparado con el metal puro de tal manera que levantan la pintura, o si se forma entre las pieles hincha las uniones. Cuando se encuentra corrosión sobre estructura de magnesio se debe remover toda señal de corrosión y la superficie tratada para inhibir corrosión posterior.

Ya que el magnesio es anódico con respecto casi todos los metales comúnmente utilizados en la estructura de los aviones, la remoción de la corrosión no se puede efectuar con herramientas metálicas, estas dejarán sumergido en el metal contaminante que causara daño posterior. Los cepillos no metálicos rígidos o lavadores de nylon pueden usarse para remover la corrosión de la superficie o de los puntos. La profundidad de los puntos debe reducirse con herramientas de corte con puntas de carburo o filos de acero. El papel abrasivo de óxido de aluminio no debe de usarse debido a su tendencia para contaminar la superficie y causar corrosión galvánica. Si se utiliza el bombardeo abrasivo, utilizar solamente perlas de vidrio la cual no haya sido usada para cualquier otro metal solo magnesio. Las hojuelas de otros metales en el abrasivo pueden incrustarse en el magnesio y ocasionar daño posterior.



Figura 2.60: Tratamiento de aleaciones de magnesio

Fuente: Manual del c-130

2.14.5.2 Tratamiento de la superficie

Después de que se ha removido la corrosión de la superficie, una solución ligera de ácido crómico con forme a la especificación MIL-M.3171 tipo I debe de aplicarse para neutralizar cualquier producto de corrosión dejado en la superficie. Una solución sustituto satisfactoria se puede hacer agregando cerca de 50 gotas de ácido de batería (ácido sulfúrico) a un galón de una solución de ácido crómico al 10% aplicar está a la superficie con trapos y permite que se establezca por cerca de 10 a 15 minutos; entonces enjuagar completamente con agua caliente.

Un tratamiento el cual forma una película más protectora es un tratamiento de conversión de dicromato, de acuerdo con la especificación MIL-M-3171 tipo II. Esta solución se aplica al metal y se permite que asiente hasta que aparezca una película uniforme de óxido de color café dorado sobre la superficie.

El magnesio es un metal activo, y las pieles de magnesio normalmente son muy delgadas, por lo que es absolutamente vital que solo las soluciones y procedimientos adecuados se usen para tratamiento de la corrosión. Por esta razón, es recomendable que se preparen los químicos satisfaciendo las especificaciones MIL apropiadas. Y que sigan con detalle los procedimientos de los fabricantes.

2.14.6 Evaluación de daño por corrosión

La remoción de los productos de corrosión y la formación de una película inhibidora sobre la superficie que detenga daños posteriores a la estructura del avión. Sin embargo después de que se ha tomado la acción, la estructura debe examinarse cuidadosamente para determinar que estas reparaciones dejaran el suficiente material por la resistencia requerida. Todos los puntos de corrosión los cuales han sido eliminados deben tener sus bordes rebajados a una depresión extendida al menos 20 veces la profundidad del daño. Si existen varios puntos cercanos, deben rebajarse en una reparación suave sin ninguna irregularidad u ondulación en su superficie.

El papel abrasivo extra fino se debe utilizar al final del lijado y la depresión pulida finamente para evitar para cualquier rayón pueda ser causa de concentración de esfuerzos o atrape humedad.”¹⁰

2.15 Control de la corrosión

Se puede asegurar que la corrosión no se provee; solamente se controla eliminando uno o más de los requerimientos básicos para su formación:

1. Puede evitarse la diferencia potencial eléctrico dentro del metal.
2. Puede aislarse la trayectoria conductora entre las áreas de diferencia potencial.
3. Puede eliminarse cualquier electrolito que puede formar una trayectoria conductora sobre las superficies del metal.

2.15.1 Limpieza

Una superficie limpia, pulida no puede proporcionar un lugar para que la corrosión se inicie. La suciedad, acumulación de grasa o la película de pintura parcialmente rota puede absorber un electrolito en contacto con la superficie del metal y promover la corrosión.

Los aviones deben conservarse limpios y encerados. Un buen limpiador del tipo emulsión remueve la película de suciedad y los contaminantes industriales los cuales sirven para atraer humedad a la superficie. Es especialmente importante que el interior del avión se conserve limpio con atención particular puestas en las áreas donde la humedad pueda recolectarse.

❖ ¹⁰ Mantenimiento y reparaciones de estructuras de aviones department of the air force.

Todas las aberturas de drene deben conservarse limpias. Los depósitos los cuales se han formado del escape del motor deben removerse antes de que se aglutinen sobre la superficie y causen la formación de la corrosión.

2.15.2 Películas inhibidoras de la corrosión

Los metales ferrosos son susceptibles a daño por corrosión por que forman óxidos porosos. Esto permite que la humedad y el oxígeno entren y permanezcan en contacto con el metal base de tal manera que la corrosión pueda continuar. Para evitar esto, una capa de metal el cual forme una película continua o porosa de óxido sea plaqueada o rociada sobre la superficie del acero. El cadmio o el zinc son menos nobles que el acero y serán los que se corroan cuando cualquiera de los dos este en contacto con u electrolito. Los óxidos de estos metales son no porosos y evitan que el oxígeno alcance el acero, y de esta manera protegerlo.

Las aleaciones de aluminio se corroen fácilmente debido a la diferencia de potencial eléctrico entre los metales de la aleación y el aluminio. El aluminio se combina con el oxígeno del aire para formar una película de óxido no poroso el cual excluye el oxígeno y la humedad del metal base y evita posterior acción.

A fin de conseguir la resistencia de una aleación con la resistencia a la corrosión del aluminio puro, una capa delgada de aluminio puro se rola sobre la superficie de la aleación. Si causa una ligera perdida por el clad, esto no es deseable, la aleación de aluminio sin clad puede protegerse por una película de óxido no poroso formada químicamente o una electrolíticamente depositada. Esta película de Alodine o anodizada, además de proteger al metal, forma una buena base para la pintura. Las aleaciones de magnesio se protegen de la misma manera que el aluminio, con el uso de una película no porosa producida por un proceso electrolito o una película de óxido producida químicamente. La corrosión forma puntos donde la película se ha roto como en los barrenos de remaches, bordes de piel o rayones en la superficie. Es vital una buena capa protectora de pintura para la exclusión de oxígeno y humedad de la superficie.

2.15.3 Aislamiento de metales disimiles

Cuando se requiere que los metales diferentes se mantengan juntos en contacto unos con otros, la corrosión galvánica puede aparecer. A fin de minimizar este riesgo, se deben de mantener aislarlos.

2.15.3.1 Afianzadores

Cuando se utiliza afianzador de acero en una estructura de aluminio y están sujetos a un medio ambiente corrosivo, los barrenos se deben taladrar, avellanar, entonces tratados con Alodine y primer cromato zinc. Los pernos y tornillos deben de ser cubiertos con el primer e instalados húmedos. Este tratamiento no asegura un completo aislamiento de la unión de instalación, pero si excluye la humedad de la unión.

2.15.3.2 Uniones por traslape de pieles

En cualquier unión entre pieles de metales disimiles, se debe tener un especial cuidado para asegurar que no existe una trayectoria conductiva entre los metales. Después de que las pieles se han cortado a la medida, ajustando y taladrando, aplicando al menos una capa de primer cromato de zinc a cada una de las superficies de contacto.

Permitir al primer que seque completamente en cada capa, y unir las pieles con remaches humedecidos con cromato de zinc. Si una de las pieles está hecha de magnesio, al menos dos capas de cromato de zinc se deben de aplicar a cada superficie, y una tira de cinta de vinil sensible a la presión de 0.003" de espesor aplicada entre las superficies de contacto.

Si por razones de alta temperatura, o movimiento relativo entre las pieles, esta cinta es un acoplamiento adicional de capas de primer cromato de zinc. Colocar los remaches sumergidos en cromato de zinc y remacharlos mientras que están húmedos.

2.15.4 Sellantes y selladores

Las altas velocidades que alcanzan los aviones modernos han traído requerimientos de uso de selladores aerodinámicos en los bordes de pieles de las superficies. Los aviones que vuelan a altas altitudes requieren que la cabina sea presurizada, así que cada lugar donde pasa tubería o cables eléctricos a través de mamparos, estas aberturas deben sellarse con un sellador elástico.

Los tanques integrales de combustible actualmente son parte de la estructura del ala donde cada remache de unión está sellado para evitar fugas. Los conectores eléctricos, están sellados con un sellador especial que evita la entrada de agua y cause que la terminal se corra. Además de causa conexiones eléctricas intermitentes.

Todos estos selladores tienen requerimientos específicos y se usan para condiciones únicas de operación. Cuando se reemplazan un sellador, se debe de usar exactamente el mismo material que el usado originalmente, o un sustituto especialmente aprobado por el fabricante del planeador.

Se debe seguir las recomendaciones hasta el mínimo detalle del fabricante del sellador. Estos materiales normalmente de dos componentes, uno conteniendo la resina y el otro el acelerador o catalizador. La secuencia de mezcla, las proporciones, tiempo y temperatura deben cumplirse rígidamente, o de otra manera tendrá una suficiente adherencia entre el sellador y el metal.

Cuando se hace una reparación, cada señal de sellador viejo debe de removerse y la superficie preparada para recibir un nuevo sellador. Limpiar la superficie con el limpiador recomendado y remover cada trazo de combustible, aceite o huellas.

Aplicar el sellador nuevo exactamente como lo especifican las instrucciones. Este tipo de material es crítico y no tiene tolerancia por descuidos en el trabajo o métodos de aplicación no recomendados.

2.15.5 Acabados de la superficie

El acabado de aplicado a los aviones modernos sirve para un propósito más que el ser solo decorativo. Este forma una película protectora la cual excluye el oxígeno o la humedad del contacto con el metal. De esta manera se previene la corrosión. El metal debe tener un acabado de esmalte o laca.

2.16 Pasos del control de la corrosión

“Indudablemente, antes de proceder a pintar una aeronave, previa revisión por corrosión, en forma especial el programa C.P.C.P (Control Prevention Corrosion Program), es fundamental realizar tratamiento superficial a todas partes o componentes que lo requieran a modo de asegurar un buen anclaje a las capas de recubrimiento aplicar posteriormente.

Entonces podríamos tener la mejor pintura del mundo y un excelente especialista en aplicación de pintura, pero si se realiza un mal o pobre tratamiento no se podrá asegurar la calidad del producto terminado.

Los procesos de tratamiento superficial, pueden ser del tipo químico, mecánico o mixto (químico-mecánico), previo al tratamiento superficial, la aeronave debe ser sellada, proceso que de alguna manera previene el ingreso de líquidos que dañen las partes traslapadas o uniones de planchas.

Son variados los productos utilizados como recubrimiento aplicable en las diferentes aeronaves, ya sea comercial, militar o civil.

Primeramente es aplicable un Imprimante o Primer base epoxi poliamida con pigmentos inhibidores de la corrosión, que cumple la función de protección contra la corrosión y como anclaje para el recubrimiento posterior que comúnmente son Esmaltes base Poliuretano, estos tipos de recubrimientos son bi-componente (Base más Catalizador) y que la razón de mezcla varía según fabricante.

En la Fuerza Aérea Ecuatoriana se utiliza para el tratamiento anticorrosivo algunos tipos de líquidos los mismos que eliminan la corrosión como son los siguientes:

- ❖ Alodine
- ❖ Foscral
- ❖ Zinc

Pues para realizar el tratamiento anticorrosivo se debe seguir los siguientes pasos:

1. Limpieza de la parte afectada con la corrosión
 2. Limpieza con Meck
 3. Aplicar ALODINE FOSCRAL O ZINC
- PASOS IMPORTANTES QUE NO SE DEBE OLVIDAR
4. Limpiar la zona luego de 20 minutos de haber aplicado el líquido
 5. Pintar la zona para proteger de la corrosión inmediatamente”¹¹

2.17 Equipos de protección personal para el control de la corrosión

2.17.1 Persuasión del empleado:

Todos los esfuerzos que se hagan por seleccionar y proveer de equipo de protección apropiado serán inútiles si este no se usa adecuadamente, y el resultado final es la desilusión y la desganancia, pérdida de tiempo, de esfuerzos y de dinero. La elección de los dispositivos de protección personal, debe hacerse con ayuda del trabajador, ya que va a ser este quien los use, ya que si se requiere equipo de protección en un área específica, esto significa que debe ser protección cómoda

¹¹ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Corrosion-En-Aviacion/1019368.html>

Es claro que dentro de la planificación de un programa de protección personal es necesario tomarlos en consideración, pero a veces se les toma sin ver la necesidad, esto se traduce mejor a un desarrollo de métodos de higiene y seguridad industrial que corrijan estas condiciones peligrosas de un ambiente de trabajo.

Es posible que se encuentre un cierto descontento ante los trabajadores por la implementación de equipos de protección personal, por lo que dichos equipos pueden sufrir una cierta modificación para que estos sean más cómodos pero a su vez disminuye su efectividad. Existen muchos dispositivos de protección porque hay que tener muy claro que el individuo, es decir, cuerpo humano, como ente es quien debe usar todos los dispositivos de protección personal. Esto trae como consecuencia que la elección debe corresponder de acuerdo al tipo de trabajo para analizar que partes del cuerpo estarán más expuestas a que les suceda algún tipo de lesión.

2.17.2 Protección de la cabeza

“El casco de protección, como equipo de protección individual que es, debe utilizarse cuando los riesgos presentes en el lugar de trabajo no se evitan con medios de protección colectiva técnicos o bien por medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo, se tiene que utilizar el casco ya que puede haber herramientas que pueden ser caídas de cualquier parte por un descuido ocasionado.

Antes de la utilización del casco, y a efectos de evitar peligros, conviene tener presentes los siguientes puntos de carácter general:

- ❖ El casco debe utilizarse exclusivamente en las aplicaciones para las que ha sido diseñado y que se mencionan en las recomendaciones de uso. El fabricante no será responsable de los daños resultantes de la no observación de estas recomendaciones.

- ❖ Aconsejamos seguir estrictamente las recomendaciones incluidas en la Normativa Europea (EN) y en las demás normas nacionales referentes a la utilización de equipos de protección.



Figura 2.61: Protección de la cabeza

Fuente: http://www.treballo.com/catalogo/proteccion_epis

2.17.3 Protección de los oídos

Los protectores auditivos son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído. Los protectores de los oídos reducen el ruido obstaculizando su trayectoria desde la fuente hasta el canal auditivo.

Adoptan formas muy variadas:

Tapones: se llevan en el canal auditivo externo. Pueden ser:

- ❖ Desechables: previstos para ser usados una sola vez.
- ❖ Reutilizables: previstos para ser usados más de una vez.
- ❖ Moldeado personalizado: confeccionado a partir de un molde del conducto auditivo del usuario.
- ❖ Unido por arnés: tapones unidos por un elemento de conexión semirrígido.

Orejas: dispositivo que encierra por completo el pabellón auditivo externo.



Figura 2.62: Protección de los oídos

Fuente: <http://wikis.educared.org/certameninternacional/images/9/9b/PAudi.jpg>

2.17.4 Protección visual

Los ojos son muy sensibles e irremplazables y los daños producidos son, en la mayoría de los casos, irreversibles. Planifique la seguridad ocular. Proteja su vista contra los peligros en el lugar de trabajo mediante el uso y cuidado del equipo apropiado de protección ocular.

Adquiera el hábito de ponerse las gafas o pantallas protectoras siempre que trabaje con agentes de riesgo. Existen varias causas de lesiones en los ojos tales como:

- ❖ Las partículas extrañas (polvo, suciedad, metal, astillas de madera, incluso una pestaña), pueden causar daño a los ojos. Éstas entran en el ojo por medio del viento o por actividades como esmerilar, serrar, cepillar, martillar, etc. o por el uso de herramientas, maquinaria y equipo eléctricos.
- ❖ Las salpicaduras de sustancias químicas (disolventes, pinturas, líquidos calientes u otras soluciones peligrosas) pueden causar daños significativos.

- ❖ Las quemaduras por fuentes luminosas pueden ser causadas por la exposición a soldadura, rayos láser o a otras fuentes luminosas muy brillantes.
- ❖ Los impactos y golpes a los ojos pueden aliviarse si se aplica una compresa fría durante 15 minutos para reducir el dolor y la inflamación.



Figura 2.63: Protección visual

Fuente:<http://www.tea.com.co/home/images/phocagallery/thumbs/phoca>

2.17.5 Protección de las vías respiratorias

Los Equipos de Protección Respiratoria ayudan a proteger contra los contaminantes ambientales reduciendo la concentración de éstos, en la zona de inhalación, a niveles por debajo de los límites de exposición ocupacionales. Antes de seleccionar un equipo de protección respiratoria, es importante identificar y cuantificar los contaminantes frente a los que hay que protegerse. Además será necesario comprobar si existe deficiencia de oxígeno y/o temperaturas extremas.

Los contaminantes aerotransportados se dividen en dos grupos, estos son: partículas, y gases y vapores. Las partículas a su vez pueden encontrarse en forma de polvos, nieblas o humos.

Una vez identificados los contaminantes, es necesario entender cómo pueden afectar al cuerpo humano si son inhalados.

Esta información es una parte vital de la formación que debe proporcionarse a los usuarios de los equipos, ya que les permite entender las razones por las que deben utilizar el equipo que tienen disponible. Después habrá que seleccionar el equipo de protección respiratoria adecuado al riesgo.



Figura 2.64: Protección del sistema respiratorio

Fuente: <http://epis.wikispaces.com/file/view/PRespi.JPG/33255519/PRespi.JPG>

2.17.6 Protección de las manos y brazos

Un guante es un equipo de protección individual (EPI) destinado a proteger total o parcialmente la mano. También puede cubrir parcial o totalmente el antebrazo y el brazo.

En el lugar de trabajo, las manos del trabajador pueden hallarse expuestas a riesgos debidos a acciones externas y también es posible que se generen accidentes a causa del uso o la mala elección del propio guante.

La seguridad de la mano en el trabajo depende fundamentalmente de la eficacia del guante que la protege. En cada oficio es preciso definir el guante en función de los imperativos de protección, de ergonomía y de confort. Un ejemplo lo podemos observar en la tabla de resistencia de un guante para cada producto químico.

Los guantes deben ofrecer protección contra un determinado riesgo sin crear por sí mismos otros riesgos. Deberá garantizarse que no hay ningún riesgo de higiene o sanitario para el usuario debido a las características de fabricación del guante, los materiales utilizados o la degradación producida por un uso normal.

Los guantes pueden deteriorarse de forma prematura por una exposición excesiva a la luz, el oxígeno atmosférico y el ozono. Por eso deben conservarse en el embalaje original y en un lugar fresco y seco. En algunos casos el guante no dará la protección esperada si no queda bien ajustado.

Se producen en diferentes tallas de acuerdo con el sistema común europeo. Si un guante no tiene la longitud indicada en las tablas de tallas, el fabricante debe indicar explícitamente que se trata de un guante de una talla especial para una aplicación especial.¹²



Figura 2.65: Protección de las manos y brazos

Fuente:http://www.calzadoyarticulos.com/main/img_1326733342_14951_1327431350_mod_264_264.jpg

¹² <http://uprl.unizar.es/doc/01%20casco.pdf>

2.17.7 Protección de los pies y piernas

“Las lesiones de pies y piernas son comunes en muchos sectores industriales. La caída de un objeto pesado puede lesionar el pie, en particular los dedos, en cualquier lugar de trabajo, pero sobre todo en industrias pesadas, como la minería, la fabricación de productos metálicos, la ingeniería, la construcción y el montaje. Las quemaduras de las extremidades inferiores por metal fundido, chispas o compuestos químicos corrosivos son frecuentes en talleres de fundición, siderurgia del hierro y el acero, fabricación de productos químicos, etc.

Los compuestos ácidos y alcalinos y muchos otros agentes pueden causar dermatitis o eccema. Además, los pies pueden lesionarse al golpear contra algún objeto o al pisar en salientes afilados, como ocurre en el sector de la construcción.

Las mejoras en el medio ambiente de trabajo han hecho de las perforaciones y laceraciones causadas por pisar inadvertidamente clavos salientes y otros objetos agudos un accidente menos común. Pero continúan produciéndose lesiones por trabajar en suelos húmedos o inundados, sobre todo si se usa calzado inadecuado.”¹³



¹³ <http://algodeergonomia.blogspot.com/2011/03/proteccion-de-pies-y-piernas.html>

Figura 2.66: Protección de los pies y piernas

Fuente: <http://tecnicoprevencionista2010.files.wordpress.com/2010/07/zapato1.jpg>

2.17.8 Vestimenta de trabajo

“Muchas exposiciones a riesgos en las industrias , exigen la ropa apropiada, en lugar de la ordinaria, o encima de estas. Para la selección de esta indumentaria hace falta tener presente precauciones como: la prenda debe brindar la protección debida contra el riesgo involucrado, y la otra que no entorpezca los movimientos del trabajador.

La vestimenta puede tener incluidas batas, pantalones, delantales, camisas, chaquetas, trajes completos, y cualquier diseño de ropa que proteja al trabajador ante la posibilidad de sufrir algún tipo de lesión causada por su trabajo. El uso de vestimenta adecuada previene en el usuario riesgos contra quemaduras, raspaduras, dermatosis, o cualquier lesión acarreada por dicha labor.

Y que además estas sean de fácil acceso, es decir sean fáciles de ponerse y quitarse, en caso de presentarse algún tipo de emergencia. El reglamento que abarca el tipo de seguridad industrial en los establecimientos industriales contiene los requisitos de seguridad que debe reunir la ropa de trabajo:

La vestimenta y protección para mujeres: estas requieren las mismas características que la vestimenta usada en los hombres ya que se pueden encontrar con los mismos tipos de riesgos. Las faldas y blusas sueltas pueden ser fácilmente atrapadas por las maquinas, en estos casos se exige el uso de pantalones y camisas de mangas cortas, así de esta manera se evita el peligro.

La posibilidad de que el cuero cabelludo sufra una lesión grave se hace presente cuando el pelo suelto se encuentra en movimiento y puede llegar a entrar en contacto con alguna parte móvil de la maquina en funcionamiento. Por razones de higiene es recomendable el uso de gorros o pañuelos en la cabeza para evitar

este riesgo y además de que forma parte de una norma sanitaria en empresas de alimentos.”¹⁴



Figura 2.67: Vestimenta de protección

Fuente: <http://i.anuxi.ec/i-a/50QF-3.jpg>

¹⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Equipo_de_protecci%C3%B3n_individual

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

ELABORACIÓN DE UN CD INTERACTIVO CON LA INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE EL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO QUE SE ENCUENTRA EN LAS AERONAVES.

3.1 Preliminares

El diseño del Cd interactivo fue realizado con el fin de instruir de manera eficiente a los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, y para actualización del personal especialidad de Estructuras (Aéreas) para ello se analizó softwares de diseño multimedia los cuales cuenten con todos los estándares de calidad en el desarrollo de aplicaciones multimedia.

Posterior a esto se determinó que AutoPlay Media Studio 8, sirve para elaborar un producto multimedia que sea autodidacta con los estudiantes quienes están en el proceso de aprendizaje; ya que permite un trabajo de un entorno grafico de manera simplificada.

3.2 Diseño del Software Informático en AutoPlay Media Studio 8

El programa AutoPlay Media Studio 8, es un software que permite crear auto arrancables (autorun's) con sus menús y su skin etc. Esos autorun's pueden ser copiados en CD o DVD, para poderlos ejecutar en cualquier PC.

AutoPlay Media Studio permite trabajar en el diseño de multimedia con archivos de tipo: MPEG's, archivos flash, imágenes, gif's, pdf, etc.

Por lo tanto, AutoPlay Media Studio 8, brinda la posibilidad de crear álbumes de fotos, proyectos empresariales, etc. y todo de una forma muy sencilla y versátil. Una vez instalado el programa lo abrimos desde el icono de acceso directo que se crea en el Escritorio.



Figura 3.1: Acceso directo de AutoPlay
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

AutoPlay Media Studio 8 se presenta con sus comandos y herramientas a utilizar. El escenario, la herramienta de línea de tiempo, la ventana de propiedades y la ventana de acciones.

3.2.1 Creación de un Nuevo Proyecto

Se realizó los siguientes pasos para la creación de un nuevo proyecto.

- ❖ Inicia el programa con normalidad.
- ❖ Crear un nuevo Proyecto, clic en: Create a New Project.
- ❖ Abrir un proyecto que tiene guardado: Open an Existing Project.
- ❖ Recuperar un proyecto que este abierto anteriormente: Restore Last Open Project.

Estas opciones que se han descrito pueden ser visualizadas en el computador como se muestra en la figura 3.2.

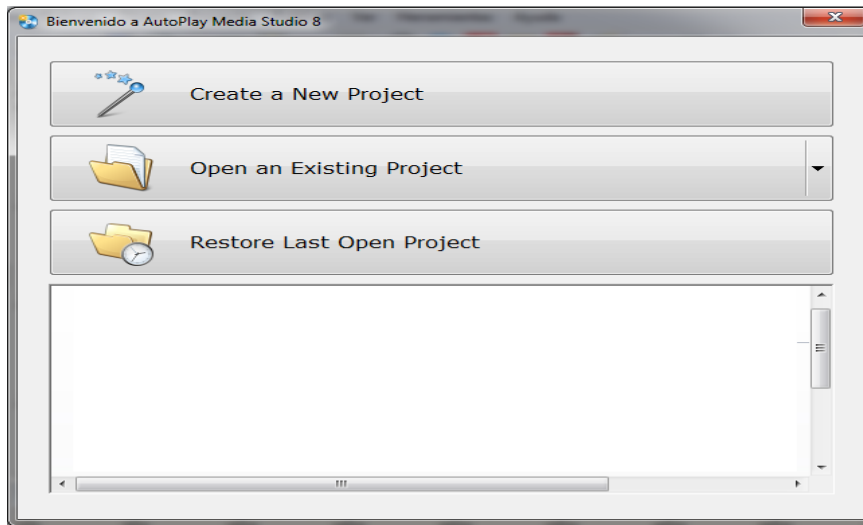


Figura 3.2: Ventana de inicio de AutoPlay.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

- ❖ Ahora se abrirá una pantalla con la cual podemos elegir varios proyectos predeterminados.
- ❖ En Nombre del proyecto se asigna el nombre al proyecto que se va elaborar.

En la imagen 3.3 se observa las diferentes plantillas a elegir, si alguna está acorde con lo que buscamos, damos click en la plantilla que se desee elegir.

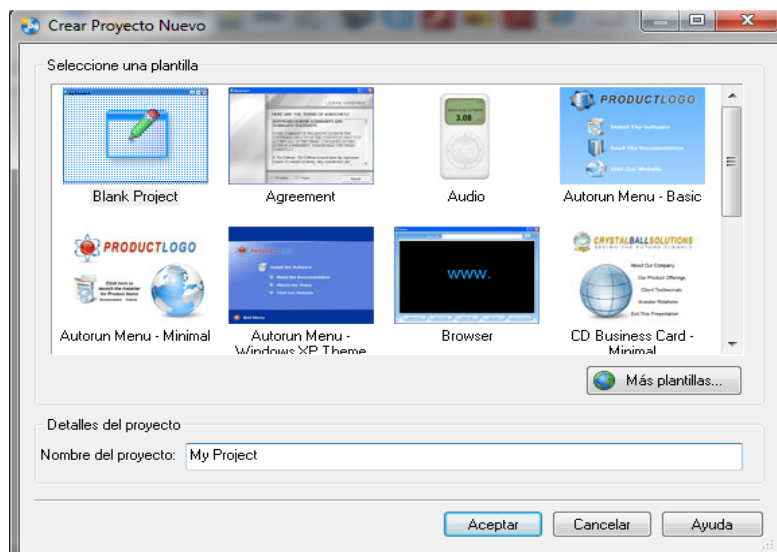


Figura 3.3: Ventana con programas predeterminados.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.2.2 Creación de la Pantalla Principal

Para crear la pantalla principal primero se determina el tamaño adecuado de la interface, esto es de 1000px de ancho y 700px de alto, esto es una pantalla estándar.

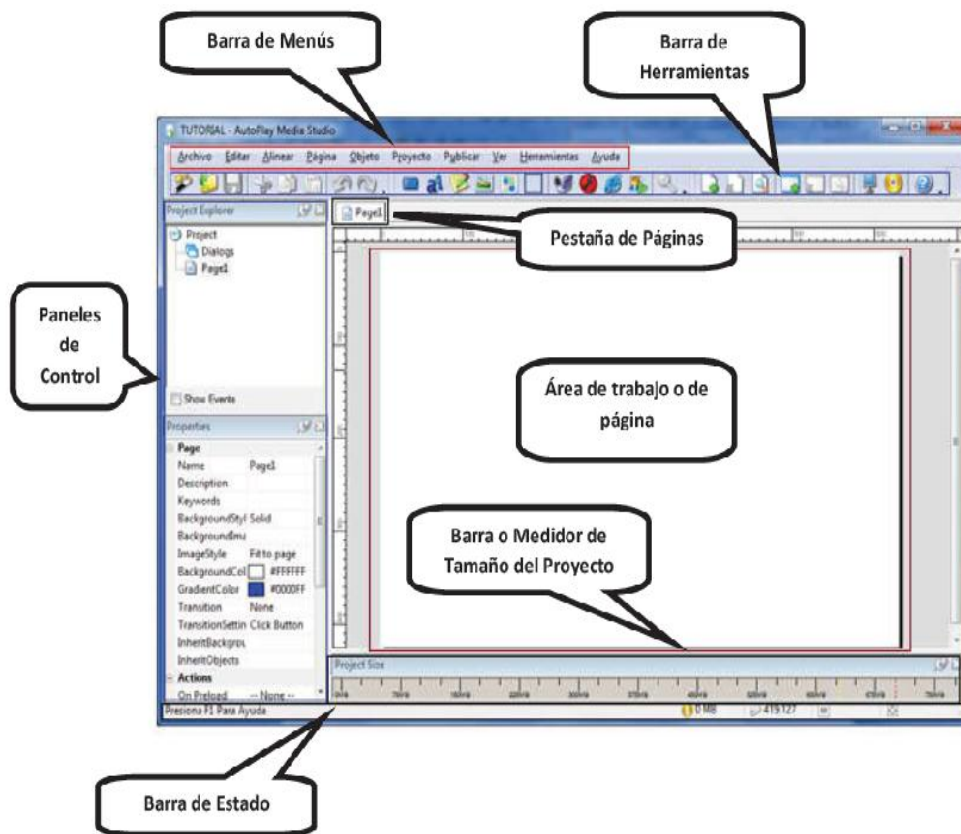


Figura 3.4: Entorno de trabajo del programa AutoPlay.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

En medio de la venta del programa, la superficie de la página actual esta visible en el área de trabajo, medida en pixeles por un par de reglas. En la parte inferior de la ventana, una barra de estado refleja la interacción del usuario con el programa y ofrece una gran cantidad de lecturas informativas.

El resto de la ventana del programa está constituida de sub-ventanas individuales conocidas como paneles. Cada panel puede estar anclado, con pestañas, ser

inmovilizado, redimensionado o arrastrado, e incluso hacer que flote en la parte superior del ambiente de diseño.

3.2.3 Panel de Propiedades

Por defecto está localizado a la izquierda del área de trabajo, a todo lo largo del lado izquierdo de la pantalla. Aquí se puede ver y editar la configuración del objeto o la página actual seleccionada.

La configuración en el panel propiedades está organizada en categorías. Puede expandir o colapsar estas categorías haciendo doble click en el encabezado de cierta categoría, o haciendo click en los pequeños símbolos + o – que aparecen en la columna a su izquierda.

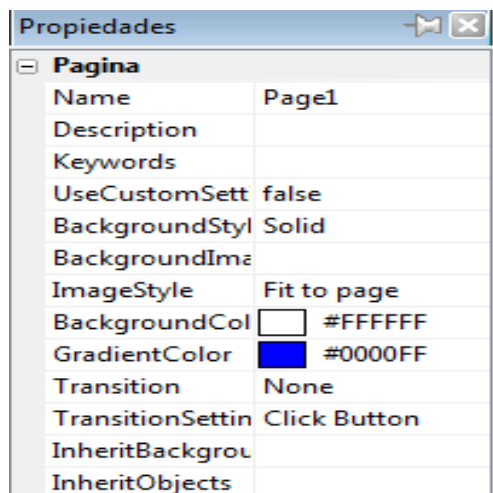


Figura 3.5: Ventana de Propiedades de background.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.2.4 Configuración del Panel de Propiedades

Name: Es el nombre de la página. Conviene poner un nombre sugerente, debido a que, si trabaja con varias páginas al mismo tiempo (explicado en el punto 4) será más fácil al poner enlaces, identificar las páginas etc.

Background Style: Podremos elegir entre Solid, Gradient e Image. Solid será un fondo sólido, de un color; Gradient un fondo con degradado, es decir, mezcla entre dos colores; e Imagen que servirá para poner una imagen como fondo.

Background Image: Indica la ruta de la imagen, si se desea establecer una imagen como fondo. Para buscar la imagen deseada se lo realiza con un navegador dando click en el botón que se muestra con los tres puntos.

Imagen Style: Tiene tres opciones: Fittopage, que sirve para ajustar la imagen background a la página; Tile para mostrar el background en forma de mosaico (la imagen background se repite); y Actual Size en la que la imagen de fondo no cambia de tamaño y se muestra en el background tal y como es sin ninguna variación.

Background Color: Si no se ha colocado una imagen de fondo, y se ha colocado un Background Style de tipo Solid este será el color de fondo de nuestra página.

Para seleccionar un color podemos dar click en la flecha de la derecha para seleccionar un color de la lista, también puede personalizar el color dando un click en More Color's.

Gradient Color: Si se selecciona el Background Style en el tipo Gradient este será un color degradado acorde a nuestra elección. Para seleccionar dar click en la flecha de la derecha para y elegir un color de la lista, también se personaliza el color dando click en More Color's.

Transition: Estos son los tres estilos que se encuentra al dar click en un Botón, los botones y todas sus funciones están explicados en el punto 4.

Si elije None al dar click en el botón no habrá ningún efecto; si opta Dissolve al dar click en el botón, éste comenzará a "disolverse" hasta ir al enlace del botón; si prefiere Slide, la página que vaya detrás del enlace aparecerá luego desde un

margen; si elige Wide la información de nuestra página irá desapareciendo hasta mostrar el contenido del enlace del botón.

Transition Settings: Si se escogió en lo anterior Transition aquí se tiene diversas opciones. Para acceder a ellas basta con dar click en los tres puntos.

Inherit Background: Si tenemos varias páginas en nuestro proyecto podemos poner el background de otra página del mismo proyecto en la actual página.

Inherit Object: Si tiene varias páginas en un proyecto se puede poner en las actuales páginas objetos, como textos, imágenes etc., de otras páginas del mismo proyecto. Posteriormente se explica cómo insertar más de una página en un mismo proyecto.

3.3 Barra de Herramientas



Figura 3.6: Barra de Herramientas.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

A continuación se describe cada elemento de la barra de herramientas de AutoPlay8 en el orden de izquierda a derecha consecutivamente.

Insertar botones: Al dar un click sobre esta opción dirá qué tipo de botón quiere crear, y las diversas opciones.

Insertar etiquetas: Esta opción sirve para crear etiquetas de texto.

Insertar párrafos: Crea un cuadro de texto. Sirve para poner licencias, poner notas, etc.

Insertar imagines: Sirve para insertar una imagen en una página.

Insertar video: Con esto puede insertar un vídeo en una página de un proyecto. Hay diferentes opciones las cuales son:

Nuevo objeto de Flash: Con esta opción puede insertar un flash SWF en un proyecto.

Nuevo objeto QuickTime: Puede insertar un video pero el ordenador debe tener instalado QuickTime.

Nuevo objeto de diapositiva: Al dar clic en esta opción puede insertar videos, imágenes y git's en la pantalla.

Nuevo objeto DPF: Esta opción sirve para realizar vínculos entre el proyecto y un archivo PDF.

Nuevo objeto de web: Con esto se puede insertar objetos con enlaces a páginas webs.

New objeto XButton: Crea un botón transparente con el cual puede realizar acciones.

Nuevo objeto de Check Box: El objeto del check box envuelve el control estándar del check box de Windows pero lo lleva un nuevo nivel permitiendo el fondo transparente y el color de texto del estado del ratón cambia.

Nuevo objeto de Radio Button: El objeto del botón de radio es grande para los usos del concurso y de prueba. Los botones de radio apoyan fondos transparentes y color de texto cambiante mientras que el ratón pasa sobre ellos.

La selección del botón de radio y el agrupar también se dirige automáticamente.

Nuevo objeto de Entrada: Sirve para crear un cuadro u objeto en el cual puede escribir una vez creado y construido el proyecto. Sus opciones son iguales a las de las etiquetas de texto.

Nuevo objeto Combo Box: Igual que List Box, con la única peculiaridad de que en este hay una flecha para elegir nuestro Ítem, y también puede escribir en él.

Nuevo objeto de List Box: Es un cuadro que permite crear una lista de sub-objetos y con Ítem's, aunque los Ítem's no se mostrarán y es opcional relacionarlos.

Nuevo objeto de Arbol: El objeto del árbol permite que exhiba una lista jerárquica de artículos en la página en el formato bien conocido del árbol. Los artículos pueden tener check boxes asociados a ellos, o sean simplemente seleccionables. El objeto del árbol tiene una acción extensa fijada así que usted puede cargar y manipular artículos del árbol en el tiempo de pasada para la flexibilidad completa.

3.4 Programación de los Botones

Con Autoplay Media Studio, hasta donde ahora se, podía crear una página, con diferentes objetos, imágenes, etc. Sin embargo esto limita en muchos aspectos, debido al usuario no puede moverse a diferentes páginas, provocar efectos, cambiar imágenes etc. Todo esto se logra gracias a los botones.

Autoplay Media Studio es tan generoso respecto a sus posibilidades, que deja incluso crear scripts propios, para ejecutarlos en un botón. Lo primero que hará será crear un nuevo botón (New ButtonObject). Dirá que seleccione un "skin" para el botón; debe estar en formato *btn y tiene varios predefinidos.

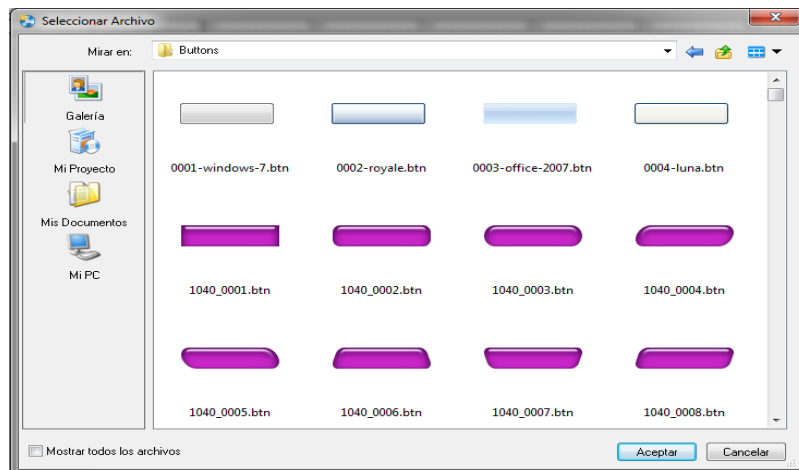


Figura 3.7: Ventana para seleccionar los botones.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.4.1 Propiedades de los Botones

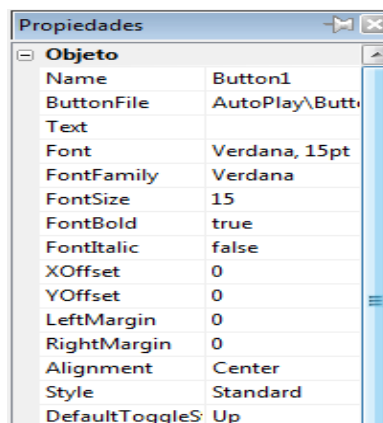


Figura 3.8: Ventana de Propiedades de objeto de los botones.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Name: El nombre del objeto botón; conviene poner un nombre sugerente, como siempre, por si trabajamos con muchos botones.

Button File: Es el "skin" de nuestro botón. Para seleccionar otro, dar clic sobre esta opción y luego en los tres puntos.

Text: El texto del botón; simplemente dar clic donde dice Clickhere y poner el texto.

Font: Configura la fuente del texto. Dar clic sobre esta opción y luego en los tres puntos.

Font Family: La familia de la fuente. Para cambiar la familia dar clic sobre esta opción y luego en la flecha de la derecha.

Font Size: El tamaño de la fuente.

Font Bold: Marca True si quiere que la fuente aparezca en negrita y False si no lo desea.

Font Italic: Marca True si desea que la fuente aparezca como cursiva, y False si no lo quiere.

XOffset: Esto es la posición horizontal del texto del botón.

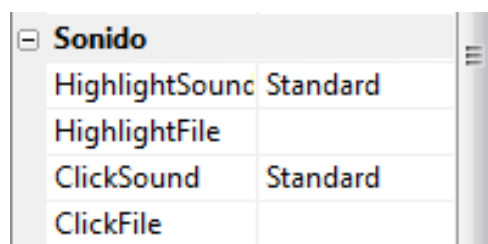
YOffset: Esto es la posición vertical del texto del botón.

Alignment: La alineación del texto del botón; Left para alineación izquierda, Right para alineación derecha, y Center para una alineación central del texto.

Style: Selecciona Standar si desea un botón estándar, o Toggle si quiere un botón especial, que al presionar sobre él queda iluminado y no se des ilumina.

Default Toggle State: Up si quiere que aparezca iluminado, y cuando se da clic sobre él se desiluminé; y Down si desea que aparezca desiluminado y cuando pinche sobre él se ilumine.

Tiene también las opciones del sonido del botón:



The image shows a settings panel titled "Sonido" (Sound). It contains four rows of settings, each with a label and a value. The values for "HighlightSounc" and "ClickSound" are "Standard".

Sonido	
HighlightSounc	Standard
HighlightFile	
ClickSound	Standard
ClickFile	

Figura 3.9: Ventana de Propiedades de sonido de los botones.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

High Light Sound: El sonido que se reproducirá cuando pase el mouse sobre el botón. Si pone None no se reproducirá ningún sonido, Standar es para el sonido estándar, y Custom para seleccionar nosotros mismos el sonido.

High Light File: Si en HighLightSound se ha seleccionado Custom ahora elige el sonido que quiere que se reproduzca cuando se pase el mouse sobre el botón.

ClicSound: El sonido que se reproducirá cuando haga clic. Si pone None no se reproducirá ningún sonido, Standar es para el sonido estándar, y Custom para seleccionar nosotros mismos el sonido.

Clic File: Si en ClicSound se ha seleccionado Custom ahora elige el archivo que se reproducirá al dar clic en el botón.

3.4.2 Configuración de las Acciones del Botón.

Después de configurar esto, pasar a configurar las acciones del botón. Hace clic derecho sobre el objeto botón y luego dar clic en Properties.

Emigra a la pestaña de Acción rápida:

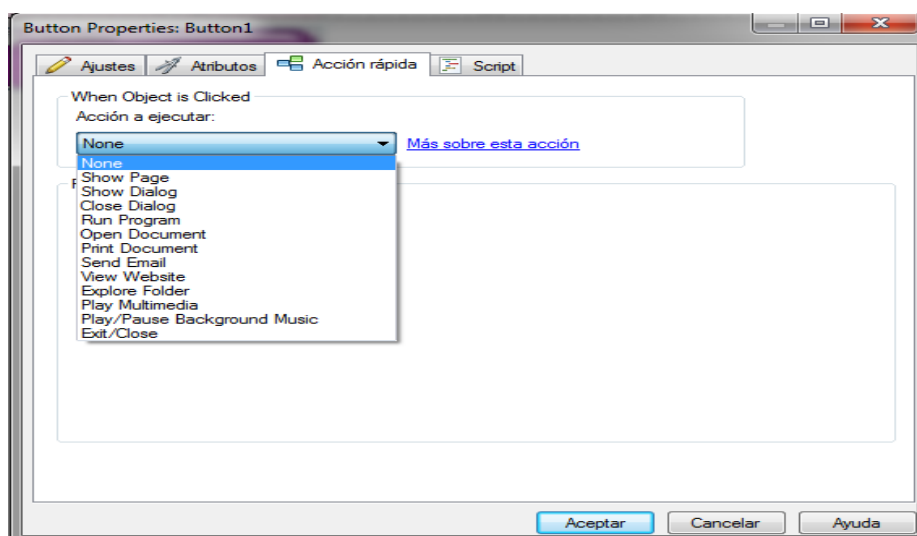


Figura 3.10: Ventana de Propiedades de acción rápida del Botón.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.4.3 Acciones Predeterminadas de los Botones

Show Page: Con esta acción emigra a otra página del proyecto. Sus opciones:

Page to Show:

- **First:** Muestra la primera página del proyecto.
- **Previous:** Indica la página anterior en la que se encuentra.
- **Next:** Enseña la siguiente página del proyecto.
- **Last:** Abre la última página del proyecto.

Back (History): Muestra la página anterior, pero no es como la opción Previous, esta opción muestra la página anterior según el historial de páginas visitadas en el proyecto.

Forwware (History): Indica la última página del proyecto.

Specific Page: Para elegir la página a mostrar.

Page Name: Si ha elegido anteriormente Specific Page, aquí elegirá la página a mostrar.

Run Program: Permite ejecutar un programa. Sus opciones son:

File to Run: Pinchando el Browse elige el programa que desea correr.

Command line Arguments: Escribe los argumentos que le pasara al programa, en caso de que se le tengan que pasar argumentos.

Working Folder: Aquí selecciona el directorio donde el ejecutable será copiado, y por lo tanto donde se trabajará con él. Normalmente se deja en blanco.

Run Mode Normal: Se abrirá normal, según las propias configuraciones de ejecutable.

- **Minimized:** Se abrirá minimizado.
- **Maximized:** Se abrirá maximizado.

Open Document: Esta acción sirve para abrir documentos y archivos (*.doc., *txt documentos Access, archivos comprimidos etc.). Sus opciones son:

Documentto open: Dando clic en Browse selecciona el archivo/documento que desea abrir cuando el botón sea presionado.

Normal: Se abrirá normal, según las propias configuraciones del documento/archivo.

- ❖ **Minimized:** Se abrirá minimizado.
- ❖ **Maximized:** Se abrirá maximizado.

Exitafteraction: Si marca la casilla cuando presiona el botón, saldrá del proyecto y dejará el documento/archivo abierto.

Documentto Print: Al dar Clic en Browse selecciona el documento que desea imprimir.

Exitafteraction: Si marca la casilla cuando presiona el botón, saldrá del proyecto y dejará el documento imprimiendo.

Send Email: Enviará un e-mail a una dirección con algún cliente de e-mail (Outlook, Thunderbirdetc). Sus opciones son:

Email address: La dirección e-mail que recibirá el correo.

Exitafteraction: Si marca la casilla cuando presiona el botón, saldrá del proyecto y dejará Outlook, Thunderbirdetc, enviando el e-mail.

View Website: Con esta acción vera una página web con el navegador predeterminado. Sus opciones son:

Website: La dirección que quiere que abra el navegador cuando se da clic sobre el botón.

Exitafteraction: Si marca la casilla cuando presiona el botón, saldrá del proyecto y dejará el navegador visitando la web.

Explore Folder: Explora un directorio del proyecto. Sus opciones son:

Folder: Dando clic en Browse selecciona el directorio que quiere explorar (el directorio ha de ser uno dentro del proyecto).

Normal: Se abrirá normal, según las propias configuraciones del explorador.

- ❖ **Minimized:** Se abrirá minimizado.
- ❖ **Maximized:** Se abrirá maximizado.

Exitafteraction: Si marca la casilla cuando presiona el botón, saldrá del proyecto y dejará el explorador de Windows explorando el directorio.

Play Multimedia: Abre un archivo multimedia (*.wav, *.mp3, *.avi, etc), con el reproductor predeterminado. Sus opciones son:

File to Play: Dando clic en Browse selecciona el archivo que desea que se reproduzca.

Exitafteraction: Si marca la casilla cuando presiona el botón, saldrá del proyecto y dejará el reproductor predeterminado corriendo el archivo multimedia.

Play/Pause background Music: Con esto pausa o inicia la reproducción de un audio de fondo del proyecto.

Exit/Close: Sale del proyecto.

3.5 Creación del Ejecutable

Para crear el ejecutable, presiona en DE la barra de herramientas. Una vez presionado aparecerá lo siguiente:



Figura 3.11: Ventana Grabar datos CD/DVD/Blu-Ray

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.5.1 Grabar Datos en CD/DVD/Blu-Ray

Guarda el proyecto en un CD/DVD. Dando clic en siguiente tiene estas opciones:



Figura 3.12: Ventana del destino de los Datos CD/DVD

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.5.2 Destino de Datos CD/DVD:

Grabadora CD/DVD: Es la unidad de CD/DVD donde desea grabar el proyecto.

Nombre del ejecutable: El nombre del ejecutable una vez guardado en el CD/DVD.

Activar auto-reproducir: Marca esta casilla para que AutoPlay Media Studio, inserte en el CD/DVD el archivo autorun.inf. Este archivo lo busca Windows para la reproducción automática.

Cache archivos: Para crear un temporal de grabación en el disco duro antes de la grabación.

Use burnproof: Si sucede un error durante la grabación, marcando esta casilla más tarde podrá seguir grabando por donde se quedó. Una vez configurado esto le damos a Build y comenzará el proceso de construcción.

3.5.3 Hard Drive Folder

Con esto guarda el proyecto en el disco duro. Si hace clic en Next vera las siguientes opciones.



Figura 3.13: Ventana de Hard Drive folder

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Output folder: Selecciona con Browse el directorio donde va a guardar el proyecto.

Executable file name: El nombre del ejecutable.

Enable Autoplay Feature: Marca esta casilla para que AutoPlay Media Studio, inserte en el directorio el archivo autorun.inf. Este archivo lo busca Windows para la reproducción automática de un CD/DVD.

Time stamp files: Para guardar los archivos con la fecha de grabación del proyecto.

Rename Resource Files: Esto sirve para renombrar los directorios fuente con el nombre que elija. Una vez configurado esto le dar clic en Build y comenzará el proceso de construcción.

3.5.4 Web/Email Executable

Esto crea un ejecutable pequeño, al ser tan pequeño es fácil de enviar por e-mail o subir a web's. Si hace clic en Next vera las siguientes opciones:



Figura 3.14: Ventana de Target Compressed Executable

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

File Name: Dar clic en Browse para seleccionar un directorio, y luego dar el nombre que desee darle al proyecto comprimido.

Show Progress Window: Si marca esto aparecerá una barra de progreso mientras que la ejecutable carga.

Windo Wtitle: El nombre que aparecerá mientras la barra de progreso se completa.

Encrypt Data Segment: Encripta los datos del proyecto para que no puedan ser extraídos.

Enable Autoplay Feature: Marca esta casilla para que AutoPlay Media Studio, inserte en el directorio del ejecutable comprimido el archivo autorun.inf. Este archivo lo busca Windows para la reproducción automática de un CD/DVD.

3.5.5 ISO Image

Esto crea un ISO que se puede quemar con un grabador como por ejemplo, Nero, etc. Sus opciones al dar clic en Next son:



Figura 3.15: Ventana de Target ISO Image

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

File Name: El nombre y directorio del ISO.

Executable File Name: El nombre del ejecutable (el nombre del ejecutable se verá una vez quemada la imagen ISO).

Enable Autoplay Feature: Marca esta casilla para que AutoPlay Media Studio, inserte en el ISO el archivo autorun.inf. Este archivo lo busca Windows para la reproducción automática de un CD/DVD.

Timestamp files: Para guardar los archivos con la fecha de grabación del proyecto. Cuando haya configurado esto presiona en Build y comenzará la construcción del ISO.

3.6 Elaboración y diseño del Cd Interactivo

3.6.1 Fondo de Pantalla

Para agregar una imagen de fondo, dar doble click en el área de trabajo y aparece una venta auxiliar donde se coloca la imagen deseada.

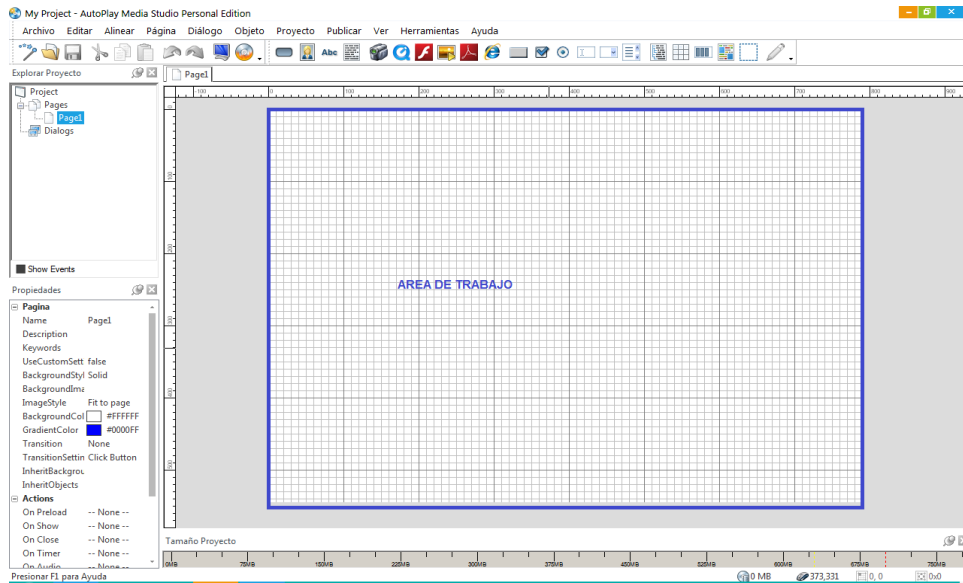


Figura 3.16: Fondo de pantalla
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

En la ventana auxiliar se configura los parámetros que se desea para la página.

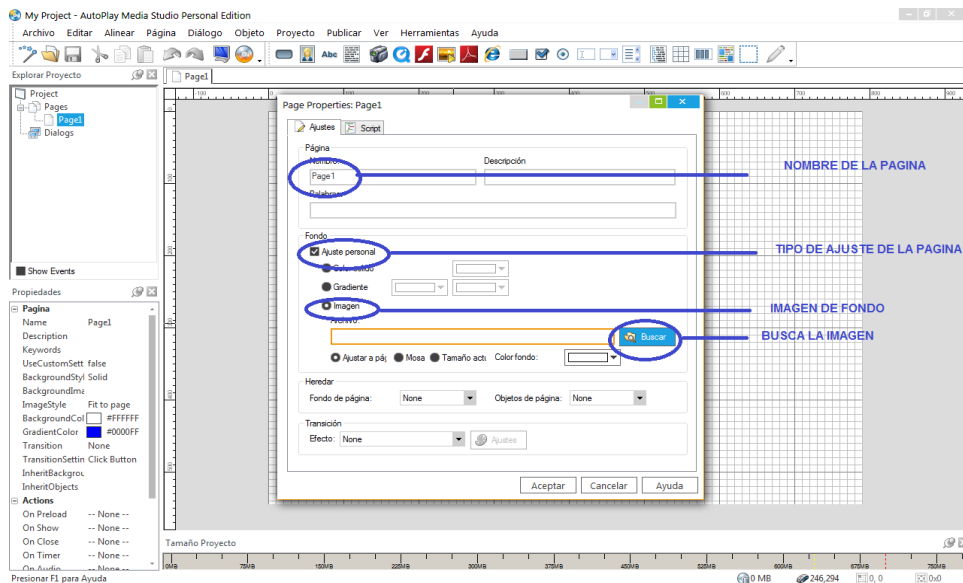


Figura 3.17: Fondo de pantalla
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Al presionar en el boton buscar se obtiene una serie de imágenes q se puede seleccionar como fondo de nuestra pagina.

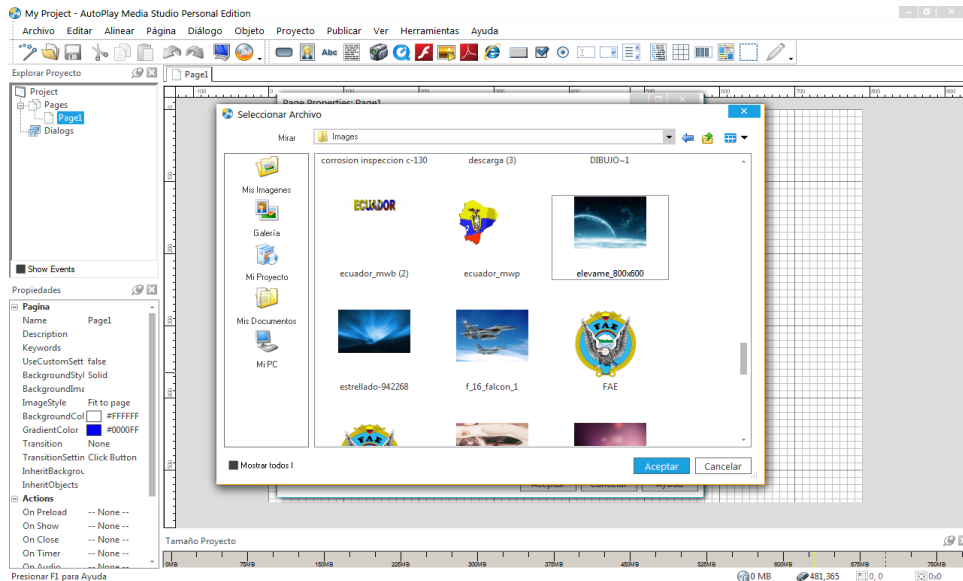


Figura 3.18: Selección de imagen
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

En la parte media de la venta auxiliar se observa la dirección de la imagen y el tipo.

Se observa una opción de configuración de efecto para la página, y posteriormente la opción de aceptar que permite guardar los cambios realizados.

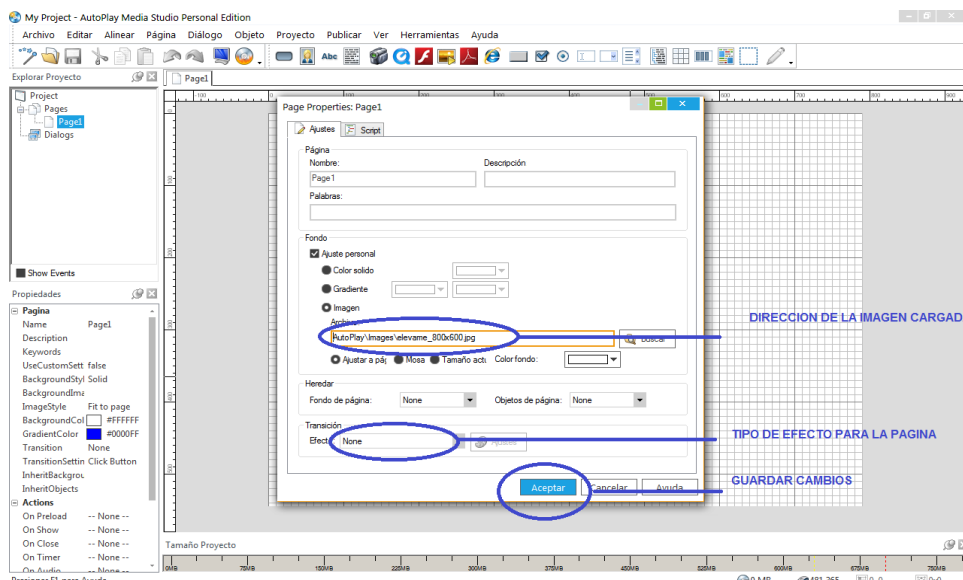


Figura 3.19: Guardar imagen
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Luego de guardar los cambios la imagen seleccionada tomara fondo de la página.

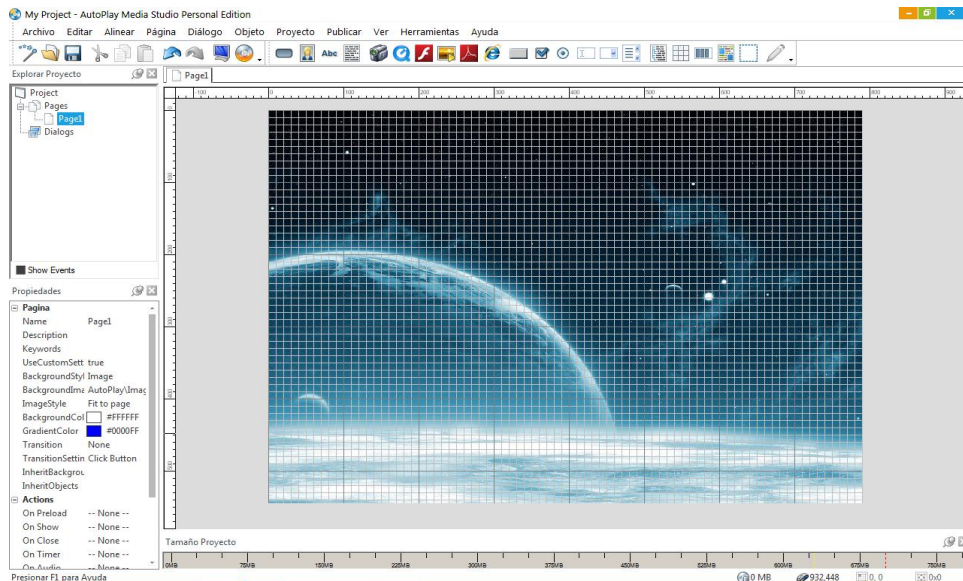


Figura 3.20: Imagen de Fondo
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.6.2 Agregar Imágenes

Para agregar una imagen en el área de trabajo dar click en la opción agregar nueva imagen en la barra de herramientas.

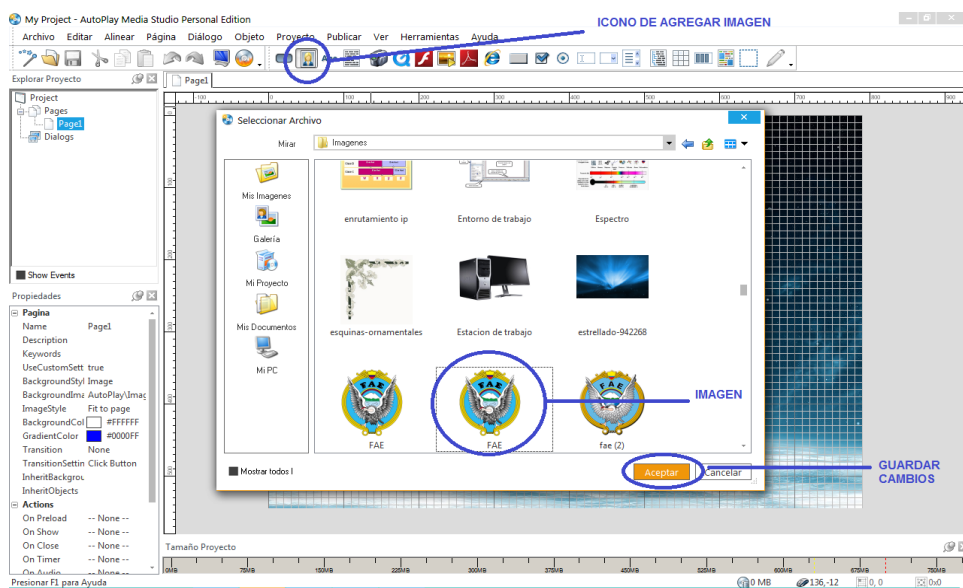


Figura 3.21: Selección de Imagen
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Donde se elige la imagen deseada y se guardan los cambios efectuados.

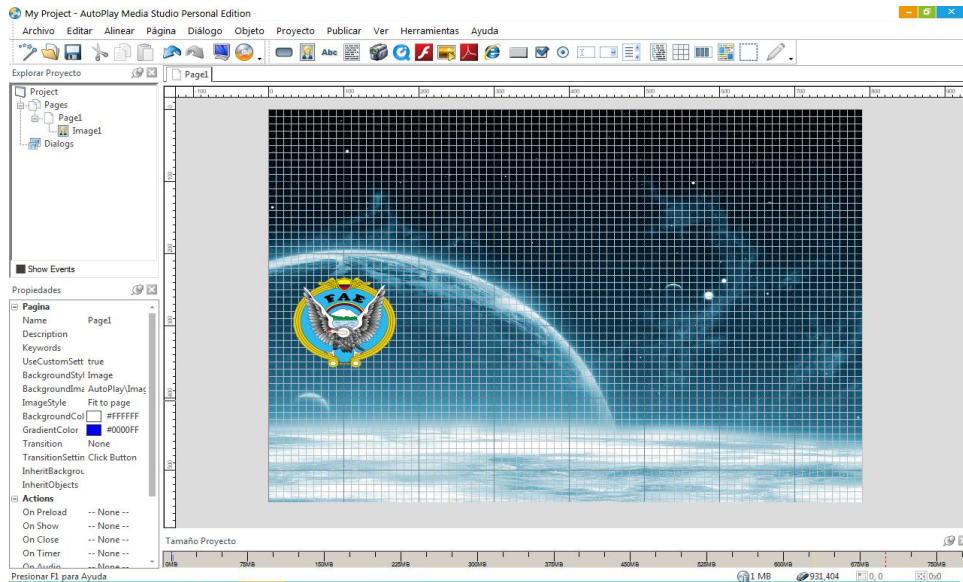


Figura 3.22: Imagen Seleccionada
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.6.3 Agregar Texto

Para agregar texto en el área de trabajo se tiene dos tipos de texto que son: Label y Paragraph.

Label: Para agregar un label en el área de trabajo, dar un click en el botón agregar nuevo label que está en la barra de herramientas.

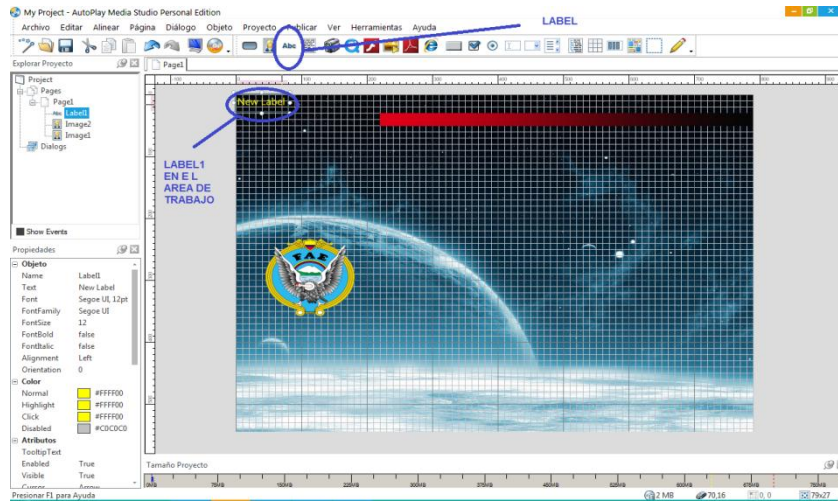


Figura 3.23: Agregar Texto
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Al dar doble click sobre el label se ingresa en la ventana de propiedades del label.

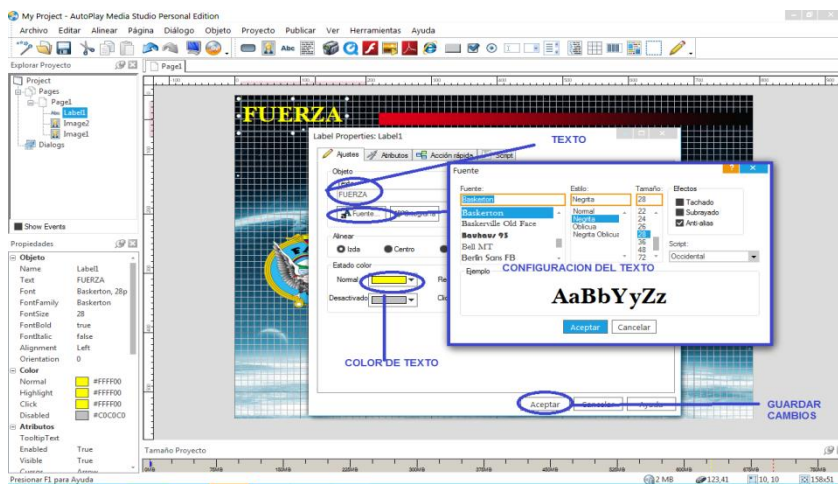


Figura 3.24: Tipo de Letra
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Paragraph: Para agregar en paragraph en el área de trabajo dar un click en el botón agregar nuevo paragraph que está en la barra de herramientas.

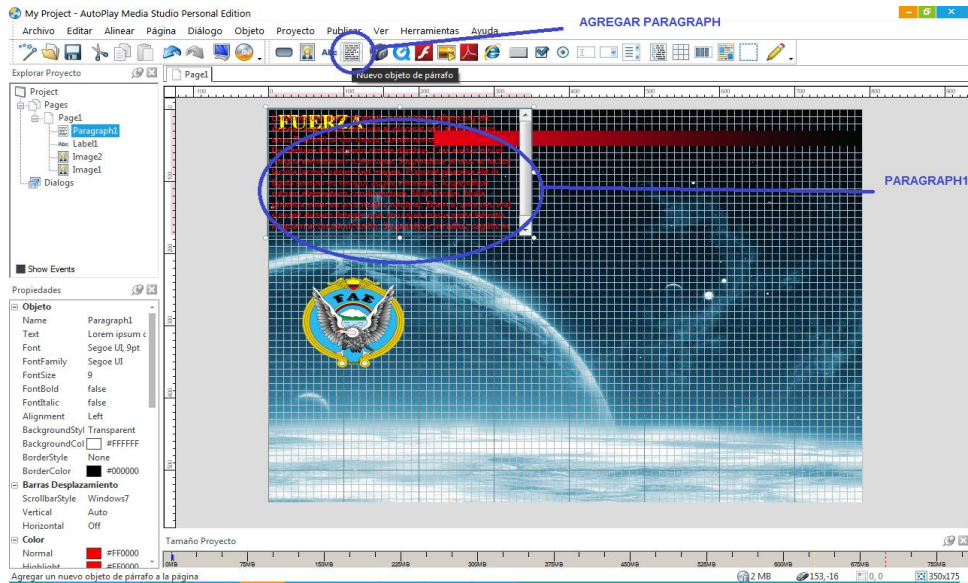


Figura 3.25: Ubicación de Texto
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Al dar doble click en el paragraph se ingresa en la ventana de propiedades donde se puede configurar el paragraph.

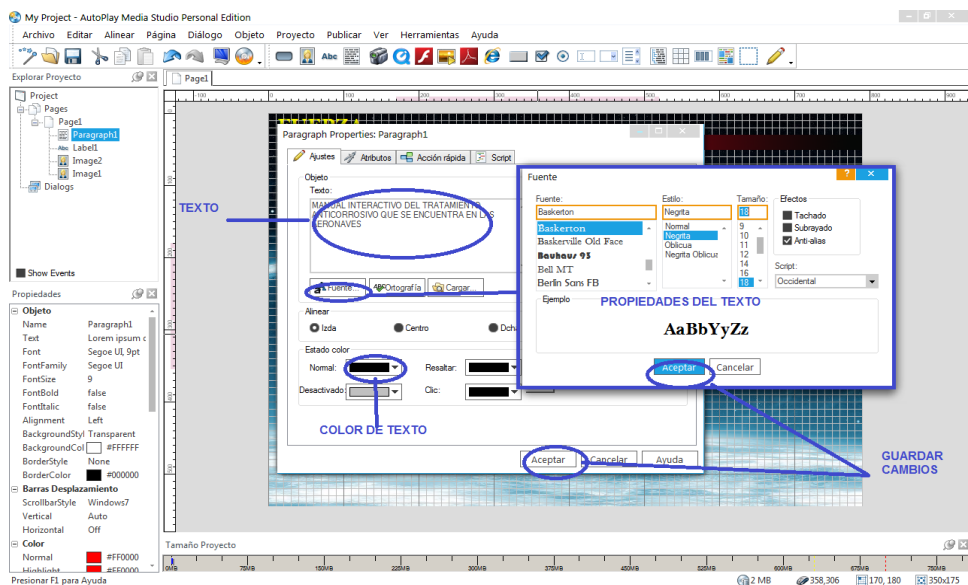


Figura 3.26: Color de Texto
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.6.4 Agregar Botones

Para agregar un botón dar un click en la opción agregar nuevo botón.

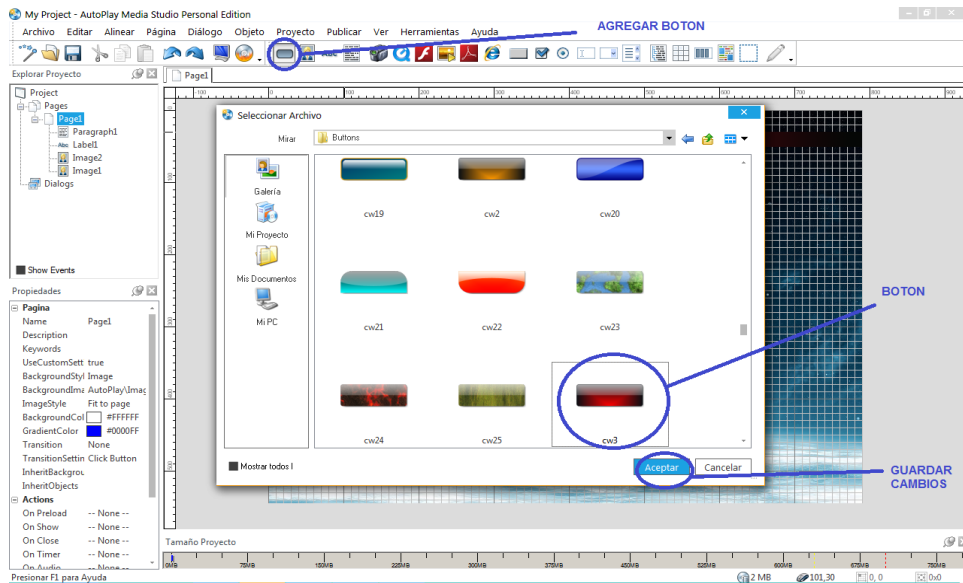


Figura 3.27: Selección de Botones
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Para configurar el botón dar doble click en el botón y agregar las propiedades deseadas.

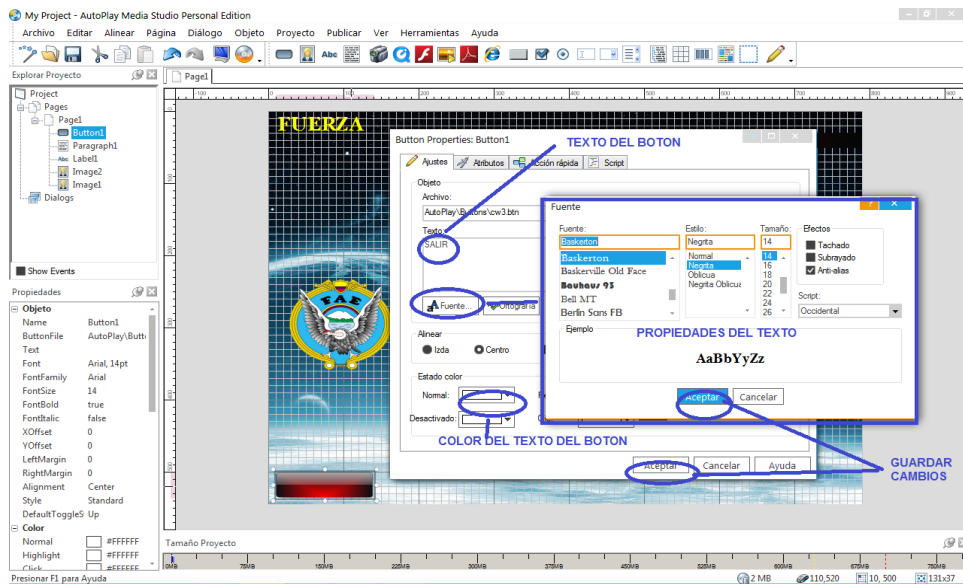


Figura 3.28: Configuración de Botones
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Para agregar acciones a los botones dar click en la pestaña acción rápida.

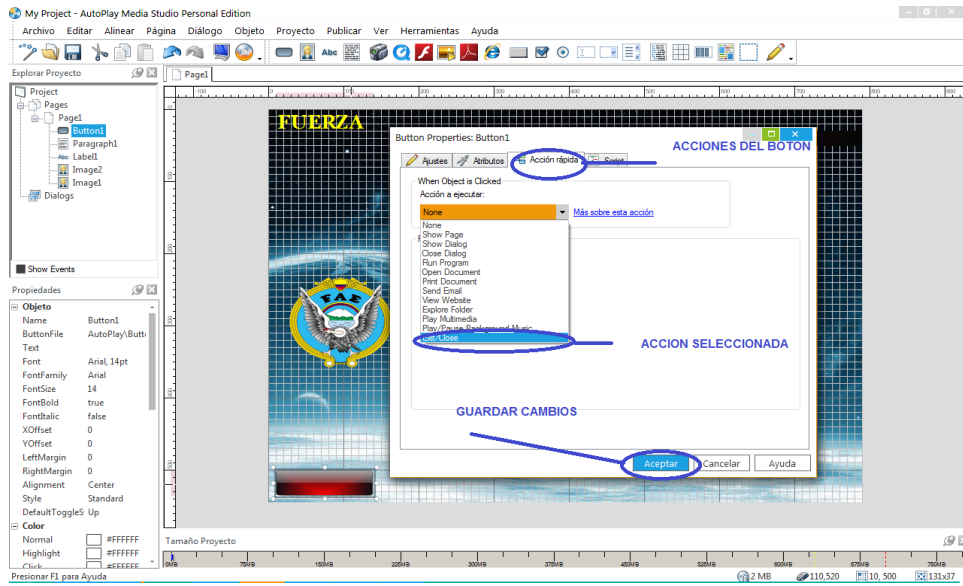


Figura 3.29: Modificación de Botones
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.6.5 Agregar Gif

Para agregar un gif en la pantalla dar un click en objeto, plugins y gif.

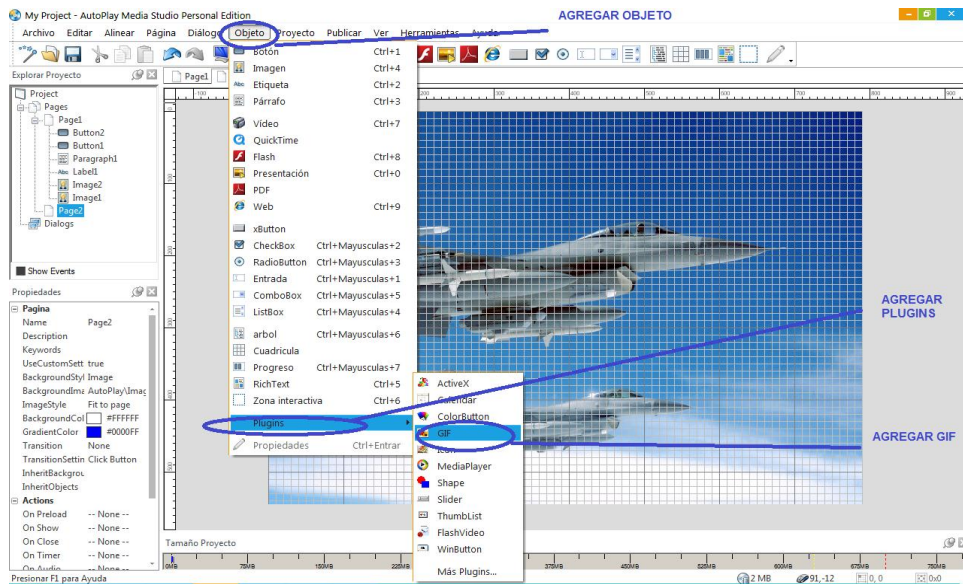


Figura 3.30: Agregar Gif
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Al dar un click en la opción gif se tiene una ventana auxiliar.

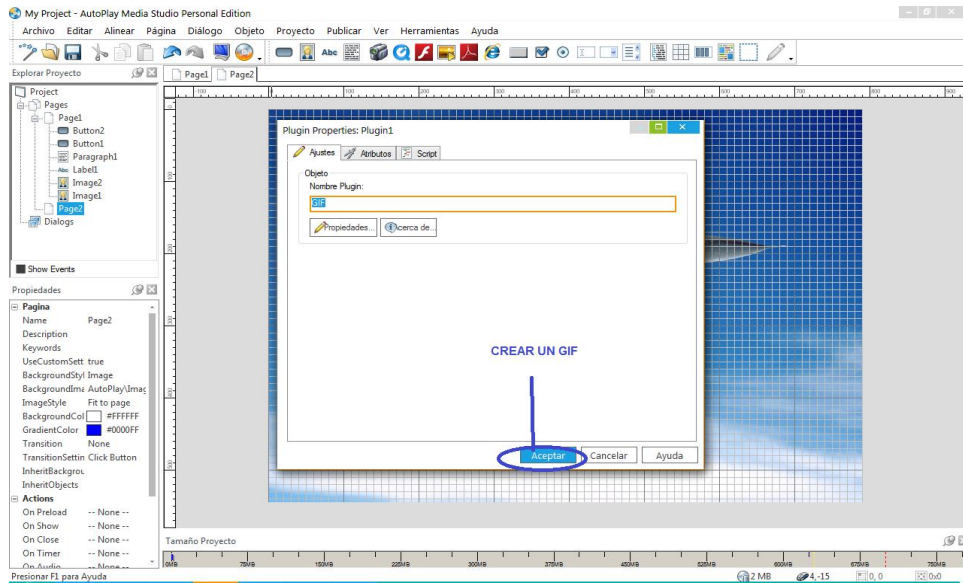


Figura 3.31: Creación de un Gif
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Para configurar el gif dar doble click en el área de trabajo y seleccionar la pestaña scrip y añadir acción en Gif Load.

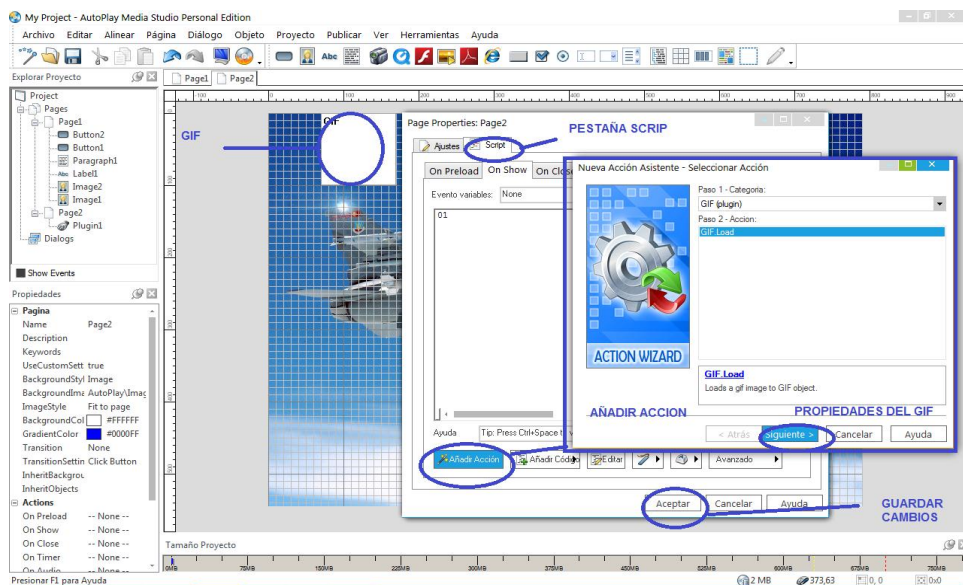


Figura 3.32: Modificación de Gif
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

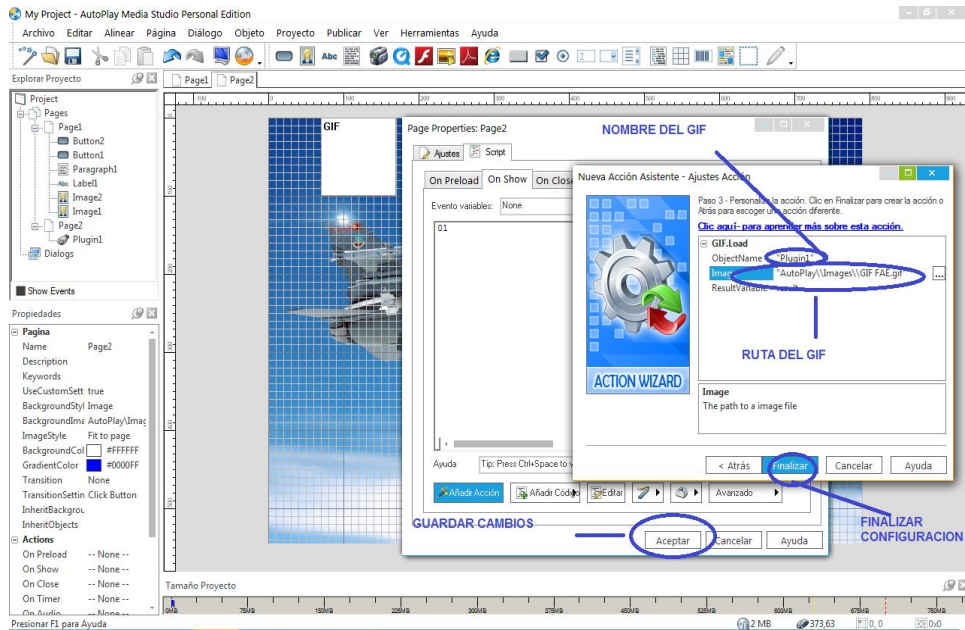


Figura 3.33: Nombre del Gif
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Nota: el gif aparecera en blanco en la rea de trabajo para ver el gif se debe mandara correr el proyecto.

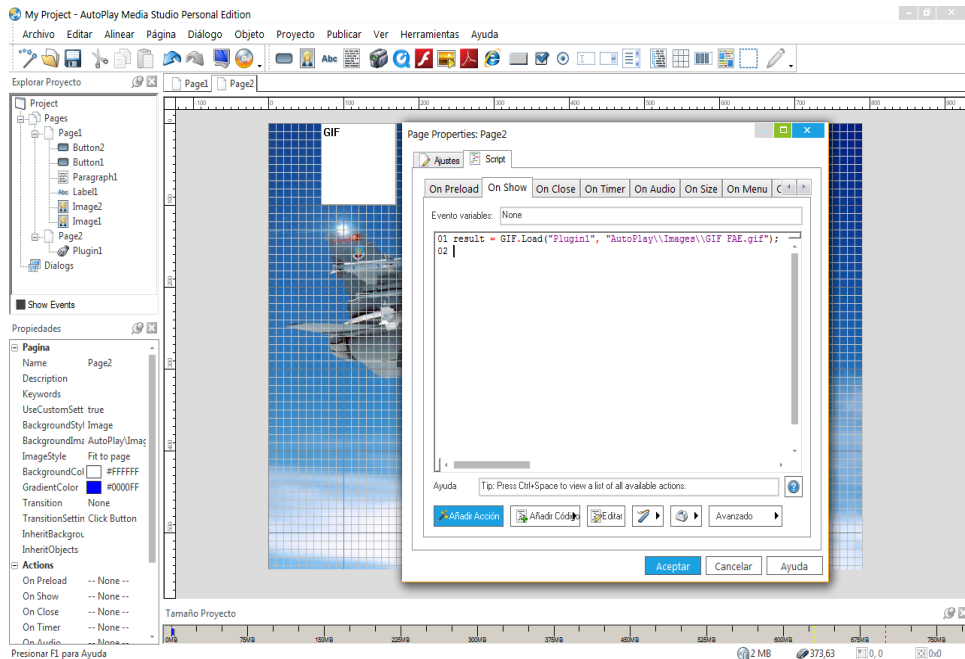


Figura 3.34: Movimiento del Gif
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.6.6 Agregar Video

Para agregar un video en el área de trabajo dar un click en la opción agregar nuevo video que esta en la barra de herramientas.

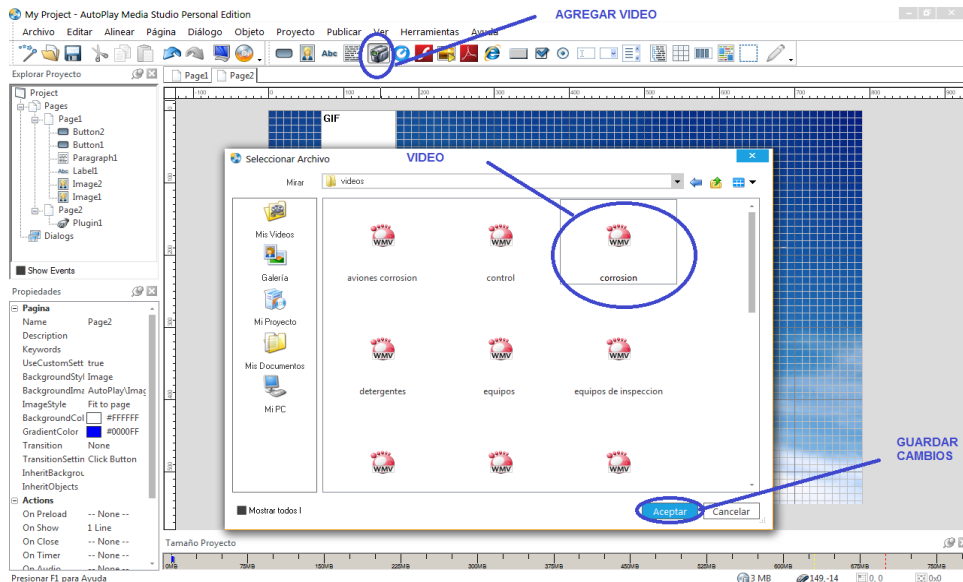


Figura 3.35: Agregar Video

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

Para configurar el entorno del video dar doble click sobre el video.

3.7 Secuencia de Animación

En la creación del Cd interactivo se pensó mucho en la presentación de todos sus elementos, por este motivo se trazó un orden cronológico que muestra todas las componentes del presente trabajo.

Primero inicia el Cd con una portada que contiene como titula central el nombre del proyecto de tesis, en donde se detalla en nombre de Fuerza Aérea Ecuatoriana, los sellos de las dos instituciones a las que pertenece el trabajo. nombre del responsable del trabajo y también se incluye dos botones en la parte inferior de la pantalla el cual indica las opciones de salir e inicio respectivamente.



Figura 3.36: Pantalla de Portada
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La segunda ventana del Cd muestra una breve introducci3n al manual interactivo del tratamiento anticorrosivo.

El cual incluye un video, más una etiqueta de texto de introducci3n, en la parte superior de la pantalla tenemos el nombre de la Fuerza más el sello y el nombre del proyecto el cual encontraremos en todas las pantallas siguientes. En la parte inferior tenemos tres botones los cuales indican las opciones de Salir, Menú y Atrás, en el orden mencionados de izquierda a derecha.



Figura 3.37: Pantalla de Introducci3n
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La tercera ventana del Cd contiene el esquema mencionada anteriormente en la parte superior de la pantalla, en el centro se visualiza la presentación de todos los componentes del manual interactivo. En un menú principal, en él se muestran dieciséis opciones, y en el inferior se representa tres botones de Salir, Menú Desplegable y Atrás en el orden nombrados de izquierda a derecha.

- ❖ Definición de la corrosión
- ❖ Tipos de corrosión
- ❖ Factores que afectan el régimen de la corrosión
- ❖ Clasificación de la severidad de la corrosión
- ❖ Localización de la corrosión
- ❖ Tipos de manchas
- ❖ Clases de detergentes
- ❖ Remoción de la corrosión
- ❖ Métodos de inspección de la corrosión
- ❖ Equipos de inspección
- ❖ Remoción de la capa protectora
- ❖ Remoción y tratamiento anticorrosivo
- ❖ Control de la corrosión
- ❖ Equipos de protección personal para el control de la corrosión



Figura 3.38: Menú principal

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La cuarta ventana del Cd muestran todos los botones que conforman la primera opción del Menú Principal.

Un video del tema y una etiqueta de texto, en su parte superior se visualiza el esquema anteriormente mencionada más las opciones finales a las que se puede acceder en la ventana de la Definición de la Corrosión, al lado derecho hay botones donde se puede acceder a otras opciones de la corrosión como definiciones químicas, reconocimiento y desarrollo de la corrosión y dos botones en su parte inferior que permiten salir y retornar al menú principal.



Figura 3.39: Definición de la Corrosión

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La quinta ventana del Cd muestran todos los botones que conforman la segunda opción del Menú.

Se puede visualizar una secuencia de imágenes que hace referencia al tema y una etiqueta de texto. Más las opciones finales a las que se puede acceder en la ventana de los diferentes Tipos de Corrosión.



Figura 3.40: Tipos de Corrosión
 Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La sexta ventana del Cd muestra uno de los tipos de corrosión que conforman la segunda opción del Menú. Se puede visualizar una imagen que hace referencia al tipo de corrosión y una etiqueta de texto.

Al final se observa dos botones en su parte inferior que permiten salir y retornar al menú de tipos de corrosión.

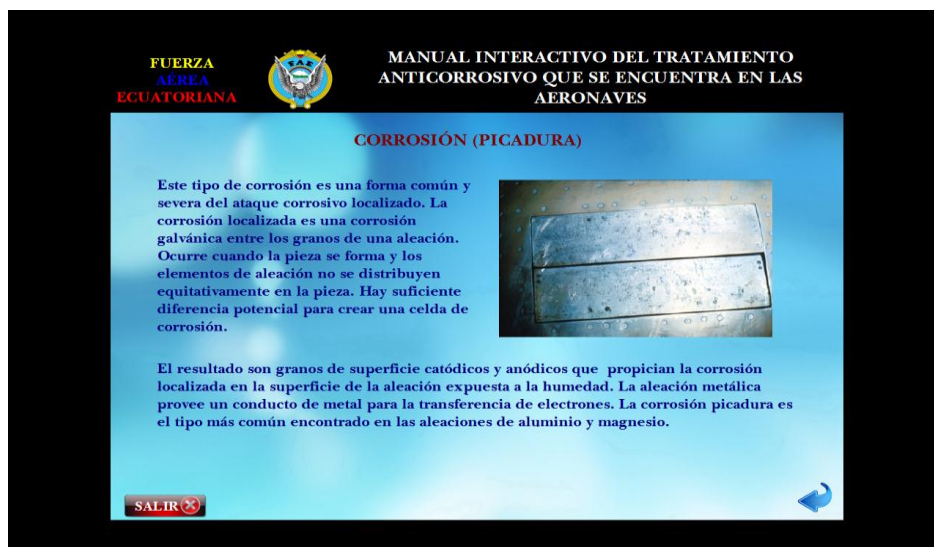


Figura 3.41: Corrosión por Picadura
 Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La séptima ventana del Cd muestran una secuencia de imágenes en el lado izquierdo de la pantalla y los botones que conforman la tercera opción del Menú Principal, más las opciones finales a las que se puede acceder en la ventana de Factores que Afectan el Régimen de la Corrosión.



Figura 3.42: Factores que Afectan el Régimen de la Corrosión

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La octava ventana del Cd muestra uno de los factores que afectan al régimen de la corrosión tercera opción del Menú. Se puede visualizar una imagen que hace referencia a los factores y una etiqueta de texto. Al final se observa dos botones en su parte inferior que permiten salir y retornar al menú de tipos de corrosión.



Figura 3.43: Humedad

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La novena ventana del Cd muestran una secuencia de imágenes en el lado izquierdo de la pantalla más una etiqueta de texto y todos los botones que conforman la cuarta opción del Menú Principal, más las opciones finales a las que se puede acceder en la ventana de Clasificación de la severidad de la corrosión.



Figura 3.44: Clasificación de la severidad de la corrosión

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La décima ventana del Cd muestran una secuencia de imágenes en el lado izquierdo de la pantalla más una etiqueta de texto y todos los botones que conforman la quinta opción del Menú Principal, más las opciones finales a las que se puede acceder en la ventana de Localización de la corrosión.



Figura 3.45: Localización de la corrosión.

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La décimo primera ventana del Cd muestra uno de los factores que afectan al régimen de la corrosión quinta opción del Menú. Se puede visualizar una imagen que hace referencia a la localización de la corrosión y una etiqueta de texto. Al final se observa dos botones en su parte inferior que permiten salir y retornar al menú principal.



Figura 3.46: Área de baños y cocinas.
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La decimo segunda ventana del Cd muestran una secuencia de imágenes en el lado izquierdo de la pantalla más una etiqueta de texto y todos los botones que conforman la sexta opción del Menú Principal, más las opciones finales a las que se puede acceder en la ventana de Clasificación de Inspección para descubrir la corrosión.



Figura 3.47: Inspección para descubrir la corrosión
Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La décimo tercera ventana del Cd muestran una secuencia de imágenes en el lado izquierdo de la pantalla más una etiqueta de texto y todos los botones que conforman la séptima opción del Menú Principal, más las opciones finales a las que se puede acceder en la ventana de Tipos de manchas.



Figura 3.48: Tipos de manchas
 Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La décimo cuarta ventana del Cd muestran una imagen de los equipos de inspección más una etiqueta de texto y todos los botones que conforman la octava opción del Menú Principal, más las opciones finales a las que se puede acceder en la ventana de equipos de inspección.



Figura 3.49: Equipos de inspección
 Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

La décimo quinta ventana del Cd muestran una imagen de los equipos de protección más una etiqueta de texto y todos los botones que conforman la novena opción del Menú Principal, más las opciones finales a las que se puede acceder a las demás ventana de equipos de protección. Al final se observa dos botones en su parte inferior que permiten salir y retornar al menú principal.



Figura 3.50: Equipos de protección personal

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.8 Operación del Sistema Interactivo

Este Cd realizado es una ayuda didáctica, la misma que facilitará el proceso enseñanza del tratamiento anticorrosivo que se encuentra en las aeronaves.

Este manual contiene información sobre:

- ❖ Definición de la corrosión
- ❖ Tipos de corrosión
- ❖ Factores que afectan el régimen de la corrosión
- ❖ Clasificación de la severidad de la corrosión
- ❖ Localización de la corrosión
- ❖ Inspección para descubrir la corrosión

- ❖ Tipos de manchas
- ❖ Clases de detergentes
- ❖ Remoción de la corrosión
- ❖ Métodos de inspección de la corrosión
- ❖ Equipos de inspección
- ❖ Remoción de la capa protectora
- ❖ Remoción y tratamiento anticorrosivo
- ❖ Control de la corrosión
- ❖ Equipos de protección personal para el control de la corrosión

3.8.1 Requisitos para la operación del material didáctico

Con la ayuda de una característica que posee el programa Autoplay Media Studio 8 en el que se creó el entorno del material didáctico, se configuró el archivo creado para ser autoejecutable en una pantalla de Windows.

En cuanto a la resolución de la pantalla que se 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:

- ❖ Sistemas Operativos Win2000/NT/XP/VISTA
- ❖ Memoria RAM de 512 MB
- ❖ Altavoces
- ❖ Unidad lectora de CD
- ❖ Espacio Disco Duro mínimo de 100 MB

3.8.2 Pasos para la ejecución del Cd

El Cd interactivo que se ejecuta automáticamente se encuentra en un CD, los archivos se muestran de la siguiente manera:

- 1.- Ubicamos el CD interactivo en la bandeja del computador, una vez reconocido, aparece una ventana para la ejecución.
- 2.- Aparecerá una ventana, dándole al usuario algunas sugerencias para la ejecución.
- 3.- Procedemos a la ejecución del CD interactivo del tratamiento anticorrosivo.
- 4.- Una vez obtenida la ejecución completa, finalmente se abre el CD para posteriormente abrir todo el menú y proceder a la ejecución.

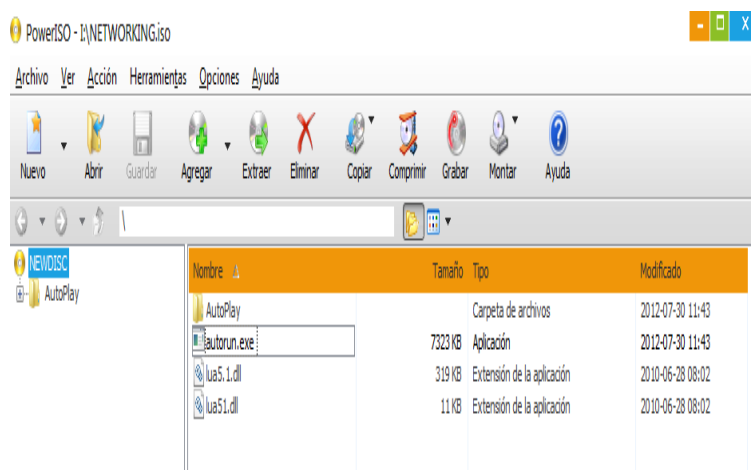


Figura 3.51: Componentes del Cd interactivo

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.9 Pruebas de Funcionamiento

En la comprobación de funcionamiento del Cd Interactivo de enseñanza del tratamiento anticorrosivo que se encuentra en las aeronaves, se realizaron pruebas de verificación en cada archivo. Comprobando que no existan errores de sincronización en las animaciones, lo que permitió adoptar las correcciones necesarias.

La revisión se realizó de forma secuencial e individual, esto es, cada clip de película, botón, escena, texto o sonido fue minuciosamente comprobado que no tenga errores o falta de sonido entre otros problemas.

Tabla 3.1 Pruebas de Funcionamiento

ARCHIVO	DESCRIPCIÓN	FUNCIONAMIENTO
Clip de película	Se verificó los clip de película desde la presentación y en cada conjunto de botones	SI
Botones	Cada conjunto de botones que tienen acceso a otros escenas fueron verificados	SI
Escena	Cada escena se verificó su diseño rapidez y distribución de los gráficos	SI
Texto	En cada fase, cada escena se verificó la distribución del texto, faltas ortográficas y tipos de letra	SI

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.10 Implementación del CD

El Cd Interactivo presentado, conforme a las recomendaciones que se presentan en el Capítulo IV, debe ser implementado como ayuda de instrucción para la formación de los futuros Aerotécnicos en la especialidad de Estructuras (Aéreas).

Así como material de refuerzo y actualización de quienes se desempeñan como Técnicos de Mecánica Aeronáutica (Estructuras). El procedimiento para la implementación debe considerar la participación directa del Comando de Educación y Doctrina (COED).

Para que una vez revisado y calificado como de interés para la institución, debe disponer la utilización de este material como ayuda de instrucción en la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea ETFA, en los diferentes cursos que a futuro se programen. Finalmente la ETFA decidirá utilizar el presente material para la preparación inicial de sus alumnos, deberán presentar el Cd a los respectivos instructores y familiarizarse con su utilización.

3.11 Análisis Económico

En el desarrollo del presente trabajo, el Cd Interactivo de enseñanza del tratamiento anticorrosivo que se encuentra en las aeronaves, se utilizaron los siguientes recursos generales:

- ❖ Traslados y material de copiado, requeridos para la fase de investigación y recopilación de información
- ❖ Capacitación específica en el programa seleccionado.
- ❖ Alquiler de equipos y material para el desarrollo y elaboración del trabajo presentado

3.12 Fase de Investigación

Durante esta fase, fue necesario el traslado del investigador a la Sección de estructuras del C-130 en Quito, lugar que se ubica en la Provincia del Pichincha, con el fin de recopilar manuales magnéticos que permita sustentar los conceptos de tratamiento anticorrosivo que se encuentra en las aeronaves.

Tabla 3.2. Fase de Investigación

ORD	DESCRIPCIÓN	CANT	VALOR
01	Movilización vía terrestre, ruta Quito	1	\$50
	Sub Total 1		\$50

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.13 Gastos de Capacitación

Para el desarrollo de este Cd interactivo hubo la necesidad de obtener la capacitación en el software a utilizar, para que de este modo en la realización del Cd interactivo no haya ninguna falencia en el conocimiento de cómo realizar alguna operación dentro de este software de tal modo que se pueda explotar al máximo sus beneficios y poder tener un trabajo de mucha calidad visual.

Tabla 3.3. Gastos de Capacitación

ORD	DESCRIPCIÓN	CANT	VALOR
01	Curso de Capacitación	1	\$80
	Sub Total 2		\$80

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.14 Gastos para el Desarrollo del Cd

La elaboración en sí incluye el período de tiempo que se demoró para la selección del material informativo adecuado, así como además la preparación de documentos, y el trabajo que se empleó en la edición de gráficos y fotografías, la elaboración de las animaciones y de todo lo que corresponde al Cd interactivo.

Tabla 3.4. Gastos para el Desarrollo del Cd

ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANT	VALOR
01	Pagos de derechos	2	\$300
02	Internet	50 Horas	\$20
03	Copias	300	\$10
04	Impresora	1	\$100
05	Material de Papelería	20	\$20
	Sub Total 3		\$450

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

3.15 Licencias AutoPlay Media Studio 8

Una vez que se decidió, y de acuerdo a la necesidad del proyecto, del Cd interactivo de enseñanza del tratamiento anticorrosivo que se encuentra en las aeronaves. Se procedió a la adquisición del software el cual obtuvo sus licencias libres.

3.16 Consolidación Gastos Totales

De acuerdo al análisis presentado en los puntos anteriores, se puede realizar una totalización de los recursos económicos que el desarrollo del proyecto de tesis ha requerido.

Tabla 3.5. Consolidación Gastos Totales

ORD	DESCRIPCIÓN	VALOR
01	Sub Total 1 Investigación	\$50
02	Sub Total 2 Capacitación	\$80
03	Sub Total 3 Desarrollo	\$450
	TOTAL	\$580

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Cbos. Paucar Wilmer

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- ❖ El CD interactivo se realizó en base a la información recopilada de los libros de la IAAFA, el Manual 5211 y diferentes libros de corrosión y las visitas realizadas al taller de estructuras.
- ❖ La estructura con que fue diseñado el CD interactivo permite al usuario acceder a la simulación del funcionamiento y operación del sistema de una manera sencilla y secuencial.
- ❖ Se diseñó el CD interactivo del tratamiento anticorrosivo el mismo que será utilizado por el COED para el perfeccionamiento de los alumnos y aerotécnicos de la especialidad de Estructuras.
- ❖ La información obtenida se lo organizo de manera que permitirá tener un avance secuencial en el diseño del CD interactivo así mismo se incluyó información sobre generalidades del tratamiento anticorrosivo para dar un conocimiento apropiado del tema.
- ❖ El programa Autoplay Media Studio 8, ha permitido realizar animaciones virtuales que simulan el funcionamiento del sistema, de esta manera se puede conseguir una instrucción técnica y operacional, lo que ahorra tiempo y dinero además brinda seguridad personal y del equipo en estudio.

4.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Presentar este material a los instructores técnicos de la especialidad de Mecánica Aeronáutica, mención Aviones del ITSA y Estructuras de la ETFA para que sea utilizado como medio didáctico de instrucción, y se constituya como un incentivo para seguir modernizando el material didáctico con el que cuenta en este momento para impartir instrucción.
- ❖ Realizar proyectos similares, de los otros tratamientos anticorrosivos, para contribuir al mejoramiento del material didáctico del COED y a su vez actualizar los conocimientos del personal de los señores alumnos y aerotécnicos de la especialidad de Mecánica Aeronáutica.
- ❖ Utilizar el CD interactivo para los fines de instrucción por los cuales fue creado, considerando que aunque todos los fundamentos teóricos y gráficos pertenecen a los libros de la IAAFA, el manual 5211, no reemplaza de ninguna manera a los manuales y órdenes técnicas provistas por los fabricantes.
- ❖ Analizar más a fondo el funcionamiento y aplicaciones del programa Autoplay Media Studio 8 ya que como se ha podido observar se trata de un software muy versátil que permite representar el funcionamiento de una aeronave, en un CD Interactivo.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abrasión: Se denomina abrasión a la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.

Acoplamiento: se denota al dispositivo o método que tiene por objetivo transferir energía. Los acoplamientos a veces permiten ser desactivados durante su funcionamiento de forma que se interrumpe la transferencia de energía.

Adhesión: La característica de un lubricante que hace que se adhieren o se adhieran a una superficie sólida

Aeroespacial: Relativo la aeronáutica y la astronáutica conjuntamente. Se dice del ámbito formado por la atmósfera terrestre y el espacio exterior próximo.

Aglutinar: Unir dos o más cosas con una sustancia de manera que se forme una masa compacta.

Boroscopios: Un telescopio de tubo recto usando un espejo o prisma, utilizado para inspeccionar visualmente una cavidad cilíndrica, tal como el cañón orificio de armas de artillería de los defectos de fabricación y la erosión causada por el disparo.

Cohesión: Que la propiedad de una sustancia que hace que se resisten a ser separados por medios mecánicos.

COED: Comando de Educación y Doctrina.

Corrosión atmosférica: Es la corrosión por acción del medio ambiente y generalmente se presenta en las instalaciones aéreas.

Corrosión generalizada: Es una corrosión de tipo uniforme en toda la superficie de la instalación.

Desgaste abrasivo: (O desgaste de corte) se produce cuando las asperezas de superficies duras o partículas duras que se han incorporado en una superficie suave y surcos de arado en la superficie opuesta más duro, por ejemplo, una revista.

Erradicar: Eliminar o suprimir de manera completa una cosa que se considera mala o perjudicial y que, generalmente, afecta a muchas personas

Extruidas: es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.

Fertilizantes: es un tipo de sustancia o denominados nutrientes, en formas químicas solubles y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener y/o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo.

Inhibidora: Compuesto que tiene por efecto frenar o impedir algunas reacciones químicas, como la oxidación, la corrosión, la polimerización, etc.

❖ **IAAFA:** Academia Interamericana de la Fuerza Aérea

MIL-C-5541:"Especificación Militar, recubrimientos de conversión química sobre aluminio y aleaciones de aluminio" abarca químicos recubrimientos de conversión formados por la reacción de los materiales de conversión química con las superficies de aluminio y aleaciones de aluminio. La especificación actual (2009) es la norma MIL-DTL-5541F, que reemplazó a la norma MIL-C-5541E en julio de 2006

MIL-M.3171: ESPECIFICACIÓN MILITAR:. De aleación de magnesio, los procesos de pre tratamiento y la Prevención de la corrosión ON (11 de julio 1966) [S / S por SAE-AMS-M-3171], Esta especificación cubre los requisitos generales para el aparato, el material, y los procedimientos que se utilizan en la elaboración de aleaciones.

A base de magnesio con el fin de aumentar su resistencia a la corrosión y al producir superficies adecuadas para orgánicos sistemas de pintura de acabado.

Oxidación: Pérdida de electrones por un constituyente de una reacción química

Papel Tornasol: El Papel tornasol o papel pH es utilizado para medir la concentración de Iones Hidrógenos contenido en una sustancia o disolución. Mediante la escala de pH, la cual es clasificada en distintos colores y tipos.

Polímeros: Un polímero es una gran molécula (macromolécula) compuesto de repetir unidades estructurales . Estas subunidades están normalmente conectados por covalentes enlaces químicos . Aunque el término *polímero* se toma a veces para referirse a los plásticos , que en realidad abarca una amplia clase de compuestos que comprenden ambos materiales naturales y sintéticos con una amplia variedad de propiedades.

Recubrimiento Anticorrosivo: Componente químico utilizado para proteger la superficie metálica externa de los ductos, protege las áreas desnudas y evita la fuga de corriente.

Sorción: Frente a la absorción o adsorción. En la filtración, se refiere a la liberación aguas abajo de las partículas previamente retenidas por el filtro.

Sereno: Humedad que hay por la noche en la atmósfera.

Sílex: también llamado pedernal en su variedad modular de color negro, es un mineral perteneciente a las anhidas amorfas dentro del grupo de la sílice, todas ellas de la subclase de los tectosilicatos.

Traslape: Cubrir parcialmente una cosa [a otra], como las tejas de un tejado, las hojas de una ventana, etc.

Vibro corrosión: Es el resultado de una combinación de acción mecánica y química que no se entiende totalmente, y se produce cuando un pequeño movimiento relativo o vibración está acompañada por cierta carga, en presencia de oxígeno.

BIBLIOGRAFÍA

Libros, manuales consultados

- ❖ Esteban Oñate, 1994, Tecnología Aeronáutica, Conocimiento del Avión
- ❖ Mantenimiento y reparaciones de estructuras de aviones department of the air force.
- ❖ Manual de la IAAFA (Inter American Air Forces Academy)
- ❖ Orden Técnica 1-1-691, Aircraft Weapons Systems Cleanings and Corrosión Control

Páginas web consultadas:

- ❖ <http://www.quimicadaltón.com/index.php/component/content/article/41-aceites-anticorrosivos/53-tratamiento-anticorrosivo>
- ❖ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Control-De-La-Corrosi%C3%B3n-En-Aviacion/2451926.html>
- ❖ http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/tipos_corrosion.php
- ❖ <http://materialaviacion1tlhn.blogspot.es/1275512672/>
- ❖ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Corrosion-En-Aviacion/1019368.html>
- ❖ <http://uprl.unizar.es/doc/01%20casco.pdf>
- ❖ http://es.wikipedia.org/wiki/Equipo_de_protecci%C3%B3n_individual
- ❖ <http://tecnicoprevencionista2010.files.wordpress.com/2010/07/zapato1.jpg>
- ❖ <http://i.anuxi.ec/i-a/50QF-3.jpg>

A

N

E

X

O

S

ANEXO A:
“ANTEPROYECTO”

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el año de 1990, fecha en la que se denomina Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, ETFA. Se crea el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA. Con el fin de formar técnica y humanísticamente al personal de oficiales, aerotécnicos, alumnos y ciudadanos civiles que participen en forma mancomunada en la seguridad y desarrollo tecnológico del país.

Fue el objetivo que inspiró a presentar este proyecto de transformación, que muy bien acogido por las autoridades hizo posible que el 8 de Noviembre de 1999, se ponga a disposición del país fructíferas carreras, las mismas que plantean nuevas posibilidades educativas a la juventud Ecuatoriana, en la actualidad existen las Tecnologías en Mecánica Aeronáutica Menciones Motores y Aviones, Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, Logística y Transporte, Telemática, y Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre

Durante todo este proceso de evolución del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, se han establecido diferentes maquetas y CD interactivos para llevar a cabo prácticas que ayudan a la formación técnica de los estudiantes.

En ese sentido se ha tratado de brindar un servicio de alta calidad en cada especialidad, pero los talleres y en la biblioteca que en la actualidad existen no están contextualizados a las necesidades de la sociedad actual; a pesar del proceso de renovación que se está dando el establecimiento.

Ya que en el mundo moderno con la fusión de la técnica y la informática a puesto al servicio del hombre muchos métodos de pedagogía actualizada, es así que se ha visto la necesidad de implementar una de estas metodologías en el ámbito aeronáutico, ya que en la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea (ETFA) no cuenta con una herramienta pedagógica que apoye directamente a la enseñanza aprendizaje de los alumnos en lo concerniente a la especialidad de mecánica aeronáutica, con este proyecto se obliga al usuario a desarrollar sus conocimientos en una forma clara, precisa y sobre todo efectiva.

La enseñanza hoy en día se basa en clases de dictado, lecciones y exámenes provocando cansancio y monotonía en los alumnos; los mismos que no encuentran motivación ni interés en aprender, investigar e indagar más allá de los conocimientos impartidos en el aula de clase lo que provoca pérdida de materias, no cumplir con el perfil profesional deseado y lo que es peor errores en áreas laborables, errores que podrían cobrar vidas humanas.

Por lo tanto este programa interactivo va enfocado a superar esas falencias creando en este un aprendizaje mucho más teórico moderno en el cual el estudiante pueda capacitarse por sí mismo.

Para así poner en práctica los conocimientos aprendidos en el aula y que los alumnos lleguen a conocer más sobre este sistema que será muy fundamental en su vida profesional para que no tenga dificultades en su vida diaria tanto en la aeronáutica comercial o militar.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar el aprendizaje significativo y el óptimo desempeño profesional de los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea ETFA, e Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA en el tratamiento anticorrosivo de las aeronaves.

1.3. Justificación e importancia

La investigación a realizar tiene el propósito de que el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ISTA y la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea ETFA cuente con un proyecto innovador y necesario para que los alumnos de dichas instituciones puedan y busquen una base en los conocimientos adquiridos en clase, así fortaleciendo las habilidades y destrezas de un técnico aeronáutico.

Mediante el desarrollo de la nueva tecnología se ha creído conveniente la implementación de nuevas herramientas que ayuden a las nuevas generaciones que cruzaran las mismas aulas que nosotros.

Teniendo en cuenta los problemas de aprendizaje teórico-práctico que nosotros hemos tenido como estudiantes de la especialidad de mecánica ha visto conveniente elaborar este proyecto para que se obtengan conocimientos más completos acerca de los tratamientos anticorrosivos, que son poco conocidos e indispensables para el correcto funcionamiento de la aeronave.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementar técnicas interactivas del tratamiento anticorrosivo de las aeronaves, mediante la utilización de métodos de enseñanza aprendizaje actualizados.

1.4.2. Objetivos específicos

- Efectuar la investigación de campo para establecer la necesidad del programa.
- Recopilar la información bibliográfica actualizada sobre el control anticorrosivo.
- Determinar las especificaciones y necesidades para la elaboración del programa interactivo.

- Realizar investigaciones de campo a estudiantes militares, y docentes de la carrera, para conocer su punto de vista acerca de la implementación de este CD interactivo.
- Establecer conclusiones y recomendaciones acerca del tratamiento anticorrosivo que ayudará a los estudiantes a una mejor comprensión y aprendizaje.

1.5. Alcance

Con el siguiente estudio se pretende optimizar la enseñanza impartida a estudiantes militares y civiles de la Especialidad de mecánica en la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea y en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en el año 2012, además de que ayudará al fortalecimiento de habilidades y destrezas de un técnico aeronáutico y lo más importante que se beneficiará a la calidad académica y por ende al prestigio de nuestra institución.

1.5.1. Delimitación

- **Campo:** Mecánica Aeronáutica, tratamiento anticorrosivo del avión.
- **Área:** Aviación.
- **Problema:** Cómo mejorar el aprendizaje significativo y el óptimo desempeño profesional de los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea ETFA, e Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA en el tratamiento anticorrosivo de las aeronaves.
- **Espacial:** Esta investigación se realizará en Los hangares de la Base Aérea Cotopaxi y en la Base Aérea de Quito.
- **Temporal:** La presente investigación dará inicio el 25 de Noviembre del 2011 –7 de Marzo del 2012.
- **Unidades de observación:** Personal de Mantenimiento de Estructuras

CAPÍTULO II

PLAN DE INVESTIGACIÓN

2.1. Modalidad básica de la investigación

2.1.1. Investigación de campo

Se ha determinado que será preciso utilizar las modalidades de campo no participante, ya que se llevará a cabo en el lugar del problema que es la biblioteca ya que no encontramos Cd interactivos o libros de tratamiento anticorrosivo y esto nos permitirá una observación directa del hecho de estudio.

2.1.2. Bibliográfica

Permitirá realizar una detallada investigación, proceso que se basará en la búsqueda de información necesaria que permita determinar una serie de soluciones al problema.

Para lo cual será útil investigar en diferentes fuentes como en textos y documentos donde se encuentra información relacionada al tema de igual manera será puntual investigar en Internet con temas relacionados, principalmente en el tratamiento anticorrosivo y material didáctico esta información nos servirá posteriormente para desarrollar el marco teórico.

2.2. Tipos de investigación

2.2.1. No Experimental

Se utilizará la investigación no experimental porque las variantes no pueden ser intervenidas, se basa en variables que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin la intervención directa del investigador. Se utilizará para indagar el manejo y chequeo de un tratamiento anticorrosivo, mediante la investigación de su funcionamiento y una serie de operaciones que efectúa en la aeronave; de esta manera se logrará obtener los resultados necesarios, los mismos que permitirán la determinación de cómo estaría conformado en su totalidad el proyecto.

2.3. Niveles de investigación

2.3.1. Exploratorio

Constituirá la observación, el reflejo e interpretación adecuada del objeto en el sujeto, con la intención de integrarlo en un sistema de conocimientos. El objetivo de esta investigación es que el investigador pueda verificar los hechos con claridad y precisión para obtener datos precisos que servirán de mucha ayuda.

2.3.2. Descriptiva

Permitirá describir el problema en un estudio, detallando aspectos positivos y negativos de situaciones pasadas o presentes de los Aerotécnicos Y Alumnos en forma pormenorizada, es decir de los resultados obtenidos en la investigación, analizarlos y determinar posibles soluciones.

2.3.3. Explicativa

Este proyecto que se realiza acerca del tratamiento anticorrosivo se realizara por ejemplo encuestas al personal que trabaja en la FAE, aerotécnicos y personal conoedor de estos temas y así obteniendo datos sobre su comportamiento en la aeronave.

2.4. Universo población y muestra

2.4.1. Universo

Tomaremos como universo a los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, los aerotécnicos de la Base Aérea Cotopaxi sección Mecánica Estructuras, en vista que aquí se centra directamente todo nuestro interés, en esta área se concentra toda la investigación a realizar.

2.4.2. Población

Se tomará mucho en cuenta para ser examinados, el grupo de alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de igual manera el personal técnico.

2.4.3. Muestra

Según las exigencias de la investigación se necesita determinar un número de alumnos y aerotécnicos de la ETFA, ITSA Y Personal Técnico, quienes van a ser partícipes de la herramienta de investigación que se va aplicar, en este caso la encuesta. Para esto, la muestra se calcula por medio de una formula técnica ya establecida.

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

2.5. Recolección de datos

Es necesario partir del análisis de información primaria, que la obtendremos directamente a través del contacto concreto con el objeto de estudio, luego obtendremos información secundaria que se la obtiene de estudios anteriores registrados en documentos como libros, revistas, proyectos de grado, internet, etc. Mediante este método se estudiará cada uno de los temas que forman parte del problema expuesto.

Posteriormente la síntesis, nos permitirá unir todos los criterios alcanzados en el análisis y lograr una idea general asegurando de este modo una hipótesis general planteada, y así resolver nuestro planteamiento del problema.

2.5.1. Técnicas

Para la presente investigación, al conseguir los manuales de la especialidad se decidió en utilizarán las técnicas investigativas de Campo que es la de cuestionarios, y la Encuesta con su instrumento Preguntas Estructuradas para la recolección de datos a emplearse a alumnos y aerotécnicos del ITSA, ETFA y Personal Técnico.

2.6. Procesamiento de la información

Teniendo los datos recibidos de cada una de las encuestas realizadas a los alumnos y aerotécnicos respectivamente, se procederá a determinar los posibles orígenes del problema a investigar, tomando en cuenta diferentes aspectos:

1. Procesamiento de cada una de las preguntas del cuestionario.
2. Revisión crítica de la información recogida.
3. Limpieza de información defectuosa, contradictoria, incompleta, no pertinente.
4. Tabulación de datos.- Es el proceso que se realiza para conocer la frecuencia con la que se repiten los datos para presentarlos en cuadros estadísticos.

2.7. Análisis e interpretación de resultados

El análisis e interpretación de resultados se ejecutará de acuerdo a los datos obtenidos en todo el proceso de investigación, esto ayudará a determinar la situación actual en la que se encuentra la biblioteca y las necesidades que requiere a cuanto a la institución.

2.8. Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones se conocerán luego de la ejecución del plan metodológico determinando la mejor alternativa del trabajo investigativo con una forma clara y exacta.

CAPÍTULO III

EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

3.1. Marco teórico

3.1.1. Antecedentes de la investigación

Tomando en consideración la importancia que tiene el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea en el aporte a la educación de la juventud tanto a nivel nacional como internacional es necesario que este cuente con instalaciones adecuadas para el proceso de enseñanza aprendizaje. La biblioteca debería estar dispuesta y equipada para la investigación experimental y otras tareas científicas o técnicas que ayuden a la complementación de la práctica.

La institución en este momento presenta falencias en este aspecto ya que durante la trayectoria de nuestra vida estudiantil en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, palpamos la carencia y necesidad de espacio físico adecuado y módulos con dispositivos que ayuden al proceso de enseñanza y aprendizaje. Este CD interactivo surge debido a la falta de un área didáctica en la cual se ponga en práctica los conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes del ITSA y de la ETFA. Su origen primordial está en definir básicamente la definición de la corrosión, los diferentes tipos de corrosión y el tratamiento corrosivo de una manera correcta. Este CD interactivo fue desarrollado con el fin de modernizar la biblioteca del instituto, mediante la readecuación y actualización sobre el tratamiento anticorrosivo.

3.1.2. Fundamentación teórica

- Introducción del tratamiento anticorrosivo
- Tipos de corrosión
- Métodos de inspección de la corrosión
- Remoción y tratamiento anticorrosivo

Introducción del tratamiento anticorrosivo

A causa de la naturaleza implacable de la corrosión, el personal de mantenimiento de estructuras de aviones necesita conocer los procesos involucrados en la destrucción de la estructura metálica del equipo aeroespacial mediante la exposición al medioambiente.

La corrosión es uno de los mayores problemas que se enfrentan en el uso de metales. El problema de la corrosión es importante no solo por el periodo de inactividad para la reparación de corrosión, sino también por el desperdicio de los metales destruidos.

Definición de la corrosión

La corrosión es el deterioro electromecánico de un metal a causa de su reacción química al entorno ambiental. Esta reacción ocurre por la tendencia de los metales de volver a su estado natural, usualmente minerales oxidados y sulfuros. Por ejemplo el hierro expuesto a la humedad y al aire volverá a su estado natural, óxido de hierro u oxido.

El aluminio y magnesio forman productos de corrosión que son óxidos e hidróxidos blancos. Cuando ocurre la corrosión generalmente hay agua presente en alguna forma, o sea, humedad, contenido de agua, condensación, lluvia, rocío salino, etc.

TIPOS DE CORROSIÓN

1. Corrosión uniforme de la superficie (Grabado Uniforme)

Dicha corrosión es el resultado de un ataque químico directo en la superficie de un metal e involucra solamente la superficie del metal. En una superficie pulida, este tipo de corrosión se observa primero como un apocamiento general o un ataque químico de la superficie y, si se permite que continúe el ataque, la superficie se torna áspera y de una probable apariencia escarchada.

Este tipo de corrosión se manifiesta uniformemente porque los ánodos y cátodos son muy pequeños y cambian constantemente de un área de la superficie a otra. Un ejemplo es el ataque químico de los metales por el ácido. El descolorido o el opacamiento general del metal producido por la exposición a temperaturas elevadas no se considera una corrosión grabado uniforme.

2. Corrosión (Picadura)

Este tipo de corrosión es una forma común y severa del ataque corrosivo localizado. La corrosión localizada es una corrosión galvánica entre los granos de una aleación. Ocurre cuando la pieza se forma y los elementos de aleación no se distribuyen equitativamente en la pieza. Hay suficiente diferencia potencial para crear una celda de corrosión. La corrosión picadura es el tipo más común encontrado en las aleaciones de aluminio y magnesio. Primero se observa como un depósito polvoriento blanco o gris, similar al polvo, que mancha a la superficie.

3. Corrosión Galvánica

La corrosión galvánica ocurre cuando se ponen en contacto metales diferentes y se produce en circuito externo por la presencia de corrosión en la junta entre los metales. Por ejemplo, los revestimientos de aluminio y magnesio remachados en un ala de avión forman un acoplamiento galvánico si hay humedad y contaminación.

Cuando las piezas de aluminio están unidas con pernos o tornillos de acero, la corrosión galvánica puede ocurrir entre aluminio y el acero. El ataque galvánico puede ser uniforme o localizado en la unión entre aleaciones, dependiendo de las condiciones.

4. Corrosión en hendidura (Fisura)

Esta forma de corrosión es un ataque local en una hendidura ubicada en las superficies del metal con metal o entre superficies metálicas y no metálicas. Un lado de la hendidura debe estar expuesto al electrolito y el electrolito debe estar en la hendidura.

La corrosión en hendidura comúnmente ocurre en los rebordes de tuberías mal empaquetadas y debajo de las cabezas de los pernos y sujetadores sumergidos en los líquidos. Este tipo de corrosión también se le conoce como concentración de corrosión en la celda.

5. Corrosión filiforme

La corrosión filiforme es una forma especial de corrosión de celda de concentración de oxígeno o corrosión en hendidura que ocurre en las superficies de metal que cuenta con un sistema de capa orgánica.

Se reconoce por sus rasgos característicos en forma de gusano de productos de corrosión debajo de la capa de la pintura. La corrosión filiforme ocurre cuando la humedad relativa del aire se encuentra 78% y 90%, y cuando la superficie sea poco ácida.

Empieza por las separaciones en el sistema de capa, tales como los rayones y las grietas alrededor de los sujetadores y uniones, y continúa debajo de la capa, a causa de la difusión del vapor de agua y del oxígeno del aire a través de la película.

6. Corrosión por rozamiento

Esta es una forma especial de celda de concentración (corrosión en hendidura) que ocurre en combinación con el desgaste de la superficie. Este tipo de corrosión se da en las superficies de empalme de poca tolerancia y en las piezas bajo alta presión en un entorno corrosivo cuando hay un leve movimiento relativo de las mismas, tal como aquella producida por la vibración.

7. Corrosión intergranular

Un ataque corrosivo a lo largo de los planos de exfoliación de un metal se denomina corrosión intergranular. La corrosión intergranular es un ataque a los linderos de los granos de un material. Una sección transversal bien ampliada de cualquier aleación comercial muestra la estructura granular del metal.

Esto consiste en cantidades de granos individuales y cada uno de estos granos diminutos tiene un lindero bien definido que difiere químicamente del metal dentro del centro del grano. Los granos adyacentes de diferentes elementos pueden reaccionar unos con otros como ánodo y cátodo cuando se ponen en contacto con un electrolito (medio conductor) y puede ocurrir la rápida corrosión selectiva en el lindero del grano.

8. Corrosión por exfoliación

Dicha corrosión es una etapa avanzada de la corrosión intergranular y frecuentemente se encuentra en los ángulos de aluminio extruidos. Los productos de corrosión que se acumulan entre los granos del metal producen una ampolla o combadura del metal.

Por qué el producto de corrosión no es estructuralmente sólido y porque los granos del metal son aplastados por la fuerza del proceso de extrusión, Generalmente se presentan en las secciones extruidas.

9. Corrosión fisura por esfuerzo

Esta es la fisura intergranular de un metal ocasionado por los efectos combinados del esfuerzo de tensión continuo (interno o aplicado) y la corrosión. La fisura por corrosión intensa es un tipo extremadamente peligrosa porque puede ocurrir a un nivel de tensión muy inferior a la fortaleza nominal del metal. Empieza donde se cree que es una picadura de corrosión insignificante.

10. Corrosión por fatiga

La falla de la fatiga por corrosión se da en dos etapas. Durante la primera etapa, la acción combinada de la corrosión y la tensión cíclica daña el metal por la formación de picaduras y fisuras en el aérea picada. La segunda etapa es la combinación de la formación de fisura por un modo directo de fatiga, en el que el régimen de fisura está controlado por:

- c. La concentración de tensión en la sección transversal principal, y
- d. Las propiedades físicas del metal.

MÉTODOS DE INSPECCIÓN DE LA CORROSIÓN

1. Inspección visual

Los equipos de inspección exóticos se usan regularmente para ciertas partes del avión para lograr más eficiencia en el trabajo del inspector, aunque la que se desarrolla con el globo ocular sigue siendo la herramienta más efectiva para la inspección. La corrosión de aluminio o magnesio aparece como un polvo blanco o gris a lo largo de los bordes de las pieles, o alrededor de las cabezas de los remaches. La estructura compleja de los aviones modernos hace imperativo para una buena inspección visual el uso de vidrios de aumento, espejos, boroscopios, fibras ópticas y otras herramientas para ver alrededor de las esquinas. Es la más utilizada.

2. Partículas magnéticas

Las inspecciones de partículas magnéticas se llevan a cabo para detectar defectos en las superficies. Los defectos de grietas porosidad y partículas extrañas se pueden localizar. Este método requiere que se magneticen las piezas para luego aplicar partículas magnéticas. Cuando se pasa una pieza de metal por una bobina magnética, la pieza se magnetiza y se forma polo norte y sur en los extremos y a cada lado de las grietas superficiales. Si se deja pasar sobre la pieza magnetizada una solución que contiene limaduras de hierro en suspensión, las limaduras se atraen hacia cada lado de la grieta. Después de una inspección con partículas magnéticas es necesario desmagnetizar todas las piezas inspeccionadas. Se utiliza en piezas no porosas.

3. Tinta penetrante

El método de tinte penetrante es eficaz, portátil y barato. Se puede localizar defectos en las superficies tales como grietas causadas por porosidad, fatigas, ranuras, y ciertos problemas de soldadura. Se puede utilizar en metales, vidrios, cerámicas y piezas fundidas. Se puede utilizar tinte penetrante en todos los materiales no porosos para detectar defectos. No obstante, algunas piezas plásticas y de caucho son afectadas adversamente por el aceite penetrante, por lo que se deben efectuar comprobaciones preliminares al azar antes de intentar una inspección con tinte penetrante.

Corrientes parasitas

Este sistema se utiliza para encontrar variaciones en el grosor de las paredes, las costuras o grietas longitudinales, picaduras y porosidad. Se puede usar en pruebas de producción de metal en barras, tuberías, hojas metálicas y piezas geométricas uniforme. Detecta los distintos niveles de fatiga y el daño causado por el calor de los metales.

Para detectar defectos con una corriente parasita se genera un campo electromagnético con una corriente inducida con una sonda.

4. Inspección ultrasónica

En la inspección ultrasónica se usa el método de eco impulsos, similar al sonar, para detectar fallas internas, laminación del material, variaciones del grano en la estructura y porosidad. Esta implica el uso de ondas sonoras de alta frecuencia para localizar los defectos que existen en distintos materiales.

El fenómeno de reflejar las ondas ultrasónicas en la mayoría de los materiales estructurales que tienen interrupciones, grietas o inclusiones, hace posible la detección de estos defectos.

5. Rayos X

Este método de inspección es excelente para determinar penetraciones o detectar fallas internas. Es un buen sistema para encontrar residuos o fragmentos olvidados después de una reparación (vástagos de remaches, alambres de frenar, etc.) en áreas susceptibles a daños por objetos extraños (FOD).

Cuando la radiación atraviesa el objeto, produce un cambio imperceptible en la superficie de la película de rayos X. Al revelar la película, el área alterada produce una imagen del objeto y su discontinuidad.

El grado de oscuridad de la imagen depende de la cantidad de radiación que llega a la superficie de la película. Si la pieza tiene falta de continuidad, la radiación que pasa por esta área de menor espesor será mayor y producirá una imagen más oscura.

REMOCIÓN Y TRATAMIENTO ANTICORROSIVO

1. Preparación de la superficie

La primera y más importante etapa en el control de la corrosión es la limpieza completa del avión.

Una emulsión limpiadora con la especificación MIL-C-25769 para remover la mugre, suciedad, residuos del escape, aceite seco, y depósitos de grasa. El avión debe estar estacionado en un lugar de lavado o en área donde se pueda lavar con manguera, preferiblemente donde el sol no seque la superficie antes de que el limpiador tenga el tiempo para penetrar la película. Para partes principales del exterior usar una dilución de 1:5 o 1:3 del limpiador con agua. Aplicar el limpiador con cepillo o rociado y permitir reposo por unos minutos, enjuagar con vapor o agua tibia a alta presión.

2. Remoción de pintura

Después de limpiar completamente la estructura, si la corrosión no existe, el daño debe de evaluarse, y se debe decidir para determinar qué acción se debe tomar. Todos los productos de la corrosión deben de removerse tan pronto como se descubra debido a que la corrosión continúa tanto tiempo como ella permanezca sobre la superficie.

La corrosión sobre una superficie pintada no permite inspeccionar completamente, primero se debe remover toda la pintura. Ante de utilizar cualquier removedor de pintura con el que no se esté familiarizado, es recomendable probar sobre una pieza similar a la que se pretende despintar.

➤ Tratamiento de aleaciones de aluminio

1. Remoción mecánica de la corrosión

Después de que toda la pintura se ha removido todo el resto de producto de la corrosión, como el polvo blanco, debe removerse de la superficie. La corrosión ligera puede removerse con el uso de una fibra abrasiva como el Bon-Ami o Scotch-Brite. Asegurarse que el abrasivo no contenga cloro. La corrosión severa, pero no excesiva puede removerse tallando con lana de aluminio o cepillo de alambres de aluminio.

PRECAUSION: No utilizar cepillo de alambres de acero o lana de acero, ya que las partículas de acero pueden incrustarse en el aluminio y causar corrosión severa.

2. Neutralización química

Después de remover todos los productos posibles de la corrosión, la superficie debe tratarse con una solución de ácido crómico para neutralizar cualquier sal de corrosión remanente.

Después de que el ácido ha estado sobre la superficie por el menos cinco minutos, debe lavarse con agua y permitir que se seque. Aplicar un tratamiento con Alodine conforme la especificación MIL-C-5541 que neutralice la corrosión así como formar una película protectora sobre la superficie del metal.

3. Capa protectora

El aluminio puro se considera no corrosivo, esto no es completamente cierto, debido a que el aluminio actúa rápidamente con el oxígeno del aire para formar una película de óxido. Esta película está densa que no permite que el aire que alcance el metal, y de allí que no se requiere de mayor acción una vez que la película se ha formado.

El aluminio puro no es obstante, no es lo suficientemente fuerte para la estructura del avión y debe alearse con otros metales para conseguir la resistencia requerida.

4. Película orgánica

Uno de los dispositivos de control de la corrosión más universalmente utilizados para las superficies de metal es una buena capa de pintura. Sobre superficies porosas, la adherencia de la pintura no es un gran problema; pero en algunas superficies de metal, puede ser difícil de conseguir que la pintura se adhiera.

La superficie del aluminio debe prepararse a fin de que la pintura tenga una superficie rugosa sobre la cual adherirse. Todos estos tratamientos proporcionan una buena base para el primer al cual la pintura se adhiere.

Tratamientos de metales ferrosos

1. Remoción mecánica de la corrosión

A diferencia del aluminio, la película de óxido que se forma en los metales ferrosos es porosa y atrae humedad y continúa convirtiendo el metal en corrosión o herrumbre. Toda señal de herrumbre debe removerse.

El método más efectivo de remoción es el medio mecánico. Los papeles abrasivos y cepillos de alambres movidos a mano y mecánicamente se pueden utilizar, pero la manera más efectiva de conseguir que los productos de la corrosión se eliminen de partes de acero sin plaqueado de cualquier forma es por medio del bombardeo abrasivo. Esto logra llegar al fondo de los puntos de corrosión.

2. Tratamiento de la superficie

Esta capa electro-placa de níquel o cromo se usa para formar una capa firme sobre el metal base. Existen dos tipos de plaqueado de cromo utilizados en el mantenimiento de los aviones.

El cromo decorativo se utiliza principalmente por su apariencia y protección de la superficie, pero como duro se utiliza principalmente por su apariencia y protección de la superficie, pero cromo duro se utiliza para partes sujetas a la abrasión o desgaste sobre varillas pistón y paredes de cilindros.

Las partes que usan el cromo duro se dejan a una medida más pequeña y se plaquean a la medida adecuada.

Tratamiento de aleaciones de magnesio

1. Remoción mecánica de corrosión

El magnesio es uno de los elementos más activos de los comúnmente utilizados en la construcción de aviones, por su relación de peso a resistencia es tal que los diseñadores aceptan su corrosividad.

Una aleación de magnesio no forma de manera natural su película protectora sobre su superficie como el aluminio, así que se debe tener cuidado especial para no destruir la película química o electrolíticamente depositada.

2. Tratamiento de la superficie

Después de que se ha removido la corrosión de la superficie, una solución ligera de ácido crómico con forma a la especificación MIL-M.3171 tipo I debe de aplicarse para neutralizar cualquier producto de corrosión dejado en la superficie.

Una solución sustituto satisfactoria se puede hacer agregando cerca de 50 gotas de ácido de batería (ácido sulfúrico) a un galón de una solución de ácido crómico al 10% aplicar está a la superficie con trapos y permite que se establezca por cerca de 10 a 15 minutos; entonces enjuagar completamente con agua caliente. Esta solución se aplica al metal y se permite que asiente hasta que aparezca una película uniforme de óxido de color café dorado sobre la superficie.

3.2. Modalidad básica de la investigación

3.2.1. Investigación de campo no participante

Las modalidades nos manifiestan las etapas ejecutadas para la investigación del problema propuesto para lo cual se determinó que es preciso una investigación de campo no participante, dirigiéndonos al a biblioteca del Instituto especialmente en buscar CD y textos de tratamiento anticorrosivo.

Lo cual determino ciertas falencias y necesidades, donde se estableció que es preciso la implementación del CD interactivo adecuado para el aprendizaje de los Aerotécnicos y Alumnos del ITSA e ETFA.

3.2.2. Bibliografía documental

Facilito la ejecución del marco teórico para obtener conocimientos en textos en tratamiento anticorrosivo en las aeronaves esta información se detalló paso a paso en el marco teórico la misma que ayudara a la investigación y a adquirir nuevos conocimientos a los Alumnos Y Aerotécnicos.

Por otra parte esta información fue obtenida de libros del departamento de la Fuerza Aérea, manual de la IAAFA y de un manual técnico en PDF que fue traducido de inglés al español.

3.3. Tipos de investigación

3.3.1. No Experimental

Se utilizó el tipo de investigación no experimental ya que nos permitió hacer una identificación clara y particularizada de hechos, los mismos que nos han servido para corregir errores en el aprendizaje de los tratamientos anticorrosivos y la corrosión que hay en las aeronaves de esta manera se pudo determinar:

- ❖ Que no encontramos CD interactivos y textos sobre tratamientos anticorrosivos en la biblioteca del Instituto.
- ❖ No existen los conocimientos necesarios para poder realizar un trabajo adecuado ya que la aviación es exacta y un error puede convertirse en el último.

3.4. Niveles de investigación

3.4.1. Exploratorio

Esta investigación permitió recaudar información precisa ya que se pudo observar que los Aerotécnicos y Alumnos no poseen de material didáctico adecuado para poder instruirse y realizar su trabajo de la mejor manera.

Constituyéndose en un problema ya q no pueden desenvolverse en su área de trabajo o estudios y no aportan con sus conocimientos peligrando así su estabilidad laboral e Institucional.

3.4.2. Descriptiva

Esta investigación permitió investigar a cada uno de los Aerotécnicos y Alumnos del ITSA e ETFA y verificar que en realidad tiene falencias en el aprendizaje y en que sección es donde más inconvenientes existen y poder así plantear alguna alternativa de solución.

3.5. Universo, población y muestra

3.5.1. Universo

El universo para este estudio fueron 106 unidades de observación y está conformado por el personal de alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea e Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y aerotécnicos de la Base Aérea Cotopaxi.

3.5.2. Población

La población para el estudio fueron 106 unidades de observación, conformada por 40 alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, 60 aerotécnicos de la promoción 44 de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea y 6 aerotécnicos de la sección Estructuras de la BACO distribuidos de la siguiente manera:

Tabla N°3.5.2: Porcentajes del personal FAE

GRUPO	#DE PERSONAS	%
Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico	40	37.7%
Promoción XLIV R de la ETFA	60	56.6%
Personal Técnico de la BACO Sección Electrónica	6	5,7%
TOTAL	106	100%

Fuente: Aerotécnicos de la FAE

Elaborado por: Cbos. Tec. Avc. Paucar Wilmer

3.5.3. Muestra

El tamaño de la muestra para el estudio es de 83 unidades de observación, conformada por: 6 aerotécnicos de la sección estructuras de la BACO, 50 aerotécnicos de la promoción 44 de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, 27 alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáuticos utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{m}{e^2(m-1) + 1}$$
$$n = \frac{106}{((0,05)^2(106 - 1)) + 1}$$

$$n = 83$$

3.6. Recopilación de la información

Se recopiló toda la información con ayuda de las encuestas que mostraron mediante representaciones estadísticas y las mismas que reflejaron la manera en que se halló nuestra área de estudio, al igual que las posibles soluciones, luego de haber obtenido nuestra información realizaremos el análisis y determinaremos las posibles soluciones a nuestro problema.

3.6.1. Elaboración del cuestionario

En la elaboración del cuestionario se tuvo en cuenta de diferentes aspectos para poder sacar preguntas claras y precisas, como tenemos de objetivo de este proyecto que estamos desarrollando. Se utilizó preguntas delimitadas basándose en las siguientes técnicas de escala.

❖ Escala Nominal:

Fue utilizada en la pregunta 1 y 5, se utiliza únicamente para identificar diferentes alternativas de respuesta. La asignación de valores de a las distintas respuestas se hace de forma arbitraria seleccionando una sola alternativa.

❖ Escala de sumas constantes:

Fue utilizada en la pregunta 4 y se utiliza para medir la importancia relativa que el encuestado asigna a los estímulos, ya que se le pide que reparta una cantidad de puntos fija entre los mismos.

❖ Protocolos verbales:

Fue utilizada en las preguntas 2 en la que se pide la opinión del encuestado frente a un estímulo con el que se compara, las posibles respuestas se transforman en enunciados verbales.

❖ Escala de intervalo:

Se emplea para dar solución a la pregunta planteada, escogiendo una de las distintas respuestas que muestran una escala de valores constantes.

En la pregunta N.-2 de la encuesta elaborada se utilizó esa técnica de escala.

3.6.2. Encuesta piloto

Después de haber desarrollada se procedió a iniciar una encuesta piloto a dos aerotécnicos de la 44 promoción del instituto de la carrera de mecánica mención aviones.

Teniendo los primeros resultados de esta encuesta piloto se llegó a la conclusión de que la encuesta ha sido clara para poder aplicarla decisivamente a toda la muestra del proyecto a desarrollar para los alumnos.

3.6.3. Encuesta definitiva

Luego de la encuesta piloto anteriormente mencionada, se corrigió pequeños errores para que las encuestas se puedan emplear definitivamente, por medio del talento humano del grupo de trabajo.

3.6.4. Análisis de la encuesta

3.6.4.1 Pregunta 1

Encierre con un círculo según su criterio: ¿Considera usted que será útil en el ITSA Y ETFA la implementación de un CD interactivo sobre el tratamiento anticorrosivo con el fin de perfeccionar la formación de los alumnos?

Tabla 3.6.4.1: pregunta #1

RESPUESTA	VALOR	%	ACUMULADO
SI	83	100%	100%
NO	0	0%	0%
TOTAL	83	100%	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado: Paucar Wilmer

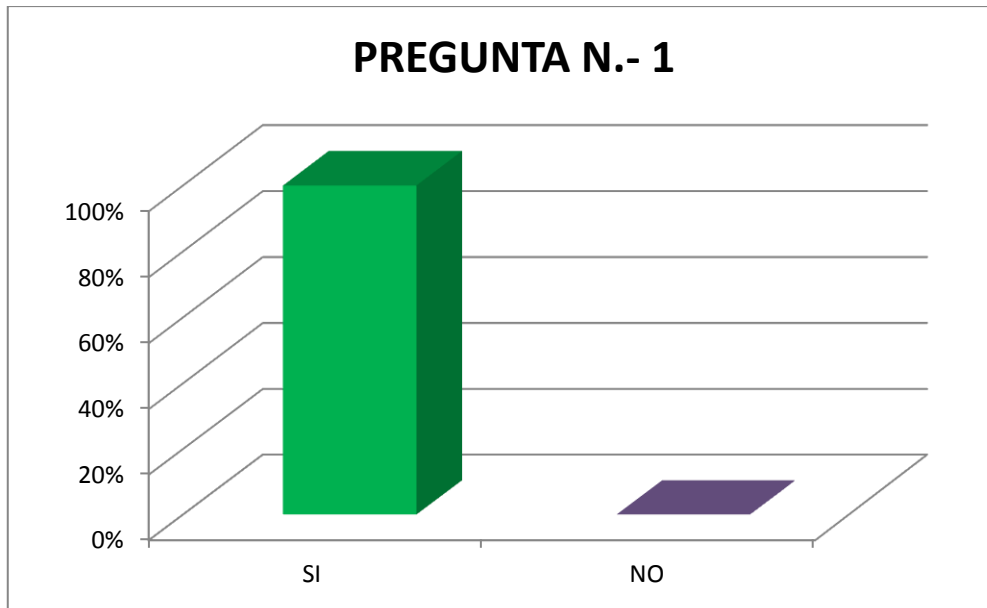


Figura 3.6.4.1: Pregunta #1
Elaborado por: Paucar Wilmer

❖ **Análisis**

El 100% de los encuestados señalan que si es necesario la elaboración de un CD interactivo sobre el tratamiento anticorrosivo del avión con el fin de perfeccionar la formación de los alumnos del instituto.

❖ **Interpretación de los resultados**

Que todas las personas están de acuerdo que se ejecute la elaboración de este CD interactivo porque es importante dentro de la enseñanza de la carrera de mecánica aeronáutica.

3.6.4.2 Pregunta 2

Qué opina usted acerca la elaboración de un CD interactivo sobre tratamiento anticorrosivo para poder implementar en la biblioteca para ayuda en el aprendizaje de los alumnos?

Tabla 3.6.4.2: Pregunta #2

RESPUESTA	VALOR	%	ACUMULADO
Sería muy importante	65	78%	78%
Importante	17	20%	20%
Más o menos importante	1	2%	2%
No sería Importante	0	0%	0%
No sería muy Importante	0	0%	0%
TOTAL	83	100%	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Paucar Wilmer

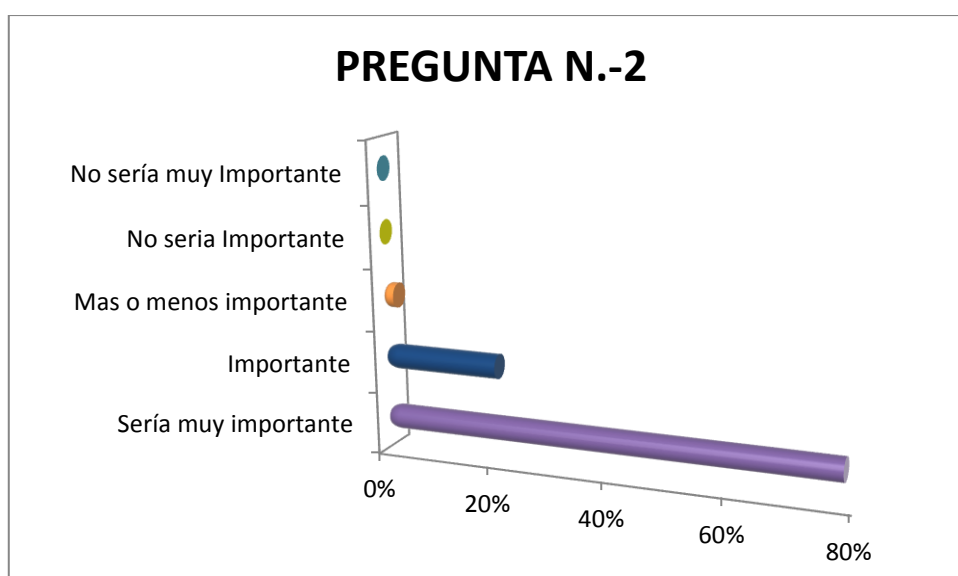


Figura 3.6.4.2: pregunta #2

Elaborado por: Paucar Wilmer

❖ **Análisis**

El 78% de encuestados nos dicen que sería muy importante implementar este CD interactivo en la biblioteca, mientras que el 20% afirma que es importante esta implementación, un 2% nos dice que sería más o menos importante este CD interactivo.

❖ Interpretación de resultados

Como consecuencias de los datos obtenidos en la encuesta pudimos concluir que la mayor parte de los encuestados consideran que sería muy importante la implementación de este CD interactivo sobre tratamiento anticorrosivo en la biblioteca, pero una parte nos dice que sería importante la implementación de este de este CD interactivo.

3.6.4.3 Pregunta 3

Según su nivel de apreciación indique con una **X**: ¿En qué nivel piensa usted que la implementación de un CD interactivo sobre tratamiento anticorrosivo ayudara a mejorar los conocimientos de los alumnos del ITSA y ETFA.

Tabla 3.6.4.3: pregunta #3

CATEGORIA		PORCENTAJE
Del 75% al 100%	78	93.9%
Del 51% al 75%	4	4.8%
Del 26% al 50%	1	1.3%
Del 0% al 25%	0	0%
TOTAL	83	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Paucar Wilmer

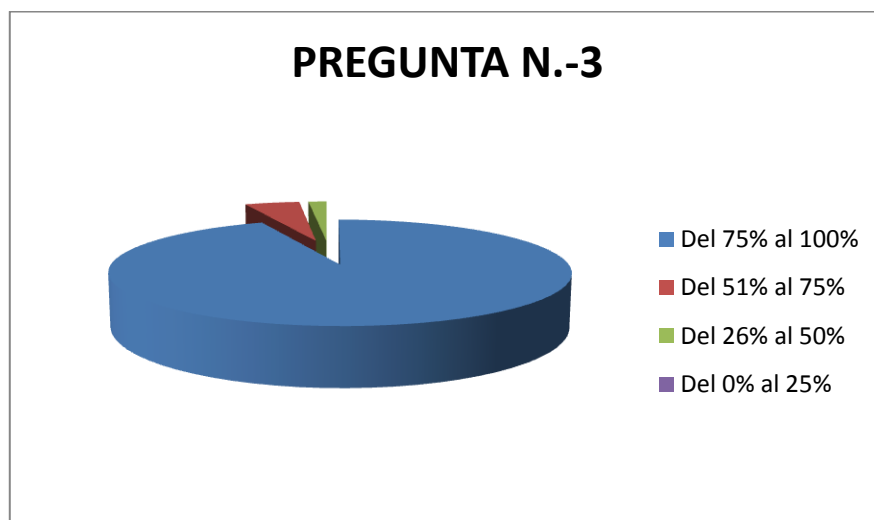


Figura 3.6.4.3: pregunta #3

Elaborado por: Paucar Wilmer

❖ Análisis

De los resultados de la pregunta N: 2 se puede apreciar que 78 personas piensan que la implementación de dicho CD interactivo ayudara a mejorar el aprendizaje de los alumnos en un nivel de 75% al 100%, 4 personas piensan que ayudara en un nivel del 51% al 75% y 1 persona piensa que ayudara en un nivel del 26% al 50%.

❖ Interpretación de resultados

A través del análisis se desprende que el mencionado CD interactivo será una información de gran apoyo para los alumnos de dichas instituciones, mejorando así la enseñanza dictadas en las aulas.

Así también el grafico estadístico muestra que las personas encuestadas manifiestan que este CD interactivo seria de mucha importancia en lo teórico.

3.6.4.4 Pregunta 4

Por favor distribuya 100 puntos entre las siguientes características del sistema de comunicación, para determinar cuál es de mayor importancia.

Tabla 3.6.4.4: Pregunta #4

CATEGORIA		PUNTOS
Última tecnología	5	6
Fácil manejo	41	48
Mejor comprensión	31	38
Pequeño	6	8
TOTAL	83	100

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Paucar Wilmer

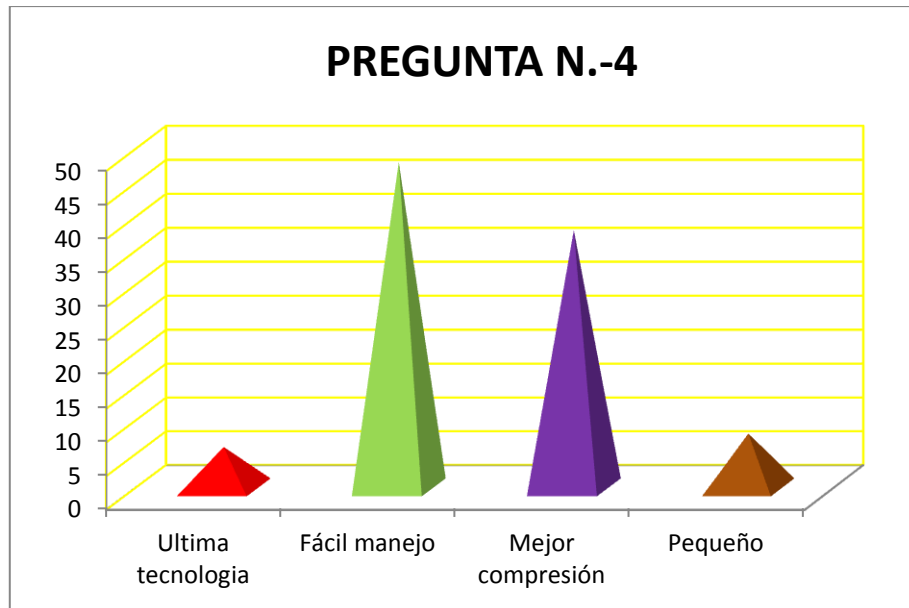


Figura 3.6.4.4: pregunta #4
Elaborado por: Paucar Wilmer

❖ **Análisis**

Mediante los resultados de esta pregunta se considera que 5 personas encuestadas asignaron 6.1% a última tecnología, 41 personas asignaron el 49.4% a fácil manejo, 31 personas asignaron 37.3% mejor comprensión y 5 personas asignaron 6.2% puntos a pequeño.

❖ **Interpretación de resultados**

Del análisis anterior se puede notar que el 49.4% de las personas encuestadas, consideran que la característica más importante del CD interactivo del tratamiento anticorrosivo deber ser de última tecnología.

3.6.4.5 Pregunta 5

¿Qué entiende usted por tratamientos anticorrosivo del avión?

Tabla 3.6.4.5: Pregunta #5

Categoría	# De encuestados	Porcentaje
Conoce del tema	83	100%
no conoce del tema	0	0%
Total	83	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Paucar Wilmer

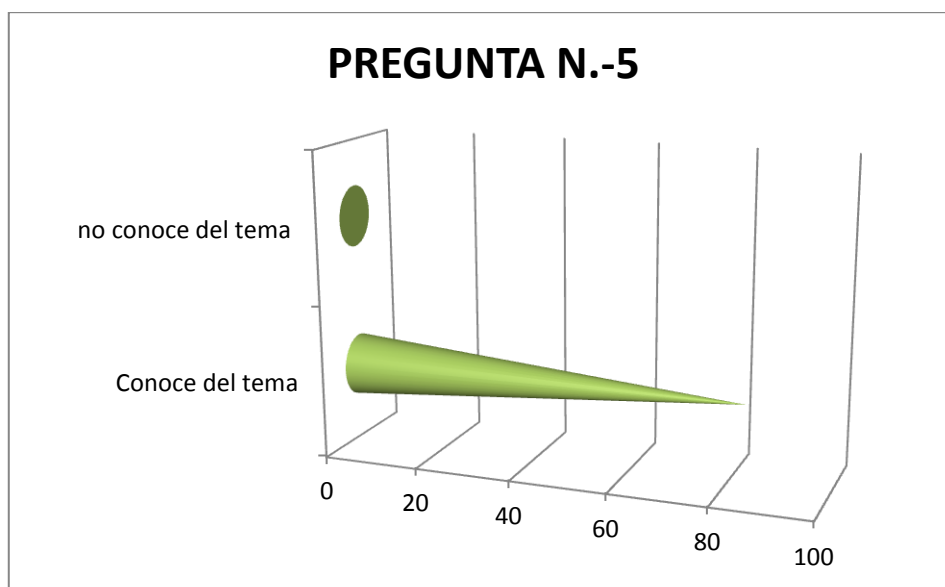


Figura 3.6.4.5: pregunta #5

Elaborado por: Paucar Wilmer

❖ Análisis

El 100% de los encuestados conocen sobre el tema mientras que un 0% nos dicen no conocer del tema sobre el tratamiento anticorrosivo del avión.

❖ Interpretación de resultados

Este 100% de los encuestados nos dice que la mayor parte de los alumnos conocen muy bien acerca de este tema lo cual nos ayudara mucho en este trabajo investigativo.

3.7. Procesamiento de la información

Después de haber realizado en todo el tiempo que duro las encuestas y después de haber sacado la información necesaria se procedió a en listar la información obtenida en los programas en utilizar en este caso Microsoft Excel y Word para poder ver las causas o posibles causas y consecuencias que se ha podido recolectar y poner en una lista todo lo que se realizó.

3.8. Análisis e interpretación de resultados

Se analizó que por medio de esta encuesta se analizó cada una de las respuestas, conociendo cual es el criterio de los aerotécnicos.

Al realizar la encuesta la gran mayoría de los encuestados están con una buena predisposición para el desarrollo de esta investigación.

3.9. Conclusiones y recomendaciones

3.9.1. Conclusiones

- Los métodos utilizados actualmente para la enseñanza no son suficientes para un mejor aprendizaje de los alumnos.
- Se analizó, proceso y operacional izo información en el Ala de Combate Nro. 11 Quito, y en la Base Aérea Cotopaxi acerca de lo relacionado sobre el tratamiento anticorrosivo.
- Se realizó las especificaciones y necesidades de la elaboración del programa interactivo.
- Con la realización de la investigación de campo, se conoció la falta de un CD interactivo de enseñanza actualizado para el personal de estudiantes que ayudara en la formación de tecnólogos.

3.9.2. Recomendaciones

- Se debe mantener un desarrollo constante en conseguir una información bibliográfica actualizada, debido a los cambios permanentes que se producen en la parte de la mecánica de las aeronaves.
- Implementar nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje para los alumnos y docentes facilitando la materia en estudio.
- Es factible colocar el CD interactivo en la biblioteca, en vista que este lugar cuenta con todas las facilidades para que este se desempeñe de la manera que se requiere.
- Adoptar nuevas maneras de enseñar una clase por parte del instructor basado en CD's interactivos los cuales van de la mano con la tecnología, estos a su vez una mayor facilidad de aprendizaje.
- Llevar un registro de mantenimiento de cada CD interactivo que se encuentre en la biblioteca del instituto.

CAPÍTULO IV

MARCO ADMINISTRATIVO

4.1. Factibilidad

Para elaborar el proyecto se debe tomar en cuenta todos los aspectos que estén relacionados con el mismo, como son la parte técnica, operacional e información veraz en este campo. Para lo cual he decidido que es conveniente ejecutarlo en la especialidad de Mecánica Aeronáutica, debido al alto interés en el aprendizaje del tratamiento anticorrosivo de la aeronave, principalmente para poder cubrir todas las falencias en el conocimiento de los aspectos antes mencionados.

4.1.1. Técnica

Debido a la poca enseñanza práctica que se le va dejando a un lado, además de que resulta difícil para el estudiante relacionarla con la información teórica obtenida en clases, resulta factible desarrollar este CD's interactivo el cual está encaminado al mejoramiento de la enseñanza teórica en la carrera de Mecánica Aeronáutica en la materia donde se obtiene el conocimiento de este tema.

4.1.2. Operativa

Dado que para el desarrollo de este programa interactivo se ha tenido la necesidad de contactar con docentes militares en el campo aeronáutico, que están dispuestos a colaborar con sus experiencias y la facilidad para los manuales que se requieran los cuales se los pueda requerir.

4.1.3. Legalidad

Debido a la autorización con la que se cuenta por parte de los interesados en la construcción del CD interactivo; y por no existir ningún documento en donde se impida realizar este tipo de trabajo, se dice que la realización del proyecto es totalmente factible en cuanto a lo legal.

4.1.4. Económica

Para la elaboración del proyecto el elemento principal es la Mecánica Aeronáutica en sí, este será proporcionado mediante la intervención de autoridades militares.

Los demás elementos necesarios lo conforman la tecnología, procesos y conocimientos empleados, todo esto es de gran importancia para el correcto desarrollo del CD interactivo.

4.1.5. Apoyo

Por la gran importancia que encontramos en la elaboración de este CD interactivo para el mejoramiento de la enseñanza de la carrera de mecánica en el Instituto, es factible realizarlo con ayuda de personal capacitado que se relaciona directamente con el tema propuesto.

4.2. Talento humano

4.2.1 Tabla de talento Humano

N.	TALENTO HUMANO	DESIGNACION
1	PAUCAR GUALLICHICO WILMER ALEXIS	POSTULANTE

4.3. Recursos

4.3.1. Materiales y equipos

4.3.1.1. Materiales

4.3.1.1 Tabla de materiales

N.-	MATERIAL
1	Material de oficina en general
2	Material necesario para funcionamiento del proyecto

4.3.1.2. Equipos

4.3.1.2 Tabla de equipos

N.-	EQUIPOS
1	Programa de desarrollo
2	Computador
3	Impresora
4	Cámara fotográfica

4.3.2. Económicos

Tabla 4.3.2.1: Detalle de gastos del anteproyecto

NUMERO	DETALLE	V. TOTAL
1	Pago de aranceles de Derechos de Grado	40 USD.
2	Impresiones, Anillados, y empastados	70 USD.
3	Internet	14 USD.
4	Flash memory	12 USD
5	Copias	10 USD
TOTAL		146 USD.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbos. Tec. Avc. Wilmer Paucar

Tabla 4.3.2.2: Recurso para la investigación del anteproyecto

NUMERO	DETALLE	V. TOTAL
1	Estadía en Quito para la investigación	150 USD.
2	Transporte, alimentación y varios.	65 USD.
3	Solicitud, internet, impresiones y anillados	70USD.
TOTAL		285USD.

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cbos. Tec. Avc. Wilmer Paucar

4.4. Denuncia del tema

“IMPLEMENTACIÓN DE UN CD INTERACTIVO SOBRE EL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO QUE SE ENCUENTRA EN LAS AERONAVES A UBICARSE EN LA BIBLIOTECA A SERVICIO DE LOS ALUMNOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR Y LA ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA”

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TIEMPO CONTENIDOS	MESES Y SEMANAS																																	
	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Planteamiento del Problema																																		
Desarrollo y elaboración del Anteproyecto																																		
Presentación del Anteproyecto																																		
Aprobación del Anteproyecto																																		
Desarrollo del proyecto																																		
Pruebas y ensayos																																		
Pre defensa del Proyecto																																		
Defensa del trabajo de Grado																																		

Elaborado por: Cbos. Tec. Avc. Wilmer Paucar

INVESTIGADOR

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Electrolito: Es un medio líquido ó sólido capaz de conducir corriente eléctrica por movimiento de iones, se refiere al terreno o al agua en contacto con un ducto metálico enterrado y/o sumergido.

Corrosión atmosférica: Es la corrosión por acción del medio ambiente y generalmente se presenta en las instalaciones aéreas.

Corrosión generalizada: Es una corrosión de tipo uniforme en toda la superficie de la instalación.

Desgaste abrasivo: (O desgaste de corte) se produce cuando las asperezas de superficies duras o partículas duras que se han incorporado en una superficie suave y surcos de arado en la superficie opuesta más duro, por ejemplo, una revista.

Absorción: La asimilación de un material a otro; en refinado de petróleo, el uso de un líquido absorbente para eliminar selectivamente los componentes de una corriente de proceso.

Aglomeración: El potencial del sistema para la atracción de partículas y la adherencia.

Sorción: Frente a la absorción o adsorción. En la filtración, se refiere a la liberación aguas abajo de las partículas previamente retenidas por el filtro.

Vibrocorrosión: Endurecimiento en falso de los rodamientos de agujas es en realidad una corrosión de contacto de la superficie ya que los rodillos son el ID del rodamiento. Aunque su apariencia es similar a la de brinelación, vibrocorrosión se caracteriza por el desgaste del acero, y la carga sobre el cojinete es menor que la requerida para producir la impresión resultante.

BIBLIOGRAFÍA:

- ❖ <http://www.quimicadalton.com/index.php/component/content/article/41-aceites-anticorrosivos/53-tratamiento-anticorrosivo>
- ❖ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Control-De-La-Corrosi%C3%B3n-En-Aviacion/2451926.html>
- ❖ <http://www.defensa.pe/showthread.php?t=922&page=52>
- ❖ http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/tipos_corrosion.php
- ❖ <http://materialaviacion1tlhn.blogspot.es/1275512672/>
- ❖ http://www.arquitecturaenacero.org/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=38
- ❖ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Corrosion-En-Aviacion/1019368.html>
- ❖ Mantenimiento y reparaciones de estructuras de aviones department of the air force.
- ❖ Tecnología aeronáutica (Esteban Oñate)
- ❖ Manual de la IAAFA (Inter American Air Forces Academy)

ANEXOS

Anexo "A1"
CUESTIONARIO

Encuesta No.....

Fecha:

Encuesta dirigida a: LOS ALUMNOS DEL INSTITUTOS TEGNOLOGICO SUPERIOR AERONÁUTICO Y LA ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA DE LA ESPECIALIDAD DE MECÁNICA

Objetivo:

Buenos días, soy estudiante de la carrera de mecánica aeronáutica mención aviones. Esta encuesta se relaciona con el mejoramiento continuo de la biblioteca del instituto con la factibilidad de elaborar un CD interactivo sobre el tratamiento anticorrosivo del avión orientado para que los alumnos obtengan un mejor aprendizaje teórico y puedan desempeñarse en su vida profesional.

Preguntas:

1. Encierre con un circulo según su criterio:

¿Considera usted que será útil en el ITSA Y ETFA la implementación de un CD interactivo sobre el tratamiento anticorrosivo con el fin de perfeccionar la formación de los alumnos?

SI

NO

2. Qué opina usted acerca la elaboración de un CD interactivo sobre tratamiento anticorrosivo para poder implementar en la biblioteca para ayuda en el aprendizaje de los alumnos?

RESPUESTA	
Sería muy importante	
Importante	
Más o menos importante	
No sería Importante	
No sería muy Importante	

3. Según su nivel de apreciación indique con una **X**: ¿En qué nivel piensa usted que la implementación de un CD interactivo sobre tratamiento anticorrosivo ayudara a mejorar los conocimientos de los alumnos del ITSA y ETFA.

CATEGORIA	RESPUESTA
Del 75% al 100%	
Del 51% al 75%	
Del 26% al 50%	
Del 0% al 25%	

4. Por favor distribuya 100 puntos entre las siguientes características del sistema de comunicación, para determinar cuál es de mayor importancia.

CATEGORIA	PUNTOS
Última tecnología	
Fácil manejo	
Mejor comprensión	
Pequeño	

5. ¿Qué entiende usted por tratamientos anticorrosivo del avión?

Categoría	SI	NO
Conoce del tema		
no conoce del tema		

Sugerencias:.....
.....

Nombre del encuestador: Paucar Wilmer

Nombre del encuestado:..... Nivel:

ANEXO B

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Cbos. Téc. Avc. Wilmer Alexis Paucar Guallichico

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 06 de Octubre de 1990

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 172173317-6

TELÉFONOS: 022336-839 087446977

CORREO ELECTRÓNICO: wilmer2007ct@yahoo.es

DIRECCIÓN: Vía Amaguaña-Conocoto, Barrio Sta Isabel, Callé Manco Capac



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Fiscal Mixta “Carlos Larco Hidalgo”

SECUNDARIA: Instituto Tecnológico Superior “Central Técnico”

SUPERIOR: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller Técnico en la especialidad “Mecánica Automotriz”

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Pasantía Técnica en la sección Estructuras, Ala de transportes N.- 11 Base
MARISCAL SUCRE

Febrero 07 al 07 de Marzo del 2012

CURSOS Y SEMINARIOS

ETFA: Curso Técnico Profesional de la Especialización mantenimiento de
estructuras.

Latacunga, Abril-Agosto 2012

ITSA: Seminario VI jornadas de ciencia y tecnología ITSA 2010 con una Duración de 12 hrs.

Latacunga, Noviembre 2010

ITSA. : Suficiencia en el idioma inglés.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA EL
AUTOR**

Cbos. Téc. Avc. Paucar Guallichico Wilmer Alexis

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES**

Subs. Téc. Avc. Ing. Atencio H.

Latacunga, Septiembre 20 del 2012

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Cbos PAUCAR GUALLICHICIO WILMER ALEXIS, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones, en el año 2012, con Cédula de Ciudadanía N.- 172173317-6, autor del Trabajo de Graduación **ELABORACIÓN DE UN CD INTERACTIVO DE ENSEÑANZA DEL TRATAMIENTO ANTICORROSIVO QUE SE ENCUENTRA EN LAS AERONAVES**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Cbos. Paucar Guallichico Wilmer Alexis

Latacunga, Septiembre 20 del 2012