



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

COMISIÓN INVESTIGADORA DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN

“CIAA”

**MARCO LEGAL: LEY 491-06 Y SUS MODIFICACIONES POR LA
LEY 67-13 DE AVIACIÓN**

VERSIÓN 5.1

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Fecha de Aprobación	Detalle Modificación	Aprobado Por
1.0	18-09-2008	Versión original	Director CIAA
4.0	01-07-2014	• Revisión completa, para la adecuación del manual al SIG. • Incorporación de la enmienda número 13, al anexo 13 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). • Se realizaron cambios en los procedimientos del manual. • Se fusionaron los procesos para la investigación de 4 a 2. • Se revisaron todos los capítulos del manual y se reestructuraron. • Se realizaron cambios por la fusión de los capítulos del manual de los procesos. • Se realizaron cambios y modificaciones de cargos en el organigrama. • Se actualizó y amplió el marco legal del manual. • Se cambiaron y actualizaron las fichas técnicas de los procesos y los indicadores de gestión de estos.	Director CIAA

		Se modificó el diseño de página con formato a dos columnas y doble cara.	
4.1	10-07-2017	Se modificó en la pág.06 Capítulos del manual utilizados por procesos.	Director CIAA
5.0	19/04/2023	- Aplicación de los cambios sugeridos por el plan de acción no.510. - Se añadió el texto Generalidades. -Se actualizó el objetivo del manual. -Se actualizó el alcance del manual. -Se actualizó el organigrama. -Se actualizó el mapa de procesos. -Se actualizó el diagrama de flujo de comunicaciones. -Se aplicó los cambios a conceptos y definiciones. -Se suprimió el capítulo 2 y 3 completo, de la pasada versión 4.1. -Se actualizaron los acápites 4.1 y 4.2 de la versión 4.1 del manual. -Se actualizó la información de los cargos, según el manual de cargos.	Director CIAA

		Se modificó el diseño de página con formato a una columna.	
5.1	18/07/2023	Se añadió el punto 4.9: Aspectos de seguridad operacional que se deben abordar en las investigaciones, a los fines de cumplir con el PENSO.	Director CIAA

ÍNDICE

CONTROL DE CAMBIOS	i
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	1
ORGANIGRAMA	2
COMISIÓN INVESTIGADORA DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN	2
MAPA DE PROCESOS.....	3
DIAGRAMA DE FLUJO DE COMUNICACIONES	4
COMISIÓN INVESTIGADORA DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN	4
CAPÍTULOS DEL MANUAL UTILIZADOS POR PROCESOS	5
CAPÍTULO I. ORGANIZACIÓN, USO Y REVISIÓN DEL MANUAL	6
1.1 APLICABILIDAD.....	6
1.2 GENERALIDADES	6
1.3 OBJETIVO DEL MANUAL	6
1.4 PROCEDIMIENTOS PARA EJECUTAR ACTUALIZACIONES Y ENMIENDAS.	7
1.5 CONCEPTOS Y DEFINICIONES.....	7
1.6 ALCANCE DEL MANUAL	7
CAPÍTULO II. COMISIÓN INVESTIGADORA DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN.	8
2.1 FUNCIONES GENERALES	8
2.2 ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA CIAA.....	8
2.3 DEBERES Y RESPONSABILIDADES DE LOS INTEGRANTES DE LA CIAA.....	8
2.3.1 Director de la CIAA:.....	8
2.3.2 Investigador de accidentes de aviación-operaciones.	9
2.3.3 Investigador de accidentes de aviación Técnico-Mantenimiento	9
2.3.4 Investigador de accidentes de aviación-factores humanos.....	10
2.3.5 Técnico Investigador de accidentes de aviación.....	11
2.3.7 Colaboraciones:.....	12
2.3.8 Personal de nuevo ingreso:.....	12

CAPÍTULO III. EL INVESTIGADOR DE ACCIDENTES, SU CONTRATACIÓN, ENTRENAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN.....	13
3.1 GENERALIDADES	13
3.2 EL INVESTIGADOR.....	13
3.2.1 <i>El Investigador Encargado</i>	13
3.3 CUALIDADES DEL INVESTIGADOR.....	13
3.4 ASPECTOS DE PRESENTACIÓN Y CONDUCTA PERSONAL DEL INVESTIGADOR DE ACCIDENTES.....	15
3.5 SEGUROS DE ACCIDENTES Y DE VIDA.....	16
3.6 CARNET DE IDENTIFICACIÓN Y CREDENCIAL DEL INVESTIGADOR DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN.....	16
3.6.1 <i>Carnet de identificación</i>	16
3.6.2 <i>Credencial</i>	17
3.7 CONFLICTOS POTENCIALES DE INTERESES.....	17
3.8 EQUIPAMIENTO QUE DEBE LLEVAR UN INVESTIGADOR (GoKit).....	18
3.8.1 <i>Generalidades</i>	18
3.8.2 <i>Recomendaciones para la Seguridad Personal</i>	21
3.8.3 <i>Estado físico y buena salud</i>	21
3.9 PELIGROS BIOLÓGICOS.....	22
3.10 ENTRENAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA TÉCNICA DE LOS INVESTIGADORES.....	24
3.10.1 <i>Generalidades</i>	24
3.10.2 <i>El Programa de entrenamiento está dividido en</i>	25
3.10.3 <i>Tipos de Entrenamientos</i>	25
CAPÍTULO IV. PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
4.1 COMO ORGANIZAR LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES.....	28
4.2 ENLACE CON OTRAS AUTO-REDADAS.....	28
4.3 COOPERACIÓN CON LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	29
4.4 ACCIONES ANTES DE PARTIR AL LUGAR DEL ACCIDENTE.....	30

4.5 ORGANIZACIÓN POR GRUPOS.	30
4.5.1 Grupo “Operaciones”:	31
4.5.2 Grupo “Condiciones Meteorológicas”:	32
4.5.3 Grupo “Servicios de Tránsito Aéreo”:	32
4.5.4 Resguardo de las grabaciones de comunicaciones de fajas de vuelos:	32
4.5.5 Grupo “Declaraciones de los testigos”:	32
4.5.6 Grupo “Registrador de vuelo”.	33
4.5.7 Grupo “Estructuras”:	33
4.5.8 Grupo “Sistemas motopro-pulsores”:	34
4.5.9 Grupo “Sistemas”:	34
4.5.10 Grupo “Registros de mantenimiento”:	34
4.5.11 Grupo “Factores humanos”:	35
4.5.12 Grupo “Evacuación, Búsqueda, Salvamento y Extinción de incendios”:	35
4.6 EL REPRESENTANTE ACREDITADO.....	35
4.6.1 Credenciales y acuerdos de obligación para los participantes como estado de matrícula, fabricación, explotación y diseño.	36
4.7 NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.	37
4.7.1 Generalidades.	37
4.7.3 Notificación de mercancías peligrosas al Estado que realiza la investigación.	38
4.7.4 Formato y Texto de la Notificación.	38
4.7.5 Despacho de la notificación a otros Estados.	39
4.7.6 Recibo de la Notificación.	39
4.7.7 Obligaciones del Estado que recibe la notificación.	39
4.8 SUMINISTRO DE INFORMACIÓN A LOS FAMILIARES DE LAS VICTIMAS.	39
4.9 ASPECTOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL QUE SE DEBEN ABORDAR EN LAS INVESTIGACIONES.	40
CAPÍTULO V. LUGAR DEL ACCIDENTE.....	43
5.1 OPERACIONES DE SALVA-MENTÓ.....	44

5.2 CUSTODIA.....	44
5.3 INSPECCIÓN GENERAL DE LOS RESTOS.....	46
5.4 PRESERVACIÓN DE LA DISCOSIÓN DE LOS RESTOS Y DE LAS HUELLAS DEL ACCIDENTE.....	46
5.5 MEDIDAS DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.....	47
5.5.1 Precauciones.....	47
5.6 SIGNOS DE INTERFERENCIA ILÍCITA O TERRORISMO.....	48
CAPÍTULO VI. EXAMEN DE PRUEBAS Y EVIDENCIAS.....	49
6.1 LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DEL ACCIDENTE AÉREO.....	49
6.2 FOTOGRAFÍA.....	49
6.3 CROQUIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS RESTOS.....	50
6.4 EXAMEN DE LAS HUELLAS Y RESTOS.....	51
6.5 RESTOS SUMERGIDOS.....	53
6.5.1 Decisión de recuperar los restos.....	53
6.5.2 Determinación de la ubicación de los restos.....	54
CAPÍTULO VII. PRESERVACIÓN DE LAS PRUEBAS.....	55
7.1 EXÁMENES ESPECIALIZADOS.....	55
7.2 GESTIONES REFERENTE A LOS MEDIOS QUE HAN DE UTILIZARSE.....	56
7.3 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS.....	57
7.4 PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL ENVÍO.....	57
7.6 PRESERVACIÓN DE LAS PRUEBAS.....	58
7.7 PRESERVACIÓN DE LOS RESTOS.....	59
7.8 PRECAUCIONES.....	59
7.9 ESTUDIO DEL ASPECTO OPERACIONAL.....	60
7.9.1 Los aspectos principales que intervienen en el examen del aspecto operacional son los siguientes:	60
7.9.2 Cumplimiento de los reglamentos, instrucciones, etc. Vigentes en el momento del accidente (Manual de Operaciones, NOTAM, etc.):.....	60

7.10 HISTORIAL DE LA TRIPULACIÓN.	61
7.11 ANTECEDENTES PERSONA-LES.	61
7.12 PLAN DE VUELO.	63
7.13 PESO Y BALANCE.	63
7.14 CONDICIONES METEOROLÓGICAS.	64
7.16 EXPOSICIONES VERBALES Y DOCUMENTACIÓN DE VUELO.	66
7.17 ANÁLISIS POSTERIOR AL VUELO.	66
7.18 SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO.	66
7.19 REGISTRO DE RADAR.	67
7.20 COMUNICACIONES.	68
7.21 NAVEGACIÓN.	70
7.22 VERIFICACIÓN EN TIERRA Y EN VUELO.	71
7.23 REGISTRO DE LAS IMÁGENES DEL RADAR.	71
7.25 MAPAS Y CARTAS.	71
7.26 INSTALACIONES Y SERVICIOS DE AERÓDROMO.	72
7.27 PERFORMANCE DE LA AERONAVE.	74
7.27.1 Manual de Vuelo:	74
7.28 ANÁLISIS MATEMÁTICO.	76
7.29 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO (PERFORMANCE) Y DE MANEJO.	76
7.30 ENSAYOS EN TÚNELES AERODINÁMICOS.	77
7.31 CUMPLIMIENTO DE LOS REGLAMENTOS, INSTRUCCIONES, ETC.	77
7.32 DECLARACIONES DE LOS TESTIGOS.	78
7.32.1 Conviene tener presentes los siguientes principios:	80
7.33 RECONSTRUCCIÓN DE LA ÚLTIMA FASE DEL VUELO MALOGRADO.	81
7.34 SECUENCIA DEL VUELO.	82
7.35 REGISTRADORES DE VUELO.	83
7.36 REGISTRADORES DE DATOS DE VUELO.	83
7.36.1 Finalidad del registrador de datos de vuelo.	83

7.36.2 Selección de parámetros.	84
7.36.3 Instalación y protección.	84
7.36.4 Sistema Electromagnético Digital.	86
7.36.5 Traslado y manipulación de los medios registrados.	86
7.36.6 Sistemas electromagnéticos.	86
7.36.7 Registradores de datos de vuelo.	87
7.36.8 Lectura.	87
7.36.9 Registro Electromagnético.	87
7.36.10 Análisis.	87
7.36.12 Registradores de la voz en el puesto de pilotaje.	88
7.36.13 Finalidad del registrador de la voz en el puesto de pilotaje.	89
7.36.14 Instalación y Protección.	90
7.36.15 Traslado y Manipulación:	90
7.36.16 Registradores de la voz en el puesto de pilotaje, lectura y análisis.	90
7.36.17 Notas Técnicas.	91
7.37 INVESTIGACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.	92
7.37.1 Reconstrucción de los restos de la aeronave.	92
7.37.2 Identificación de las Piezas.	93
7.37.3 Examen de las piezas.	93
7.37.4 Reconstrucción en el lugar del accidente.	94
7.37.5 Reconstrucción fuera del lugar del accidente.	94
7.38 TIPOS DE ROTURAS DEL MATERIAL.	95
7.38.1 Falla de componentes principales.	95
7.38.2 Rotura parcial o mal funcionamiento.	97
7.39 EXAMEN DE LA CÉLULA INCLUYENDO EL TREN DE ATERRIZAJE Y LOS MANDOS DE VUELO.	97
7.39.1 Manchas y Ralladuras.	97
7.39.2 Planos principales, fuselaje y conjunto de cola.	99

7.39.3 Tren de aterrizaje.....	99
7.39.4 Mandos de vuelo.	100
7.39.5 Puesto de pilotaje.....	100
7.39.6 Reconocimiento de las roturas por fatiga del material.	100
7.39.7 Roturas de fatiga por flexión.	102
7.39.8 Roturas de fatiga por tracción.	103
7.39.9 Roturas de fatiga por torsión.	103
7.39.10 Reconocimiento de las roturas estáticas.....	103
7.39.11 Fracturas corrientes en los metales.....	104
7.39.12 Roturas comunes de las telas.	106
7.39.13 Fracturas comunes de los plásticos.	107
7.39.14 Roturas primarias y secundarias.	108
7.39.15 Actitud de la aeronave inmediata-mente antes de la rotura.....	109
CAPÍTULO VIII. EXÁMENES Y PRUEBAS DE ESPECIALISTAS Y FABRICANTES	110
8.1 APLICACIÓN DE LAS CARGAS.	110
8.1.1 Modos de carga.....	110
8.1.2 Cargas estáticas.....	110
8.1.3 Cargas de corta duración.	110
8.1.4 Cargas de larga duración.....	110
8.1.5 Cargas repetidas.....	111
8.1.6 Cargas dinámicas.	111
8.1.7 Cargas repentinas.....	111
8.1.8 Cargas de impacto.	112
8.1.9 Criterios relativos a las cargas de cálculo.	112
8.2 EXAMEN ESPECIALIZADO.	112
8.3 Fractografía.....	113
8.4 Examen inicial.....	113
8.5 Examen de laboratorio Estéreo microscopio.....	113

8.6 EXAMEN DEL SISTEMA MOTO PROPULSOR.....	114
8.6.1 Daño externo.....	115
8.6.2 Funcionamiento del motor al impactar.	115
8.6.3 Motores de Reacción.....	115
8.6.4 Motores Alternativos y Turbo Hélice.....	116
8.7 PRUEBA OBTENIBLE DEL EXAMEN DE LA HÉLICE.....	116
8.7.1 Examen de las Palas.	116
8.7.2 Determinación de la potencia desarrollada al momento del impacto.....	116
8.7.3 Determinación de la Velocidad respecto al suelo al momento del impacto.....	117
8.8 HÉLICES CON VELOCIDAD EXCESIVA.....	117
8.9 POSIBILIDAD DE FUNCIONA-MIENTO DEL MOTOR AL IMPACTAR.	117
8.9.1 Averiguación de la falla o funcionamiento defectuoso de los motores de émbolo.....	118
8.9.2 Formación de hielo en el carburador.....	118
8.9.3 Averías de encendido.	118
8.9.4 Agotamiento o alimentación insuficiente de combustible.....	119
8.9.5 Lubricación.....	120
8.9.6 Integridad Mecánica.....	120
8.9.7 Investigación de la falla o funcionamiento defectuoso de los motores de reacción.....	120
8.9.8 Falla del Compresor.....	121
8.9.9 Ingestión.....	122
8.9.10 Falla de la turbina.	123
8.9.11 Apagado del Motor.	123
8.9.12 Tipo y calidad de combustible.	123
8.10 EFICACIA DEL EQUIPO EXTINTOR DE INCENDIOS.....	124
8.11 DICTAMEN DE ESPECIALISTAS.	125
8.12 INSTALACIÓN HIDRÁULICA.....	125
8.12.1 Depósitos y fluidos.....	125
8.12.2 Bombas hidráulicas.....	126

8.12.3 Acumuladores del sistema hidráulico.	126
8.12.4 Reguladores de presión y válvulas de seguridad.	126
8.12.5 Múltiples y módulos de presión.	127
8.12.6 Válvulas Selectoras y Accionadores.	127
8.12.7 Filtros e instalación de tuberías.	127
8.12.8 Instalación Eléctrica.	128
8.12.9 Acumuladores.	129
8.12.10 Unidades transformadoras rectificadoras.	129
8.12.11 Regulación de generadores, alternadores e inversores.	129
8.12.12 Centros de distribución.	130
8.12.13 Protectores de Circuito.	130
8.12.14 Relay y Solenoides.	130
8.12.15 Motores eléctricos.	131
8.12.16 Cables e hilos eléctricos.	131
8.12.17 Componentes eléctricos, pruebas de funcionamiento.	131
8.13 INSTALACIONES DE PRESURIZACIÓN Y DE ACONDICIONA-MIENTO DEL AIRE.	133
8.13.1 Sobrealimentadores y compre-sores.	133
8.13.2 Instalación de aire extraído de los motores de turbina.	133
8.13.3 Instalación de acondicionamiento-to del aire.	134
8.13.4 Presurización.	134
8.13.5 Canalizaciones.	135
8.13.6 Instalaciones Antihielo y Anti-lluvia.	135
8.13.7 Equipo descongelado neuma-tico.	135
8.13.8 Equipo descongelador térmico.	135
8.13.9 Limpiaparabrisas y agente pluviorepelentes.	136
8.14.1 Instalaciones Pitot y de Presión Estática.	136
8.14.2 Altímetros.	137

8.14.3 Indicadores de velocidad.	137
8.14.4 Brújulas.	137
8.14.5 Instrumentos indicadores de actitud de la aeronave.	138
8.14.6 Instalaciones de Instrumentos Integrados.	138
8.14.7 Componentes de Navegación.	138
8.14.8 Instrumentos de los Motores.	139
8.15 EQUIPOS DE RADIO Y ELECTRÓNICO DE NAVEGACIÓN.	139
8.15.1 Transmisores y receptores.	139
8.15.2 Radiogoniómetros Automáticos (ADF).	139
8.15.3 Equipo radio telemétrico (DME).	140
8.15.4 Antenas y Cables.	140
8.16 MANDOS DE LA AERONAVE.	140
8.16.1 Unidades de control de energía.	140
8.16.2 Servo del Estabilizador Horizontal.	140
8.16.3 Componentes Diversos.	141
8.16.4 Piloto Automático.	141
8.16.5 Componentes de Mando de Vuelo (pruebas de funcionamiento).	141
8.17 INSTALACIONES PARA DETECTAR Y DOMINAR LOS INCENDIOS.	141
8.17.1 Detectores de Incendios.	141
8.17.2 Instalaciones de Extinción de Incendios.	141
8.17.3 Extintores Portátiles.	142
8.18 INSTALACIÓN DE OXÍGENO.	142
8.18.1 Cilindros de Oxígeno.	142
8.18.2 Tuberías y Acoplamiento.	142
8.19 ESTUDIO DE LOS ASPECTOS DE MANTENIMIENTO.	142
8.20 AERONAVES GRANDES DE TRANSPORTE.	143
8.20.1 Aeronaves pequeñas.	144
8.21 COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	144

8.22 EN CASO DE EMERGENCIA QUE REQUIERA CUBRIR LA PISTA CON UNA CAPA DE ESPUMA EL INVESTIGADOR DEBERÁ AVERIGUAR:.....	144
8.23 INVESTIGACIÓN DE LOS SABOTAJES POR EXPLOSIVOS.	145
8.23.1 Indicios de que dispone el investigador.	145
8.23.2 Registrador de datos de vuelo.	147
8.23.3 Registrador de la voz en el puesto de pilotaje (CVR).	147
8.23.4 Características superficiales de interés.	148
8.23.5 Identificación de los materiales.	149
8.23.6 Pruebas metalúrgicas.	149
8.23.7 Las detonaciones están acompañadas de una o más de las siguientes Características: 150	
8.23.8 Fragmentos.	150
8.23.9 Características de la superficie de los fragmentos.	150
8.23.10 Corrosión debida al gas.	150
8.23.11 Picado de la Superficie.	151
8.23.12 Bordes Redondeados.	151
8.23.13 Estructura y composición de los fragmentos.	151
CAPÍTULO IX. INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS	158
9.1 GENERALIDADES.	158
9.2 GRUPOS DE FACTORES HUMANOS.	158
9.3 UTILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS.	160
9.3.1 Reconstrucción de los hechos.	160
9.3.2 Ingeniería Ergo dinámica y Supervivencia.	161
9.3.3 Identificación.	161
9.3.4 Información preliminar para el patólogo o médico forense.	162
9.4 ACTIVIDADES EN EL LUGAR DEL EVENTO.	163
9.4.1 Instalaciones, Servicios y Equipos.	163
9.5 PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN LA FASE DE RECUPERACIÓN.	164

9.5.1 Recomendaciones de la Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL).	164
9.5.2 ACTIVIDADES EN EL DEPÓSITO DE CADÁVERES.....	166
<i>Instalaciones y equipo.....</i>	166
9.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS CADÁVERES.....	167
9.6.1 Principios.....	167
9.7 PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN.	169
9.8 REUNIÓN DE INFORMACIÓN ACERCA DE LOS PRESUNTOS FALLECIDOS.....	171
9.9 COTEJO DE LAS ANOTACIONES.	172
9.10 INDICIOS DIMANANTES DEL EXAMEN PATOLÓGICO.	173
9.10.1 Descubrimiento de alguna enfermedad o deterioro de las facultades de un tripulante.	173
9.11 EXAMEN DE LOS PASAJEROS Y DE LOS AUXILIARES DE ABORDO.....	174
9.12 CORRELACIÓN CON LA INSPECCIÓN DE LOS RESTOS DE LA AERONAVE.	175
9.12.1 La Cabina de Mando.....	175
9.12.2 EL COMPARTIMIENTO DE PASAJEROS.	176
9.12.3 LA NATURALEZA Y CAUSA DE LAS LESIONES Y CUÁNDO SE PRODUJERON.	176
9.13 LA DETERMINACIÓN DE LA CAUSA DE MUERTE DE CADA PERSONA.	177
9.14 ENTREGA DE LOS RESTOS MORTALES Y DE LOS EFECTOS PERSONALES.	178
9.15 CUANDO EL ACCIDENTE NO OCASIONA MUERTES.....	178
9.16 OTROS ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS.	179
9.16.1 Fichas Médicas y Personales de la tripulación de vuelo – Estado Mental y Físico Básicos.	179
9.17 LAS DIFICULTADES PROPIAS DE CADA VUELO.....	180
9.18 LA EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE TRABAJO DE LA TRIPULACIÓN AL OCURRIR EL ACCIDENTE.	180
9.19 RESUMEN.....	182

9.20 ESTUDIO DE LA EVACUACIÓN, BÚSQUEDA, SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO.	183
9.20.1 Evaluación.	183
9.20.2 Medidas Previas al Accidente.	184
9.20.3 En caso de amaraje.	185
9.20.4 Medidas posteriores al accidente.	185
9.20.5 Búsqueda.	187
9.20.6 Salvamento.	187
9.21 EXTINCIÓN DEL INCENDIO.	188
CAPÍTULO X. EL INFORME FINAL, FORMATO Y CONTENIDO.....	190
10.1 ANTECEDENTES.....	190
10.2 FORMATO (TÍTULO Y SINOPSIS).....	190
10.3 INFORMACIÓN FACTUAL O DE LOS HECHOS.	191
10.4 ANTECEDENTES DEL VUELO.	191
10.4.1 En los antecedentes del vuelo se describen los sucesos significativos que precedieron al accidente, de ser posible en orden cronológico.....	191
10.4.2 En los antecedentes de la sección relativa al vuelo.	192
10.4.3 Respecto al lugar del accidente, inclúyase lo siguiente:	192
10.5 LESIONES DE PERSONAS.	192
10.5.1 En las lesiones mortales se incluyen todas las personas que fallecieron como resultado directo de lesiones sufridas en el accidente.	192
10.5.2 Pasajeros.....	192
10.6 DAÑOS A LA AERONAVE.....	192
10.7 OTROS DAÑOS.....	193
10.8 INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL.	193
10.9 INFORMACIÓN DE LA AERONAVE.....	193
10.9.1 Información de aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronave.....	193
10.9.2 Describa cualquier componente o sistema de la aeronave que influyera en el accidente.	

10.10 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA	195
10.10.1 Descripción de la información meteorológica.....	195
10.11 AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN.	196
10.12 COMUNICACIONES.	196
10.13 INFORMACIÓN DE AERÓDROMO-MO.....	197
10.14 REGISTRADORES DE VUELO.	197
10.15 INFORMACIÓN SOBRE LOS RESTOS DE LA AERONAVE ACCIDENTADA Y EL IMPACTO.....	198
10.16 INFORMACIÓN MÉDICA Y PATOLÓGICA.	199
10.17 INCENDIOS.	199
10.18 ASPECTOS DE SUPERVIVENCIA.....	200
10.19 ENSAYOS E INVESTIGACIÓN.....	201
10.20 INFORMACIÓN SOBRE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN.....	201
10.21 INFORMACIÓN ADICIONAL.	202
10.22 TÉCNICAS DE INVESTIGACIONES ÚTILES O EFICACES.	202
10.23 ANÁLISIS.	202
10.24 LISTA DE CONCLUSIONES.....	203
10.24.1 Conclusiones.....	203
10.25 CAUSAS.....	204
10.26 RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	205
10.27 APÉNDICES.....	207
10.28 REGLAS CONVENCIONALES PARA LA REDACCIÓN DE INFORMES.....	207
10.28.1 Directrices Generales.....	207
10.29 NORMAS EDITORIALES.....	207
10.30 CLARIDAD.....	208
10.31 CONCLUSIÓN, RESUMEN O SÍNTESIS.....	209
10.32 UNIFORMIDAD.....	209
10.33 GÉNERO.....	209

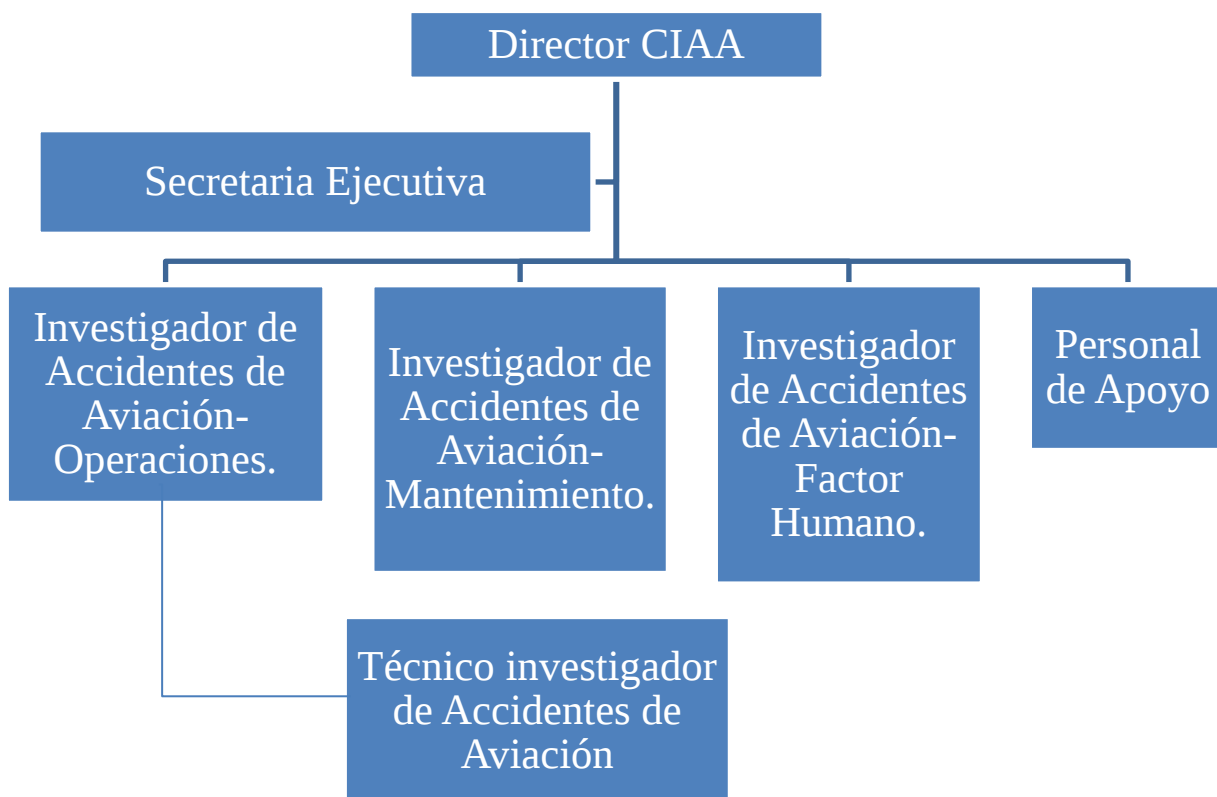
10.34 LEER Y REVISAR.....	210
10.34.1 Revisar es parte de la redacción.....	210
10.34.2 El redactor.	210
10.35 CULPA O RESPONSABILIDAD JURÍDICA.....	211
10.37 SUFRIMIENTOS HUMANOS.	211
10.38 IDIOMA COMÚNMENTE UTILIZADO.....	212
10.39 GLOSARIO.	212
CAPÍTULO XI. SISTEMA DE NOTIFICACIÓN DE DATOS DE ACCIDENTES-INCIDENTES (ADREP).....	213
11.1 INFORMES.	213
11.1.1 Notificación de Accidentes e Incidentes al Estado de Matrícula, Operador o Diseño.....	213
11.1.2 Información ADREP de que disponen los estados.....	213
11.1.3 Informe Preliminar (Formulario ADREP).	214
11.1.4 Informe de datos sobre accidentes (Formulario ADREP).....	215
11.2 INFORME DE DATOS SOBRE INCIDENTES (FORMULARIO ADREP).	215
11.3 RESTRICCIONES RELATIVAS A LOS INFORMES DE DATOS SOBRE INCIDENTES.	216
11.4 LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACCIONES CUANDO OCURRE UN ACCIDENTE..	216
11.4.1 Lista de verificación de eventos.	217

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Ley 491-06 y sus modificaciones por la ley 67-13 de Aviación Civil de la República Dominicana.
- Ley 200-04 de libre acceso a la información pública.
- Anexo 13 Investigación de accidentes e incidentes de aviación de la OACI. (Décima Edición, Julio 2010).
- Reglamento de Investigación de Accidentes de Aviación “RIAA”.
- Manual de Investigación de accidentes e incidentes de Aviación (Organización y Planificación) - Documento 9756 de la OACI. (Parte I) Primera edición 2000.
- Manual de Investigación de accidentes e incidentes de Aviación (Redacción de informes) Documento 9756 de la OACI. (Parte IV). Primera edición 2003.
- Manual de Medicina Aeronáutica Civil - Documento 8984-AN/895 de la OACI. (Segunda Edición, 1985).
- Manual de Gestión de la Seguridad Operacional – Documento 9859 AN/474. (Segunda edición, 2009).
- Orientación sobre Asistencia a las víctimas de accidentes de Aviación y sus Familiares Cir 285-AN/166 de la OACI, 2001.
- Guía de Instrucción para Investigadores de Accidentes de Aviación – Cir 298 AN/172 de la OACI, Abril 2003.
- Riesgos en los lugares de accidentes de aviación – Cir 315 AN/179 de la OACI, 2008.
- Orientación sobre respuesta de emergencia para afrontar incidentes aéreos relacionados con mercancías peligrosas – Doc 9481 AN/928 de la OACI, edición 2011 – 2012.

ORGANIGRAMA

COMISIÓN INVESTIGADORA DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN



MAPA DE PROCESOS

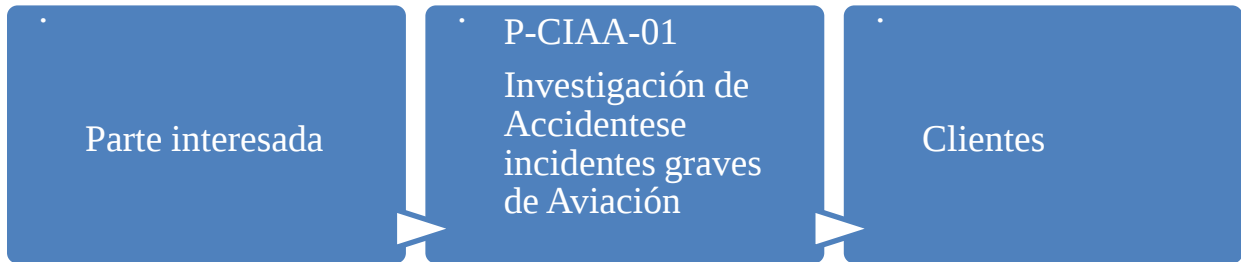
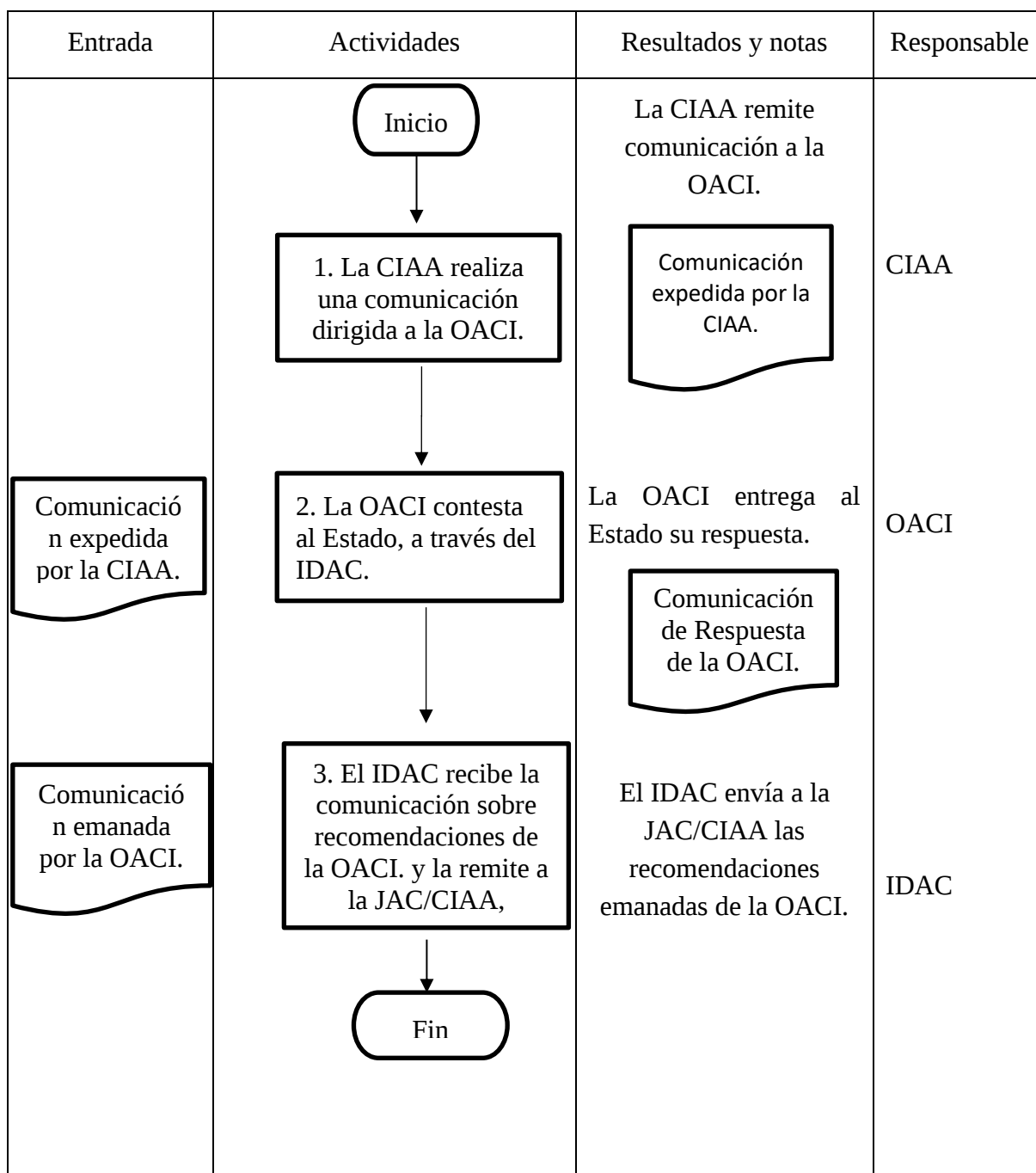


DIAGRAMA DE FLUJO DE COMUNICACIONES
COMISIÓN INVESTIGADORA DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN



CAPÍTULOS DEL MANUAL UTILIZADOS POR PROCESOS

P-CIAA-01 PROCESO ACTIVACIÓN Y TRABAJO DE CAMPO DE LA COMISIÓN.

CAPITULO VI	Planificación de la Investigación.	pág. 27.
CAPITULO VII	Lugar del Accidente.	pág. 38.
CAPITULO VIII	Examen de Pruebas y Evidencias.	pág. 43.
CAPITULO IX	Preservación de las Pruebas.	pág. 47.
CAPITULO X	Examen y Pruebas de Especialistas y Fabricantes.	pág. 97.
CAPITULO XI	Investigación de los Factores Humanos.	pág. 142.

P-CIAA-02 PROCESO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL.

CAPITULO IX	Preservación de las Pruebas.	pág. 47.
CAPITULO X	Examen y Pruebas de Especialistas y Fabricantes.	pág. 97-
CAPITULO XI	Investigación de los Factores Humanos.	pág. 142.
CAPITULO XII	Informe Final Formato y Contenido.	pág. 171.
CAPITULO XIII	Sistema de Notificación de Datos de Accidentes Incidentes (ADREP).	pág. 191.

CAPÍTULO I. ORGANIZACIÓN, USO Y REVISIÓN DEL MANUAL.

1.1 APLICABILIDAD.

El presente Manual de Procedimientos para la Comisión Investigadora de Accidentes de Aviación (CIAA), ha sido concebido, basado y ajustado a las Leyes y Reglamentos de Aviación Civil de la República Dominicana, y consultado los documentos de referencias de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI).

Este Manual constituye el documento básico, en el que se señalan los lineamientos para todos los Investigadores de Accidentes e incidentes graves de Aviación.

1.2 GENERALIDADES

La Comisión Investigadora de Accidentes de Aviación (CIAA), fue creada por medio de la Ley No.491-06, el veintiocho (28) de diciembre del año 2006, es un organismo adscrito a la Junta de Aviación Civil, cuyo objetivo es realizar la investigación de los accidentes e incidentes graves de aeronaves civiles en territorio Dominicano y participar en aquellos que involucren aeronaves registradas en la República Dominicana y que ocurran en el territorio de un país extranjero, en concordancia con cualquier tratado, convenio o acuerdo que tenga la República Dominicana con el país en cuyo territorio haya ocurrido el accidente o el incidente grave, con el fin de determinar las posibles causas y hacer recomendaciones sobre seguridad operacional.

1.3 OBJETIVO DEL MANUAL

El presente manual servirá de guía a los investigadores de accidentes e incidentes de aviación de la CIAA, durante la investigación. En él se describen las técnicas, procedimientos y estudios complementarios administrativos para la investigación, con la finalidad de que la CIAA emita un informe final que contenga las recomendaciones de seguridad operacional que eviten la repetición de un suceso similar. Los procedimientos descritos serán de cumplimiento obligatorio por parte de la CIAA durante la investigación, ejecutando en esta forma los principios fundamentales.

1.4 PROCEDIMIENTOS PARA EJECUTAR ACTUALIZACIONES Y ENMIENDAS.

Toda vez que fuese necesario modificar el contenido de este manual, la CIAA se reunirá para la discusión de técnicas adicionales o de cualquier otra revisión que pudiese ayudar a unificar criterios y alcanzar un mayor grado de eficiencia y seguridad operacional.

Cumplido el estudio y análisis presente de la enmienda propuesta, el Director de la CIAA aprobará la misma, enviándola al Encargado de Control de Documentos quien procederá a actualizar el Manual y sus copias.

Las enmiendas, además de quedar establecidas en la página de Control de Cambios, deberán quedar plasmadas en el texto modificado.

Si la enmienda no establece la fecha de aplicación o de ejecución de procedimientos, queda expresamente determinado que su cumplimiento será obligatorio a partir de su publicación y notificación al personal correspondiente.

Si se realizare alguna enmienda al Anexo 13, para señalar y notificar las diferencias a la OACI, si las hubiere, refiérase al Apéndice II “Diagrama de flujo de comunicaciones de la CIAA”.

1.5 CONCEPTOS Y DEFINICIONES.

Este manual acoge los términos y expresiones establecidos en el Anexo 13, en su capítulo 1 (Definiciones). Términos que se emplean en las normas y métodos recomendados para la investigación de accidentes e incidentes de aviación.

1.6 ALCANCE DEL MANUAL

Es aplicable a todo el personal involucrado directa o indirectamente en el proceso de una investigación de un accidente o incidente grave de aviación civil, dentro del territorio nacional que involucren aeronaves civiles, y los ocurridos a aeronaves de matrículas dominicanas en aguas y espacio aéreo internacional que no estén bajo la soberanía de otro estado. (Ver Art.268 Ley 491-06 y sus modificaciones por la ley 67-13 de Aviación Civil de la República Dominicana).

CAPÍTULO II. COMISIÓN INVESTIGADORA DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN.

2.1 FUNCIONES GENERALES

Investigar todo Accidente e incidente grave ocurrido dentro del territorio nacional y los ocurridos a aeronaves de matrícula dominicanas en aguas y espacios aéreo internacional, y tiene el derecho para participar en la investigación de accidentes e incidentes graves que involucren una aeronave de matrícula dominicana y que ocurra en el territorio de un país extranjero, en concordancia con cualquier tratado, acuerdo, convenio o arreglo entre República Dominicana y el país en cuyo territorio haya ocurrido el accidente. Establecer las causas probables que lo produjeron y hacer las recomendaciones de seguridad operacional pertinentes, con el fin de evitar que se repita un hecho similar, para tal efecto deberá elaborar un informe final y enviar a las autoridades de acuerdo con lo establecido en la ley 491-06 y sus modificaciones por la ley 67-13 de Aviación Civil de la República Dominicana y el Anexo 13 al Convenio de Aviación de Aviación Civil Internacional.

La CIAA debe de nutrirse de los eventos que ocurran en la comunidad aeronáutica, realizar enlaces con otras dependencias homólogas, participar en cursos relacionados con la seguridad operacional para tener criterio de dictaminar y recomendar normas de seguridad operacional.

2.2 ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA CIAA.

Para el desarrollo de sus funciones la CIAA cuenta con el siguiente personal: un director, investigadores en operaciones aéreas, investigadores en mantenimiento, investigadores especialistas en factores humanos y medicina aeronáutica, técnico investigador y personal administrativo.

2.3 DEBERES Y RESPONSABILIDADES DE LOS INTEGRANTES DE LA CIAA.

2.3.1 Director de la CIAA:

El Director de la CIAA es la Autoridad en el Estado Dominicano, en materia de Investigación de accidentes de aviación civil, sus deberes y responsabilidades son:

- Instituir la investigación de Accidentes e Incidentes Graves de Aviación Civil.
- Designar el investigador a cargo.
- Designar el representante acreditado.
- Solicitar la participación en la investigación de personal técnico calificado, que sea necesario, de cualquier institución.
- Remitir al Director (a) General del IDAC el informe final de las investigaciones, con sus conclusiones y recomendaciones.
- Participar en la investigación de accidentes e incidentes graves ocurridos a aeronaves civiles en recintos militares, en caso de solicitud.

- Colaborar con otros organismos de investigación de accidentes e incidentes de aviación civil, de conformidad con lo establecido en las normas internacionales sobre esta materia.
- Suministrar información a terceros solo en los casos en que sea requerida por los órganos judiciales o del ministerio público para la investigación y persecución de delitos, y de igual manera cuando la comunicación de datos al IDAC o a las personas y organizaciones aeronáuticas afectadas, sea eficaz para prevenir un accidente o un incidente grave. Ver artículo No.283, de la Ley No.491-06.

2.3.2 Investigador de accidentes de aviación-operaciones.

- Diligenciar la obtención de acreditación y orientación, de ser necesario, al personal externo de investigadores nacionales e internacionales, que asistan a la CIAA ante la ocurrencia de un accidente o incidente grave de aviación.
- Evaluar todo en cuanto al rendimiento (performance) de la aeronave, capacidades y habilitaciones de la tripulación de vuelo. Para ello deberá tener acceso a toda la documentación del propietario, operador de la aeronave accidentada y de la autoridad aeronáutica.
- Obtener y evaluar todo lo relacionado con las comunicaciones realizadas entre la tripulación de vuelo de la (s) aeronave (s) involucradas en un evento, con los servicios de Tránsito Aéreo (ATC), planes de vuelo, trazas radar, meteorología, cartas de navegación, etc.
- Formar parte del grupo que analizará las grabadoras de voz y datos (CVR y FDR).
- Participar en la reunión diaria para dar a conocer toda la información recabada durante el día, junto al Director y los demás investigadores involucrados en los diferentes grupos de trabajo, al término de cada jornada.
- Participar en la elaboración del informe final.
- Cumplir las metas individuales que le sean asignadas y los compromisos que ellas conlleven, conforme a la naturaleza del cargo.
- Realizar otras tareas afines y complementarias, conforme a lo asignado por su superior inmediato.

2.3.3 Investigador de accidentes de aviación Técnico-Mantenimiento

- Evaluar los aspectos técnicos de las aeronaves, tales como los daños sufridos y determinar si obedecieron a fallas estructurales o causadas por los impactos de estas contra la superficie del terreno, la condición de operación y la posible falla de sus componentes, accesorios y de los sistemas.
- Evaluar todo en cuanto al rendimiento (performance) de la aeronave, capacidades y habilitaciones del personal técnico en mantenimiento de la (s) aeronave (s) involucrada (s). Para ello deberá tener acceso a toda la documentación del propietario, operador de la aeronave accidentada y de la autoridad aeronáutica.

- Participar en la reunión diaria para dar a conocer toda la información recabada durante el día, junto al Director y los demás investigadores involucrados en los diferentes grupos de trabajo, al término de cada jornada.
- Observar el cumplimiento de los servicios de mantenimiento programados, así como la aplicación de boletines de servicios y directivas de aeronavegabilidad aplicables a la misma, sus componentes y accesorios.
- Coordinar los arreglos, en caso de ser necesario, para el envío de pieza (s) o parte (s) involucrada(s) en un accidente, que deba ser objeto de análisis en un laboratorio.
- Participar en la elaboración del informe final.
- Cumplir las metas individuales que le sean asignadas y los compromisos que ellas conlleven, conforme a la naturaleza del cargo.
- Realizar otras tareas afines y complementarias, conforme a lo asignado por su superior inmediato.

2.3.4 Investigador de accidentes de aviación-factores humanos.

- Diligenciar la obtención de acreditación y orientación, de ser necesario, al personal externo de investigadores nacionales e internacionales, que asistan a la CIAA ante la ocurrencia de un accidente o incidente grave de aviación.
- Evaluar todo en cuanto al rendimiento (performance) de la aeronave, capacidades y habilitaciones de la tripulación de vuelo. Para ello deberá tener acceso a toda la documentación del propietario, operador de la aeronave accidentada y de la autoridad aeronáutica.
- Participar en la reunión diaria para dar a conocer toda la información recabada durante el día, junto al Director y los demás investigadores involucrados en los diferentes grupos de trabajo, al término de cada jornada.
- Dirigir el grupo de investigaciones médicas de los factores humanos en los accidentes de aviación, cuando estos involucren desastres en masas y la acreditación por parte de la CIAA de otros especialistas del área de la medicina.
- Informar al Director de la Comisión Investigadora de Accidentes de Aviación, en los procesos de investigación de accidentes aéreos, la condición física, mecanismos de los traumas y lesiones producidas al personal involucrado en un accidente o incidente grave.
- Representar a la CIAA en sus relaciones con otros sectores nacionales e internacionales en materia de investigación de factores humanos.
- Participar en la elaboración del informe final de la investigación.
- Asesorar al Director de la CIAA, sobre procedimientos a seguir en materia de los exámenes médicos por accidentes, necropsias, etc., en la investigación de los factores humanos.
- Coordinar todo lo relacionado a las necropsias en afinidad con la INACIF.
- Cumplir las metas individuales que le sean asignadas y los compromisos que ellas conlleven, conforme a la naturaleza del cargo.

- Realizar otras tareas afines y complementarias, conforme a lo asignado por su superior inmediato.

2.3.5 Técnico Investigador de accidentes de aviación.

- Diligenciar la obtención de acreditación y orientación, de ser necesario, al personal externo de investigadores nacionales e internacionales, que asistan a la CIAA ante la ocurrencia de un accidente o incidente grave de aviación.
- Evaluar todo en cuanto al rendimiento (performance) de la aeronave, capacidades y habilitaciones de la tripulación de vuelo. Para ello deberá tener acceso a toda la documentación del propietario, operador de la aeronave accidentada y de la autoridad aeronáutica.
- Participar en la reunión diaria para dar a conocer toda la información recabada durante el día, junto al Director y los demás investigadores involucrados en los diferentes grupos de trabajo, al término de cada jornada.
- Organizar el material logístico antes de la salida hacia el lugar del siniestro.
- Colaborar en el proceso de investigación de accidentes e incidentes graves de aviación.
- Esterilizar el perímetro del lugar del evento.
- Participar en la elaboración del informe final.
- Establecer la seguridad ocupacional del grupo investigador.
- Participar en la recolección de pruebas y muestras para su posterior análisis hecho por el grupo investigador.
- Colaborar en la evaluación de los daños sufridos por las aeronaves y establecer si obedecieron a fallas estructurales o causadas por los impactos de esta contra la superficie del terreno.
- Transcribir las grabaciones de las encuestas hechas a testigos simples y especializados.
- Mantener actualizada la base de datos de los accidentes ocurridos en el territorio nacional.
- Cumplir las metas individuales que le sean asignadas y los compromisos que ellas conlleven, conforme a la naturaleza del cargo.
- Realizar otras tareas afines y complementarias, conforme a lo asignado por su superior inmediato.

2.3.6 Personal administrativo de la CIAA.

- Supervisar las labores de personal, tales como: secretarias, mensajeros y otros empleados asignados a la unidad.
- Redactar cartas, informes, circulares, oficios y otros, en español u otro idioma.
- Tomar dictados y transcribirlos.
- Traducir correspondencia, informes técnicos, artículos y otros documentos.

- Recibir y despachar correspondencia.
- Mantener actualizada la agenda de su superior.
- Concertar entrevistas para su superior.
- Recibir visitantes y ofrecer informaciones, previa autorización.
- Coordinar actividades y eventos por instrucción del superior inmediato.
- Mantener actualizados los listados telefónicos de instituciones y personal de su superior.
- Salvaguardar documentos confidenciales.
- Hacer y recibir llamadas telefónicas en español u otro idioma.
- Servir de intérprete en reuniones, entrevistas u otras actividades.
- Cumplir las metas individuales que le sean asignadas y los compromisos que ellas conlleven, conforme a la naturaleza del cargo.
- Realizar otras tareas afines y complementarias, conforme a lo asignado por su superior inmediato.

2.3.7 Colaboraciones:

Dependiendo de la naturaleza y la magnitud del evento, la CIAA solicitará la colaboración de personal del IDAC, Fuerzas Armadas de la República Dominicana, Policía Nacional, agencias internacionales y cuerpos especializados.

2.3.8 Personal de nuevo ingreso:

- Recibir entrenamientos e inducciones inherentes a su puesto de trabajo.
- Cursar las capacitaciones que sean necesarias para su formación, en su puesto de trabajo.
- Cumplir las metas individuales que le sean asignadas y los compromisos que ellas conlleven, conforme a la naturaleza del cargo.
- Realizar otras tareas afines y complementarias, conforme a lo asignado por su superior inmediato.

CAPÍTULO III. EL INVESTIGADOR DE ACCIDENTES, SU CONTRATACIÓN, ENTRENAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN.

3.1 GENERALIDADES

La actividad que desarrolla el investigador desde la notificación del accidente o incidente grave, pone en funcionamiento todo un sistema integrado de gestión con procesos establecidos y abre un canal de comunicación con los países involucrados, propietarios, fabricantes y organismos del Estado que se sumarán al complejo sistema de intercambio de información para poder aclarar y definir con mayor certeza los objetivos de la investigación de accidentes o incidentes graves, para poder elaborar un adecuado informe de donde se desprenderán las recomendaciones sobre seguridad operacional adecuadas al suceso investigado.

El nivel de excelencia personal y profesional exigido a los Investigadores de Accidentes por parte de la CIAA, para la delegación de autoridad necesaria en el cumplimiento de sus funciones específicas, obliga a ésta a velar por el bienestar del Investigador y procurar mantener actualizada su capacidad y conocimiento en la investigación y de ser posible, incentivarlo para su desarrollo profesional, no sólo para el adecuado desempeño de las tareas de Prevención e Investigación de Accidentes, sino por ser el contacto primario de guía y asesoramiento en todo momento que sea consultado, o que las circunstancias aconsejen su intervención profesional para preservar la seguridad operacional.

3.2 EL INVESTIGADOR.

3.2.1 El Investigador Encargado.

Es la persona designada por la CIAA para dirigir y coordinar los procesos que han de llevarse a cabo en una investigación.

El investigador encargado tendrá acceso sin restricciones a los restos de las aeronaves, y a todo material pertinente, incluyendo los registradores de vuelo y los registros ATS, y tendrá absoluto control sobre los mismos, a fin de garantizar que el personal autorizado que participe en la investigación proceda, sin demora, a un examen detallado.

3.3 CUALIDADES DEL INVESTIGADOR

a. El proceso de selección del personal y los perfiles con que encuadran al futuro investigador de accidentes, debe reunir ciertos requisitos humanos y profesionales para el desempeño de esta función, uno de ellos y el principal es el conocimiento práctico de aviación y los factores que lo rodean (Pilotaje, operaciones de vuelo, meteorología, tránsito aéreo, fabricación de aeronaves, mantenimiento, etc.), el otro es el adiestramiento personal, donde se le inculcan los procedimientos y reglamentaciones nacionales e internacionales referente a la investigación de accidentes.

- b. El investigador debe tener buenos conocimientos prácticos de la aviación y de los factores que intervienen en las operaciones de aeronaves en general. La pericia técnica, la perseverancia y la lógica son los elementos de que se sirve en su profesión; la modestia, la integridad y el respeto por la dignidad humana son sus normas de conducta.
- c. No basta designar como investigador de un accidente, cuando se presente la ocasión, a una persona que cuente con un conocimiento especializado de la aviación, ya que la investigación de accidentes es de por sí una tarea especializada. La categoría del investigador a quien se encargue la investigación de las causas de un accidente determina la rigurosidad y calidad de los resultados obtenidos en grado mayor que en ningún otro campo de la aeronáutica; mientras más tiempo permanezca en este servicio un buen funcionario, mayor será su pericia. Por consiguiente, siempre que sea posible, debe designarse por lo menos un investigador experimentado para cada investigación, de manera que con la continuidad de la experiencia se mantenga la calidad de las investigaciones y los informes de accidentes.
- d. Debe saber ser preciso y objetivo, observar, interpretar y dejar constancia de cuanto ocurra, clara y exactamente, en todo momento, ya que es posible, que de lo que ha visto, oído y realizado, puede en definitiva, ser la única reseña disponible, cuyo análisis puede tener consecuencias trascendentales en lo tocante a ciertas personas, aeronaves, equipos y a la seguridad operacional de la aviación en general.
- e. Entre otros factores esenciales con que debe contar un Investigador para llevar a cabo una buena investigación tenemos:
1. Escrupuloso: debe examinar las pruebas minuciosamente, no suponiendo nada. No llegar a conclusiones prematuras; que la misma secuencia de la investigación lo lleve a la verdad.
 2. Investigar todas las posibilidades, aunque pueda conocerse la causa probable.
 3. No desmayar nunca si la causa no es fácilmente aparente y reunir todos los datos aislados de información.
 4. Seguir todo indicio hasta agotar su utilidad.
 5. Entrevistar a todos los testigos y personas que tengan conocimiento de cualquier aspecto del accidente y tratar de obtener el mayor provecho.
 6. Conservar los restos o pruebas hasta terminar completa y satisfactoriamente la investigación.
 7. Tomar fotografías, vídeos de todas las pruebas que se tengan o de aquellas que pueden perderse.
 8. Estimar que no es excesivo ningún trabajo que pueda contribuir a impedir accidentes similares.
 9. Seguimiento de Normas: Debe ajustar su investigación a un plan preconcebido que permita aprovechar de la mejor manera posible el personal y los medios disponibles.

10. Evitar conclusiones prematuras que tiendan a interrumpir la investigación.
11. Exactitud: Su informe no debe contener conjeturas, rumores ni medias verdades.
12. Todo acierto debe estar comprobado.
13. Todas las pruebas deben indicarse con precisión.
14. Interés en el trabajo: Debe ser una persona que ponga empeño a lo que está haciendo sin perder la paciencia o dejar para después algo que puede en un momento dado, ser de suma importancia para el descubrimiento de una causa probable o un indicio.
15. Curiosidad: Debe indagar las cosas más insignificantes, por mínimas que sean o que se consideran sin importancia.
16. Analítico: No por la experiencia que tenga debe tomar una cosa como regla, sino que debe analizarla, pensarla y sacar conclusiones que conduzcan a la verdad, comprobarlas con hechos y experimentos, no con suposiciones.
17. Perseverancia: Esto se compagina con el interés, ya que si no existe éste, posiblemente no hay perseverancia que es la constante tenacidad y no desmayar en una cosa que se persigue.
18. Paciencia: Debe ser calmado y no apresurarse a querer terminar las cosas o darlas por hecho.
19. Tacto y Diplomacia: No debe decir las cosas por decirlas, sino tratar en todo lo posible de cuidar mucho lo que exprese, tratar a los testigos, ayudantes y periodistas con el debido respeto y darles confianza para que así mismo ellos exterioricen y exista mutua cordialidad para una mejor investigación.
20. Integridad: Debe tener seriedad en sus decisiones, sin vacilar y demostrar seguridad en sus palabras y las ideas que expresa.
21. Criterio: No debe dejarse convencer simplemente por algo que escuche o que le digan, debe analizarlo y tener su propia idea de las cosas y decirlas con firmeza. Para tener criterio, debe tenerse experiencia y práctica de la técnica.

3.4 ASPECTOS DE PRESENTACIÓN Y CONDUCTA PERSONAL DEL INVESTIGADOR DE ACCIDENTES.

Es necesario que los miembros de la CIAA hagan énfasis en el comportamiento y conducta personal, su forma de vestir y su relación con usuarios y público en general.

El Investigador de Accidentes deberá tomar conciencia y asumir que, en cualquier circunstancia, por crítica que ésta sea, su figura y presencia serán la representación del Estado Dominicano a través de la CIAA.

3.5 SEGUROS DE ACCIDENTES Y DE VIDA.

Las características especiales de la labor de un Investigador de Accidentes cuando se encuentra en el desempeño de sus labores establecen la necesidad de medidas extraordinarias de protección personal y familiar.

Aunque es criterio fundamental la estricta aplicación de todas las reglas de seguridad esenciales en la aviación, existe un potencial y significativo margen de riesgo en esta actividad.

Por estas especiales condiciones, más allá de cualquier otra consideración y de cualquier protección similar que la Legislación determine para los empleados de la CIAA, el Investigador de Accidentes, al igual que cualquier otro funcionario cuya integridad física se encuentre comprometida por su labor y responsabilidad específica, debe ser compensada y protegida mediante un Seguro de Accidentes de carácter obligatorio y colectivo a cargo de la Junta de Aviación Civil (JAC).

Las primas de este Seguro de Accidentes y de Vida cubrirán los riesgos, de acuerdo con los parámetros internacionales sobre la materia de un eventual accidente laboral que pudiera ocasionarle la muerte o incapacitarlo física y/o mentalmente en forma parcial o total, temporal o permanentemente.

El Seguro de Accidentes y Vida debe cubrir y contemplar los gastos por tratamientos médicos en hospitales especializados nacionales y del extranjero, así como también los ocasionados por la recuperación física y mental del presunto accidentado y cualquier otro gasto derivado, incluidos los de transporte sanitario, repatriación, funerarios, etc.

Independientemente del Seguro de Accidentes y Vida obligatorio que la Junta de Aviación Civil (JAC) deberá prever, el Investigador de Accidentes podrá tomar cualquier otro tipo de cobertura similar por los riesgos que individualmente considere conveniente, cuyos beneficios y obligaciones deberán ser libres de embargos y no podrán ser invalidados entre sí.

3.6 CARNET DE IDENTIFICACIÓN Y CREDENCIAL DEL INVESTIGADOR DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN.

3.6.1 *Carnet de identificación.*

Se proporcionará a los Investigadores de Accidentes e incidentes graves de aviación un carnet único de identificación para permitir su ingreso en las instalaciones en cualquier aeropuerto o aeródromo del territorio nacional.

Este carnet único es emitido por el Cuerpo Especializado de Seguridad Aeroportuaria y de la Aviación Civil (CESAC), previa autorización del pleno de la Junta de Aviación Civil (JAC).

Este carnet de identificación deberá ser devuelto a través de la dirección de la CIAA cuando el funcionario cesa en sus funciones, o cuando se actualice su contenido o modifique su formato.

3.6.2 Credencial.

La CIAA proveerá de una credencial oficial a cualquier representante acreditado de acuerdo a lo establecido en el RIAA y el anexo 13.

Esta credencial estará provista del logo de la CIAA, representante acreditado, numeración y firma del director.

Para ser dotado de una credencial el representante acreditado deberá proporcionar, copia de un documento de identidad oficial (pasaporte, cedula de identidad, licencia de conducir, etc.), el cual se anexara a la hoja de registro de representante acreditado donde se reflejara el número de acreditación asignada a dicha persona.

Esta credencial tendrá validez cuando el representante acreditado este acompañado por un miembro de la CIAA.

3.7 CONFLICTOS POTENCIALES DE INTERESES.

Durante el desempeño de sus funciones, los Investigadores pueden verse involucrados en conflictos de intereses a causa de su accionar y proceder. Cada Investigador es responsable de aplicar sus conocimientos para tomar las decisiones y acciones más convenientes, ajustadas a la Legislación Vigente, al Reglamento de Investigación de Accidentes de Aviación (RIAA), a las Resoluciones dictadas, y a este Manual de Procedimientos, a fin de actuar con profesionalismo y evitar situaciones que pudiesen originar confusión en cuanto a su proceder.

Ante una situación de conflicto de intereses, el Investigador de accidentes deberá poner especial empeño en manifestar un comportamiento ejemplar; no importa lo crítica que sea la situación planteada, él es el representante de la CIAA, por lo que su actuar debe ser leal a los intereses del organismo, manteniendo una actitud de honradez y profesionalismo.

Los Investigadores de accidentes serán apoyados por sus superiores jerárquicos en sus decisiones y acciones cuando se encuentren en el ejercicio de sus funciones y desempeñen adecuadamente su cargo, deberes y responsabilidades en representación de la CIAA.

La forma más común de perjuicio ocasionada por el Investigador de accidentes, quien durante el ejercicio de sus funciones actúa en representación de la CIAA, es la acción negligente o la omisión en su actuar que se traduce en el fracaso para ejercer con cuidado, autoridad y conocimientos adecuados a sus tareas. El Investigador debe prever en el ejercicio de sus funciones la posibilidad de ocasionar daños a terceros si no actúa cuidadosamente.

La CIAA, asumirá la responsabilidad que le pudiera corresponder como consecuencia de cualquier acto u omisión dentro del alcance del cargo, funciones, responsabilidades o los deberes del Investigador de accidentes que se encuentre en el ejercicio de sus funciones. De llegarse a determinar que el funcionario actuó con negligencia dolosa o deshonestidad, le corresponderán las sanciones administrativas pertinentes y/o las acciones civiles o penales que cada caso merezca.

En el caso donde los Investigadores hayan actuado dentro del alcance de su cargo, funciones, deberes y responsabilidades, la CIAA saldrá al frente, respondiendo por cualquier reclamo o acción legal en su contra; excepto en los casos donde haya un conflicto, reclamo o acción legal directa entre la CIAA y el funcionario.

Cualquier Investigador que fuera notificado de un reclamo administrativo y/o judicial por razón de alguna acción u omisión como consecuencia de su cargo, funciones, deberes y responsabilidades, deberá presentar un informe por escrito a su superior jerárquico tan pronto como le sea posible, aportando la mayor cantidad de datos a fin de que se puedan tomar las acciones pertinentes a su favor.

3.8 EQUIPAMIENTO QUE DEBE LLEVAR UN INVESTIGADOR (GoKit).

3.8.1 Generalidades:

Documentos de identidad, chaleco de gran visibilidad. La documentación pertinente manual de investigación de accidentes, listas de verificación, impresos para informes, y fondos de emergencia.

Antes de partir al lugar del accidente, el personal de investigadores deben prever la posibilidad de tener que usar equipos especiales en el lugar donde realizan su tarea dada las características del terreno, el clima sin dejar de lado la flora y fauna silvestre, por lo cual la indumentaria deberá ser adecuada, como también los medios de comunicación y transporte que será necesario para llevar consigo el equipo suficiente y permitirle trabajar con la seguridad apropiada en el examen de los restos de la aeronave, sin olvidar de los peligros latentes entre los restos que podrían causar heridas e infecciones serias a su salud, por eso el personal de investigadores debe contar con el asesoramiento médico adecuado.

A continuación, se presentan orientaciones generales respecto al equipo protector que deben emplear los investigadores de accidentes en el lugar del evento. El equipo protector puede que sea obligatorio usarlo igualmente cuando se examinen y se hagan pruebas de partes de los restos de la aeronave fuera del lugar del accidente.

a. Guantes de goma desechables. Los guantes de goma deben ser de carácter duradero, aunque se lleven puesto debajo de los guantes de trabajo.

Los guantes de goma se deben desechar debidamente antes de salir del lugar del accidente.

b. Guantes de trabajo. Los guantes de trabajo deben ser tan firmes y duraderos como sea posible debiendo proteger las manos, las muñecas y los ante brazos contra pinchazos y quemaduras. Los guantes que normalmente se emplean son de cuero, nitrilo y kevlar. Las tres clases se deben desinfectar debidamente o desecharlos antes de salir del lugar del accidente.

c. Mascarilla. Las mascarillas deben cubrir la nariz y la boca. Las hay de tipo desechables o reutilizables y conviene que sean desinfectadas o que se tiren a la basura antes de salir del lugar del accidente.

d. Anteojos de protección. Los anteojos de protección deben cubrir los ojos y han de ceñirse ajustadamente alrededor de los mismos. Las gafas de seguridad corrientes no son aceptables. Los anteojos deben estar dotados de válvulas unidireccionales o de respiraderos para evitar que se empañen y se deben desinfectar o tirar a la basura antes de salir del lugar del accidente.

e. Traje de protección desechable. Los trajes de protección desechables deben ser duraderos, resistentes a los líquidos y de tamaño apropiados para el portador. De ser posible, deberían tener caperuza elástica y el extremo inferior de la pernera debe ser también elástico para ajustarse a la pierna, se deben tirar a la basura antes de salir del lugar del accidente.

f. Protección de calzado y botas protectoras. Las protecciones desechables de calzados deberían estar hechas de cloruro de polivinilo (PVC) o de butilcaucho. Las botas de trabajo de cuero, goma o gortex son también aceptables. Las cubiertas desechables de calzados y las botas protectoras se deben desinfectar o tirar a la basura antes de salir del lugar del accidente.

g. Productos químicos desinfectantes. Hay dos clases de productos químicos que se emplean comúnmente para desinfectar los equipos de protección personal. Alcohol de frotar en una concentración del 70% es eficaz y se consigue en toallitas para la cara o en toallas más grandes para las manos. El desinfectante más eficaz es una solución de cloro doméstico y agua en la proporción de una parte de cloro y 10 partes de agua. No se debe mezclar nunca el alcohol con el cloro.

h. Bolsas plásticas para materiales y artículos bioquímicos y radiactivos. Para deshacerse de los equipos protectores contaminantes se deben usar bolsas plásticas para artículos de peligro bioquímico y radiactivo, que son de color rojo o naranja y lleva la etiqueta de “peligro bioquímico”. Cuando se vayan a transportar artículos desechables, conviene ponerlos en bolsas doble.

i. Equipos Topográficos

1. Mapa de la zona del accidente
2. Brújula
3. Receptor del sistema mundial de determinación de la posición (GPS)
4. Computadora de navegación, transportador de compás de punta fija

5. Cinta de medir.

j. Materiales Varios:

1. Etiquetas, carteles con cordel y etiquetas adhesivas
2. Banderolas y estacas.
3. Papel para escribir, papel cuadriculado, y tablas sujetapapeles
4. Plumas, lápices, lápices de grasa, clariones Crayones indelebles y rotuladores imborrables.
5. Cinta de seguridad de demarcación de peligro (No Pase)

k. Herramientas y Materiales para Pruebas:

1. Juego de herramientas
2. Linterna impermeable con pilas y bombillas extra
3. Un pequeño imán
4. Navaja tipo suizo
5. Espejo de inspección
1. 6 Lupa (10 x)
6. Recipientes varios anti electrizantes (para componentes electrónicos con memoria no volátil) y botellas esterilizadas (para guardar muestras de combustible del avión, aceite y otros líquidos, también para líquidos patológicos y tejidos)
7. Recipientes
8. Bolsas de plástico (variadas) hojas de plástico
9. Cinta adhesiva

l. Artículos Varios:

1. Botiquín de urgencia
2. Equipo fotográficos.
3. Cámara de vídeo.
4. Prismáticos con brújula y medición de distancia integrados
5. Grabadora de audio
6. Algún medio portátil de comunicaciones, teléfono celular o walkie- talkie.
7. Computadora y Tablet

8. Pilas extras.

3.8.2. Recomendaciones para la Seguridad Personal.

Los investigadores en su ansiedad por hallar la causa, a menudo descuidan las buenas prácticas para la seguridad personal y su equipamiento, a tal efecto se detalla algunas de las consideraciones a tener en cuenta antes y durante la investigación.

Es aconsejable disponer en todo momento de este equipo, para que en caso de que ocurra un accidente en una zona donde necesite equipo especial, no haya demoras en procurarlo. Puede necesitarse ropa seca adicional, especialmente si el lugar del accidente queda a cierta distancia de la base de operaciones. Probablemente los elementos más esenciales de vestido para terreno y clima adversos sean: buen calzado, chaquetón y pantalones a prueba de viento y agua, y sombrero apropiado. No es fácil prescribir el tipo de calzado, pero el investigador debe poseer botas apropiadas impermeables, que por lo menos le cubran los tobillos. La experiencia ha demostrado que la bota “de paracaidista”, dotada de suela gruesa y acanalada, es muy práctica como calzado para todo uso en terreno accidentado; las botas de media caña, de gamuza y suela flexible, se consideran apropiadas para el terreno seco y removido.

Es recomendable que tanto las botas para trepar como otro calzado de ese tipo se adapten al pie antes de llevarlas en una operación, ya que de otra manera pueden resultar considerablemente incómodas e impedir los movimientos. También debe contarse con crema para proteger la piel contra las quemaduras del sol, gafas para el sol y líquido repelente de insectos.

Los investigadores deben estar acostumbrados al uso de los equipos más adecuados para el territorio en que tengan normalmente que trabajar. Si es necesario penetrar en terreno virgen o accidentado es aconsejable organizar un grupo que lleve suministros y equipos adecuados y que vaya acompañado de un guía competente, especialmente si el viaje va a ser largo y el terreno es accidentado. En estos casos es especialmente importante llevar medios de comunicación.

El equipo del investigador debe ser suficiente para permitirle el examen de los restos de la aeronave, el trazado en un croquis de los puntos de impacto y de la distribución de los restos, la identificación de las partes y el registro de sus observaciones.

3.8.3 Estado físico y buena salud:

- a. Ser capaz de controlar sus emociones a pesar de la conmoción y sufrimiento humano causado por un desastre.
- b. Mostrar calma y competencia, comportamiento racional para impedir acciones enfermizas y frenéticas.

- c. Arribar a la escena provisto de equipos básicos y vestimenta apropiada para las condiciones climáticas del terreno y de posibles desechos bacteriológicos
- d. El uso de guantes especiales protectores para manipular restos es obligatorio.
- e. Casco y zapatos con puntera reforzada o botas pescadoras deberán usarse cuando se camine dentro o sobre los restos del accidente.
- f. Siga los avisos de expertos locales como guarda bosques, grupo de rescate de montaña, supervivencia y personal policial, especialmente lo que se refiere a los tipos de protección adecuados para ciertos terrenos.
- g. Para su seguridad personal, reconozca los efectos de la fatiga antes de llegar a estar exhausto.
- h. Adecué la carga de trabajo a las circunstancias, no más de seis horas de trabajo.
- i. Manténgase alerta ante la posibilidad de encontrar cargas peligrosas, químicos tóxicos, fuego, humos peligrosos, serpientes, insectos venenosos, congelamiento e hipotermia.
- j. Poseer entrenamiento en primeros auxilios y sepa dónde y cómo pedir ayuda.
- k. Cuando el accidente es en agua, sólo el personal equipado y calificado será asignado para misiones especiales y fotografías bajo el agua.
- l. Recuerde: La calidad de una investigación se obtiene mejor, si reconoce la necesidad de mantener una buena salud tanto mental como física hasta terminar el trabajo.

3.9 PELIGROS BIOLÓGICOS.

Equipo Protector Personal Contra Peligros Biológicos. Los investigadores de accidentes están expuestos a peligros biológicos, lo que comprende patógenos en la sangre tales como el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y el de la hepatitis B (VHB). Los peligros biológicos pueden hallarse presentes en el puesto de pilotaje, así como en los restos de la cabina de pasajeros, y en tierra donde hayan estado los cadáveres y los supervivientes. Como no es posible identificar inmediatamente la sangre contaminada y otros fluidos corporales mezclados, lo prudente es tomar precauciones cuando se halle uno entre los restos de la aeronave o cerca de ellos, así como al tocar los restos en el lugar del accidente y fuera de él cuando se examinen y prueben las piezas de la aeronave siniestrada.

Hay que tomar precauciones para evitar que los virus entren en las membranas mucosas (ojos. Nariz y boca) o en heridas o cortaduras abiertas o erupciones de la piel. En el lugar del accidente puede haber sangre líquida. Semilíquida y seca, así como otros fluidos corporales, huesos rotos, tejidos y órganos internos. Cuando estas sustancias están secas, sus partículas pueden encontrarse en el aire y entrar en contacto con los ojos, la nariz y la boca si no están protegidos.

Al planificar la investigación se deben incluir medidas apropiadas de precaución. Los investigadores y otras personas que trabajen en el lugar del suceso o que hagan exámenes y pruebas de las piezas del avión siniestrado en otro lugar, deberían tomar un curso de precauciones a seguir contra peligros biológicos, además convendría que fueran vacunados contra el virus de la hepatitis B. se aconseja establecer y poner en práctica los procedimientos siguientes:

- a. Mantener un registro de la instrucción y vacunas recibidas.
- b. Un modo de asegurar que se señala claramente la zona de peligro biológico y que se toman precauciones durante toda la investigación.
- c. Mantener un inventario del equipo de protección personal.
- d. La adopción de métodos correctos de ponerse, quitarse y desechar los equipos de protección personal.
- e. Trabajar para minimizar el riesgo.
- f. Descontaminar el equipo de investigación.

Se deben señalar y acordonar zonas contaminadas por derramamiento de sangre o fluidos corporales, debiendo fijarse en dichas zonas un solo punto de entrada y salida. El acceso a esas zonas contaminadas deberá estar permitido únicamente a las personas que lleven equipo protector. Todo componente que se saque del lugar del accidente para someterlo a exámenes y pruebas deberá manejarse con las mismas precauciones que en el lugar del accidente.

Los investigadores deben dar por sentado que todo tejido humano o fluido corporal está contaminado, por lo que al examinar los restos de la aeronave deben colocarse una mascarilla y ponerse guantes látex debajo de los guantes de trabajo si saben que los restos contienen sangre u otros fluidos. Los elementos más frecuentemente contaminados son todos los materiales interiores de la cabina, es decir los cinturones y tirantes de seguridad, almohadones, más otros materiales de tapicería y adorno, y los cuadros de mando. Cuando lleven puesto el equipo de protección personal en la zona de peligro biológico, los investigadores no deben comer, beber ni fumar, ni tampoco ponerse ningún artículo de cosmética, ungüento en los labios o protección contra el sol ni tocarse la cara, los ojos, la nariz o la boca ni los lentes de contacto.

Conveniente deshacerse de lo que se haya empleado como protección, p. ej., la ropa y el equipo contaminado de protección personal. Los investigadores deben quitarse cuidadosamente primero los guantes de trabajo externos y después los guantes látex, y echar ambos pares a la bolsa de basura biológica. Nunca se debe volver a usar equipo contaminado de protección personal. Por otra parte, la piel expuesta debe limpiarse inmediatamente con toallas húmedas y lavarse después con jabón y agua o bien con una mezcla de una parte de cloro y diez partes de agua. Todos los días debe prepararse una nueva mezcla de cloro. Si ha habido infección en los ojos, deben enjuagarse con agua fresca.

Conviene prestar especial atención al hecho de que al quitarse los guantes de goma es menester lavarse las manos concienzudamente antes de comer, beber, fumar o tocarse los lentes de contacto.

Los investigadores deben estar conscientes de que ponerse el equipo de protección personal en climas cálidos y húmedos puede resultar en una insolación a menos que se tomen precauciones para minimizar el efecto del calor. Por consiguiente, antes de ponerse el equipo de protección personal, se debe consumir un litro o más de agua. Según sea el grado de calor y de humedad, así como la cantidad de esfuerzo físico requerido, puede que sea necesario limitar la cantidad de tiempo que cada investigador lleve puesto el equipo de protección personal. Una vez hayan dejado atrás la zona de peligro biológico, se hayan quitado y deshecho del equipo de protección personal y se hayan desinfectado las manos, los investigadores deben descansar a la sombra y consumir por lo menos un litro de agua. Puede que sea necesario que el personal médico examine la condición en que se encuentran los investigadores que hayan sentido la presión del calor.

Como es importante reducir al mínimo el número de investigadores, herramientas y equipo que entre en contacto directo con los materiales contaminados, se aconseja que solamente un número seleccionado de investigadores trabajen en la tarea de desmontar las piezas y trasladar los restos de la aeronave. A otros investigadores se les puede encargar el trabajo de tomar notas, hacer diagramas, hacer fotografías o usar los manuales y planos de ingeniería.

El equipo contaminado de la investigación, tal como herramientas, linternas, cintas de medir, se debe limpiar con agua y jabón, desinfectar y dejarlo que se seque. Al dejar la citada zona, el personal debe colocar en bolsas de basura para artículos contaminados todo equipo que no se pueda desinfectar fácilmente. Más tarde, dichas bolsas de basura y sus contenidos se queman en instalaciones apropiadas tales como hospitales.

3.10 ENTRENAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA TÉCNICA DE LOS INVESTIGADORES.

3.10.1 Generalidades.

- a. El Investigador debe encontrarse continuamente actualizado en sus conocimientos profesionales, no sólo en cuanto a los requisitos de entrenamiento para el mantenimiento de su capacidad e idoneidad, sino también en cuanto a la incorporación de nuevas técnicas de aplicación para las investigaciones, a través de cursos de capacitación, seminarios en otras áreas aeronáuticas, etc.
- b. Si un Investigador experimenta dificultad con el Programa de Entrenamiento aprobado o cualquier otro entrenamiento adicional, deberá ser evaluado por el Jefe de la CIAA, para establecer si puede seguir ejerciendo las funciones de Investigador.

3.10.2 El Programa de entrenamiento está dividido en:

1. Formación inicial, Curso Básico.
2. Cursos de refrescamiento.
3. Cursos avanzados.
4. Programa de Entrenamiento OJT.

3.10.3 Tipos de Entrenamientos:

- a. Curso Inicial Instrucción. Básica a Investigadores de nueva contratación, se impartirá a los Investigadores de nueva contratación.
- b. Cursos de Refrescamiento. Se impartirá a todos los Investigadores de forma recurrente a partir de haber cumplido 12 meses de haber realizado la instrucción básica.
- c. Cursos avanzados. Los Investigadores dispondrán del tiempo necesario para asistir a entrenamientos especializados que son ofrecidos por organismos fuera o dentro del país o cursos impartidos por empresas aéreas sobre diferentes modelos de aeronaves.
- d. Programa de Entrenamiento OJT. Se impartirá a los Investigadores de Accidentes, en el campo de trabajo, al momento de realizar una investigación.

Todos los materiales, libros, Manuales y ayudas, referentes a los cursos que reciban los Investigadores, son de propiedad de la CIAA y se deben mantener en el sitio de trabajo, en buen estado y deberán ser devueltos, cuando sean requeridos por el Director. El Investigador que reciba entrenamiento especial en una Entidad diferente a la CIAA, al terminar el curso, deberá entregar al Jefe de Inspectores fotocopia del Certificado del mismo, preparará un taller explicativo de lo que aprendió en dicho curso a los demás Inspectores y en la fecha que indique el Director. Para el mantenimiento de la idoneidad, competencia y capacidad de los Investigadores al desempeñar sus funciones, es necesario, que aprueben el Curso Básico del Investigador de Accidente Aéreos, que se planifiquen anualmente los cursos, enviarlos para que reciban entrenamiento periódico sobre las aeronaves, equipos, técnicas, procedimientos y novedades.

Tal como lo establece la OACI en su Documento 9756, el Investigador debe ser competente. Es por ello el elevado nivel de conocimientos y experiencia exigido para el ingreso del mismo a la CIAA. La CIAA deberá realizar las previsiones para que su personal técnico se encuentre a ese nivel de excelencia Profesional. Por ello se planificará anualmente la participación en los cursos de perfeccionamiento. Los cursos pueden tomarse de los ofrecidos por fabricantes, Institutos de formación aeronáutica internacionales o bien bajo el auspicio de la OACI, evitando en lo posible, la utilización de los cursos ofrecidos por los Explotadores.

- a. Todos los Investigadores de la CIAA tendrán un entrenamiento inicial y de refrescamiento periódicamente, a criterio y determinación de la CIAA.
- b. La capacidad del Investigador nunca será menor que el Programa de entrenamiento aprobado de la organización.

<i>CURRÍCULO DE ENTRENAMIENTO-</i>
1. Investigación de accidentes de Aviación – Básico.
2. Prevención de Accidentes.
3. Técnicas de Fotografía.
4. Fotografía del lugar del accidente- Avanzado
5. Foto documentación de heridas traumáticas.
6. Procesamiento de imágenes digitales.
7. Manejo y Operaciones de WORD (Informática).
8. Serie de Foto documentación.
9. Inglés Técnico.
10. Investigación de accidentes– Avanzado.
11. CRM (Crew Resource Management), TRM, MRM.
12. Entrevista cognoscitiva para investigadores de accidente.
13. Investigación de los factores de fatiga humana.
14. Redacción de Informes Técnicos.
15. Investigación de Accidentes de Helicópteros.
16. Respuesta ante desastres-.

CURRÍCULO DE ENTRENAMIENTO -FRECUENCIA DE ENTRENAMIENTO RECURRENTE-	
1. Investigación de accidentes de Aviación – Básico.	3 años
2. Técnicas de Fotografía.	5 años
3. Fotografía del lugar del accidente- Avanzado.	5 años
4. Prevención de Accidentes.	3 años
5. Foto documentación de heridas traumáticas.	5 años
6. Investigación de accidentes – Avanzado.	5 años
7. CRM (Crew Resource Management), TRM, MRM.	5 años
8. Investigación de los factores humanos.	3 años
9. Redacción de Informes Técnicos.	5 años
10. Respuesta ante desastres y manejo de crisis-.	3 años
11. Investigación de Accidentes de Helicópteros.	3 años

Nota. Estos entrenamientos y la frecuencia de los mismos es solo una guía y la misma podría variar de acuerdo a las necesidades de la CIAA.

CAPÍTULO IV. PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1 COMO ORGANIZAR LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES.

Para lograr su objetivo toda investigación debe estar debidamente planeada y dirigida. Las partes principales de la investigación han de estar planeadas de manera que los miembros del equipo investigador estén conscientes de sus respectivas tareas y tengan la formación adecuada para desempeñarlas.

Cuando se trate de avión grande, se necesitará un equipo numeroso de investigadores, repartidos en grupos especializados, para cubrir debidamente todas las facetas de la investigación. En algunas investigaciones, resultarán evidentes desde el principio, los aspectos en que debe concentrarse la investigación, en cuyo caso el grueso de la investigación podrá encausarse eficazmente hacia esos aspectos especializados. No obstante, sigue siendo esencial que los investigadores avancen sistemáticamente examinando todos los aspectos del accidente. Sea o no aparente la causa del accidente, la investigación debe determinar qué factores contribuyeron al accidente, recomendaciones de seguridad operacional se podrían hacer para contribuir a que no produzcan accidentes similares en el futuro.

En el caso de incidentes graves, la actividad investigadora debe tratarse igual que un accidente en lo que respecta al trabajo y asignación de personal especializado.

En el caso de accidentes de pequeñas aeronaves, la actividad investigadora es proporcionalmente inferior. Si bien las funciones siguen siendo las mismas, el trabajo lo realizarán uno o dos investigadores, o bien un investigador y un especialista en un aspecto determinado que requiere examen por parte de un experto. Una vez más, cabe poner de relieve que aunque en el caso de aeronaves pequeñas es esencial planificar antes de hacer la investigación.

4.2 ENLACE CON OTRAS AUTO-REDADAS

La CIAA debe mantener enlace con otras autoridades, especialmente las que se encuentren en los alrededores de los aeropuertos a fin de prepararse para la posibilidad de que se produzca un accidente aéreo. Es importante que haya planes de emergencia y que la CIAA esté al corriente de los planes de emergencia que tengan las autoridades locales. Por lo general se puede obtener la cooperación de las Fuerzas Armadas, Policía Nacional, Defensa Civil, y el Instituto Nacional de Ciencias Forenses entre otros.

En el manual de servicios de aeropuertos, Parte 7-Planificación de emergencia en los aeropuertos (Doc. 9137 OACI) se consigna información pormenorizada acerca de la función y atribuciones de cada organismo en las diferentes clases de emergencias. Pese a que el manual trata de accidentes en

los aeropuertos, la función y atribuciones de cada organismo que se esbozan en el manual se aplican también a otros accidentes.

La notificación a parientes es una tarea delicada que debe planearse y emprenderse con mucha atención a fin de evitar anomalías, tales como notificaciones repetidas o erróneas.

Si bien se reconoce que las circunstancias que rodean cada accidente son diferentes, no se puede exagerar la importancia que tiene planificar debidamente y establecer buenas relaciones con otras autoridades, especialmente la policía y los servicios de salvamento y extinción de incendio. Para lograr esto, puede que la CIAA encuentre provechoso establecer memorandos de entendimiento con otros organismos gubernamentales que participen en la lucha contra siniestro, especialmente las Fuerzas Armadas, Policía Nacional, Defensa Civil, y el Instituto Nacional de Ciencias Forenses entre otros.

Puede que la CIAA tenga que buscar ayuda de otras organizaciones civiles y policiales que le proporcionen instalaciones, equipos y personal adicional, o sea, helicópteros, maquinaria pesada para izar, mover, tal como grúas, excavadoras y detectores de metales. Es importante que se pueda disponer fácilmente de equipo pesado de salvamento tal como grúas, bulldozers (máquina de orugas). Cuando el lugar del siniestro sea extenso, puede que sea necesario también obtener los servicios de topógrafos profesionales mediante enlace con organismos gubernamentales pertinentes.

4.3 COOPERACIÓN CON LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

La Mayoría de los accidentes de aviación suscitan gran interés en el público y en los medios de información, por lo que tener una buena relación con estos es generalmente beneficioso para la investigación. Puede que se necesite la ayuda de los medios para conseguir más pormenores acerca de la zona local y los nombres de posibles testigos, o bien cuando se busque la ayuda del público para recuperar piezas desaparecidas del avión siniestrado.

Conviene adoptar criterios respecto a los comunicados de prensa acerca del accidente o del adelanto que se va haciendo de la investigación. Con objeto de propagar información fidedigna y minimizar especulaciones y rumores acerca del accidente, es aconsejable proporcionar periódicamente a los medios de información todos los hechos que puedan publicarse sin que perjudiquen a la investigación. Por esa razón, la CIAA asigna a una sola persona para responder a las preguntas de periodistas y reporteros. Por lo general esa persona suele ser el Director o su representante. Esa persona enlace, debe proporcionar a los medios de información, previa consulta con los representantes acreditados, los hechos y circunstancias no perjudiciales al caso. No obstante, es menester asegurarse que las necesidades de los medios de información no entorpecen el desarrollo de la investigación propiamente dicha.

La CIAA, su representante acreditado y los correspondientes asesores que participen en la investigación no darán a los medios de comunicación ni al público acceso a ningún documento obtenido durante la investigación sin el consentimiento expreso del Estado que realiza la investigación. Si un Estado participante diera a conocer dicha información, sin el consentimiento del Estado que realiza la investigación, esto socavaría la confianza y cooperación entre los Estados participantes, lo cual debe evitarse a toda costa.

a. Fase de Investigación: Ésta bajo la responsabilidad de la CIAA. Esta es la única que tiene la autoridad máxima para emitir el dictamen de la causa probable del accidente según se considere y debe dar las Recomendaciones de seguridad operacional pertinentes para evitar que en el futuro se repita un accidente similar.

4.4 ACCIONES ANTES DE PARTIR AL LUGAR DEL ACCIDENTE.

Entre las medidas iniciales que debe tomar un Investigador a cargo son las siguientes:

- a. Hacer todos los arreglos necesarios para la transportación del personal que le asistirá.
- c. Tratar de hacer contacto con la autoridad del lugar donde ocurrió el accidente para pedirle la cooperación de que se tomen las medidas necesarias para proteger los restos y notificar la hora estimada de llegada al lugar.
- d. Preparar el equipo que necesita de acuerdo al clima y configuración del terreno.
- e. Solicitar asistencia de especialistas de acuerdo a sus necesidades.

4.5 ORGANIZACIÓN POR GRUPOS.

El sistema de organización por grupos que se describe en el RIAA ha demostrado ser un excelente método para la realización de la investigación detallada de los accidentes de consideración. Sin embargo, la decisión de utilizar tal organización depende de la magnitud y la complejidad de la tarea, de la naturaleza del accidente y de la pericia investigadora; el lugar del accidente también puede ser un factor que influya en la decisión. El sistema de organización por grupos tiene la ventaja del número de participantes y de lo valioso del intercambio de opiniones que los participantes pueden expresar; también pueden dar realce a la investigación en general, en virtud de sus conocimientos especializados que deben constituir un requisito previo de su participación. Sin embargo, la efectividad del sistema será una consecuencia del grado de control y coordinación que ejerza el investigador encargado a los investigadores o grupos establecidos.

El éxito de tal organización dependerá también en gran medida de la lealtad hacia el investigador encargado, demostrada por los participantes y de su buena voluntad, en pensamientos y en hechos, de subordinar los intereses que representan a la tarea general de determinar todas las causas, aunque en la última instancia se descubra que el producto o la organización que representan está en falta.

La finalidad principal del sistema de organización por grupos es establecer los hechos pertinentes a un accidente, utilizando los conocimientos especializados y la experiencia práctica de las personas que participen en los mismos, en relación con la construcción y el funcionamiento de la aeronave o aeronaves envueltas en el accidente y de las instalaciones y servicios utilizados por la aeronave antes del accidente. Ello también garantiza que no se conceda una importancia excesiva a ningún aspecto aislado del accidente, descuidando con ello otros aspectos que pudieran ser de importancia para la investigación. A intervalos frecuentes durante la investigación, el investigador encargado debe celebrar reuniones para examinar el progreso realizado para permitir un intercambio espontáneo de ideas e información entre los grupos. Sucede muy a menudo, que uno de los grupos descubre algún hecho o hechos que sirven de pista valiosa para otro grupo durante su labor. De esta forma, se van averiguando poco a poco los hechos, condiciones y circunstancias relativas al accidente. Gran parte de la labor de los grupos puede completarse en el lugar del accidente, pero frecuentemente los ensayos, o el continuado estudio de partes o componentes, se llevan a cabo en centros o talleres de experimentación, entre los cuales puede estar incluida la base del fabricante.

A menudo puede hacer falta trasladar, inmediata y cuidadosamente, a otros lugares más adecuados para desmontaje y estudio, los grupos motores, los instrumentos de bordo o los diversos componentes de las instalaciones de bordo. Esto exige embalaje, clasificación y transporte que han de realizar peritos en la materia. Los especialistas asignados a la investigación pueden ponerse en contacto con cualquier dependencia para obtener la necesaria ayuda técnica. En tales casos, en esencial que se pongan de acuerdo con el Investigador encargado y con el encargado de su grupo, acerca de la naturaleza del problema, y que los mantengan perfectamente informados de sus actividades.

A medida que cada grupo finaliza el aspecto que en la investigación le corresponde, se estudian todos los datos acumulados y se redacta el correspondiente informe de los hechos establecidos por el grupo. El investigador encargado supervisa la serie de todos los informes de grupo y emite el informe conjunto. Este informe deberá consistir en una amplia exposición de la investigación y servirá de base para redactar un informe analítico, el cual debe estar perfectamente respaldado por la información objetiva obtenida y registrada durante la investigación y que finalmente conduce a la determinación de la causa del evento.

4.5.1 Grupo “Operaciones”:

El Grupo “Operaciones” es responsable de establecer todos los hechos relativos al historial del vuelo y a las actividades de la tripulación técnica en las fases finales del vuelo, durante el accidente y después del mismo.

Esto incluye el planeamiento del vuelo, el despacho, peso y balance, las condiciones meteorológicas y las instrucciones verbales respecto a las mismas, radio comunicaciones, control del tránsito aéreo, instalaciones para la navegación, escalas en ruta, reabastecimiento de combustible, experiencia

aeronáutica, verificaciones en vuelo e información general relativa a la tripulación de vuelo. Debería determinarse el historial médico de la tripulación, incluyendo enfermedades recientes, factores psicológicos, períodos de descanso y actividades (especialmente durante las 24 horas que precedieron al accidente). Este último aspecto de la investigación debe coordinarse con el grupo “Factores Humanos”, para lograr que toda la información acumulada se aproveche al máximo. El Grupo “Declaraciones de los testigos”. Existen ocasiones en que resulta conveniente crear uno o dos grupos adicionales para que se hagan cargo de parte de las funciones del Grupo “Operaciones”. Los dos grupos que siguen son ejemplo de ello.

4.5.2 Grupo “Condiciones Meteorológicas”:

Un accidente en el cual las condiciones atmosféricas fueron un factor contribuyente puede estudiarse mejor por un grupo independiente de especialistas en meteorología. Este grupo se encargaría de obtener y compilar todos los datos meteorológicos directamente relacionados con el accidente, incluidos tanto los informes de superficie como los de las condiciones previstas, preparados y emitidos por las dependencias apropiadas. Es imprescindible mantener una estrecha colaboración con otros grupos, especialmente con los Grupos “Operaciones”, “Servicios de tránsito aéreo” y “Declaraciones de los testigos”.

4.5.3 Grupo “Servicios de Tránsito Aéreo”:

Cuando en el accidente estén implicados los servicios de tránsito aéreo o las ayudas para la navegación, debe establecerse el Grupo “Servicios de tránsito Aéreo”, que incluye especialistas en la materia. Este grupo sería responsable del examen de los datos originales registrados por las dependencias del servicio de tránsito aéreo, incluyendo, cuando se disponga de ello, registro de pantalla radar, la escucha de cualquier grabación oral original y la verificación de que las transcripciones escritas de las comunicaciones orales coinciden con el registro magnetofónico. Este Grupo proporcionaría, cuando sea apropiado, una reconstrucción basada en información ATC del historial del vuelo. Además, este Grupo determinaría el Estado de funcionamiento de la ayuda pertinente de navegación, equipo de comunicaciones, del radar, respondedor, de los calculadores, etc., y proporcionaría datos técnicos sobre tal equipo y su funcionamiento, siempre que se estime necesario.

4.5.4 Resguardo de las grabaciones de comunicaciones de fajas de vuelos:

Este grupo se encargará de recoger todas las evidencias y grabaciones y documentos del vuelo para ser guardadas y preservadas a fin de poder ser utilizadas durante la investigación.

4.5.5 Grupo “Declaraciones de los testigos”:

Este Grupo se encarga de ponerse en contacto con todas las personas que pudieran haber visto u oído alguna parte del vuelo, o que pudiesen saber algo relativo al vuelo o a las condiciones meteorológicas

a la hora del accidente, y de entrevistarlas. Las actividades del grupo pueden variar desde la entrevista de un número relativamente pequeño de testigos, hasta recorrer, de puerta en puerta, grandes distancias a lo largo de la trayectoria de vuelo, realizando entrevistas a ciertos posibles testigos. De esta forma puede obtenerse información sobre lo observado en lo referente a posiciones, alturas, altitudes, sonidos, comportamiento de la aeronave y desintegración en vuelo. El punto en que estaba cada uno de los testigos en el momento del accidente debería trazarse en un mapa apropiado del área. Mientras se entrevistan los testigos, debe mantenerse una estrecha coordinación con el grupo “Operaciones” al tratar de obtener la probable trayectoria de vuelo fundada en las declaraciones de los testigos y con el Grupo “Factores humanos”.

En muchos casos hay que proporcionar servicios de interpretación y traducción para la entrevista de testigos. Es conveniente tomar videos de la declaración de testigos ya que en la mayoría de las veces sus gestos y movimientos de manos muestran evidencias que no coinciden con lo expresado. Del análisis de videos de todos los testigos se pueden sacar conclusiones veraces y evidentes.

4.5.6 Grupo “Registrador de vuelo”.

La CIAA retirará y conservará las cintas del FDR y CVR, en cualquier incidente grave o accidente en República Dominicana. También coordinará con el departamento de Operaciones y Aeronavegabilidad del IDAC, para cuando estos tengan la necesidad de obtener la información de los FDR o CVR. Los Explotadores desarrollarán en los Programas de Prevención de Accidentes y Aseguramiento de la Calidad, la protección de la información de los FDR y CVR con el fin de mejorar esta información en sus programas de PREVAC.

Este Grupo localizará y obtendrá el registrador de datos de vuelo y el registrador de voz, llevados a bordo de la aeronave, y por conducto del investigador encargado hará arreglos para su lectura. Para obtener tal lectura ha de tomarse en consideración la calibración del registrador. Los datos que se obtengan una vez compilados deben coordinarse con el Grupo “Operaciones” y con aquellos otros grupos que las lecturas indiquen. En nuestro país el registrador de vuelo y el registrador de voz se llevan con un representante a un laboratorio calificado para su análisis. Dada la importancia de los datos del registrador del vuelo, hay que tener sumo cuidado en la manipulación de los registradores para evitar daños. Sólo debe asignarse personal capacitado para recuperar y manipular los mismos.

4.5.7 Grupo “Estructuras”:

El Grupo “Estructuras” se ocupa de investigar la célula y los mandos de vuelo. Si los restos de la aeronave están esparcidos, la primera tarea del grupo consistirá en localizar e identificar tantas secciones, componentes y piezas como sea posible y trazar su posición exacta en un croquis del terreno en que se hallan los restos.

Quizás convenga hacer una reconstrucción de la estructura, tarea que puede variar desde la simple colocación de varias piezas de los restos sobre una superficie plana, hasta la más complicada de montar, sobre un almacén apropiado, todas las piezas disponibles en su posición exacta. Este procedimiento es el que a menudo se utiliza en los accidentes debidos a choque, en las roturas estructurales, y en los accidentes del tipo incendio o explosión en vuelo. Su finalidad es identificar el punto de rotura inicial y determinar la progresión de la desintegración.

4.5.8 Grupo “Sistemas motopro-pulsores”:

Este Grupo está encargado de las investigaciones del motor o motores, incluidas las instalaciones de combustible y aceite, la hélice o hélices y los mandos de motor y del sistema motopropulsor. Durante la primera parte de su tarea puede desempeñar su cometido en cooperación con el Grupo “Estructuras”, en la localización y trazado en el croquis de repartición de los restos del accidente. Investiga también el incendio en el sistema motopropulsor con miras a determinar su magnitud y momento en que se produjo. Este Grupo se encarga también de investigar el tipo de combustible utilizado, la posibilidad de que contuviera impurezas y la eficacia del sistema extintor de incendio de los motores. Estas funciones deben considerarse junto con las del Grupo “Estructuras”.

4.5.9 Grupo “Sistemas”:

El Grupo “Sistemas” se ocupa de examinar detalladamente todos los sistemas abordo y sus componentes, tales como el sistema hidráulico, el sistema eléctrico y el sistema electrónico, el equipo de radio comunicaciones y de navegación, sistema de acondicionamiento de aire y presurización de cabina, sistema neumático, de protección contra el hielo y contra la lluvia, de extinción de incendios en la cabina, de suministro de oxígeno, etc. El examen incluirá la determinación de las condiciones y la idoneidad de funcionamiento de los diversos componentes. Es importante que, dentro de los límites razonables, se hayan podido examinar todos los componentes de los sistemas de abordo. El examen incluirá la determinación de las posiciones de los mandos y de los conmutadores correspondientes.

4.5.10 Grupo “Registros de mantenimiento”:

Este Grupo se encarga de examinar todos los registros de mantenimiento, con el fin de averiguar el historial de mantenimiento de la aeronave, y ver si las inspecciones fueron adecuadas; detectar defectos de funcionamiento que pudieran estar relacionados con el suceso; tiempo de vuelo de la aeronave, de los motores y de sus componentes, y el tiempo transcurrido desde la última revisión general. Las funciones de este Grupo presuponen la coordinación con el Estado de matrícula y el operador de que se trate, y por lo general se desempeñan en los locales de la base de mantenimiento del explotador. Este Grupo también ha de encargarse de examinar los documentos de vuelo recuperados.

4.5.11 Grupo “Factores humanos”:

Este Grupo se encarga de los aspectos de medicina aeronáutica y de las lesiones debidas al accidente. Investigará la posible incapacitación de la tripulación, el estado general físico y psicológico de los tripulantes y los factores ambientales que pudieron haberles afectado. Se ocupará de la identificación de los tripulantes y determinará el lugar en que estaban en el momento del accidente así como qué actividad estaban desempeñado en ese momento, mediante el estudio de sus heridas y el examen patológico del puesto de mando. Se ocupará también de la posibilidad de la existencia de factores psicológicos entre los pasajeros que pudieran haber contribuido al accidente. Se encargará de lo relativo a la necropsia de tripulación y pasajeros, según corresponda, no solamente para identificar las víctimas y contribuir a la determinación legal de la causa de la muerte, sino también para obtener todas las pruebas médicas posibles que puedan resultar útiles en la investigación técnica. También investigará los aspectos de evacuación y supervivencia, los factores inherentes al diseño de la aeronave (en lo relacionado con la ingeniería humana), que pudieran haber contribuido a causar el accidente, y a las lesiones o fallecimiento de los ocupantes de la aeronave, así como la idoneidad de la aeronave para el aterrizaje violento. Esta labor debe estar estrechamente coordinada con los Grupos “Operaciones”, “Declaraciones de los testigos” y “Estructuras”.

4.5.12 Grupo “Evacuación, Búsqueda, Salvamento y Extinción de incendios”:

Este Grupo ha de encargarse de la investigación de las circunstancias que concurrieron en la evacuación de pasajeros, en las actividades de búsqueda y salvamento y en el funcionamiento de los servicios terrestres de extinción de incendios. Entre las actividades de este Grupo está la del examen del equipo respectivo y la manera en que fue utilizado. La función de este Grupo debe coordinarse especialmente con las de los Grupos “Declaraciones de los testigos”, “Estructuras” y “Factores humanos”.

4.6 EL REPRESENTANTE ACREDITADO.

Constituye el enlace esencial entre el Estado que realiza la investigación y los Estados que tienen un interés directo en el accidente: el Estado de matrícula, el Estado en que se construyó la aeronave y cualquier otro Estado que suministre información relacionada con el accidente. El Anexo 13 especifica las condiciones bajo las cuales dichos Estados tienen derecho a nombrar un representante acreditado, así como sus derechos de acceso a la información y a los documentos pertinentes de la encuesta. Los principios esenciales que deben guiar la realización de las investigaciones en las que participen representantes acreditados, son los de amplio espíritu de cooperación, participación, facilitación de toda la información disponible, confianza mutua y consulta.

La función primordial del representante acreditado es la de poder comunicar a las autoridades pertinentes de su Estado toda la información necesaria sobre el accidente, así como proporcionar el

enlace y la autoridad legal para la adquisición de información que sólo se puede obtener dentro de la jurisdicción de su Gobierno. Por lo tanto, la suya es una posición con derechos a obtener información de encuesta, así como con obligaciones para con dicha encuesta. Evidentemente, conviene que el representante acreditado pueda llegar al lugar del accidente con la menor demora posible, y a este respecto el Anexo 9, que trata de facilitación, incluye una disposición que le permite la entrada temporal en un Estado contratante a fin de participar en una investigación. En circunstancias normales, lo más conveniente sería que partiese inmediatamente para el lugar del accidente y estableciese contacto con el investigador encargado. Antes de su llegada, el Estado que realiza la encuesta debe haber recibido, de acuerdo con el Anexo 13, una comunicación en la que indique la intención de nombrar un representante acreditado y se mencione la fecha probable de su llegada.

Durante la fase de una investigación de una encuesta, es preferible que el representante acreditado esté en estrecho contacto con el investigador encargado más bien que formando parte de un grupo determinado para que pueda tener un conocimiento general de todos los hechos relacionados con el accidente. Debería considerársele libre de comunicar toda información así obtenida a sus propias autoridades gubernamentales, aunque debería ejercitar considerable cuidado para asegurarse que se mantenga el carácter confidencial de toda información que el Estado que realiza la encuesta desee preservar. Para este fin es conveniente que el representante acreditado use las instalaciones de comunicaciones que pueda disponerse en la representación diplomática o consultar de su gobierno más cercano, a fin de garantizar la seguridad de las comunicaciones en forma directa.

Cuando el investigador encargado necesite documentos o información que sólo puede suministrar el Estado de matrícula o de fabricación, o que cualquiera de estos Estados realice un examen de los componentes de la aeronave, el representante acreditado deberá tratar de cumplir con la solicitud que se le haga al respecto y utilizar su autoridad en su propio estado para asegurarse que, dentro de lo posible con lo que permita su gobierno, cumpla con lo solicitado. El creciente uso de registradores de vuelo cada vez más complejo, demandan el uso de equipo especializado, para su interpretación, constituye un ejemplo de una actividad en la que es necesaria la cooperación y participación activa del Estado de matrícula o de fabricación a través de las actividades del representante acreditado. Bajo estas circunstancias la CIAA, comunicará al estado de suceso en caso de que en el accidente hayan sufrido lesiones graves o muerte, nacionales dominicanos, la intención de nombrar un experto como representante acreditado.

4.6.1 Credenciales y acuerdos de obligación para los participantes como estado de matrícula, fabricación, explotación y diseño.

La CIAA coordinará con las autoridades involucradas en la investigación del accidente para obtener las credenciales e identificación necesarias a fin de que los participantes puedan llegar al lugar del suceso sin inconvenientes. La CIAA inscribirá en el libro de registros la participación del representante acreditado designado por el Estado.

El representante acreditado estará autorizado a:

1. Visitar la escena del accidente
2. Examinar los restos
3. Obtener información de los testigos
4. Tener acceso total a todas las evidencias relevantes
5. Recibir copias de todos los documentos pertinentes
6. Participar en la lectura de los Registros
7. Participar en las actividades de la investigación fuera de la escena del accidente (ej. Examen de los componentes, pruebas y simulaciones, etc.)
8. Participar en las reuniones de los progresos de las investigaciones y en las deliberaciones relacionadas con análisis, hallazgos, causas y recomendaciones de seguridad.
9. Hacer propuestas respecto a aspectos de la investigación.

4.7 NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.

4.7.1 Generalidades.

Los propietarios, operadores y los miembros de la tripulación, de una aeronave civil, darán aviso inmediato al IDAC, de los accidentes e incidentes que sufran las aeronaves bajo su responsabilidad dentro del territorio nacional y los sufridos por las aeronaves de matrícula dominicana en el extranjero.

Toda autoridad que tenga conocimiento de la ocurrencia de un accidente estará obligada a notificarlo al IDAC por la vía más rápida.

4.7.2 Obligaciones del Estado del Suceso.

En el anexo 13 el capítulo 4, contiene disposiciones respecto a la notificación de accidentes e incidentes graves. Cuando en el territorio de un Estado contratante se produce un accidente o incidente grave de una aeronave matriculada en otro Estado contratante, el Estado de matrícula, notificará al Estado del explotador, al Estado de diseño y al Estado de fabricación de la aeronave.

Cuando el Estado del suceso no esté al corriente del accidente o incidente grave, el Estado de matrícula o el Estado del explotador, según el caso, notificará dicho accidente o incidente grave al Estado de diseño, al Estado de fabricación y al Estado del suceso.

Cuando el accidente o incidente grave se produzca en el territorio del Estado en el que la aeronave esté matriculada (Estado de matrícula), en un Estado no contratante, o fuera del territorio de cualquier

Estado, el Estado de matrícula será entonces el que notifique con un mínimo de demora al Estado del explotador, al Estado de diseño y al Estado de fabricación de la aeronave. Cuando se trate de accidentes o incidentes graves de aeronaves con masa máxima certificada de despegue de más de 2.250kg, se notificará también a la OACI. El Estado del suceso debe notificar también el caso a los Estados que tengan un interés especial en el accidente debido a las muertes o heridas graves que hayan podido sufrir sus ciudadanos, y el Estado que dirija la investigación deberá permitir a tales Estados que envíen expertos los cuales tendrán derecho, entre otras cosas, a ayudar y participar en la identificación de las víctimas.

El Estado del suceso podría decidir notificar también a los Estados a los que se pueda solicitar que proporcionen información a la CIAA, o sea, a los Estados cuyos servicios de tránsito aéreo tenían a la aeronave bajo su control antes de que se produjera el accidente o el incidente grave. Todo Estado debe tener establecidos reglamentos y procedimientos apropiados para asegurar que su organismo investigador de accidentes envía con un mínimo de demora la notificación correspondiente a los organismos investigadores de accidentes de otros Estados afectados. Las instrucciones respecto a la preparación y envío de notificaciones deben estar siempre a disposición de los investigadores en servicio.

La CIAA debe estar organizada de tal forma que tenga investigadores a su disposición 24 horas al día. Con ello se reducirá la demora en las notificaciones y la investigación podrá iniciarse enseguida. Siempre que sea posible, la notificación debe ir dirigida a los organismos investigadores de accidentes del Estado de matrícula, el Estado del explotador, del Estado de diseño y del Estado de fabricación, según corresponda.

4.7.3 Notificación de mercancías peligrosas al Estado que realiza la investigación.

La CIAA solicitará al explotador la documentación de despacho del vuelo donde debe estar el manifiesto de carga, y si está declarado en dicho manifiesto que se transportaba en la aeronave siniestrada mercancías peligrosas, se le informara de la forma más expedita posible al Estado que realiza la investigación.

4.7.4 Formato y Texto de la Notificación.

La notificación estará redactada en lenguaje llano e incluirá tantos datos del ejemplo que se consigna en el Apéndice 2 del RIAA, como sea posible. No se demorará el despacho de la misma porque la información no sea completa, si no ha sido posible proporcionar información completa en la notificación, el Estado del suceso remitirá los detalles que falten tan pronto como se obtengan. Siempre que se pueda sin causar demoras indebidas, la notificación se redactará en unos de los idiomas de trabajo de la OACI, teniendo en cuenta el idioma o idiomas de los destinatarios.

4.7.5 Despacho de la notificación a otros Estados.

La notificación se expedirá con un mínimo de demora por el medio que sea más apropiado y rápido (o sea, teléfono, facsímil o correo electrónico).

4.7.6 Recibo de la Notificación.

En todos los Estados se deben tomar medidas para asegurarse que las notificaciones sobre accidentes o incidentes graves se entregan rápidamente a cualquier hora del día o de la noche a la CIAA. Si las notificaciones pueden entregarse directamente a la CIAA, se debe mantener al mínimo el número de intermediarios.

4.7.7 Obligaciones del Estado que recibe la notificación.

EL organismo investigador de accidentes del Estado que reciba la notificación hará tan pronto como sea posible lo siguiente empleando los mínimos medios de comunicación:

- a. Acusará recibo de la notificación.
- b. Proporcionará al Estado del suceso la información pertinente que haya solicitado.
- c. Informará al Estado del suceso si se propone estar presente durante la investigación.
- d. Proporcionará los nombres y credenciales de sus representantes y asesores técnicos acreditados, y la fecha en que se prevé lleguen al lugar del accidente o a la sede del organismo investigador de accidentes del Estado de suceso.

En caso de que un Estado que realice una investigación, solicite nuestra participación, utilizaremos estos mismos procedimientos para designar un representante acreditado.

Dado que el Estado de matrícula, el del explotador, el de diseño y el de fabricación se reservan el derecho a estar representados en la investigación, puede que envíen la información citada de su propia iniciativa si se produce una demora en recibir la notificación. Si dichos Estados consideraran innecesario estar presentes en la investigación, cada uno de ellos se lo comunicará al Estado del suceso con un mínimo de demora. Cabe señalar que el Estado de matrícula, el del explotador, el de diseño y el de fabricación tienen la obligación de nombrar representantes cuando se les pida concretamente que lo hagan en los casos de accidentes de aeronaves y resaltar el hecho de que es sumamente aconsejable que participen cuando se lo solicite el Estado que dirija la investigación. De todos modos, el Estado de diseño y el Estado de fabricación deben poner a disposición del Estado que dirija la investigación todos los datos que éste pudiera necesitar.

4.8 SUMINISTRO DE INFORMACIÓN A LOS FAMILIARES DE LAS VICTIMAS.

El suministro de una continua información es fundamental para una eficaz asistencia a los familiares. El director de la CIAA, o el investigador a cargo le enviarán tan pronto sea posible al gerente de

operaciones o a la persona que designe la aerolínea, la información factual y cualquier avance en el proceso de investigación para que este mantenga a los familiares informados.

4.9 ASPECTOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL QUE SE DEBEN ABORDAR EN LAS INVESTIGACIONES.

Establece el anexo 19, sobre Gestión de la seguridad Operacional, en su apéndice 2 y acápite 3, sobre el establecimiento de los medios para la verificación del rendimiento en materia de seguridad operacional de la organización. El documento 9859, manual de gestión de la seguridad operacional (SMM), establece el acápite 2.10.5, que en un proceso de investigación de accidentes se verifican las fallas de las defensas de seguridad operacional, las barreras, las revisiones y las compensaciones en el sistema.

Este procedimiento consiste en que el investigador a cargo de una investigación solicitará a la aerolínea explotadora de la aeronave del evento:

- a) Certificado de SMS.
- b) Control de rendimiento operacional.
- c) Gestión de Identificación de peligros y riesgos de seguridad operacional.
- d) Base de datos de informes/hallazgos de auditorías.
- e) Datos de los estudios/revisiones de seguridad operacional.
- f) Récord de mantenimiento.

Con la finalidad de identificar si al evento estuvo relacionado con algún factor observado en su sistema de SMS, en virtud de que el acápite no.2.11.10 del documento 9859 establece que el análisis de datos de la seguridad operacional:

- a) Ayuda a decidir qué hechos son necesarios.
- b) Determinar factores latentes subyacentes a las deficiencias de seguridad operacional.
- c) Ayudar a alcanzar conclusiones válidas y
- d) Controlar y medir las tendencias o el rendimiento en materia de seguridad operacional.

Para analizar la información se pueden realizar análisis estadísticos de seguridad operacional, análisis de tendencias, comparaciones normativas, simulaciones, pruebas, grupos de expertos y análisis costo-beneficio.

Metodologías para realizar la investigación:

A continuación, se definen metodologías para enfocar la investigación, dependiendo del tipo de accidente el investigador a cargo puede seleccionar la metodología ideal que permita mostrar un enfoque acorde con el evento ocurrido:

- a. Modelo Reason para la Investigación de accidentes e incidentes de aviación civil que el informe contemple los aspectos y condiciones presentes en el sistema antes del accidente que se evidencien por factores desencadenantes relativos a:

- Organización: decisiones gerenciales y procesos organizacionales relacionados al evento.
- Lugar de trabajo: condiciones del lugar de trabajo.
- Gente: errores y omisiones.
- Defensas: tecnologías, entrenamiento y reglamento.

- b. Modelo Shell, con este modelo se analiza el evento enfocado en la interacción de los siguientes:

- Software: performance operacional y tecnología, consecuencias operacionales de las interacciones entre los humanos y la tecnología, recursos no materiales relevantes para la operación; reglamentación, manuales, procedimientos, listas de chequeos, sistemas de señalización, etc.

- Hardware: estructura física del ámbito de trabajo, equipos, herramientas y maquinarias.

- Environment: condiciones internas y externas del entorno de trabajo.

- Liveware: otras personas con las que interactuó en el lugar de trabajo.

Con este sistema se pueden hacer 4 posibles combinaciones según la interacción del ser humano con el resto de los elementos:

- Liveware-S: refiere a la interacción entre la persona y los recursos no materiales, que entregan información relevante para la operación.

- Liveware-E: se refiere a la relación entre las personas y los aspectos internos y externos del entorno de trabajo, incluyendo la presión atmosférica, ruidos, vibraciones, temperatura, aspectos meteorológicos, psicosociales y culturales.

- Liveware-H: hace referencia a la relación entre la persona y estos atributos físicos de los equipos, máquinas e instalaciones.

- Liveware-L: refiere a aspectos relacionados con otras personas con las que se interactúa en el entorno de trabajo.

- c. Modelo de Gestión de Amenazas y errores (TEM), en este modelo de análisis se busca la comprensión de la relación entre la seguridad operacional y el entendimiento humano, se destaca la importancia de la anticipación, reconocimiento y la recuperación para maximizar los márgenes de seguridad. El TEM se basa en tres conceptos básicos:

Amenaza: se definen generalmente como incidentes o errores que se producen fuera de la influencia de los pilotos, que aumentan la complejidad operativa y que requieren ser controlados para mantener los márgenes de seguridad.

Errores: se definen generalmente como acciones o inacciones en cadena del personal que implican desvíos respecto a las intenciones o expectativas operativas y organizativas.

Estado indeseable de una aeronave: se definen generalmente como condiciones operativas (posición, velocidad, actitud o configuración de una aeronave) durante las cuales una situación imprevista causa una reducción de los márgenes de seguridad.

- d. La metodología de Árbol de supervisión de la gestión y los riesgos (MORT), evalúa todas las relaciones causas-efecto que pueden conducir a una falla, sin establecer ninguna hipótesis en el sentido de que un riesgo debe ser asumido o aceptado. Esta metodología identifica problemas en los procedimientos, deficiencias en la seguridad (controles), incluyendo un análisis por etapa, se debe identificar los episodios clave en la secuencia de los acontecimientos, analizando los aspectos más relevantes de la secuencia de los eventos.

La aplicación de esta metodología conlleva identificar los aspectos relevantes que se identifican en el proceso de investigación. Se utilizan colores para señalar los aspectos revelados, rojo; cuando se identifica un problema, verde; cuando un aspecto ha sido evaluado satisfactoriamente como relevante y azul; cuando se piensa que un aspecto es relevante pero no se tiene la información suficiente para evaluarlo adecuadamente. Se puede utilizar la herramienta de los “5 porqués”, a los fines de construir el árbol y también un diagrama de espina de pescado.

CAPÍTULO V. LUGAR DEL ACCIDENTE.

Las primeras personas que lleguen al lugar de un accidente de aviación serán, probablemente, los funcionarios y empleados del aeródromo y de las fuerzas policiales y militares, a fin de que no se pierdan pruebas vitales en el lugar en que se hallan los restos del accidente y antes de que llegue el equipo de la Comisión Investigadora de Accidentes de Aviación (CIAA).

La CIAA e investigadores, deben tener en cuenta que los accidentes pueden ser objeto no sólo de la investigación técnica, sino también de cierta forma de cuestionamiento judicial, y que las leyes dominicanas conceden precedencia a este último aspecto. La cooperación con los funcionarios del aeródromo generalmente se consigue en virtud de prever la custodia de las grabaciones magnetofónicas registradas en tierra, de documentos pertinentes, etc.

La mejor forma de lograr la cooperación de Las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional es mediante enlace directo con sus dirigentes, durante la fase de planificación relacionada con un accidente. Las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional deben estar informadas anticipadamente de lo que se espera de ellas, en caso de que ocurra algún accidente de aviación, a fin de tomar las medidas apropiadas para conseguir sin demora lo siguiente:

- a. Obtener la asistencia médica y los equipos de emergencia que sean necesarios en el área.
- b. Hacer que los restos del avión estén fuera de todo peligro de incendio o de nuevos daños.
- c. Dar parte a la (CIAA) y al Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC).
- d. Verificar si existe la posibilidad de que se llevasen como carga isótopos radiactivos u otro material radioactivo y tomar las medidas apropiadas, para que éste pueda quedar aislado.
- e. Designar militares para que la aeronave no se desplace de su lugar, a menos que se haga de conformidad con lo previsto en el Anexo 13, ni se toque indebidamente sin necesidad.
- f. Tomar medidas para preservar toda prueba de carácter pasajero o efímero, como la existencia de hielo, depósitos de hollín, etc., mediante fotografías u otros medios apropiados.
- g. Anotar los nombres y direcciones de todos los testigos con que se cuente, cuyo testimonio pueda ayudar a la investigación del accidente.
- h. Aparte de estas medidas imprescindibles, los restos de la aeronave no deben tocarse hasta que no llegue la CIAA. Debe advertírseles a los militares, la policía nacional y autoridades que se ocupen del salvamento de las víctimas, que los cuerpos de las personas que hayan resultado muertas en el accidente se dejen tal como se encuentren, a fin de que el personal de la CIAA en Factores Humanos, examine los cadáveres y anote su posición y estado. Tampoco habrán de tocarse los efectos personales de los ocupantes, ya que su posición puede facilitar la identificación de las víctimas.

5.1 OPERACIONES DE SALVA-MENTÓ.

La ocupación principal de las primeras personas que lleguen al lugar del siniestro será salvar y socorrer a los supervivientes y además de proteger los bienes afectados con los medios a su alcance.

Debe advertirse a quienes están encargados de la extracción de las víctimas de entre los restos de la aeronave, la necesidad de anotar a la primera oportunidad sus observaciones respecto a las disposiciones y números de asiento en que se localizaron los supervivientes en la aeronave y qué partes de los restos de la aeronave hubo que mover durante la extracción de esos supervivientes.

Si las circunstancias lo permiten, los cadáveres deben dejarse tal como se encuentren hasta que la posición y el estado de los cuerpos sean anotados por el investigador de factores humanos de la CIAA, se saquen fotografías y se trace un croquis donde se indiquen las posiciones respectivas con relación a los restos de la aeronave y, cuando sea posible, se anoten los números de los asientos. Cuando las víctimas se hallen en puntos apartados de los restos de la aeronave, sus posiciones respectivas se deben señalar con una estaca acompañada de la correspondiente etiqueta a las víctimas para fines de identificación, en la que se indique dónde se encontraron y en qué asiento.

Aparte de conseguir con ello información que quizás pueda ayudar en la investigación del accidente, la cuidadosa anotación de estos datos puede ayudar también a la identificación de las víctimas. En el caso de que las víctimas, tanto muertos como heridos, sean separadas de entre los restos de la aeronave antes de que lleguen los investigadores de la CIAA, es importante que se compruebe rápidamente si se ha llevado a cabo o no la anotación antes indicada y, de no ser así, conviene rectificar la situación. Los investigadores de la CIAA, deberán determinar si se ha alterado la posición de los restos de la aeronave durante las operaciones de salvamento, en cuyo caso debe anotar debidamente ese hecho.

Es importante que al completar la operación inicial de salvamento, el socorro a los supervivientes y la protección de los bienes, el personal de salvamento ejerza todo el cuidado posible para que sus movimientos, para dominar la situación, no destruyan innecesariamente pruebas que pudieran ser de valor para la investigación. Por ejemplo, una vez que se sepa fuera de toda duda que todos los supervivientes han sido rescatados y en la medida de lo posible, que ha sido eliminado el peligro de incendio, la circulación de las ambulancias y de los vehículos del servicio de incendios no debe tener lugar a lo largo del área donde se encuentren los restos del accidente, siempre que sea posible el acceso por otra vía.

5.2 CUSTODIA.

Cuando se haga la notificación inicial del accidente, la CIAA debe hacer arreglos efectivos que garanticen la seguridad de los restos de la aeronave hasta que se llegue al lugar del accidente. Esto generalmente se consigue a través de las fuerzas armadas y la policía nacional pero, en algunos casos, puede emplearse personal de seguridad o personal civil especialmente contratado o voluntarios. En

los casos en que se sospecha que la aeronave podía haber llevado a bordo mercancías peligrosas, tales como productos radioactivos, explosivos, municiones, líquidos o gases corrosivos, sustancias venenosas, líquidas o gaseosas, o incluso cultivos bacterianos, deben tomarse precauciones especiales situando los militares y policías a cierta distancia, con respecto a los restos, que no ofrezca peligro. Esto es particularmente importante cuando hay incendio. Asimismo, siempre que sea posible, deben fijarse carteles indicadores, llamando la atención sobre el posible peligro de la zona, hasta que un experto determine plenamente la realidad del peligro.

A su llegada al lugar del accidente, la primera tarea de la CIAA es revisar los arreglos que se hayan hecho para la custodia de los restos de la aeronave. Los militares y policías en el área del accidente, deben conocer perfectamente sus obligaciones, las cuales son:

- a. Proteger la propiedad.
- b. Impedir que se toquen los restos (incluyendo los cadáveres y el contenido de la aeronave).
- c. No permitir la entrada en la zona del accidente, sólo deben acceder a la misma los miembros de la CIAA y aquellas personas que estén debidamente autorizadas por el Director de la CIAA.
- d. Proteger y conservar, en lo posible, toda huella que haya dejado sobre la superficie del terreno la aeronave.
- e. Cuando sea necesario la CIAA dispondrá el traslado de los restos a las facilidades de almacenamiento disponible en cualquier institución gubernamental (Hangares, almacenes, etc.).

Al organizar la custodia, deben darse instrucciones claras y concretas a los militares y policías que presten servicio en la zona en lo referente a la identificación de las personas autorizadas. Cuando se trate de investigaciones de importancia, pueden hacerse unos brazaletes o etiquetas o mediante alguna forma de pase que acredite que el titular está autorizado.

En accidentes en que los restos no se encuentren diseminados, puede conseguirse un control efectivo limitando con cuerdas la zona que ha de ser custodiada. Cuando se trate de un área importante con restos, la tarea de su custodia puede ser extensa y se utilizarán los militares que sean necesarios.

La policía puede proporcionar gran ayuda por su enlace con la población local, sobre todo en lo que respecta a la recuperación de piezas que hayan caído lejos. Se debe pedir, por todos los medios disponibles, a la gente que viva en los alrededores a que informe acerca del descubrimiento de piezas de la aeronave, a la vez que se le indica la importancia que tiene el que las piezas queden intactas. El reunir las piezas alejadas formando montones a lo largo del área principal de restos, pese a la buena intención con que se haga, resulta equivocado. Puede facilitar la tarea inmediata de los militares y policías las operaciones de recuperaciones subsiguientes, pero tal medida puede dar como resultado la pérdida de pruebas vitales para la investigación.

Igualmente, hay que prevenir e impedir que alguien se lleve, a título de recuerdo, restos de la aeronave. La custodia de los restos debe proseguir hasta el momento en que el Director de la CIAA opine que las actividades han llegado a un punto tal que ya no quedan posibles pruebas para investigar. Mientras aún se custodian los restos, la CIAA debe evaluar la situación para ver si es posible retirar progresivamente los militares y policías a medida que ya no sean necesarios.

5.3 INSPECCIÓN GENERAL DE LOS RESTOS.

Tan pronto como sea posible, al llegar al lugar del accidente y después de haber cambiado impresiones con los militares y policías (o con las autoridades competentes de la localidad), el equipo de la CIAA debe efectuar una inspección preliminar. En esa fase no se debe intentar hacer ningún examen detallado de los escombros, ya que sólo se trata de hacer una composición de lugar lo más completa y clara posible de las circunstancias en las cuales ocurrió el accidente.

Hay que determinar el punto donde ocurrió el choque inicial con el terreno o construcciones y luego hay que seguir la trayectoria subsiguiente de la aeronave, tratando de descubrir huellas en el terreno o marcas en los edificios, árboles, arbustos, rocas, etc. En esa fase hay que tener en cuenta el estado general de los escombros y su ubicación, el contenido de la aeronave y los lugares donde hay sobrevivientes y cadáveres, pero, en ningún caso, hay que tocarlos ni desplazarlos.

En esa fase, las consideraciones primordiales son: determinar la trayectoria probable de vuelo, el ángulo de impacto, las velocidades de impacto, si la aeronave estaba o no bajo el dominio del piloto y si se produjo alguna rotura estructural antes del choque. Si la aeronave, tal cual está en el lugar del accidente, tiene intactas todas sus extremidades, esto indicará (si bien no con absoluta certeza) si hubo o no rotura estructural.

Si el accidente presenta o no apariencias de que pueda haber sobrevivientes, hay que pensar también en el empleo de las brigadas contra incendios y de salvamento. Las impresiones recogidas al hacer la inspección general de los restos de la aeronave y la familiarización con el terreno ayudarán a la CIAA a planificar su misión y evaluar lo que conviene hacer en orden de preferencia.

5.4 PRESERVACIÓN DE LA DISPOSICIÓN DE LOS RESTOS Y DE LAS HUELLAS DEL ACCIDENTE.

Al hacer la inspección preliminar de la totalidad de la superficie ocupada por el accidente aéreo, la CIAA tiene la oportunidad de planificar qué medidas se necesitarán para la custodia de los restos y de instruir al personal dedicado a la custodia propiamente dicha que para una mejor investigación, no toquen ni desplacen ningún resto de la aeronave o de las víctimas del lugar del accidente.

Es igualmente necesario preservar las huellas que pueda haber en el terreno y, al hacer la inspección preliminar, hay que tomar debidas notas de todas ellas, de modo que, siempre que sea necesario, sea

posible alterar las medidas de custodia para contar con mayor seguridad. Es esencial preservar todos los aspectos de la estela de restos, tal cual han ido cayendo por tierra, hasta haberlos fotografiado, anotado su descripción y ubicación respectiva. Hay que incluir en esa categoría las marcas y señales descubiertas en los árboles, arbustos, rocas, ubicación de los pedazos de la aeronave, ubicación de los cadáveres o de los restos humanos dispersados, etc.

5.5 MEDIDAS DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.

5.5.1 Precauciones.

Como es evidente que los restos de la mayor parte de accidentes están propensos a incendios, hay que adoptar precauciones para salvaguardar al personal y también para proteger los restos. Hay que hacer que existan en el área medios de extinción disponibles mientras los riesgos de incendio sean considerables. Si los depósitos de combustible de la aeronave están aún intactos, conviene considerar la posibilidad de vaciarlos cuanto antes.

Cuando se vacía el combustible hay que medir y anotar la cantidad extraída de cada depósito e identificarla. Si el combustible se ha esparcido mucho, la CIAA debe regular estrictamente todas las actividades ya que al desplazar los restos de la aeronave los peligros de incendiarse aumentan considerablemente. La utilización de la estación de radio y de la instalación eléctrica de la aeronave accidentada o del material de salvamento puede constituir un riesgo de incendio; por eso, esto no debe intentarse entretanto no se haya evaluado y considerado seguro el hacerlo.

Precauciones que hay que tomar en el caso de que la aeronave accidentada transportase mercancías peligrosas. Tan pronto como sea posible hay que cerciorarse de si la aeronave en cuestión transportaba o no mercancías peligrosas. La verificación preliminar del manifiesto de carga, o preguntando al agente del explotador, debe aclarar esta incógnita. Existe la posibilidad de que, entre las mercancías de esa categoría, hubiera abordado materiales radioactivos, explosivos, municiones, líquidos corrosivos, venenos en estado gaseoso, líquido o sólido, y aún cultivos bacteriológicos.

Como los materiales radioactivos se transportan frecuentemente como flete en aeronaves, si se averigua que la aeronave accidentada llevaba a bordo material de esa índole deben tomarse medidas inmediatas para que personal competente y debidamente equipado lo traslade a otro lugar que ofrezca garantías de seguridad, antes de que pueda causar daño a las brigadas que trabajan muy cerca de los escombros. La dimensión reducida de un isótopo radioactivo que puede transportarse comúnmente en una aeronave, la resistencia de la cápsula envolvente y el blindaje de protección que lleva reducen al mínimo el peligro, aun cuando sufran el impacto, del choque de una aeronave.

En tanto la cápsula y el blindaje queden intactos, generalmente hay escaso peligro de radiación, pero si con el impacto se produce algún incendio es posible que tanto la cápsula como el blindaje se abran.

En este caso es posible que, debido al grado de calor, los isótopos radiactivos pasen a estado gaseoso y la radiación se esparza a favor del viento reinante al momento de ocurrir.

En aquellos casos en que el accidente ocasiona un incendio en la aeronave que transportaba isótopos radiactivos, es necesario verificar, descontaminar y tener en observación médica, si es necesario, a todo el personal que haya participado en las operaciones de salvamento y contra incendios. No se deben iniciar los trabajos de inspección de los restos hasta que algún perito en la materia no haya verificado la intensidad de la radiación y declarado que no hay peligro alguno para los miembros de la CIAA.

5.6 SIGNOS DE INTERFERENCIA ILÍCITA O TERRORISMO.

Como lo estipula la Sección II del Capítulo XVIII en sus artículos 319 al 324 de la ley 491-06 de Aviación Civil, el investigador encargado (IE) si sospecha o tiene indicio que ha ocurrido un acto ilícito se pondrá en contacto inmediato con el Director de la CIAA, para que éste a su vez informe a los Organismos de Seguridad Nacional lo acontecido. También avisará a los Estados involucrados.

CAPÍTULO VI. EXAMEN DE PRUEBAS Y EVIDENCIAS.

6.1 LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DEL ACCIDENTE AÉREO

Es indispensable localizar y anotar debidamente el lugar donde ocurrió el accidente. Esto se puede lograr trazando las demarcaciones y distancias, a partir de puntos conocidos, en un mapa de gran escala o por medio de la aerofotografía del lugar del accidente, juntamente con un mapa apropiado.

Hay que determinar la elevación del lugar y decidir si es o no necesario determinar también toda pendiente de importancia, en el caso de que el terreno donde se halla accidentado la aeronave las tenga. En algunas ocasiones, cuando se juzgue que el terreno reviste cierta importancia para la CIAA, quizás sea conveniente que un topógrafo dibuje el perfil del terreno. Hay que utilizar mapas de la zona en cuestión y las cartas aeronáuticas pertinentes para determinar el lugar del accidente en relación con las instalaciones de las aerovías y los aeropuertos.

6.2 FOTOGRAFÍA.

La CIAA debe sacar fotografías tan pronto como sea posible una vez ocurrido el accidente, antes de que desplacen los restos o alguien los toque. Tan pronto como sea posible y lo permitan las circunstancias, hay que fotografiar los cuerpos mortales y partes humanas de las víctimas antes de proceder a su levantamiento; también hay que fotografiar los puntos donde se hallan los sobrevivientes. No cabe duda de que las buenas fotografías constituyan la mejor manera de registrar todo accidente y, siempre que sea apropiado al tipo de accidente, conviene auxiliarse de la aerofotografía.

Es conveniente que cada investigador de la CIAA, dirija los grupos si la investigación se hace por grupos, y tengan el material y los equipos fotográficos necesarios para poder sacar fotografías independientemente de los demás grupos de colegas, pero, antes de iniciar los trabajos minuciosos de la investigación, los investigadores de la CIAA deben organizar el aspecto fotográfico, en general, de modo que se pueda actuar sin pérdida de tiempo para conseguir buena información pictórica de los restos, tal cual se descubren. Hay que sacar fotografías de la vista general del accidente en dirección a los cuatro puntos cardinales y de la trayectoria a lo largo de la cual están esparcidos los restos, desde el primer punto donde chocó la aeronave. De todo lo anterior deben hacerse tomas de videos. Hay que anotar el lugar y orientación de cada fotografía, prestando atención particular a lo siguiente:

- a. Instrucciones.
- b. Posición relativa de los mandos de la cabina.
- c. Las estaciones de radio sintonizadas, tal cual aparezcan en el cuadrante.
- d. El reglaje del piloto automático.

- e. La posición relativa de la llave de paso del combustible.
- f. La posición de los interruptores.
- g. La posición de los mandos de accionamiento de los flaps, del tren de aterrizaje, y la de los cerrojos, etc.
- h. Las posiciones de los planos de control.
- i. La posición relativa de los planos de centrado.
- j. Las roturas y dobladuras sospechosas.
- k. Las palas de la hélice, mostrando el paso.
- l. Los motores y las posiciones relativas de las palancas de mando de los motores instaladas en la cabina y de las conexiones del propio motor.
- m. Los daños debidos a incendios.
- n. Las marcas o señales producidas al chocar contra el terreno.
- o. Los asientos y sus cinturones de seguridad.

Si se hace todo esto, los investigadores de la CIAA contarán con la orientación máxima posible antes de trasladar los restos. Hay que considerar el empleo de pares estereográficos que, a veces son de particular interés para la aerofotografía y también para fotografiar de cerca.

6.3 CROQUIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS RESTOS.

Hecha la composición del lugar inicial del accidente, y después de haber sacado las fotografías correspondientes, lo primero que ordinariamente hay que hacer es un croquis de la distribución de los restos, tal cual se encuentren en el terreno. Simplemente, se trata de medir, a partir de un punto de referencia apropiado, la distancias y demarcaciones de la parte principal de los restos y también de los pedazos del contenido de la aeronave, de los sobrevivientes y de las víctimas, todas las huellas del choque y las que haya en el terreno; luego, hay que representar esos datos en un croquis de escala conveniente. Si bien, respecto a muchos accidentes, la preparación del croquis de distribución de los restos es un trabajo que puede hacer sin dificultad los investigadores de la CIAA, conviene pensar en la posibilidad de conseguir la ayuda de algún topógrafo competente, siempre que las circunstancias del accidente sean tales que los restos hayan quedado muy dispersos por el terreno. Vale la pena hacer un esfuerzo especial al preparar el croquis para que sea exacto y no omita ningún detalle, ya que el estudio del mismo puede dar indicios de la forma y secuencia de las roturas y la importancia de cuanto se descubra más tarde puede depender frecuentemente de lo representado en el croquis. Este no sólo se empleará como referencia durante la investigación, sino que constituirá un valioso documento para unirlo al expediente del equipo investigador de la CIAA, complementando así el informe escrito.

Para determinar qué clase y volumen de información hay que representar en el croquis de todo accidente, la CIAA debe proceder según las circunstancias de cada caso, pero en la mayoría de los accidentes el croquis debe registrar la ubicación de los componentes, piezas y accesorios principales, las mercancías y los puntos donde se hallaron las víctimas y sobrevivientes, con su identificación personal. También hay que representar en él, las huellas iniciales al tocar el terreno y las sucesivas con la referencia apropiada que permita identificar la pieza o componente de la aeronave que dejó la huella. Cuando se cree que las características físicas del terreno han podido influir en el accidente o en el tipo y magnitud de los daños sufridos estructuralmente, también hay que representarlas en el croquis. Las dimensiones pertinentes, las notas descriptivas y asimismo los puntos desde los cuales se sacaron las fotografías, completan la utilidad del croquis. Si bien la preparación del croquis de la distribución de los restos puede hacerse de varias maneras, a continuación, se facilitan algunos ejemplos de métodos simples:

- a. Cuando los restos se hallan concentrados en una zona pequeña, las distancias y marcaciones (magnéticas) pueden medirse desde un punto central de los restos. La representación de las personas y objetos puede hacerse en un diagrama polar.
- b. Cuando los restos se hallan esparcidos, se puede emplear una línea de referencia, usualmente a lo largo de la ubicación de los restos principales esparcidos, que dependerá del terreno y las distancias medidas a lo largo de esa línea a partir de un punto de referencia y luego perpendicularmente desde la citada línea hasta los pedazos diseminados. El papel cuadriculado es generalmente adecuado para hacer diagramas simples.
- c. En aquellos casos en que hay muchos trozos diseminados es posible simplificar la carta o plano empleando una letra o un número para indicar cada persona u objeto, acompañándolo de un índice apropiado.

6.4 EXAMEN DE LAS HUELLAS Y RESTOS.

Deben buscarse las huellas del choque inicial de la aeronave contra el terreno, y a base de éstas y de la distribución de los restos se puede determinar generalmente qué parte de la aeronave sufrió el primer golpe. La trayectoria de la aeronave puede deducirse examinando cuidadosamente las marcas o huellas que dejó en el terreno y en árboles, arbustos, rocas, postes, líneas de transmisión de energía eléctrica, etc.

Los extremos de ala, las hélices y el tren de aterrizaje dejan señales evidentes o partes desprendidas al chocar contra objetos fijos. Las marcas en el terreno, relacionadas con la altura de los árboles y de las malezas tronchadas ayudarán a determinar el ángulo y la actitud en la cual la aeronave se precipitó contra el terreno. El examen de las víctimas del accidente, de sus ropas y de otros elementos que vayan a bordo de la aeronave, también ayudará a determinar el ángulo, la actitud y la velocidad en el momento del impacto. El estado general de formación y comportamiento de la estructura revelará a

los investigadores de la CIAA si la velocidad a que se estrelló fue grande o pequeña. Cuando el choque se produce a poca velocidad solamente se originan daños locales, pero a gran velocidad las alas y la cola se doblan. Han ocurrido casos en los que la aeronave se ha hundido completamente en un cráter profundo, con sólo unos pequeños fragmentos doblados esparcidos alrededor del lugar del impacto. Unos surcos rectos y cortos a cada lado del cráter indican donde han golpeado contra el terreno, los bordes de ataque de las secciones exteriores de las alas mientras se desplazaban casi verticalmente hacia abajo a gran velocidad.

Cuando los motores no han penetrado en el terreno, su velocidad vertical de descenso probablemente ha sido pequeña, pero la aeronave puede haber estado desplazándose a muy alta velocidad y a un ángulo reducido; en este caso, los restos estarán diseminados por una gran extensión y a lo largo de una línea que parte de la huella del primer impacto. Si los restos están muy esparcidos a lo largo de la trayectoria de vuelo, esto puede indicar que hubo cierta desintegración estructural antes de estrellarse contra el terreno. Generalmente es posible formarse mentalmente una idea general de:

- a. La dirección, ángulo y velocidad de descenso.
- b. Si fue un descenso mandado por el piloto o descendió sin control.
- c. Si los motores desarrollaban o no potencia en el momento del impacto.
- d. Si la aeronave tenía intacta la estructura en el punto en que se produjo el primer choque. La magnitud de los daños que tengan los restos dará una indicación preliminar de las pruebas que pueden obtenerse del examen detallado que se realice a continuación.

Si se sospecha que la estructura se ha desintegrado en el aire, es esencial planear la investigación de manera que pueda extraerse de los restos, antes de que se trasladen, toda la información que ayudará a descubrir la falla principal. En tales circunstancias, los restos de la aeronave pueden estar diseminados por varias millas de bosques, campos, pantanos o zonas urbanas y puede ser difícil localizarlos.

Las brigadas de búsqueda deben hacer una exploración general de toda la zona y la búsqueda debe proseguir hasta que se hayan reunido todos los componentes principales. Para la búsqueda debe solicitarse la cooperación del personal militar, de la policía, escuelas y residentes de la localidad pero hay que informarles acerca de la necesidad de que notifiquen el lugar donde se encuentren parte de los restos, sin tocarlos. Esto facilitará a los investigadores de la CIAA el examen y determinación del lugar exacto en que dichas piezas cayeron a tierra. Las partes desprendidas de poca resistencia al viento tienden a moverse en la dirección del viento predominante a la hora en que ocurrió el accidente, mientras que las que ofrecen resistencia se verán menos afectadas por el efecto del viento. El conocimiento de la dirección del viento puede ahorrar tiempo en la localización de las piezas de la aeronave.

No debe moverse ni trasladar ningún trozo de los restos hasta:

- a. Que no se haya anotado su posición.
- b. Que no se haya pintado un número de identificación en una parte que no está dañada o en el caso de partes pequeñas, se le haya atado un rótulo.
- c. Que no se hayan tomado notas acerca de la forma en que la pieza dio contra el terreno, qué tipo de terreno era, y si golpeó contra árboles o edificios, etc., antes de dar contra el terreno.

Dichas notas y fotografías serán muy útiles cuando más adelante se haga un examen más detallado y pueden ayudar a distinguir entre los daños producidos al dar contra el terreno y los otros daños. Debe hacerse una búsqueda especial de toda pieza extraviada y si no puede encontrarse hay que hacerlo constar así en las notas. En el caso de accidentes sufridos por aeronaves con el tren de aterrizaje en posición desplegada, debe examinarse y dejarse constancia de las huellas dejadas en el suelo por las ruedas.

Debe tomarse nota del ancho de la huella dejada por el neumático de cada rueda y de la intensidad del color de las huellas. Estas huellas bien pueden probar si se aplicaron los frenos, o si la aeronave patinó o siguió deslizándose con las ruedas frenadas y en especial pueden indicar si se produjo el fenómeno de “Hidroplaneo”. El “Hidroplaneo” de una rueda deja una marca blancuzca en la pista, que es muy característica. Estas huellas resultan de la acción de frenado que realizan las fuerzas que actúan bajo la goma durante el “Hidroplaneo”. Nunca debe olvidarse que las víctimas de un accidente de aviación – examinadas objetivamente de la misma manera que los restos de la aeronave – revelan importantes datos sobre la velocidad de la aeronave, su actitud en el momento del impacto, la secuencia de la desintegración, etc.

6.5 RESTOS SUMERGIDOS.

6.5.1 Decisión de recuperar los restos.

Si ocurre un accidente sobre un lago o sobre el mar y la aeronave se precipita al agua, los restos, y por lo tanto las pruebas que puedan obtenerse de ellos, serán mucho menos accesibles que cuando la aeronave cae en tierra. Esto exige una operación costosa en la que hay que invertir varios meses, pero los resultados logrados superan todas las esperanzas y le indican firmemente la causa del accidente. Con el equipo que es posible disponer, se pueden dar casos de recuperación de restos de aeronave sumergidos en aguas profundas, en operaciones y períodos relativamente cortos.

Las circunstancias y el lugar del accidente permitirán determinar si es o no posible la recuperación de los restos. En la mayoría de los casos es posible recuperar los restos si se considera que las pruebas que estos podrían proporcionar justificarían el gasto y esfuerzos exigidos. Si la CIAA está convencida de que la clave de la causa del accidente reside en los restos sumergidos, o de que es posible que los restos contengan pruebas de importancia para la seguridad de vuelos posteriores, debe desplegar todas

sus energías para lograr que se tomen medidas efectivas a fin de tener acceso a las pruebas y examinarlas.

6.5.2 Determinación de la ubicación de los restos.

Tan pronto como se haya determinado que los restos están sumergidos, debe hacerse todo lo posible para contar con el mejor asesoramiento técnico para resolver el aspecto de la recuperación. Generalmente se entablarán conversaciones con las autoridades navales, con los servicios marítimos de recuperación de material y también con el personal de investigación de accidentes de otros Estados que se sepa que tienen experiencia en la materia.

En muchos casos es posible obtener asistencia y asesoramiento valiosos de pescadores y oceanógrafos, cuyos conocimientos de las condiciones locales, tales como la configuración del lago o del fondo del mar y las corrientes marítimas, son a menudo extensos y bien fundados. Lo primero que los investigadores de la CIAA tienen que hacer para descubrir la ubicación de los restos de la aeronave es determinar con la mayor exactitud posible cuál fue el probable punto de contacto con el agua. Para ello se basará en la información proporcionada por los testigos, en los informes de búsqueda y salvamento y en las indicaciones de radar.

Debe colocarse un bote en el punto calculado lo más exactamente posible, usando las boyas para determinar la marca del punto en cuestión. Quizás sea necesario instalar transitoriamente algún equipo de navegación de gran precisión.

Cuando las aguas no son profundas pueden utilizarse métodos simples de búsqueda, como la exploración subacuática cuando la profundidad excede de 60 metros (196 pies) hay que considerar los siguientes métodos de búsqueda:

- a. El sonar.
- b. La televisión o la fotografía submarina.
- c. Los dispositivos electromagnéticos especiales.
- d. Los sumergibles tripulados. Según las circunstancias, todos estos métodos presentan ventajas y desventajas, por lo que debe hacerse un cuidadoso estudio y consultar a los especialistas en la materia.

CAPÍTULO VII. PRESERVACIÓN DE LAS PRUEBAS.

7.1 EXÁMENES ESPECIALIZADOS.

En caso de que el investigador decida que puede ser conveniente o necesario realizar un examen o un ensayo especializado de componentes determinados, según el Anexo 9, (Facilitación) cuando resulta necesario enviar una pieza o piezas de una aeronave que ha sufrido daños, a otro Estado contratante, para examen o ensayos técnicos, todo Estado contratante interesado asegurará que el traslado de tal pieza o piezas se efectúe sin demora. Los Estados contratantes interesados facilitarán igualmente la devolución de dicha pieza o piezas al Estado que lleve a cabo la encuesta del accidente si este último las considera necesarias para poder terminar la encuesta. Ya que la investigación del accidente se refiere a una aeronave pequeña o a una de transporte, siempre habrá que considerar la necesidad o la conveniencia de obtener el dictamen de expertos de laboratorio o de realizar ensayos definitivos bajo condiciones controladas. Los análisis especializados pueden variar desde el análisis microscópico de una rotura al análisis químico detallado, pruebas de instalaciones y sistemas, y/o ensayos en vuelo.

No debe olvidarse que los aspectos de la investigación relacionados con los factores humanos no difieren en realidad de las investigaciones mecánicas, por lo que deben ser supervisados y controlados por el investigador de la misma manera. El investigador debe considerar qué análisis especializados se requieren: por ejemplo, incendio en vuelo, fuerzas de desaceleración, lesiones debidas al impacto o supervivencia, odontología forense para fines de identificación. Los análisis especializados o de laboratorio, así como ensayos, requieren por lo general medios que no son de uso corriente, y por ello no sólo difíciles de obtener en el lugar del accidente, sino a menudo carecen de ellos las bases o los talleres de reparaciones corrientes. Con respecto a la prueba de los componentes o sistemas, muchos exploradores no poseen todos los medios necesarios para reacondicionar y ensayar los componentes de los sistemas más complicados, por lo que es preciso considerar la posibilidad de utilizar las instalaciones con que cuente el fabricante del elemento de que se trate, quien sin duda dispone del equipo especializado y del personal entrenado.

Los ensayos de laboratorio no deben limitarse a las pruebas corrientemente efectuadas. El grupo investigador debe tratar de idear pruebas para tratar de verificar a fondo las cualidades de los componentes bajo circunstancias poco corrientes. La amplia gama de equipo especializado para pruebas permitirá simular una infinita variedad de averías de funcionamiento, siendo la única limitación la inventiva del investigador. El investigador debe enviar toda la información posible sobre las circunstancias que rodearon la supuesta falla del componente. Debe incluir una indicación de sus sospechas y de lo que espera poder establecer, pero debe asegurarse de no influenciar el análisis especializado al extremo de que el especialista se dedique sólo a tratar de hallar la respuesta que el investigador espera obtener. Las indicaciones del investigador tienen por objeto servir de orientación, y el análisis especializado debe cubrir todos los aspectos que pudieran ser pertinentes. Además, el

investigador debe enviar un historial detallado de la pieza o elementos de que se trate, que incluya datos tales como:

- a. Fecha de instalación en la aeronave.
- b. Total de horas de funcionamiento.
- c. Total de horas desde la última versión o inspección.
- d. Dificultades anteriores que se hicieron notar.
- e. Todo otro dato pertinente que pudiera esclarecer cómo y por qué falló la pieza.

En muy raras ocasiones – quizás nunca – resulta adecuado enviar piezas para someterlas a exámenes especializados, acompañadas de la explicación “para ensayo”, que en realidad no dice nada. El descuido en la forma de extraer de entre los restos de la aeronave los componentes de sistemas, piezas fracturadas u otros elementos que se desean enviar para análisis especializados, con frecuencia deteriora esos elementos. Las instalaciones, sean mecánicas, eléctricas, hidráulicas o neumáticas, deben mantenerse en secciones del mayor tamaño posible, o en secciones separadas desmantelando las canalizaciones de conexión en vez de cortándolas. Si una pieza de estructura metálica exige trabajo metalúrgico de laboratorio, no se corte nunca con soplete sino utilícese siempre una sierra aunque el trabajo sea más lento. Las manchas de pintura, a menudo muy importante tanto en las colisiones como en las roturas en vuelo, requieren protección especial: esto también se aplica a las manchas de humo u hollín. Con frecuencia lo mejor que puede hacerse es cortar un trozo de metal con la mancha adherida.

7.2 GESTIONES REFERENTE A LOS MEDIOS QUE HAN DE UTILIZARSE.

El investigador debe determinar, con la mayor antelación posible, qué componentes exigirán análisis o pruebas especializadas. La amplitud de este trabajo especializado determinará el tipo de instalación que ha de elegirse: el investigador debe también cerciorarse de que elige una instalación que cuente con todos los elementos necesarios para realizar los ensayos deseados. Una vez tomadas estas decisiones, deben hacerse las gestiones pertinentes con la instalación en cuestión lo antes posible, por varias razones. Es preciso prever el tiempo necesario para completar la investigación en el lugar del accidente, de manera tal que se puedan determinar todos los hechos pertinentes antes de comenzar los ensayos.

También debe preverse el tiempo necesario para el empaque y envío de los componentes, así como el período que demandará la incorporación del grupo investigador que presenciara los ensayos. Los arreglos que anticipadamente se gestionen también han de tener en cuenta el tiempo necesario a quienes tengan a su cargo los medios que hayan de utilizarse para planear la asignación de personal y equipo a las tareas que se solicitan, sin alterar indebidamente su trabajo normal.

7.3 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS.

Al seleccionar los componentes que han de ser objeto de ulterior examen, es conveniente incluir elementos relacionados que puedan haber influido en el funcionamiento del componente en cuestión. Ello implicaría incluir interruptores de conductores dispuestos para el montaje, así como válvulas de paso y reguladores. Las pruebas realizadas con un componente único sólo pueden proporcionar información acerca del funcionamiento de ese elemento, mientras que el problema puede realmente provenir del funcionamiento de uno de los componentes relacionados con esa pieza. La validez de los resultados del ensayo será tanto mayor cuanto mayor sea el número de componentes del sistema original que se utilicen. Cada componente debe reconocerse mediante una etiqueta en la que consten el número de la pieza, número de serie y datos de identificación del accidente. El investigador debe mantener una lista completa (relacionada con el croquis de repartición de los restos) con la misma información, que incluya además notas descriptivas completas y fotografías de todos los componentes que han de expedirse. Dichos componentes deben depositarse en un lugar adecuado debidamente protegido, hasta que este listo para ser enviado.

7.4 PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL ENVÍO.

El empaque de los componentes debe efectuarse de manera tal que reduzca al mínimo la posibilidad de que se dañen en el transporte. Deben tomarse precauciones especiales para asegurarse que las caras de las fracturas no se deterioren por entrar en contacto las caras coincidentes entre sí o con otras partes. Las caras de fracturas deben protegerse empacando los trozos cuidadosamente en materiales secos apropiados. No debe utilizarse grasa ni aceite, excepto en el caso de materiales extraídos del agua. Siempre que sea posible, los motores deben ser enviados en sus armazones y contenedores especiales. Otros componentes pesados tales como grupos motores de control de vuelo, conjuntos de gatos de servo del estabilizador y accionadores, deben empacarse en un material protector y ser colocados en receptáculos de madera separados. Dentro de los contenedores deben instalarse bloques y riostras para evitar todo movimiento del componente durante el transporte hacia el punto donde se realizarán las pruebas. Los componentes más pequeños y livianos pueden expedirse de la misma manera con más de uno en cada caja, pero de manera que no se rocen durante el tránsito. Las piezas muy livianas pueden empacarse en cajas de cartón fuerte corrugado, con suficiente material de empaque para evitar el daño que pueda causar su manejo descuidado en tránsito. Todos los cajones y cajas de cartón deben marcarse claramente para que pueda identificarlas el investigador y para cada contenedor debe prepararse una lista inventario.

7.5 NOTAS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Las notas oficiales de los análisis y ensayos debe conservarlas el investigador que supervise la tarea. Los resultados de los ensayos deben registrarse en los formularios que utilice comúnmente el establecimiento en cuestión para ese tipo de trabajo. El investigador debe retener todos los originales,

entregando copias a los miembros del grupo que presencien las pruebas y al establecimiento donde éstas se realicen. Antes de comenzar los ensayos o análisis, convóquese al grupo que presenciara las pruebas y al personal directivo apropiado pertinente al establecimiento en cuestión para una conferencia explicativa. En ésta debe indicarse el tipo y alcance de los ensayos que se desean realizar, y el investigador deberá procurar copias de los ensayos que se utilizarán. Estos procedimientos deben ser examinados para asegurar que sean adecuados. Algunos de los aspectos que figuran en los ensayos resultarán innecesarios y podrán eliminarse con el consentimiento del grupo.

Toda discrepancia observada durante las pruebas debe hacerse constar en las notas oficiales, incluyéndose una explicación en cuanto a la influencia que pudo haber tenido en el funcionamiento adecuado de los componentes que se ensayan. Conviene tener presente que las tolerancias admitidas en los procedimientos de ensayo se aplican a componentes nuevos o recién reacondicionados. Los componentes que han estado en servicio durante cierto tiempo pueden tener límites aceptables que rebasen estos márgenes de tolerancia, lo que será preciso tener en cuenta al redactar las notas.

Si la naturaleza de una discrepancia observada lo justifica, deben demostrarse los componentes después de terminados los ensayos para verificar la causa. Las conclusiones han de incluirse en las notas oficiales. El grupo que presencie las pruebas y personal del establecimiento de ensayos que esté invitado deben reunirse nuevamente después de completadas las pruebas para examinar las notas oficiales y los resultados obtenidos. Cuando todos estén de acuerdo en que los resultados obtenidos reflejan fielmente el estado y las posibilidades del componente, deben reproducirse todos los datos facilitándose una copia a cada uno de los reunidos para que tenga constancia de ellos.

7.6 PRESERVACIÓN DE LAS PRUEBAS

Una vez ubicados los restos, hay que preparar, de ser factible, un croquis de la distribución de los restos en el fondo del lago o del mar. Esto lo pueden realizar los buzos utilizando brújulas y un equipo para levantamiento de planos ligeramente modificado. Todo detalle pertinente, tal como el estado de las diversas piezas que componen los restos, su conexión mediante cables o tuberías, el cortado de estas conexiones para las operaciones de recuperación, etc., debe ser cuidadosamente anotado por los buzos antes de proceder a levantar las diversas piezas desde el fondo. Como normalmente los buzos no tienen ninguna experiencia en materia de investigación de accidentes de aviación, será necesario orientarlos debidamente. Una vez las diversas piezas estén en la superficie, el investigador debe examinar brevemente cada una de ellas, sumergiéndolas escasamente en el agua y tomar nota de toda información pertinente y del deterioro que normalmente sufren al sacarlas del agua, depositarlas sobre la cubierta de la embarcación y llevarlas a donde convenga.

7.7 PRESERVACIÓN DE LOS RESTOS

La preservación de los restos extraídos del agua salada requiere medidas inmediatas y eficaces. La reacción que el agua salada produce en diversos metales varía considerablemente de unos a otros. Los componentes de magnesio reaccionan violentamente y, a menos que se extraigan dentro de los primeros días, pueden disolverse por completo. Al aluminio no le afecta tanto la inmersión en agua salada, pero, al igual que la mayoría de los otros metales, la corrosión continúa aún después de extraído del agua, a menos que se tomen precauciones para evitarla.

La primera medida de preservación consiste en lavar minuciosamente los componentes con agua dulce. En algunos casos es conveniente rociar inmediatamente los restos con una manguera a medida que se sacan del agua y antes de depositarlos en la embarcación de recuperación del material. El lavado con agua dulce no detiene por completo la acción corrosiva, pero, cuando las superficies que deban lavarse sean extensas, quizás no sea posible tomar otras medidas anticorrosivas. Si se desea proteger las pruebas, los componentes fracturados, que quizás requieran examen metalúrgico, posiblemente requerirán la aplicación de medios de preservación adicionales.

La aplicación de algún líquido que absorba el agua de los componentes que se han lavado proporcionará protección anticorrosiva adicional. Entonces, conviene dar una mano con alguno de los preventivos temporales de la corrosión autorizados, que utiliza regularmente la industria aeronáutica. Se considera apropiado emplear aceite o lanolina neutra. Cuando los depósitos de materias orgánicas deban analizarse, como en el caso de que haya sedimentos de hollín o manchas, no deben utilizarse sustancias orgánicas protectoras, sino lavarse con agua dulce y dejarlos secar debidamente al aire libre. Cuando la pieza esté completamente seca debe cubrirse con un saco de material plástico, que contenga algún producto inactivo desecante, como el “sílica-gel”, de preferencia colocado en saquitos de tela. De todos modos, las existencias de “sílica-gel” deshidratado deben conservarse en envases.

Algunos aparatos, como el registrador de voz en cabina, no deben secarse sino preservarse sumergidos en agua dulce hasta el momento en que un especialista pueda hacerse cargo de ellos.

7.8 PRECAUCIONES.

Al organizar la recuperación de los restos sumergidos en el mar hay que considerar debidamente las precauciones de seguridad. En particular, hay que deshinchar los neumáticos y descargar los depósitos que contengan gases o líquidos a presión, lo antes posible. La corrosión de las ruedas y sus accesorios, especialmente cuando sean de magnesio, puede progresar a pasos agigantados hasta el punto de constituir elementos explosivos letales. Las otras vasijas a presión deben descargarse tan pronto como se haya evaluado su contenido.

7.9 ESTUDIO DEL ASPECTO OPERACIONAL.

El estudio del aspecto operacional tiene por objeto averiguar y comunicar todos los hechos relativos a los antecedentes del vuelo y a las actividades de la tripulación de vuelo antes, durante y después del vuelo en que ocurrió el accidente.

7.9.1 Los aspectos principales que intervienen en el examen del aspecto operacional son los siguientes:

- a. Historial de la tripulación
- b. Plan de vuelo
- c. Peso y balance
- d. Condiciones meteorológicas
- e. Servicios de tránsito aéreo
- f. Comunicaciones
- g. Navegación
- h. Instalaciones y servicios de aeródromo
- i. Performance de la aeronave

7.9.2 Cumplimiento de los reglamentos, instrucciones, etc. Vigentes en el momento del accidente (Manual de Operaciones, NOTAM, etc.):

- a. Declaraciones de los testigos
- b. Reconstrucción de la última fase del vuelo malogrado
- c. Secuencia del vuelo

Existe una estrecha relación entre las actividades inherentes al estudio del aspecto operacional y las de otros que deben averiguarse, por ejemplo, la trayectoria de vuelo de una aeronave, reconstruida a base de la información del control de tránsito aéreo y de las declaraciones de los testigos, deben compararse con la trayectoria de vuelo obtenida del registro de los datos del vuelo. Esta corroboración constituye, cuando es posible, uno de los principios de una investigación ejecutada adecuadamente, es decir, la verificación de la autenticidad de la información comparando la obtenida de una fuente con la proveniente de otra. Los ensayos en vuelo relacionados con algunos de los principales aspectos antes enumerados, por ejemplo, trayectoria de vuelo, performance, características de manejo son, a menudo, de considerable utilidad para aclarar o confirmar algunos pormenores que no sólo están relacionados con los asuntos que interesan directamente al grupo “Operaciones”, sino también con cuestiones que guardan relación con la carga estructural, funcionamiento de sistemas, motores, etc.

7.10 HISTORIAL DE LA TRIPULACIÓN.

El estudio de todas las circunstancias pertinentes a la tripulación constituye una parte importante de la investigación de los aspectos están íntimamente relacionados, se precisa un elevado grado de coordinación al reunir y evaluar los hechos pertinentes, a fin de que pueda hacerse el mejor uso posible de la información recopilada.

7.11 ANTECEDENTES PERSONA-LES.

Debe obtenerse la siguiente información respecto a cada miembro de la tripulación que se hallase de servicio abordo de la aeronave en cuestión:

- a. Cometido desempeñado abordo (piloto al mando, copiloto, navegante, mecánico de abordo, sobrecargo, tripulante de cabina, etc.).
- b. Nombres, apellidos y edad.
- b) Antecedentes generales sobre su profesión aeronáutica (capacitación inicial, entrenamiento, instrucción especializada, cursos seguidos, patronos y cometidos sucesivos desempeñados, condiciones en las que se obtuvieron las diversas licencias y habilitaciones, validez de las licencias de que sea titular, accidentes o incidentes anteriores y sus causas).
 - a. Historial médico (enfermedad reciente o interrupción de las actividades de vuelo, reconocimiento médico más reciente, investigación del factor fatiga, incluso la evaluación del período de servicio y de descanso durante el mes inmediatamente anterior al accidente y, especialmente, durante la última semana y las últimas 48 horas).
 - b. Experiencia general y experiencia con el tipo de aeronave que tuvo el accidente (examen de los libros de vuelo, tiempo total de vuelo (de día y de noche, por instrumentos, de ser pertinente, tiempo total de vuelo durante el último mes, semana y las últimas 48 horas), tipo de instrucción en tierra (simulador de vuelo, etc.) y de instrucción en vuelo, verificaciones en tierra y en vuelo, incluso el conocimiento de los procedimientos de emergencia, ejercicios de evacuación de emergencia, evaluación efectuada por monitores, controladores de vuelo o Explotadores).
 - c. Experiencia respecto a la ruta o al aeródromo en que ocurrió el accidente (especialmente el estudio de la habilitación para la ruta, familiarización con la ruta, condiciones IMC o VMC encontradas previamente, número de aterrizajes y despegues, conocimiento práctico de los procedimientos).

Para reunir esta información, el investigador quizás tenga que conseguir muchas declaraciones (posiblemente de otros miembros de la tripulación de vuelo que hayan volado con la persona en cuestión), y, de manera especial, utilizar el registro de las comunicaciones intercambiadas durante vuelos anteriores, así como recurrir a la lectura de los datos de vuelo registrados abordo durante las

etapas de vuelo precedentes. El grado en que se necesite la información antes indicada dependerá de las circunstancias del accidente que se esté investigando.

Actividades anteriores al accidente, durante el mismo y después de él la evaluación de las actividades de los miembros de la tripulación no sólo interesa a los que intervienen en la investigación; en muchos casos, dicha evaluación, búsqueda, salvamento y prevención de incendios.

a. Antes del accidente el investigador debe examinar especialmente:

1. Las actividades desplegadas durante las 24 o 48 horas anteriores al accidente, prestando especial atención a los factores psicológicos que pudieran estar relacionados con la actuación de los miembros de la tripulación, su condición física en relación con el ciclo de trabajo/descanso e irregularidad en la alimentación, especialmente si hubiese un cambio considerable de longitud geográfica en algún vuelo reciente, así como la evaluación de las horas que han pasado durmiendo antes de la salida.

2. Las circunstancias que han intervenido y la distancia recorrida en su traslado al aeropuerto antes de iniciar su cometido de tripulante, así como las actividades de cada miembro de la tripulación al hacer los preparativos para el vuelo (cálculo del peso y balance de la aeronave, carga de combustible, plan de vuelo para la navegación, exposiciones verbales meteorológicas, verificaciones anteriores al vuelo, etc.).

3. Las actividades y turnos de guardia, de haberlos, durante el vuelo. Esta información se obtiene corrientemente de las declaraciones de los miembros de la tripulación supervivientes y de los registros o declaraciones relativos a las comunicaciones aeroterrestres.

a. Durante el accidente: Teniendo en cuenta la información obtenida antes mencionada, el investigador debe tratar de reconstruir la función desempeñada y el comportamiento de cada uno de los miembros de la tripulación durante las fases sucesivas del accidente propiamente dicho.

b. Después del accidente:

1) Es innecesario indicar que el papel desempeñado por el investigador y la información útil para realizar no se limitan a los antecedentes del vuelo y del accidente. También deben considerarse los siguientes puntos:

Las actividades de la tripulación inmediatamente después del accidente (condición física inmediatamente después del choque, condiciones en las que la tripulación evacuó la aeronave, participación de los miembros de la tripulación en la evacuación de los pasajeros y organización del salvamento, etc.), Las actividades siguientes (reconocimiento médico y verificaciones que ya se hayan llevado a cabo o previstas, ensayos de competencia en tierra y en vuelo, declaraciones diversas).

7.12 PLAN DE VUELO.

Muchos vuelos requieren la preparación y presentación de un plan de vuelo a las dependencias de Control de Tránsito Aéreo. Esto proporciona al investigador ciertos datos concretos que tiene que considerar en detalle. Además, en el caso de los servicios comerciales, la tripulación de vuelo corrientemente prepara, con la ayuda de los encargados de operaciones de vuelo, un plan de vuelo técnico y detallado o cuaderno de navegación que puede ser de utilidad para el investigador. Normalmente, una copia de este documento queda en poder del Explotador. En el caso de accidentes en los que intervienen factores de navegación o cuestiones de consumo de combustible, será necesario verificar los planes de vuelo y los cuadernos de navegación, y cerciorarse que los datos gráficos o tabulados (o programa de calculador) de los cuales se obtuvieron dichos datos, correspondían a las circunstancias particulares del vuelo previsto, tales como las condiciones meteorológicas, tipo y modelo de aeronave, altura de crucero, etc., aunque raramente se plantea la cuestión en relación con los vuelos comerciales que realizan un servicio normal, será a menudo útil, especialmente en el caso de vuelos o aeronaves ligeras que realizan servicios a petición, y de los vuelos de instrucción, tratar de determinar cuáles eran las intenciones de la tripulación respecto al vuelo y a las diversas maniobras proyectadas.

7.13 PESO Y BALANCE.

Puede que se haya preparado la hoja de pesos y balance del vuelo proyectado, basado en las condiciones meteorológicas. En general, los vuelos comerciales utilizan un formulario normalizado para estos cálculos, pero esto raramente se hace respecto a las aeronaves ligeras. El investigador debe tener en cuenta lo siguiente y obtener y verificar este formulario o reconstruirlo; cuando no se disponga del formulario, el investigador tendrá que utilizar la información proporcionada por el fabricante.

- a. La última fecha que se pesó la aeronave.
- b. El combustible y el aceite de abordó (verificación del reabastecimiento de combustible, testimonio de los encargados de las bombas de abastecimiento de combustible, pedidos de combustible, vuelos anteriores – deben tomarse muestras para analizarlas cuando se haga la investigación del sistema moto propulsor).
- c. Los tripulantes y pasajeros transportados (verificación del manifiesto, billetes expedidos, documento de aduanas o de inmigración, declaraciones de testigos presenciales del embarque, personas embarcadas o desembarcadas en escalas anteriores, evaluación de los pesos normalmente transportados o averiguación de los pesos efectivamente transportados).
- d. Las mercancías y operaciones de carga (verificación de manifiestos, documentos de aduanas, correo y documentos de agentes expedidores, equipaje embarcado procedente de otros vuelos, peso

de los bultos rescatados, declaraciones de personas que han sido testigos o han efectuado la carga en el último aeropuerto de aterrizaje y en los aeropuertos anteriores, distribución de la carga entre los diversos compartimientos de abordaje, etc.).

El peso y balance en el momento de ocurrir el accidente se deducirán de la información básica que se indica, de acuerdo con las circunstancias del vuelo y la distribución y peso de la carga según se determine del examen de los restos, así como la ubicación y peso de los pasajeros y tripulantes según se determine del examen de los restos (incluyendo el examen patológico, en los casos en que sea necesario). Debe verificarse, si procede, el reglaje en el puesto de pilotaje y la posición del plano de cola de incidencia variable, o las aletas de centrado, respecto al reglaje y posición apropiados al peso y balance calculados de la aeronave en el momento del accidente.

7.14 CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

En la investigación de un accidente en el que las condiciones meteorológicas sean un factor importante, será de utilidad la creación de un grupo independiente que incluya un meteorólogo competente (e imparcial).

Tanto si se puede o no de esta manera, normalmente tendrán que investigarse los puntos siguientes:

Las condiciones meteorológicas reinantes en el momento y lugar del accidente y, de ser pertinente, también a lo largo de la ruta, pueden obtenerse a base de diversos datos, tales como:

- a. Informes meteorológicos aeronáuticos horarios y especiales.
- b. Informes radar meteorológico.
- c. Aeronotificaciones meteorológicas (AIREP).
- d. Observaciones meteorológicas de superficie, cuadernos y registros.
- e. Registros de precipitaciones.
- f. Registros biográficos.
- g. Registros del viento (gráficos).
- h. Cartas sinópticas.
- i. Cartas de presión, viento y temperatura en altura.
- j. Observaciones de radiosonda – radio viento.
- k. Informes de viento en altura;
- l. Registros de telémetro de nubes.
- m. Registro del alcance visual en la pista.

- n. Registros tele autográficos (teleimpresores, etc.).
- o. Fotografías de las nubes (tomadas por satélites).
- p. Condiciones de la luz natural (diurna, crepuscular, nocturna, luz de la luna, etc.).
- q. Salida y puesta del sol.
- r. Registros, por ejemplo, radiodifusiones VOLMET (si las hay).

Además, a menudo puede obtenerse información útil de las observaciones efectuadas por la estación meteorológica local, de testigos o de otras aeronaves en vuelo, declaraciones de testigos y examen de los restos del accidente (daños causados por el granizo, acumulación de hielo, etc.)

La selección de los datos resultantes de observaciones que hayan de reunirse y examinarse dependerá de las circunstancias del accidente objeto de investigación. Es muy conveniente que el investigador examine los datos registrados de las observaciones originales en vez de copias de los mismos. En algunos Estados se requiere al personal meteorológico aeronáutico que haga observaciones meteorológicas especiales siempre que se percate que es probable que ocurra un accidente o que haya ocurrido en el aeródromo o en su proximidad inmediata. Si se han hecho, el investigador debe prestarles particular atención. Es conveniente que se establezca dicho sistema antes de que ocurra un accidente.

7.15 PRONÓSTICOS.

Los pronósticos de las condiciones meteorológicas pertinentes al accidente deben documentarse. Según la naturaleza del fenómeno, puede que tengan que examinarse todos o algunos de los siguientes tipos de pronósticos:

- a. Pronóstico de área o de ruta.
- b. Pronóstico terminal (TAFS y TAFS) enmendado).
- c. Viento y temperatura en altura.
- d. Condiciones meteorológicas.
- e. significativas (información SIGMET).
- f. Pronósticos de aterrizaje.

En relación con los pronósticos de las condiciones meteorológicas significativas, debe prestarse atención especial a los mensajes de información SIGMET (información relativa al acaecimiento o probabilidad de que ocurran determinados fenómenos meteorológicos peligrosos) que puedan haberse cursado y que hubieran afectado cualquier parte del vuelo en cuestión.

7.16 EXPOSICIONES VERBALES Y DOCUMENTACIÓN DE VUELO.

Debe obtenerse, para estudiarla, una copia de toda documentación meteorológica referente al vuelo.

Prestarse atención especial a toda la información meteorológica que solicitó la tripulación del vuelo, o que se proporcionó a la misma, al hacer los preparativos previos al vuelo y durante el mismo. Obtener declaraciones del personal que suministró la información meteorológica a la tripulación antes de la salida y mientras se efectuaba el vuelo en ruta. Averiguarse si se informó debidamente a la tripulación respecto las condiciones meteorológicas peligrosas.

7.17 ANÁLISIS POSTERIOR AL VUELO.

Un meteorólogo competente e imparcial debe evaluar las condiciones meteorológicas reinantes durante el vuelo, a base de toda la información meteorológica que se haya descubierto durante la investigación. Considerar cuidadosamente la posibilidad de que pueden haber ocurrido fenómenos peligrosos, que no fuesen inmediatamente aparentes en los pronósticos y observaciones disponibles en el momento pertinente, especialmente en el caso de accidentes en ruta en los cuales se haya roto la estructura. Entre dichos fenómenos pueden figurar los efectos de las ondas orográficas, tormentas giratorias, fuerte turbulencia, lluvia congelante, etc.

Idoneidad del servicio deben examinarse las instalaciones y servicios de instalación, pronósticos e instrucciones verbales utilizadas y los servicios suministrados, con objeto de determinar si:

- a. Si se cumplió con los procedimientos indicados
- b. Existía proporción entre el volumen de trabajo y el personal disponible.
- c. Se utilizó eficazmente toda la información disponible y pertinente en los pronósticos e instrucciones verbales.
- d. La transmisión de información al personal aeronáutico se llevó a cabo sin demora y de conformidad con los procedimientos prescritos.

7.18 SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO.

Según las circunstancias en que haya ocurrido el accidente, quizás sea conveniente formar por separado un grupo que incluya un funcionario experimentado (e imparcial) del Servicio de Tránsito Aéreo, para investigar todos los aspectos de este servicio relacionados con el accidente. Si se procede de este modo, quizás sea conveniente y posible añadir como atribuciones de este grupo otros aspectos afines, tales como las comunicaciones, instalaciones de aeródromo y navegación (en la medida en que este último aspecto afecta al equipo terrestre). Los servicios de tránsito aéreo se proporcionan con la finalidad de prevenir colisiones entre aeronaves y obstáculos en el área de maniobras, para acelerar y regular el movimiento del tránsito aéreo, para facilitar información útil para la realización

segura y eficaz de los vuelos, y para notificar a los organismos pertinentes respecto a las aeronaves que necesiten ayuda de búsqueda y salvamento.

La investigación de los servicios de tránsito aéreo debe determinar, recoger y verificar la exactitud de toda la información pertinente a sus actividades en relación con el vuelo en cuestión.

Esto puede comprender lo siguiente:

- a. AIP pertinentes
- b. NOTAN
- c. Circulares de información aeronáutica
- d. Plan de vuelo
- e. Mensaje de plan de vuelo
- f. Mensaje de salida
- g. Franjas de la marcha del vuelo del control de aeródromo
- h. Franjas de la marcha del vuelo del control de área
- i. Franjas del servicio de información de vuelo
- j. Franjas de la marcha del vuelo, del control de aproximación
- k. Transcripciones radiotelefónicas

7.19 REGISTRO DE RADAR.

En marcha del vuelo hay que reconstruir desde la fase de planificación, examinando las diversas funciones ejercidas por los servicios de tránsito aéreo, por ejemplo, control de movimientos en tierra, control de salida, control de área (o de ruta aérea), control de aproximación y control de aeródromo hasta la fase en que ocurrió el accidente.

Puede que sea necesario investigar la suficiencia y eficacia de los servicios de control de tránsito aéreo, especialmente si se trata de un accidente debido a colisión en vuelo o en el área de maniobras. En este caso, deben examinarse detenidamente los aspectos siguientes:

- a. Ubicación de la torre de control y visibilidad desde la misma.
- b. Suficiencia de alojamiento de los otros servicios del control de tránsito aéreo.
- c. Personal del control de tránsito aéreo, número apropiado, capacitación (licencia) y supervisión del personal.
- d. Períodos de trabajo y de descanso del personal del control de tránsito aéreo

- e. Idoneidad de los procedimientos especificados.
- f. Suficiencia del equipo, incluso del radar.

Es importante determinar el momento preciso en que ocurrió el accidente. Es probable que el primer indicio de la hora aproximada del accidente se obtenga de las dependencias de los servicios de tránsito aéreo que hayan estado en comunicación con el vuelo. Cuando se disponga de las transcripciones del registro de las comunicaciones radiotelefónicas, corriente-mente es posible determinar el momento del accidente con una aproximación de alrededor de un minuto. Algunas veces es posible hacerlo con mayor precisión. Si la aeronave lleva un registrador de voz que también registra las comunicaciones radiotelefónicas, probablemente se podrá determinar la hora del accidente con sólo una diferencia de uno o dos segundos. Si, fortuitamente, se dispone del registro de algún sismógrafo, ubicado lo suficientemente próximo al lugar del accidente para detectar el impacto, puede determinarse con gran precisión el momento del accidente. Debe hacerse cuanto se pueda para determinar con la mayor precisión posible el momento en que ocurrió el accidente, con objeto de poder utilizar la información obtenida de la sincronización de los registros de vuelo con el tiempo básico del registro radio-telefónico.

7.20 COMUNICACIONES.

Las comunicaciones con los servicios de tránsito aéreo (que pueden variar según las características del sector en que penetre la aeronave) se graban o bien se anotan en los libros de escucha de los servicios de que se trata. Sin embargo, el investigador no debe pasar por alto la posibilidad de obtener información adicional comunicada de otras fuentes, tales como el registrador de voz (conversaciones) del puesto de pilotaje de la aeronave, de otras aeronaves, tanto en tierra como en vuelo, y de otras estaciones terrestres que hubiesen estado escuchando en la misma frecuencia o frecuencias.

Además, cuando proceda, deben también investigarse las comunicaciones de la red de comunicaciones del Explotador. En la mayoría de los aeropuertos y centros de control de tránsito aéreo de todo el mundo se dispone de registradores de banda magnética. Las grabaciones pueden que incluyan no solo la radio comunicaciones aeroterrestres, sino también las comunicaciones por radio y por línea inalámbrica entre los varios servicios o estaciones terrestres (transferencia de control, comunicaciones entre la torre y la oficina MET, vehículos de extinción de incendios, etc.) Los registradores de banda pueden ser “activados por palabra” (que son económicos en lo referente a la banda, puesto que sólo funcionan durante la transmisión del mensaje, pero que, en algunos casos, puede ser algo difícil determinar la cronología y ser ininteligibles las primeras sílabas) o de “funcionamiento continuo” (costosos en lo referente a la banda, la cual desplaza incluso entre mensajes, pero con los que con un simple reloj puede determinarse fácilmente la cronología).

Con ambas variedades, los modelos de multipistas simultáneas permiten grabar de diversas maneras las señales horarias (enlazados con un cronómetro oral, como accesorio de la máquina registradora o

para otros fines: señales en código o en lenguaje claro). Esto proporciona una referencia cronológica exacta puesto que las grabaciones en varias pistas están sincronizadas. Las disposiciones nacionales que regulan la conservación de las grabaciones varían algo siendo el período mínimo del orden de 30 días. Sin embargo, al hacer la investigación es conveniente que el investigador se cerciore lo antes posible, preferiblemente ideando de antemano la manera de prevenir posibles dificultades, que las grabaciones relacionadas con el vuelo se trasladen de lugar en que habitualmente se almacenan y queden en custodia hasta que él imparta nuevas instrucciones. También es conveniente que la transcripción de las grabaciones pertinentes se ejecute bajo la supervisión de un miembro del grupo investigador. En lo que concierne a los aspectos de seguridad operacional, estos comentarios son también aplicables a todos los documentos que estén relacionados con el vuelo en cuestión.

Cuando se dispone de grabaciones, éstas constituyen una fuente muy importante de información para el investigador. Las lecturas son, por lo general, bastante fáciles, pero es preciso adoptar precauciones esenciales:

- a. Debe ejercerse sumo cuidado en la manipulación y almacenamiento de las bandas originales (debe siempre tenerse presente el riesgo de que sufra deterioro la grabación o de que se borre).
- b. Una buena precaución es hacer, siempre que sea posible, una o más copias de la banda original y trabajar con ellas cuando no sea esencial utilizar la grabación original.
- c. Reconstruir la secuencia de los hechos respecto a toda la documentación, debe utilizarse siempre la misma referencia y el investigador tendrá la obligación de fijar el punto de referencia y determinar cualquier discrepancia entre las horas indicadas o utilizadas en los registros provenientes de varias fuentes.
- d. Será necesario sincronizar la hora de referencia de la radio telecomunicaciones grabadas con la de los registradores de datos de vuelo y de voz de la aeronave.

Como es posible que muchas personas que no hayan escuchado las grabaciones – que posiblemente emanan de diversas dependencias de control de tránsito aéreo – utilicen las transcripciones, cada una de éstas debe proporcionar ciertos datos y tener una presentación uniforme:

- a. En una página de introducción debe indicarse la dependencia que hizo la grabación, la frecuencia o las frecuencias utilizadas, el lapso de tiempo abarcado por la transcripción, motivo que indujo a hacer dicha transcripción, personas que intervinieron en la misma y dónde y cuándo se hizo (posiblemente el lugar donde se registraron las bandas originales).
- b. Cada una de las páginas que siguen pueden contener por lo menos las siguientes columnas:
 - 1) Indicaciones horarias.
 - 2) Estaciones transmisoras.

- 3) Estaciones receptoras.
- 4) Datos cuya lectura no presentó dificultad.
- 5) Datos dudosos o ininteligibles.
- 6) Observaciones de la persona o personas que efectuaron la transcripción.

Para facilidad de referencia, puede que el investigador considere útil subrayar en el texto del mensaje la palabra o las palabras pronunciadas en el momento de cada señal horaria.

En el Apéndice 14 se da un ejemplo del formulario utilizado en algunos Estados para la transcripción de grabaciones de comunicaciones por la línea alámbrica y radio telefónicas.

7.21 NAVEGACIÓN.

En los casos pertinentes, los aspectos de navegación de una investigación afectan al estudio del aspecto operacional (o a la investigación del control de tránsito aéreo, si procede). El equipo de navegación de abordaje debe cotejarse con los registros de la aeronave y los restos del equipo de navegación que se hayan recuperado. Las instalaciones terrestres para la radio navegación puede comprender desde el NDB hasta el DCCA de frecuencia media, VOR, DME, ILS, y el equipo de radar. Deben considerarse las siguientes características respecto a cada una de las instalaciones terrestres de radio examinadas:

- a. Emplazamiento (coordenadas geográficas)
- b. Señal de identificación
- c. Potencia de salida y fuente de energía
- d. Equipo de emergencia – Sistemas de advertencia – Advertidor de funcionamiento defectuoso.
- e. Diagrama de radiación
- f. Programas de operación y mantenimiento, y su notificación (AIP, NOTAM)
- g. Nivel normal de performance
- h. Interferencia
- i. Quejas, formuladas anteriormente (tripulación, funcionamiento, etc.)
- j. Declaraciones de los tripulantes que utilizaron estas ayudas más o menos al momento del accidente
- k. Fraseología y lenguaje utilizados en las comunicaciones (dificultades de comprensión debido a ello).
- l. Procedimiento.

7.22 VERIFICACIÓN EN TIERRA Y EN VUELO.

Cuando haya algún motivo para sospechar que la causa del accidente puede haber sido una ayuda para la navegación, El investigador debe solicitar, sin demora, que se hagan verificaciones especiales en tierra y en vuelo. Siempre deben efectuarse verificaciones normales de las ayudas para la navegación, si éstas se utilizaron o si existe alguna posibilidad de que las utilizara la aeronave que sufrió el accidente en el momento de ocurrir éste.

Además de examinar los resultados de las verificaciones especiales en tierra y en vuelo, el investigador debe estudiar los resultados de las verificaciones normales ordinarias (evaluación de su emplazamiento, puesta en servicio y verificaciones periódicas reciente). Debe señalarse a la atención la utilidad de estas verificaciones en lo referente a posibles diferencias entre el estado del equipo utilizado en el momento de ocurrir el accidente y en el momento de las verificaciones en tierra o en vuelo.

7.23 REGISTRO DE LAS IMÁGENES DEL RADAR.

Las imágenes del radar panorámico brindan información digital para reconstruir la marcha progresiva de un vuelo. Algunos Estados han elaborado sistemas para registrar estos datos. Por ejemplo, un sistema consiste en fotografiar en secuencia (una imagen por barrido) el desplazamiento de los puntos que representan las aeronaves en movimiento las pantallas del radar panorámico de los centros de control de área. ATC y de los aeropuertos importantes.

Cada imagen lleva la fecha y la hora (posiblemente un número de serie) y los puntos de notificación importantes o los puntos significativos del sector abarcado, así como las indicaciones de distancias y los puntos que representan las aeronaves.

Se ha ideado un sistema para proyectar las películas resultantes a la velocidad que se desee, en imágenes aisladas y para hacer diapositivas. Estas películas se conservan por lo menos un mes y sólo se revelan en caso de que ocurra un accidente o un incidente.

7.25 MAPAS Y CARTAS.

Quizás sea necesario averiguar qué mapas y cartas tenía el piloto para navegar y examinar su idoneidad y precisión en relación con las actividades de navegación que requería el vuelo. Esto podría exigir la consulta de las cartas para determinar si difieren en algún aspecto importante de las “Normas” del Anexo 4, puesto que la “Uniformidad” es fundamental para utilizar con discernimiento las cartas. Las limitaciones inherentes a los mapas de carácter especializado, por ejemplo, los producidos especialmente automáticos radio navegación, debe considerarse críticamente. Puede que sea también pertinente examinar la Interrelación funcional de las diversas cartas concebidas para diferentes fases del vuelo, cuando sea evidente que puede haber desorientado al personal de abordó.

Es posible también que sea oportuno considerar la actitud de la tripulación de vuelo para utilizar, en medio limitado de sus puestos de trabajo, los mapas y cartas que llevaba, y también ver si disponía de suficiente luz para apreciar los detalles cartográficos. Según corresponda a la fase del vuelo en que haya ocurrido el accidente, el investigador debe verificar:

- a. Cartas de posición
- b. Cartas de radio navegación
- c. Cartas de área terminal
- d. Cartas de aproximación por instrumentos
- e. Cartas aeronáuticas (topográficas)
- f. Cartas de aproximación visual
- g. Cartas de aterrizaje
- h. Planos de aeródromo
- i. Cartas de navegación aeronáutica.

7.26 INSTALACIONES Y SERVICIOS DE AERÓDROMO.

Según lo exijan las circunstancias, el investigador puede que tenga que examinar y verificar el estado de muchas instalaciones. Entre los pormenores que quizás tenga que verificar figuran los siguientes:

- a. Pista en uso – dimensiones (longitud y anchura de la pista, zonas de parada, zonas libres de obstáculos (véase el Anexo 14):**

Emplazamiento del umbral en el momento del accidente

- 1) Señalamiento de pistas
- 2) Márgenes laterales (anchura y clase de obra)
- 3) Elevación (o elevaciones)
- 4) Pendientes
- 5) Tipo de superficie
- 6) Estado de la superficie (seca, mojada, con hielo, nieve, nieve fundente, etc.)
- 7) Resistencia de las pistas
- 8) Dispositivo de parada de las aeronaves
- 9) Obstáculos
- 10) Ejecución de obras (NOTAM correspondiente).

b. Plataforma y calles de rodaje:

- 1) Resistencia
- 2) Suficiencia dimensional
- 3) Señalamiento
- 4) Obstáculos
- 5) Tipo de superficie y cualidades de la misma
- 6) Ejecución de obras (NOTAM correspondiente)

c. Iluminación:

- 1) Aproximación (tipo, dimensiones, color intensidad)
- 2) VASIS (verificación de la alineación)
- 3) De borde, umbral y de extremo de pista (color, intensidad)
- 4) De eje de la pista (color, intensidad)
- 5) De zona de toma de contacto en la pista
- 6) De calle de rodaje (eje, borde, barra de parada, etc.).
- 7) Faro de aeródromo
- 8) Obstáculos

d. Servicios de emergencia

- 1) Servicio de extinción de incendios – Equipo
- 2) Personal
- 3) Instrucción

e. Servicio de salvamento:

- 1) Equipo
- 2) Personal
- 3) Instrucción

f. Documentación:

- 1) AIP
- 2) NOTAM
- 3) Plano de obstáculos de aeródromos (OACI tipo A

- 4) Idoneidad de la difusión de información pertinente

g. Aeródromos:

- 1) Cumplimiento de las disposiciones del Anexo 14

7.27 PERFORMANCE DE LA AERONAVE.

7.27.1 Manual de Vuelo:

El Manual de vuelo constituye la fuente básica de información sobre la performance de la aeronave. Su existencia constituye un requisito previo previsto con categoría de norma en el Anexo 8. Aun cuando en la mayoría de los casos su contenido es adecuado para los fines corrientes de la investigación, en cambio en determinados casos, puede que sea necesario examinar los datos a base de los cuales el Manual de vuelo determina la performance, con objeto de verificar su validez en las circunstancias particulares del vuelo malogrado. En ese caso, puede que sea necesario estudiar detalladamente los documentos apropiados de la dependencia oficial de aeronavegabilidad competente y el constructor de la aeronave. El Manual de vuelo contiene las secciones siguientes:

Sección 1- Generalidades:

Registro de enmienda, dibujo del contorno del avión, otros datos de dimensiones, particularidades sobre la matrícula, tablas o gráficos de conversión y definiciones.

Sección 2- Limitaciones:

De pesos, carga de combustible, carga sobre el piso, centro de gravedad, condiciones atmosféricas (presión y temperatura del aire ambiente), funcionamiento del sistema moto propulsor, velocidad y número de Mach, viento de costado (valor máximo y dirección), maniobras, tripulación mínima, número máximo de ocupantes, limitaciones de la instalación eléctrica y del piloto automático, etc.

Sección 3- Procedimientos de emergencia:

Contiene procedimientos operativos esenciales para casos de emergencia previsibles pero desacostumbrados y que exigen la adopción de medidas inmediatas y precisas.

Sección 4- Procedimientos normales:

Incluye procedimientos apropiados relativos a casos de mal funcionamiento no incluidos en la Sección 3, y también debe incluir normalmente los siguientes puntos:

- Sistemas moto propulsores.
- Instalación de combustible.
- Instalación de lubricación de los motores.

- Instalación contra incendio.
- Instalaciones eléctricas.
- Instalación hidráulica.
- Instalación neumática.
- Instalación anti hielo.
- Dispositivo de dirección del vuelo.
- Dispositivo de mandos de vuelo.
- Piloto automático.
- Procedimientos a seguir en caso de fuerte turbulencia.
- Sistema de presurización y aire acondicionado.
- Sistema de oxígeno.

Sección 5- *Desempeño* (Performance):

Contiene datos cuantitativos referentes al performance de la aeronave, los cuales se presentan normalmente en secciones tales como:

- Procedimiento y velocidad de despegue.
- Curvas WAT de despegue
- Pendientes ascensionales en el despegue.
- Longitudes de campo de despegue.
- Datos sobre la trayectoria neta del vuelo de despegue.
- Datos en ruta
- Procedimientos y velocidades de aterrizaje.
- Curvas WAT de aterrizaje
- Pendientes ascensionales en aterrizaje
- Longitudes de campo de aterrizaje
- Otros datos especiales de desempeño (performance).

7.28 ANÁLISIS MATEMÁTICO.

Cuando se haya determinado toda información pertinente al desempeño (performance) de la aeronave, debe hacerse un análisis matemático de su (performance) teórico. Dicho análisis, si se hace al principio de la investigación, puede ayudar al investigador a determinar aspectos que requieren estudio particular, por ejemplo, cuando los datos del registrador de vuelo o la información proporcionada por los testigos revelen que existe una amplia divergencia respecto al (performance) teórica. A medida que prosiga la investigación, puede que sea conveniente hacer otros análisis matemáticos que abarquen toda la información proveniente de varias fuentes. Este estudio puede comprender desde la interpretación directa de los datos contenidos en el Manual de vuelo hasta el análisis complejo efectuado por especialistas en aerodinámica, utilizando datos tratados con calculadores electrónicos obtenidos de la investigación y de los constructores de la aeronave y del sistema moto propulsor. Cuando se calculen preliminarmente las trayectorias de vuelo, puede utilizarse ventajosamente el “trazado de energía total”, es decir, la variación en función del tiempo o de la distancia, según proceda, de la suma de la energía cinética y de la potencial de la aeronave. Esto se basa en una “teoría de energía total” y simplificada. Sin embargo, su aplicación directa debe examinarse cuidadosamente según las particularidades del caso que se investigue. Es esencial conocer las características básicas aerodinámicas y del sistema moto propulsor de la aeronave cuando se aplique la “teoría de energía total” a problemas que no sean de carácter elemental.

7.29 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO (PERFORMANCE) Y DE MANEJO.

Los ensayos en vuelo son útiles cuando se consideran las características de (performance) y de manejo del tipo de aeronave que ha tenido el accidente.

Por ejemplo, puede utilizarse los datos del registrador de vuelo, cuando se disponga de ellos y la información facilitadas por los testigos para preparar una envolvente de configuraciones posibles de la aeronave, es decir, las diversas combinaciones de reglaje de empuje, faros, tren de aterrizaje empleadores y técnicas de pilotaje que sean compatibles con la traza del registrador de vuelo en determinados momentos. La comparación de cada una de las combinaciones indicará a menudo un determinado juego de combinaciones que se adapte mejor a los datos del registrador de vuelo y demás información operacional, pueda ser de ensayos en vuelo para verificar las características de (performance) y de manejo relacionado con los perfiles de vuelo contenido en dicha envolvente. Además de las características del vuelo generales puede que tenga que documentarse según determinen las necesidades de los diversos grupos que intervienen en la investigación, aspectos específicos tales como la susceptibilidad al flameo, estabilidad en la aproximación y mando longitudinal, pérdida y características de actuación de los motores.

7.30 ENSAYOS EN TÚNELES AERODINÁMICOS.

En muchas investigaciones de accidentes, el empleo de túneles aerodinámicos y de modelos dinámicos a escala ha desempeñado un importante papel. En particular, los túneles aerodinámicos se han utilizado eficazmente para el examen minucioso de aspectos (performance) y estructural relacionados con las investigaciones de accidentes. En esta técnica ha sido posible solucionar varios problemas que, de otro modo, hubiesen sido virtualmente insolubles.

En la construcción de modelo dinámico, hay que determinar cuáles son las interacciones más importantes en lo tocante al fenómeno que interese averiguar y cerciorarse que los parámetros pertinentes son representativos. Las dimensiones o escala del modelo dependen en gran parte del tamaño de la instalación utilizada para el ensayo, de la facilidad y costo de construcción de los detalles del modelo. Cuando se haya tomado la decisión de construir un modelo, debe decidirse claramente el objeto principal perseguido con el mismo y también tamaño necesario para lograrlo. Sin embargo, siempre se corre el riesgo de que, si se supone tener un conocimiento excesivo del asunto, es posible que el modelo se simplifique exageradamente y falsee los resultados apetecidos. Cuando se construye un modelo para obtener información respecto a determinado problema frecuentemente se obtienen así mismo otros resultados inesperados y beneficiosos que quizás tengan alguna relación con el accidente o puede que se trate de aspectos que pueden estudiar más a fondo otros especialistas con objeto de incrementar la eficiencia y seguridad de vuelo.

7.31 CUMPLIMIENTO DE LOS REGLAMENTOS, INSTRUCCIONES, ETC.

Aun cuando el investigador de accidentes de aviación no tiene por qué intervenir en los aspectos disciplinarios del cumplimiento de los reglamentos e instrucciones pertinentes, el averiguar si se cumplieron constituye una parte necesaria de la investigación, también debe examinarse lo perpetuado para determinar si, según las circunstancias del accidente, era apropiado y adecuado para garantizar la seguridad del vuelo y saber si era fácilmente comprensible. Al examinar estos puntos es importante hacer una distinción entre lo obligatorio y lo facultativo. Lo perpetuado puede adoptar formas distintas, a saber:

- a. Legislación nacional
- b. Anexos de la OACI
- c. Procedimientos de la OACI para los servicios de navegación Aérea
- d. Manual de Operaciones
- e. Manual de vuelo
- f. NOTAM

- g. Publicaciones de información aeronáutica (AIP)
- h. Instrucciones de los explotadores a la tripulación de vuelo
- i. Circulares de información
- j. Aviso de los fabricantes de aeronaves
- k. Directrices de Aeronavegabilidad.

7.32 DECLARACIONES DE LOS TESTIGOS.

El Investigador debe tener presente que tiene la obligación de respetar las Leyes del Estado en que haya ocurrido el accidente y recordar que, en algunos Estados, quizás incumbe a la policía tomar declaración de los testigos. Debido a las circunstancias del accidente, puede que sea conveniente formar un grupo encargado de recibir las declaraciones de los testigos para localizarlos primero y luego reunir sus declaraciones. Si se forma dicho grupo, éste se limita a tomar las declaraciones de los “testigos presenciales” que se encontraban en la proximidad del accidente. Las declaraciones apropiadas a otros grupos (por ejemplo, estructuras, operaciones, etc.) las recibe generalmente un investigador que forma parte del primer grupo mencionado. La recopilación de la información facilitada por los testigos es una de las tareas principales del investigador; la información obtenida de este modo puede, en realidad, proporcionar alguna directa, puesto que guarda relación íntima con las pruebas materiales descubiertas al examinar el lugar del accidente y los restos, y puede complementarlas o aclararlas. Sin embargo, el investigador no debe pasar por alto la falibilidad humana, y debe obrar con gran precaución cuando analice las declaraciones que estén en pugna evidente con las pruebas materiales confirmadas.

Se estima conveniente que, al entrevistar a los testigos, el investigador haga más bien una entrevista que una interrogación propiamente dicha: cuando un testigo puede expresarse con confianza y desenvoltura se hace eco de la necesidad de la seguridad operacional y de la prevención de accidentes; se le alienta a que relate libremente y sin interrupción o intimidación lo que ha presenciado, y normalmente se sentirá predispuesto a exponer sus observaciones.

No debe desestimarse la necesidad de interpretación, componente siempre que el investigador entreviste a algún testigo cuyo idioma nativo no lo hablen ambos. La calidad de la comunicación puede que sea satisfactoria para conversaciones de carácter social, pero ligeras entonaciones en las declaraciones o detalles facilitados por el testigo, que técnicamente hablando puedan tener importancia, pueden pasar fácilmente desapercibidas debido a la interpretación inadecuada del testigo, del investigador o de alguien que no sea un intérprete competente. Deben obtenerse declaraciones escritas, de todo el personal que intervino en el suministro del servicio de control de Tránsito Aéreo o de vuelo a la aeronave que sufrió el accidente, así como de aquellas personas que

tenían a su cargo el funcionamiento y mantenimiento de las ayudas para la navegación utilizadas por la aeronave.

Las tentativas para localizar testigos no deben limitarse solamente a la fase inmediatamente anterior al accidente, sino que deben abarcar todos los aspectos, incluso, no sólo el estado de la aeronave, sino también los factores humanos. Cualquier declaración que pueda aclarar aunque sólo sea algún detalle en la investigación puede ser importante; el investigador no debe limitarse a localizar testigos en la proximidad inmediata del lugar del accidente, sino que debería tratar de conseguir declaraciones pertinentes a toda la trayectoria de vuelo, así como de la tripulación de vuelo y pasajeros (y, cuando proceda, de sus familiares), del explotador, del fabricante, de los servicios afectados y de otras fuentes. En algunos casos, utilizando medios de difusión eficaces, tales como la prensa, la radio y la televisión, se obtendrán declaraciones que suplementen las ya hechas voluntariamente por personas que se han ofrecido a hacerlo o con las que se han puesto en contacto las autoridades locales.

Según el tipo de declaración que haya de recopilarse (información sobre el reabastecimiento de combustible o descripción de la secuencia aparente de la desintegración en vuelo), o la calidad de los testigos que son objeto de entrevista (locuaces, imaginarios emotivos, renuentes), es posible que la declaración tenga que tomarse en condiciones muy diversas, que el investigador debe evaluar. Aun cuando debe explicarse la finalidad de la investigación, normalmente no es conveniente que las declaraciones se basen en un interrogatorio.

Los medios a disposición del investigador pueden variar de la simple libreta de notas, ayuda mecanográfica, taquigráfica, o taquimecanografía al equipo portátil o corriente de grabación magnética. Puede ser necesario disponer de oficina o de medios de transporte apropiados, así como de instrumentos y equipo para estudiar mapas, cartas y fotografías. Con frecuencia es conveniente utilizar un modelo de aeronave.

En relación con la determinación de la trayectoria probable del vuelo, a menudo se hacen pruebas en vuelo para precisar mejor y correlacionar las observaciones de los testigos. Por ejemplo, puede hacerse volar una aeronave similar a la que sufrió el accidente siguiendo una serie seleccionada de trayectorias de vuelo para que las presencien los testigos, en compañía del personal encargado de la investigación. Entonces, se pide a los testigos que comparen estas trayectorias de vuelo con la que recuerden que seguía la aeronave que tuvo el accidente. De este modo puede deducirse información valiosa referente a la altitud (o altura, según proceda), rumbo y actitud probables de la aeronave. En algunos casos, para determinar la trayectoria de vuelo puede ser útil emplear un helicóptero: este método es conveniente cuando algún testigo puede corregir la posición relativa de la aeronave respecto a determinado objeto fijo situado en tierra. Mediante una serie de estas observaciones se podrá trazar un gráfico que refleje con precisión la trayectoria de vuelo.

Siempre que sea posible, es conveniente contar con comunicación radiotelefónica en ambos sentidos entre el investigador y la aeronave que efectúa los vuelos.

7.32.1 Conviene tener presentes los siguientes principios:

a. Las declaraciones deben tomarse lo antes posible después del accidente; siempre pueden ampliarse posteriormente, de ser necesario, pero las primeras declaraciones son corrientemente las más exactas (los acontecimientos recientes están todavía vivos en la memoria del testigo y aún no ha tenido tiempo de dar rienda suelta a su fantasía).

b. Siempre es muy útil que los testigos hagan sus declaraciones en el lugar en que se encontraban en el momento del accidente. Esto puede ser muy conveniente, no sólo para comprender mejor la declaración, sino también para obtener detalles adicionales (especialmente si se trata de declaraciones referentes a la trayectoria de vuelo de la aeronave y al accidente). Es muy valioso para el investigador utilizar una brújula y un clinómetro para tratar de documentar con precisión las observaciones de los testigos oculares.

1) Es sumamente recomendable que las entrevistas con los testigos se lleven a cabo aisladamente, con objeto de evitar que puedan influir en otros testigos; asimismo, siempre que sea posible, debe pedirse a los testigos que se abstengan de comentar entre sí sus testimonios antes de que se vaya tomado debida nota de ellos. Por lo general, pueden hacerse ulteriormente, si se requieren, comentarios mutuos.

2) No debe descartarse, ninguna declaración. Una declaración hecha de un testigo con experiencia en materia aeronáutica no es forzosamente la más valiosa, y el investigador no debe pasar por alto declaraciones de otros testigos que se encontraban en el mismo lugar. La declaración de un niño puede ser sumamente útil, pero debe ejercerse suma discreción al recibirla y evaluarla. Deben tenerse presentes las Leyes nacionales referentes a la validez de las declaraciones hechas por menores de edad.

3) Las entrevistas con los testigos pueden llevarse a cabo, hasta cierto punto, en dos fases: en la primera, el investigador debe, en la medida de lo posible, dejar que el testigo relate a su manera los acontecimientos tal como los presenció (sin interrumpirle, excepto para hacer que se ciña a las materias pertinentes); en la segunda fase, el investigador puede que tenga que hacer preguntas para aclarar algún punto dudoso o suscitar otro (pero no deben hacerse de manera que implícitamente sugieran las respuestas).

4) Es práctico que el investigador esté acompañado de alguien que pueda tomar nota de las declaraciones, pues tiene la ventaja de permitirle concentrarse únicamente en lo que el testigo declara y de pensar debidamente en las preguntas que deba hacer.

7.32.2 En los casos pertinentes, debe anotarse la información siguiente:

a. Datos personales del testigo (nombre y apellidos, dirección, número del teléfono, edad, ocupación, experiencia en relación con la declaración);

- b. Hora de la observación (si la sabe, o, en caso contrario, según se determine en relación con otros acontecimientos);
- c. Lugar en que se hallaba el testigo en el momento de la observación (indicándola en un mapa, de ser necesario);
- d. Cualquier cosa que haya oído u observado respecto a la aeronave en cuestión y, de ser pertinente, de otras aeronaves próximas según la fase del vuelo, por ejemplo: posición de los faros, centrado, rodaje, calentamiento de motores, frenos al arrancar, iniciación de la rodadura, ángulo de subida, velocidad estimada, altitud estimada, puntos sobrevolados por la aeronave, rumbos, maniobras, posición de los mandos de vuelo, tren de aterrizaje, objetos desprendidos de la aeronave, llamas provenientes del escape, incendio o humo, señales luminosas, luces anticollisión y de la cabina, faros de aterrizaje, punto de toma de contacto, utilización de los frenos, empuje negativo, desviación de los chorros, paracaídas de cola, cualquier ruido, fenómeno o movimiento que parezca anormal, etc.;
- e. Posición de la parte principal de la aeronave y de los restos esparcidos.
- f. Posición de los cadáveres (condición de los cinturones de seguridad, etc.).
- g. Cualquier dibujo que el testigo pueda proporcionar para ilustrar su declaración.
- h. Cualquier fotografía o película que haya tomado.
- i. Actividades de salvamento.
- j. Si los testigos conocen a otros testigos, sus nombres, apellidos y direcciones.
- k. Firma en unas de las copias de la declaración y en cualquier dibujo que se haya hecho.

El investigador debe anotar en la declaración la fecha y lugar donde se haya tomado y, posiblemente, su propio nombre, apellido y función desempeñada. Es conveniente hacer toma de videos en donde quedan grabados los gestos y actitudes del testigo que amplía su versión verbal. Finalmente, para facilitar la referencia, la información reunida debe ir acompañada de un mapa que indique el lugar en que se hallaba cada testigo en el momento de ocurrir el accidente y de una clave con objeto de poder remitirse en sus declaraciones individuales.

7.33 RECONSTRUCCIÓN DE LA ÚLTIMA FASE DEL VUELO MALGRADO.

La reconstrucción de la última fase del vuelo, es decir, de la fase “accidente”, requiere coordinar muchos aspectos de la investigación; no obstante, este aspecto corresponde primordialmente al estudio del aspecto operacional. Su finalidad es preparar una descripción completa de los últimos acontecimientos en el orden cronológico en que se produjeron y evaluar su relación mutua.

El período de tiempo que ello ha de abarcar dependerá de las circunstancias. En términos generales debe empezar en el momento en que el vuelo deja de ser normal y seguro, y terminar cuando sea evidente que el accidente es inevitable. Este momento no es preciso que coincida forzosamente con el del choque. Por ejemplo, en el caso de falla estructural en vuelo de crucero, el accidente es inevitable cuando las alas se hayan desprendido de la aeronave; Análogamente, en una situación de pérdida del mando, cuando no es posible el restablecimiento por volar la aeronave demasiado bajo para retornar a su actitud normal sin exceder considerablemente muchas limitaciones, seguramente ocurrirá el accidente. Sin embargo, en los accidentes que ocurre al despegar y aterrizar, el acontecimiento final será el choque violento y puede que sea necesario utilizar como punto de partida de la reconstrucción del accidente y estudiarlo retrospectivamente con el fin de sincronizar las diversas fuentes de información que puedan haber determinado otros grupos de investigación, siguiendo un orden sucesivo. El registrador de vuelo proporcionará la base de la reconstrucción y las grabaciones radiotelefónicas suministrarán el enlace necesario para las actividades conexas en tierra. Mediante la investigación de las estructuras se determina la configuración de la aeronave y con el estudio de los factores humanos completar dicha información y probar ciertas consideraciones importantes respecto a las condiciones o eficiencia de la tripulación de vuelo. Por el examen de los sistemas moto propulsores se debe deducir la potencia que desarrollaban los motores al chocar, y el examen de las instalaciones de abordaje contribuye a determinar con algún detalle la configuración de la aeronave. Por último, la reconstrucción del accidente debe considerarse en el medio ambiental que revele la evaluación de todas las declaraciones de los testigos y en las condiciones meteorológicas que se determinen del estudio del tiempo.

7.34 SECUENCIA DEL VUELO.

La síntesis de todos los datos obtenidos con el estudio del aspecto operacional, es lo que mayormente puede contribuir a la reconstrucción del vuelo. Puede igualmente ocurrir que determinadas características del accidente requieran no sólo la reconstrucción del vuelo accidentado, sino también de otros vuelos.

Aunque la investigación tiene que prestar atención particular a la fase en que ocurrió el accidente, corrientemente conviene examinar la forma en que se desarrollaron todas las fases del vuelo. En muchos casos, será ventajoso que el investigador efectúe un examen global de cada faceta importante del estudio del aspecto operacional, abarcando cada parte del vuelo. Por ejemplo, durante la fase en ruta, la tripulación de vuelo, el control de tránsito aéreo, las condiciones meteorológicas, la planificación del vuelo, la (performance) de la aeronave y las declaraciones de los testigos proporcionarán información concreta referente a la fase en ruta, que puede que haya que indagar más a fondo según la naturaleza del accidente.

7.35 REGISTRADORES DE VUELO.

La expresión “registradores de vuelo” comprende dos tipos independientes distintos de registradores de abordaje, es decir, el registrador de los datos de vuelo y el registrador de la voz en el puesto de pilotaje: las lecturas de estos dos registradores deben sincronizarse para que sean de la máxima utilidad en la investigación de accidentes. El registrador de los datos de vuelo, frecuentemente denominado “registrador de vuelo”, es un aparato para registrar, en función del tiempo, los valores de determinados parámetros de vuelo básico y definido. El registrador de voz consiste en un aparato para registrar las conversaciones de la tripulación en el puesto de pilotaje, las intercomunicaciones, las difusiones por la red de altavoces (P.A.) y las comunicaciones radiotelefónicas. Es conveniente que las autoridades encargadas de la investigación de accidentes de cada Estado dispongan de una lista del tipo y de la ubicación de los registradores de datos de vuelo y de la voz respecto a cada Explotador y tipo de aeronave matriculada en el Estado.

7.36 REGISTRADORES DE DATOS DE VUELO.

Los registradores de datos de vuelo no eliminan la investigación de accidentes, sino que constituyen otra fuente de información de las que pueden disponer el investigador y se reconoce extensamente su utilidad en la investigación de accidentes de aviación.

En el Anexo 6 figuran especificaciones relativas a los registradores que han de llevar ciertos tipos de aviones y varios Estados exigen, con arreglo a lo prescrito por sus Leyes, que los aviones de la categoría de transporte público estén equipados con registradores de vuelo, mientras que otros Estados toman disposiciones de carácter administrativo para su utilización. El Apéndice 3 describe algunos tipos homologados de los registradores de datos de vuelo utilizados actualmente. Debe observarse que los párrafos siguientes de este Capítulo se refieren a la finalidad primordial del registrador de datos de vuelo – a saber, la investigación de accidentes – y a la planificación que se requiere que lleven a cabo las autoridades encargadas de la investigación de accidentes en lo tocante a la selección de parámetros, a la instalación y a la protección del registrador, para que, en el caso de ocurrir un accidente, se pueda contar con datos adecuados y pertinentes.

7.36.1 Finalidad del registrador de datos de vuelo.

El registrador de datos de vuelo tiene como finalidad primordial proporcionar suficiente información que permita al investigador de accidentes reconstruir en tres dimensiones la trayectoria de vuelo del avión, para determinar la actitud del avión en la reconstrucción del vuelo y evaluar las fuerzas que actuaron sobre el avión y motivaron su trayectoria y actitud de vuelo. Si el registrador cuenta con suficiente capacidad, es conveniente registrar también el funcionamiento de ciertos sistemas, instalaciones o instrumentos, con objeto de facilitar la investigación del origen de dichas fuerzas.

7.36.2 Selección de parámetros.

La determinación de la trayectoria de vuelo de una aeronave se efectúa utilizando el registro de los parámetros de altitud indicada, velocidad indicada y rumbo magnético en función del tiempo registrado. La carga dinámica de la aeronave en el plano normal a la aeronave (vertical local) se registra mediante un acelerómetro instalado dentro de los límites admisibles de desplazamiento del centro de gravedad de la aeronave. Estos parámetros son fundamentales para cualquier registrador que se proyecte utilizar para la investigación de accidentes. La experiencia ha demostrado que puede ser de mucha ayuda, y verdaderamente importante, la adición de los parámetros angulares de cabeceo y balanceo para determinar la actitud de la aeronave. (En su defecto, pueden utilizarse para el mismo fin registros de la velocidad angular de cabeceo y balanceo, pero en algunos casos quizás resulte difícil la determinación del plano de referencia.)

Ha sido objeto de debate el orden de prioridad que ha de concederse a cualquier parámetro adicional, pero, en términos generales, lo que le sigue en orden de importancia es contar con el registro de los ángulos de desviación de las superficies primarias de mando de vuelo (timones de profundidad, alerones, timones de dirección, plano de cola de incidencia variable, espoleadores, etc.), la posición de los flaps y los parámetros de potencia de los motores. Los parámetros de los motores dependerán de la clase de motores, si se trata de turborreactores, turbohélices o motores de émbolo, y de sus características. Por ejemplo, cuando se decida exactamente qué valor ha de medirse y registrarse, debe tomarse en consideración la postcombustión, si se trata de turborreactores de dos o tres rodets, del turbofán o del empuje negativo. Se verá probablemente que, antes que pueda hacerse una evaluación lo suficientemente precisa del rendimiento de los motores, es esencial un mínimo indispensable de por lo menos dos parámetros por motor. Para fines del cálculo aerodinámico y de la potencia de los motores, también es necesario registrar la temperatura del aire estático.

Para utilizar la capacidad sobrante del registrador de vuelo, los parámetros deben seleccionarse a base del tipo de aeronave de que se trate y de sus instalaciones, teniendo también presente la necesidad de registrar las señales del equipo de radionavegación. Esto puede comprender el paso por la vertical de radiofaros de 75 Mc/s, señales de desviación del ILS, posiciones de la aguja del indicador radio magnético, etc. Es ventajoso incluir un señalador de “acontecimiento” para indicar la posición, en el registro, en la que el piloto haya indicado que ha ocurrido algún acontecimiento de interés.

7.36.3 Instalación y protección.

La mayoría de los registradores de datos de vuelo, probablemente todos, que se llevan para fines de investigación de accidentes, están dotados de carretes de registro (“casetes”) protegidos contra choques e incendios, pero en el medio en que ocurre el accidente intervienen en grado extremo la inercia, la compresión, la penetración y el calor. Puede que no resulte económico, por lo que se refiere al peso, la protección contra estos factores extremos teniendo que recurrir al revestimiento de

protección del registrador únicamente. Por esto es conveniente tener en cuenta la elevada probabilidad de que el choque ocurra en la dirección de vuelo normal, utilizando la estructura de la aeronave para absorber la mayor parte de la energía del choque e instalando el registrador (o carrete de registro) en la sección de la cola de la aeronave.

El estudio de muchos accidentes ha mostrado también que la sección de la cola es menos propensa a los estragos del fuego. Esto no debe considerarse en el sentido estricto, puesto que la estructura, más ligera, del cono de la cola se desprende algunas veces al ocurrir un accidente, pero normalmente el punto más adecuado es el lugar situado inmediatamente detrás del larguero del plano de cola, dentro del fuselaje. Esto puede que no sea factible en algunos tipos de aviones trimotores, en cuyo caso se ha considerado como solución razonable un lugar cercano al encaste del plano de deriva. Se ha descubierto que la cuestión de la inercia tiene importancia, especialmente debido a que el mecanismo de registro tiene generalmente una elevada concentración de peso, al que se suma el correspondiente al revestimiento de protección. Han ocurrido accidentes en los que el registrador (carrete) se ha desprendido al chocar del lugar en que se hallaba instalado en la popa, no habiendo sido posible encontrarlo a pesar de los muchos intentos realizados para ello. Es muy conveniente y exige cuidadoso diseño el elemento de fijación del registrador a un componente estructural pesado cuando se empleen abrazaderas en vez de herrajes empernados, ya que puede ser un centro de concentración de esfuerzos.

También debe considerarse debidamente el diseño del revestimiento de protección del carrete de registro, de modo que pueda resistir la penetración de un objeto puntiagudo con elevada inercia. Los revestimientos externos de forma esférica contribuyen mucho a desviar tales penetraciones y, en términos generales, es preferible que el revestimiento de un carrete de registro tenga superficies externas redondeadas en vez de cantos vivos. La protección contra el fuego se consigue normalmente con una superficie reflejante del calor o con material aislante, o ambas cosas, pero como el registrador de vuelo puede permanecer en su sitio, entre los restos quemados de una aeronave, durante varias horas, o días, es necesario evitar que el registro quede destruido por haber estado sometido al calor intenso resultante de la exposición, durante un período más breve, a temperaturas muy elevadas. El requisito de que el registro no quede destruido después de haber estado sometido a intenso calor, puede que afecte la selección del medio a utilizar para el registro, pero en el caso de que se utilice acero inoxidable para el registro electromagnético, debe tenerse presente que las cualidades magnéticas se malogran cuando la temperatura excede de 450°.

La protección contra los efectos de inmersión prolongada en agua salada plantea problemas respecto a la preservación de las cualidades impermeables del carrete de registro, ya que puede resultar averiada la banda en él contenida por haber estado expuesta a los efectos del agua salada. Por último, debe recordarse que el registrador de vuelo debe resistir los efectos de los productos químicos que es probable que se escapen al ocurrir accidentes de aviación. Entre tales productos químicos figuran los agentes extintores de incendios, fluidos hidráulicos, combustibles hidrocarbonatos, etc.

7.36.4 Sistema Electromagnético Digital.

En general, los registradores electromagnéticos son de dos tipos: de frecuencias moduladas y numéricas. La grabación puede hacerse en cinta magnética de plástico y en cinta o hilo de acero. En principio, se utilizan transductores eléctricos, corrientemente potenciómetros o sincronizadores, para medir el parámetro y la señal pasa por un igualador que la convierte en forma apropiada para grabación en el medio utilizado. Las ventajas del registro electromagnético son: elevada probabilidad de que pueda recuperarse indemne después de haber estado expuesto a impactos, incendios e inmersión en el agua, especialmente cuando se utiliza cinta o hilo de acero, facilidad de instalación en un punto alejado (sección de la cola) de la aeronave para que haya aún mayores probabilidades de que el registro resulte indemne sin tener que utilizar largas canalizaciones del pitot y tomas de estática, así como la facilidad, con dispositivos de interfaz apropiados, para el tratamiento automático de datos. Las desventajas principales son: el elevado costo, complicación y la necesidad de un dispositivo de lectura para cada sistema de registro electromagnético. Como ese concepto es más moderno que el de los dos sistemas antes mencionados, se necesita acumular más experiencia para mejorar su confiabilidad, pero este sistema se presta a un considerable aumento del número de datos que pueden registrarse teniendo en cuenta el factor peso y, especialmente los sistemas en los sistemas numéricos, puede ser elevada la precisión numérica de cada valor registrado. Con los registradores electromagnéticos es posible utilizar un tipo de registro de bucle continuo, pero esto impide al investigador examinar grabaciones anteriores de circunstancias similares, a menos que la duración del bucle sea considerablemente mayor que la duración máxima de la aeronave en que esté instalado.

7.36.5 Traslado y manipulación de los medios registrados.

Al trasladar y manipular los medios registrados deben observarse las siguientes precauciones. Independientemente del sistema de registro, no debe intentarse efectuar la lectura en el lugar del accidente; el registro debe enviarse rápidamente al lugar de lectura autorizado, donde el personal idóneo pueda hacer lo necesario.

7.36.6 Sistemas electromagnéticos.

- a. Es de suma importancia que no se utilicen detectores de minas ni dispositivos similares en la búsqueda de cualquier clase de registrador electromagnético de vuelo, puesto que esto podría borrarlo en el registrador.
- b. Algunos tipos de registradores electromagnéticos, especialmente con los que se utiliza hilo como medio de registro, están equipados con carretes separables. Es sumamente conveniente soltar el carrete y permitir que el freno actúe sobre el mecanismo de arrastre del hilo para impedir que éste se rompa cuando se transporta.

7.36.7 Registradores de datos de vuelo.

Lectura y análisis Existen dos etapas claramente definidas a las que debe atenderse el investigador de accidentes al utilizar un registro de datos de vuelo, a saber: de lectura y la de análisis.

7.36.8 Lectura.

La etapa de lectura tiene por objeto proporcionar una representación numérica precisa de los parámetros registrados, ya sea gráficamente o en forma numérica tabulada. Para hacer esto, es necesario evaluar las características y la magnitud de las correcciones que hay que hacer a los datos originales, lo que forzosamente exige un conocimiento del sistema de registro que normalmente sólo poseen los constructores y entidades especializadas. Es necesario tener en cuenta correcciones tales como la compensación por error de calibración de los transductores, el error de los instrumentos y error de posición referente al pitot y a los parámetros de medición de la estática. Cuando se han hecho todas las correcciones, incluso las correspondientes a determinada instalación de aeronave, resulta casi invariablemente preferible preparar una representación gráfica de los parámetros registrados tomando como base el mismo; sin embargo, en los casos en que ello es posible, suele ser de mucha ayuda disponer de una presentación numérica tabulada. Por último, tal vez sea posible conservar la información corregida en tarjetas perforadas o en cintas magnéticas para su tratamiento y representación gráfica ulterior mediante calculadores. Con las grabaciones, de cualquier tipo que sean, sólo será posible obtener lecturas de los datos esenciales cuando se disponga de equipo de lectura apropiado.

Para efectuar la lectura, quizás sea necesario permitir que la grabación se envíe a algún lugar que no esté bajo la jurisdicción del Estado que realiza la investigación, en cuyo caso debería encargarse de que se conceda la prioridad y seguridad apropiadas para conseguir la lectura en cuestión. De ser así, el representante acreditado debería proporcionar oportunamente al Estado que lleva a cabo la investigación la lectura completa, así como también una explicación del método de trabajo utilizado para obtenerla.

7.36.9 Registro Electromagnético.

En el caso de sistemas de frecuencia modulada, hacerse correcciones, cuando proceda, por desplazamiento de la referencia y respecto a la actuación gradual, teniendo en cuenta los niveles de ruido de fondo admisibles. Con los sistemas numéricos, la lectura de los datos originales es habitualmente precisa, excepto cuando ocurren interrupciones de magnitud excepcional y esto es evidente.

7.36.10 Análisis.

La etapa análisis, a diferencia de la de lectura, la lleva a cabo corrientemente el investigador de accidentes, en consulta con especialistas en aerodinámica y otros expertos, más bien que el técnico

que está familiarizado con los registradores de vuelo. Puede ser necesario – de cualquier modo, es frecuentemente ilustrativo – construir un gráfico de la energía total de la aeronave con objeto de obtener más información, tal como los cambios de régimen de la potencia de los motores y la configuración de la aeronave, al mismo tiempo que se toma en consideración más información registrada pero no utilizada en los cálculos de energía. Es necesario hacer un examen detenido y detallado de la lectura corregida, con el fin de conseguir la correlación apropiada entre los parámetros definidos o determinar los motivos por los cuales no guardan correlación los valores registrados. Es importante la reconstrucción de la trayectoria de vuelo en un mapa a gran escala, así como una indicación de las alturas o altitudes pertinentes, pero debe tenerse gran cuidado en el trazado de los virajes, especialmente si era irregular la velocidad angular de viraje. En una fase subsiguiente, es necesario que el grupo “Operaciones” o la persona que esté a cargo de la investigación relacione la información obtenida de fuentes ajenas al registro de vuelo con la trayectoria de vuelo reconstruida y determine los motivos a que obedecen las discrepancias con la reconstrucción general, a partir de la trayectoria de vuelo inicialmente prevista.

7.36.11 Nuevos avances.

Ha quedado extensamente demostrada la utilidad del registro de datos de vuelo, y no puede haber ninguna duda de que con el transcurso del tiempo aumentará la gama de los datos de vuelo registrados. Es pues importante tener presente que, como objetivo básico, debe existir un grado general de compatibilidad entre los diversos sistemas de registro de datos de vuelo. La disponibilidad de más información registrada hará, inevitablemente, que tengan que aumentarse las actividades necesarias para la lectura y análisis de los datos. Por lo tanto, tendrán que considerarse métodos perfeccionados para llevarlo a cabo. La primera fase podría consistir en la lectura y corrección de datos automática, y luego en su representación gráfica, también automática y, por los menos en cierto grado, en el análisis con calculadores.

Los avances que se hagan posteriormente podrían conducir a un sistema mediante el cual la salida de datos de vuelo del registrador alimentaría la entrada de datos de un simulador de vuelo apropiado, de modo que la reconstrucción de los acontecimientos que ocasionaron el accidente pudiese observarse de manera similar a lo realmente ocurrido.

7.36.12 Registradores de la voz en el puesto de pilotaje.

La conveniencia de instalar registradores de la voz en el puesto de pilotaje de las aeronaves de transporte aéreo obedece a que en varios accidentes, caracterizados por situaciones de emergencia repentinas y peligrosas, la tripulación de vuelo o pudo comunicarse con las instalaciones en tierra. En estos casos, en los que la tripulación no sobrevivió, se perdió la información que la tripulación hubiera podido facilitar referente a la causa y a la naturaleza de emergencia. Unos estudios efectuados han revelado que, disponiendo de micrófonos y equipo de filtro adecuado, es posible obtener grabaciones

razonablemente *inteligibles con un micrófono instalado en el puesto de pilotaje en condiciones ruidosas más bien intensas. Algunos Estados exigen la instalación de registradores de la voz en el puesto de pilotaje de todos los aviones grandes equipados con turbinas y cuatrimotores de transporte con cabina de presión, dotados de motores alternativos. Existen varios tipos de registradores de voz instalados en el puesto de pilotaje, utilizados actualmente. Las condiciones de empleo de este equipo normalmente comprenden reglas para la utilización de los registradores, normas de actuación para su homologación y normas que regulan el método de instalación en el avión.

7.36.13 Finalidad del registrador de la voz en el puesto de pilotaje.

La finalidad primordial del registrador de la voz en el puesto de pilotaje es proporcionar al investigador de accidentes información directa de las observaciones y evaluaciones que hacen los tripulantes de las condiciones de abordaje y de los procedimientos por ellos empleados al tratar de hacer frente a la situación de emergencia en que se hallan. La experiencia ha demostrado que también quedan registrados otros sonidos importantes, por ejemplo, los de la manipulación de los interruptores, los de funcionamiento de los selectores de los flaps y del tren de aterrizaje, las señales orales de advertencia, el ruido de los motores, el ruido en el puesto de pilotaje relacionado con los cambios de velocidad, etc. Esta clase de información es de considerable ayuda para el investigador, especialmente cuando, a base del registrador, puede determinar el momento preciso de cada sonido.

Selección de parámetros Normalmente, los registradores de voz en el puesto de pilotaje deben registrar lo siguiente:

- a. Comunicaciones radiotelefónicas transmitidas o recibidas por el avión.
- b. Conversaciones entre los miembros de la tripulación de vuelo en el puesto de pilotaje.
- c. Conversaciones entre los miembros de la tripulación del vuelo en el puesto de pilotaje, utilizando el sistema de comunicación interna de la aeronave.
- d. Señales orales o acústicas identificadoras de las ayudas para la navegación y aproximación, captadas con auricular o altavoz.
- e. Comunicaciones de los miembros de la tripulación de vuelo utilizando los altavoces de la cabina de pasajeros, cuando exista dicha red y no se esté utilizando la cuarta pista de registro.

Para registrar eficazmente las voces de los miembros de la tripulación de vuelo en el puesto de pilotaje se instala un micrófono en el mejor sitio posible para registrar las comunicaciones telefónicas de los puestos del primer y segundo piloto, así como las comunicaciones telefónicas de otros miembros de la tripulación en el puesto de pilotaje que se transmiten a dichos puestos. Debe tenerse cuidado en emplazar el micrófono y ajustar o suplementar los preamplificadores y filtros del registrador para conseguir un elevado nivel de inteligibilidad de las comunicaciones registradas, cuando su grabación se haga en condiciones ruidosas en el puesto de pilotaje durante el vuelo. Los registradores de

conversación en el puesto de pilotaje deben instalarse de modo que cada fuente de información descrita anteriormente se registre por separado, en distinta pista. Esto puede lograrse de la manera siguiente:

- a. Primera pista: desde cada micrófono, auricular o altavoz utilizado en el puesto del primer piloto.
- b. Segunda pista: desde cada micrófono, auricular o altavoz utilizado en el puesto del segundo piloto.
- c. Tercera pista: desde el micrófono montado en el puesto de pilotaje.
- d. Cuarta pista: desde cada micrófono, auricular o altavoz utilizado en el puesto del tercer o cuarto miembro de la tripulación; o, cuando no se utilice para este fin. Desde los micrófonos correspondientes a la red de altavoces del avión.

7.36.14 Instalación y Protección.

La instalación de los registradores de la voz en el puesto de pilotaje debe hacerse de modo que:

- a. Reciban energía eléctrica de la barra colectora que proporciona la máxima confiabilidad para el funcionamiento del registrador sin poner en peligro el servicio para satisfacer otras cargas esenciales o de emergencias.
- b. Se disponga de un medio automático para detener el funcionamiento de cada dispositivo borrador en el momento de producirse el choque.
- c. Se cuente con medios auditivos o visuales para la verificación, previa al vuelo, del funcionamiento del registrador.
- d. Se reduzca al mínimo la probabilidad de que se active y ponga en funcionamiento inadvertidamente el borrador instantáneo, al producirse el choque. Las cajas de protección que contienen los registradores deben colocarse y montarse de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de rotura resultante del impacto, así como los daños siguientes que, debido al fuego, puedan sufrir los registradores. Para satisfacer esta condición, la caja debe ubicarse lo más hacia atrás posible, pero no debe colocarse en lugares en que pueda resultar aplastada por el peso de los motores.

7.36.15 Traslado y Manipulación:

Debe tenerse sumo cuidado al manipular el registrador de voz del puesto de pilotaje. Nunca debe abrirse, sino empacarlo con gran cuidado en la caja destinada especialmente para su envío, que normalmente proporciona el constructor, y expedirlo al laboratorio autorizado para lectura.

7.36.16 Registradores de la voz en el puesto de pilotaje, lectura y análisis.

Al utilizar el registro de la voz en el puesto de pilotaje, el investigador de accidentes debe seguir tres fases, a saber: lectura/transcripción, función de sincronización, y la fase en la cual se realiza la correlación con el registrador de datos de vuelo. La fase de lectura tiene por objeto proporcionar una

transcripción escrita lo más precisa posible de las palabras y sonidos registrados en la banda. Para lograrlo, es necesario emplear un aparato especial de repetición, diseñado (corrientemente por el constructor) para reproducir los sonidos grabados en la banda de determinado tipo de registrador de la voz en el puesto de pilotaje.

Como en algunos casos el investigador no dispondrá de este equipo, quizás sea necesario permitir el traslado del registrador, de la jurisdicción del Estado que realiza la investigación, con objeto de obtener por lo menos la lectura inicial de lo en él grabado. Al igual que en el caso del registrador de datos de vuelo, debe encargarse al representante acreditado del Estado en que pueda hacerse la lectura en cuestión. En este caso, el representante acreditado debe proporcionar al Estado que lleva a cabo la investigación una transcripción de las comunicaciones pertinentes y, en su oportunidad, una nueva grabación completa de cada pista, así como también una explicación sobre el equipo y técnicas utilizados.

La segunda fase o sea la sincronización, comprende la investigación del momento preciso correspondiente a las comunicaciones radiotelefónicas grabadas en la banda, así como la determinación de si el registrador estaba funcionando a su velocidad nominal. La determinación puede hacerse comparando las pistas de registro radiotelefónico grabadas, con las grabaciones efectuadas en tierra en las dependencias de control de tránsito aéreo, las cuales tienen gradualmente alguna forma de señal horaria, transmitida por radio, superpuesta o correlacionada en la banda. Con estos métodos, así como utilizando otros medios (v.g. el registro sismográfico), el investigador puede determinar tiempos de referencia en la banda del registrador de la voz del puesto de pilotaje, que pueden usarse para relacionar las comunicaciones o sonidos del puesto de pilotaje.

La determinación de la precisión de la velocidad de la banda también puede hacerse con el método indicado. En el caso en que durante el período de funcionamiento del registro de la voz del puesto de pilotaje no se hayan recibido señales horarias ni comunicaciones radiotelefónicas, la precisión de los datos sobre el tiempo transcurrido puede obtenerse ajustando la velocidad de repetición de la banda de grabación, de modo que se establezca exactamente en 400 Hz la señal inducida en la frecuencia de la mayoría de las bandas originales. Terminadas las fases indicadas, es posible una vez establecida una hora verdadera (o un valor del tiempo transcurrido a partir de un punto de referencia), correlacionar los datos obtenidos del registrador de la voz del puesto de pilotaje con los conseguidos de la lectura del registrador de datos de vuelo.

7.36.17 Notas Técnicas.

Debería tenerse presente que, a menudo, la banda del registrador de la voz del puesto de pilotaje contiene considerable información, además de la palabra hablada. Ciertos sonidos, tales como los de la manipulación de interruptores, palancas de actuación de los flaps y del tren de aterrizaje, señales de advertencia audibles, etc., pueden identificarse frecuentemente con facilidad.

Otro dato que puede recuperarse de algunas bandas es el régimen (RPM) de los motores de turbina. Esta fuente de datos ha sido eficaz en aeronaves con motores montados en el ala o en góndolas. El método de recuperación consiste en preparar una banda con calibraciones anotadas de otra aeronave equipada con el mismo tipo de motores y de registrador de la voz. La banda de calibración debería grabarse con el puesto de pilotaje sin ruido, en vuelo, con las variables de las RPM de los motores dictados en unas de las pistas ajenas al micrófono del puesto de pilotaje. Las señales de la banda se someten entonces a análisis espectrográfico, lo que proporciona un registro visual de calibración con el cual pueden compararse las señales de valor desconocido de la banda de la aeronave que ha sufrido el accidente. Al tratar de separar los sonidos inteligibles de la conversación de la interferencia concomitante, como la que puede causar el ruido de fondo en el puesto de pilotaje, señales de advertencia audibles, u otras fuentes, a menudo resulta necesario utilizar técnicas de filtrado electrónico a las señales grabadas en la banda del registrador de la voz del puesto de pilotaje. En estos casos, no se debería filtrar excesivamente ciertos espectros de frecuencias, puesto que su atenuación exagerada causaría casi inevitablemente un tanto de distorsión de los sonidos de la conversación, que posiblemente llevaría a evaluar incorrectamente el contenido de las comunicaciones orales del puesto de pilotaje.

7.37 INVESTIGACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

La investigación estructural comprende la investigación e informe en cuanto al estado de la célula de la aeronave. Ello incluye las estructuras primaria y secundaria, y las superficies de sustentación y de mando.

“En la investigación de los restos de la aeronave” trata de las primeras fases de la investigación estructural.

7.37.1 Reconstrucción de los restos de la aeronave.

La técnica de la “reconstrucción” es uno de los procedimientos más útiles de que dispone el investigador para localizar la causa de una rotura estructural. Por “reconstrucción”, se entiende la colocación de las diversas piezas de los restos en sus posiciones relativas antes de la falla como un panel de ala, una superficie de cola o la instalación de mandos, si bien, en raras circunstancias, hay que reconstruir casi todos los elementos componentes principales. El procedimiento de reconstrucción implica una doble tarea.

Primero, hay que identificar las diversas piezas y disponer en sus posiciones relativas. Luego, se hace un examen detallado del daño que presenta cada pieza y se establece la relación entre este daño y el experimentado por otras piezas adyacentes o asociadas. Este último aspecto es en definitiva el propósito principal de la reconstrucción. Cuando se examinen los restos de un accidente, téngase bien

presente que las leyes físicas a que está sujeta una aeronave, tanto en vuelo normal como en caso de desintegración en el aire, son exactamente las mismas.

7.37.2 Identificación de las Piezas.

La principal dificultad al reconstruir un elemento componente, tal como un ala, radica en la identificación de las diversas piezas de los restos. Si el ala se ha roto en trozos relativamente grandes, las tareas se simplifican mucho. Si se ha roto en gran cantidad de pequeñas piezas (como ocurrirá si la velocidad del choque es grande), el trabajo de reconstrucción puede resultar sumamente difícil. El medio más eficaz de identificación es mediante los números que están estampados en la mayoría de las piezas que componen una aeronave. Estos números pueden confrontarse fácilmente con el catálogo de piezas de las aeronaves. Cuando los números son ilegibles o no se encuentran, habrá que recurrir a métodos indirectos para la identificación. La coloración (ya sea de la pintura propiamente dicha o de la capa de imprimación), el tipo de material y construcción, marcas externas, tamaño y separación de remaches o tornillos, todo puede ayudar en la identificación de diferentes partes. Para grandes secciones, tales como cordones de largueros, con frecuencia es posible emparejar las dos mitades de la fractura. El proceso de identificación es a veces un acertijo, ya que piezas normalmente planas frecuentemente se encuentran curvadas y piezas normalmente curvadas a menudo aparecen como planas. El investigador pronto aprende a no desorientarse por la condición en que encuentren una pieza (desgarrada, retorcida, alabeada) de los restos y a descubrir los rasgos identificables que se han señalado.

7.37.3 Examen de las piezas.

El propósito de la reconstrucción de la aeronave o de uno de sus principales componentes es permitir un examen detallado de las diversas piezas de los restos. Cuando las distintas partes se colocan en sus posiciones relativas correctas, es posible estudiar la continuidad, o la falta de continuidad, de daños en piezas relacionadas. Si las arrugas en un panel del revestimiento son continuas a través de una desgarradura o irrumpen en otro panel, la determinación de las fuerzas causantes del arrugamiento o deformación es sumamente útil para establecer la diferencia entre daños en vuelo y daños debidos al impacto, o entre roturas primarias y roturas secundarias.

La continuidad de roces y ralladuras a través de roturas son puntos adicionales que deben tenerse en cuenta durante el examen detallado. De esta misma manera general, se puede distinguir entre incendio en vuelo e incendio en tierra. La configuración general de las roturas, incluyendo indicaciones direccionales de las fuerzas que han intervenido, puede en casi todos los casos, determinarse relacionando el daño de las piezas individuales. Una indicación de utilidad en ese trabajo es la manera y dirección en que están cizallados los remaches, tornillos y pernos. Durante este examen detallado se debiera tomar notas y dibujar croquis. Deben tomarse fotografías de la reconstrucción efectuada,

incluyendo primero planos de detalles importantes, cuando esto contribuya a aclarar el informe sobre el accidente.

7.37.4 Reconstrucción en el lugar del accidente.

La técnica de la reconstrucción”, sobre todo con respecto a determinados componentes, se emplea frecuentemente en el lugar del accidente. Esto es especialmente cierto si el accidente ha ocurrido en una zona relativamente despejada y el estado del tiempo no es excepcionalmente inclemente. Antes de iniciar el trabajo de reconstrucción, hay que seguir los procedimientos de haber dificultades a tomado fotografías del conjunto, completado el croquis de distribución de los restos, efectuado una inspección de los alrededores y tomado notas adecuadas acerca de la disposición en que inicialmente se encontraban las diversas piezas. Las partes de la aeronave que pudieron causar el accidente.

Los componentes principales, tales como alas, cola y fuselaje, generalmente se disponen en forma separada uno de otro para facilitar un examen posterior. Si el área sospechosa está en la unión de componentes importantes, tales áreas a veces se reconstruyen separadamente. Los distintos cables con sus correspondientes palancas acodadas, poleas-guías y cuadrantes, en general también se disponen separadamente, para facilitar más el examen. Si se encuentran marcas significativas en cualquiera de estos últimos elementos, pueden buscarse las marcas correspondientes, en la posición relativa, en el ala, fuselaje, etc. El trabajo de reconstrucción en el lugar del accidente es bastante directo y normalmente no se encuentran grandes menos que el accidente haya sido muy grave y los restos estén formados por gran número de pequeñas piezas. En este caso la identificación es difícil y consume tiempo, pero los resultados son, en la mayoría de los casos, sumamente valiosos.

7.37.5 Reconstrucción fuera del lugar del accidente.

Ocurre con frecuencia que la característica del terreno o el tiempo reinante no se prestan a la reconstrucción de componentes dudosos en el lugar del accidente. En este caso, el investigador debe decidir si se justifica, o es necesario, el transporte de los restos o parte de ellos a otro lugar para proseguir el examen. Esta decisión debe basarse en una consideración del tipo de accidente, de la evolución de los acontecimientos hasta ese momento, y del tipo de información que podría obtenerse de la reconstrucción que realmente abrevia la tarea.

Cuando la reconstrucción se lleva a cabo fuera del accidente, en un hangar, por ejemplo, generalmente es como podrían causarse aún más desperfectos a las diversas piezas de los restos durante el transporte, el investigador debe cerciorarse de que tiene un juego completo de anotaciones acerca de todas las rayas, manchas, desgarraduras, etc., de importancia. Todas las piezas principales tienen que ser convenientemente rotuladas, identificadas y referidas al croquis de distribución de los restos.

El desmontaje debe reducirse al mínimo. Si se considerara necesario desarmar conjuntos sujetos con tornillos, debe hacerse el registro de la secuencia de las diversas arandelas, espaciadores, tuercas, etc.

En muchos casos habrá que cortar los cables de mando para separar porciones de los restos. Cuando haya que hacerlo, debe tomarse las precauciones, se puede perder alguna prueba valiosa, o la tarea del investigador puede verse considerablemente aumentada. En ésta como en otras fases de la investigación, se debe desconfiar de todo método simplificado mientras no se establezca posible hacer un trabajo de reconstrucción más completo. Las diversas partes se pueden colocar sobre maquetas o armazones, o suspenderse para obtener una disposición tridimensional que se aproxime lo más posible al aspecto de la aeronave antes del accidente.

Resulta de gran ayuda disponer de una aeronave del mismo tipo para fines de comparación. Si las partes se montan en bastidores separados del suelo, es posible uso de maquetas, armazones, etc., la reconstrucción fuera del lugar del accidente es la misma que la reconstrucción en dicho lugar. En todo este trabajo, la meta es permitir el examen y análisis más detallado de las diversas piezas de los restos.

7.38 TIPOS DE ROTURAS DEL MATERIAL.

7.38.1 Falla de componentes principales.

La incidencia relativa de roturas en vuelo o de desprendimiento de componentes importantes tales como el ala, las superficies de cola, los alerones, el sistema de mandos o el fuselaje, sigue aproximadamente ese orden, siendo muy poco frecuentes las roturas graves del fuselaje o de la instalación de mandos. En términos generales, las roturas de componentes importantes resultan por: 1) resistencia inadecuada del componente, 2) componente afectado por cargas excesivas, o 3) disminución de la resistencia estática debido a fatiga o a corrosión del material. Puesto que todas las aeronaves civiles están diseñadas y aprobadas para cumplir por lo menos con las normas mínimas de los reglamentos nacionales pertinentes, las roturas directamente son atribuibles a resistencia inadecuada del componente. Algunas veces, especialmente cuando la aeronave se pone en servicio, se experimentan diferentes cargas de las previstas y se producen roturas estáticas dentro de las limitaciones de utilización.

Esto es poco frecuente pero deben mirarse siempre con cierta desconfianza las roturas relacionadas con nuevos diseños. La mayoría de las roturas de componentes atribuibles a resistencia de cálculo inadecuada están usualmente asociadas con trabajos de reparación o de modificación deficientes, o con una parte o componente incorrectamente fabricados. Dado que las normas y procedimientos del fabricante son supervisados por el gobierno y los representantes de la industria, los errores crasos de fabricación se mantienen reducidos al mínimo.

El trabajo de reparación o modificación defectuosas es responsable de una gran proporción de roturas de este grupo. Cuando una aeronave excede de sus limitaciones en cuanto a factor de carga y/o velocidad se producen cargas excesivas. Muy a menudo estas grandes cargas se imponen inadvertidamente, tal como sucede durante el restablecimiento de la línea de vuelo, que sigue a una pérdida de mando a alturas donde la aeronave entra en descenso rápido. En otras ocasiones el piloto

puede realizar maniobras violentas para las cuales no ha sido calculada la aeronave. En cualquiera de los casos, la carga impuesta sobre el ala, cola, fuselaje, etc., alcanza valores que exceden de los límites establecidos en el proyecto, lo cual da como resultado una rotura estática.

Las circunstancias que hayan precedido inmediatamente a la rotura tal como se deduzcan de las declaraciones de los testigos pueden ser de gran utilidad para establecer como causa directa las cargas excesivas. Las roturas por fatiga de material continúan siendo una de las principales causas de roturas estructurales de parte y componentes de aeronaves. Debe sospecharse siempre de esta causa básica hasta que se descubran otros hechos o circunstancias que la refuten como factor. Como se señala en la sección referente a “Fatiga”, este tipo de rotura puede resultar de cierto número de causas. En general, las roturas por fatiga se deben a: 1) diseño inadecuado, 2) mantenimiento deficiente, 3) fabricación defectuosa, 4) cargas alternadas no previstas por el proyectista. La mayoría de las roturas por fatiga son resultado de diseños con detalles imperfectos y de instalación o manipulación inadecuada de la parte que se trate. Dado que la fatiga generalmente está asociada con un gran número de ciclos de carga repetidos, este tipo de rotura raramente se encuentra en aeronaves nuevas con poco tiempo en servicio. Además de las tres causas básicas de rotura estructural en vuelo antes mencionadas, hay un tipo especial de rotura asociado con la oscilación aeroelástica denominada flameo. El flameo es un tipo de fenómeno de inestabilidad que implica la existencia de un sistema oscilatorio auto excitado y su aparición depende de la relación mutua entre fuerzas aerodinámicas, fuerzas de inercia y fuerzas elásticas del sistema. Cuando se produce flameo, la amplitud de la oscilación puede aumentar originando cargas extremadamente altas, que en general producen la rotura estructural de la aeronave o de alguno de sus componentes.

Por esta razón, el flameo puede ser tratado por el investigador de la misma manera general que se sigue para esa categoría de rotura. Las aeronaves modernas se diseñan y se ensayan durante el proceso de homologación para evitar la posibilidad de flameo durante la utilización normal. No obstante, el fenómeno puede ocurrir en servicio si se alterase el diseño original o la rigidez de algún elemento componente como consecuencia de trabajos de reparación o de modificación, o si se produjese una holgura excesiva.

En los párrafos precedentes se ha examinado brevemente, las causas básicas y los factores contribuyentes relacionados con las roturas estructurales en vuelo, de los principales elementos componentes. Estos puntos deben ser de ayuda al investigador de accidentes en su evaluación de la rotura una vez encontrada. El investigador se enfrenta con la tarea de determinar qué componente ha fallado primero; afortunadamente la rotura de un elemento importante es relativamente fácil de investigar a raíz de un accidente de ese tipo.

Esto es cierto porque en casi todos los casos, el elemento componente se desprende de la aeronave después de la rotura y como resultado de esta separación, generalmente el elemento que ha fallado se encuentra a cierta distancia de los restos principales. Cuando se separan a gran altura, la relación

mutua entre masas, forma aerodinámica, velocidad en el momento de la separación y viento existente en altura, todo ello afecta la trayectoria de caída del elemento es necesario un estudio cuidadoso acerca de estos factores para determinar el orden de separación a partir del rastro que han dejado los restos en tierra. Se dispone de métodos para determinar aproximadamente las trayectorias descritas por las partes de los restos y los investigadores han tenido éxitos considerables al evaluar la importancia de la distribución de restos en accidentes de este tipo. El estudio de la distribución de los restos y la reconstrucción de la aeronave juegan un papel de importancia en la determinación de la secuencia de las roturas. También se dispone de otras técnicas y a ellas se hace referencia en las secciones siguientes.

7.38.2 Rotura parcial o mal funcionamiento.

Los accidentes clasificados bajo esta categoría general son unos de los más difíciles de investigar ya que generalmente no se dispone de prueba obvia comparable a un ala encontrada a dos millas de distancia de los restos principales, sobre la cual hacer una determinación rápida. La falla parcial o el funcionamiento defectuoso de algún componente principal generalmente afecta a la característica de vuelo y ello a su vez influyen en el accidente. Algunas de las causas generales de accidentes de esta categoría son mandos atorados, distribución impropia de la carga abordo, superficies de mando incorrectamente montadas, montaje incorrecto de alguna pieza, actuaciones excesivas de los pilotos automáticos, etc.

Los accidentes de este tipo frecuentemente están asociados con trabajos recientes de reparación o de modificación, por lo cual el investigador frecuentemente puede descubrir indicios valiosos estudiando el historial de la aeronave reflejado en las anotaciones hechas en el libro o bitácora correspondiente, en los informes del piloto y en otras fuentes. El procedimiento general cuando se trata de accidentes de esta categoría consiste en seguir las prácticas de investigación corrientes, comprobando sistemáticamente las diversas vías e indicios hasta dar con la causa. Se cuenta con ciertas técnicas para reducir el volumen de trabajo requerido para completar la investigación, de ellas, la técnica de eliminación es una de la más útil. En la mayoría de los accidentes, un investigador experimentado puede eliminar rápidamente las posibilidades improbables, por ejemplo, por referencia al tipo de impacto y puede aislar el aspecto general en que está localizada la dificultad inicial. En esta etapa de la investigación la técnica de reconstrucción es de la mayor utilidad.

7.39 EXAMEN DE LA CÉLULA INCLUYENDO EL TREN DE ATERRIZAJE Y LOS MANDOS DE VUELO.

7.39.1 Manchas y Ralladuras.

En este examen preliminar efectuado en el lugar del accidente, la preocupación inmediata del investigador es determinar si la rotura se había producido antes del impacto. A este fin, su principal

interés consiste inicialmente en separar los daños debido al impacto contra el suelo, o de la rotura ocurrida durante el vuelo. A este respecto, se puede obtener valiosa información estudiando cuidadosamente las diversas manchas y ralladuras observadas en diferentes partes de los restos. Siempre que sea posible, este estudio y análisis de las manchas y ralladuras de los restos es una ayuda valiosísima en la investigación de accidentes que implican choque. En los párrafos siguientes de esta sección se exponen algunos de los aspectos que pueden deducirse del estudio de manchas y ralladuras. Una mancha puede definirse como un depósito de pintura, final o de imprimación, o de película de aceite transferida de una parte a otra, durante el proceso de resbalamiento o rozamiento de una parte contra otra. Esta acción de deslizamiento o roce frecuentemente ocurre a raíz de una rotura estructural en vuelo. Por ejemplo, si se desprende un panel de ala, frecuentemente tropieza con la parte posterior del fuselaje o con la sección de cola. Si dicho panel se había pintado de un color distintivo, lo corriente será encontrar manchas de tal color en el fuselaje o en los componentes de la cola. Estas manchas de pintura usualmente se acumulan contra protuberancias, tales como cabezas de remaches o puntos de solape del revestimiento.

Generalmente puede determinarse la dirección y sentido de la fuerza que produjo la mancha del hecho que la acumulación de pintura se encontrará en la parte opuesta de la protuberancia, respecto al sentido de la fuerza aplicada. Los depósitos de manchas se encuentran a veces en las ranuras de tornillos. En algunos casos, el exceso de depósitos rebosa por los extremos de las ranuras y es desviado en dirección de la fuerza causante de la mancha. Si el investigador no puede hacer una determinación preliminar y si cree que las manchas pueden contener indicios estimables, puede recurrir a exámenes de laboratorio. Este tipo de examen generalmente puede revelar la naturaleza de la sustancia que forma la mancha, e indicar la dirección y sentido de la fuerza que la produjo.

Las rayas se producen cuando una parte resbala sobre otra o la araña y resultan que un borde agudo de una de las piezas produce “escopladuras” en la otra. A veces sólo se arranca la pintura, aunque con mayor frecuencia es el metal el que resulta dañado y se forma una mella o canal. Un detenido examen de las manchas mediante una lupa o microscopio revelará marcas direccionales y residuos de metal, que está deformado en la dirección de la fuerza causante de las rayas. Cuando un panel de revestimiento que tenga una costura de remaches cuyas cabezas sean salientes, roce contra un panel de revestimiento pintado, generalmente se produce una serie de rayas paralelas en la película de pintura. Si se puede encontrar los depósitos correspondientes en una determinada fila de remaches y se conoce la separación de los remaches, generalmente se puede establecer la posición relativa de los dos cuerpos durante el contacto. Este tipo de determinación es frecuentemente de gran ayuda en muchas investigaciones. A menudo pueden usarse las ralladuras para establecer que el daño ocurrió antes del choque y no después, Si se encuentran ralladuras en varias piezas de los restos relacionadas entre sí, la compatibilidad y continuidad de las rayas transversales de las piezas, una vez que éstas se han colocado en sus posiciones relativas, demostrará que la ralladura se produjo antes de que las piezas se separaran. Este tipo de prueba se usa frecuentemente para deducir que el componente rayado

golpeó o fue goleado por otro componente, estableciendo de ese modo una secuencia lógica de la rotura en vuelo. Muchas otras marcas distintivas se encuentran a menudo en piezas de los restos, un estudio cuidadoso de tales marcas proporcionará frecuentemente indicios valiosos.

Cuando una hélice que está girando corta el metal, produce un corte de bordes dentados de manera fácilmente distinguible. El grado de rizado, la falta de dentado, la longitud la anchura del corte, todo ello proporciona indicaciones del par motor de la hélice y de la velocidad de avance durante el intervalo de corte. Un cable de mando es otro elemento que produce marcas distintivas cuando golpea o roza sobre un panel de revestimiento. En este caso, la indicación general es una serie de diminutas líneas paralelas.

La forma y tamaño exactos de estas marcas de cable en el momento de producirse las marcas. Ciertas abolladuras de forma peculiar, en piezas o en paneles de revestimiento a veces pueden hacerse casar con la pieza que hizo la marca, proporcionando así un indicio de la secuencia de falla. Por otra parte, a veces es posible verse despistado por marcas de corte producidas por un hacha o sierra para metales usada en la operación de salvamento y el investigador debe estar familiarizado con este tipo de marcas a fin de distinguirla de las otras descritas.

7.39.2 Planos principales, fuselaje y conjunto de cola.

Como se dijo previamente, uno de los principales e inmediatos objetivos del examen de la estructura, es determinar si hay indicios de que alguna de las partes principales de la estructura no hubiera estado en su posición relativa correcta en el momento del impacto. Así pues, se examina cada componente teniendo esto en cuenta. Las marcas de distribución de los restos sobre el terreno y la conexión de los elementos componentes, frecuentemente proporcionan indicios valiosos. También es de bastante ayuda la evidencia de tejidos “ondulados” y piezas faltantes, particularmente de chapas de metal o de madera contrachapada que hayan estado sometidas a esfuerzos excesivos. Componentes tales como cables, poleas, bisagras, y mecanismos de centrado y de compensación deben examinarse atentamente para determinar si las roturas observadas son resultado de deficiencias de diseño, desgaste, conservación inadecuada o impacto. El examen de la parte principal del fuselaje debe incluir una evaluación, hasta donde ello sea posible, de la distribución real de la carga. Las cifras así obtenidas deben confrontarse con la fuerza que causó la falla o la separación.

7.39.3 Tren de aterrizaje.

El mecanismo de articulación, los dispositivos de afianzamiento, y la posición de los gatos o cilindros actuantes deben examinarse para determinar si el tren de aterrizaje estaba replegado o desplegado. Si el tren hubiera fallado o se hubiera separado, anótese la dirección de la fuerza que causó la falla o la separación.

7.39.4 Mandos de vuelo.

Se deben recorrer e inspeccionar cuidadosamente hasta el máximo posible, todos los mandos accionados manualmente o por servo para asegurarse que todos los elementos componentes se han tomado debidamente en cuenta.

Deben observarse la incidencia del estabilizador horizontal, y los dispositivos hipersustentadores de las aletas compensadoras (tabs) y flaps, para compararlos con sus respectivos indicadores de reglaje en el puesto de pilotaje. Comprobar todas las palancas de accionamiento y las uniones a cables o varillas de mando a esas palancas para determinar si estaban correctamente montadas, adecuadamente lubricadas y no se atacaron.

Examinar los spoilers, cuando existan, para determinar si estaban extendidos en el momento del impacto o si hubo alguna falla en sus montajes.

7.39.5 Puesto de pilotaje.

La anotación y la toma de fotografías de la posición y reglaje de todos los mandos, conmutadores del puesto de pilotaje, es una función normalmente asociada también con las fases de sistemas y operaciones de la investigación. La determinación de la instalación y el estado de uso de los cinturones y tirantes de seguridad, máscaras de oxígeno y otro equipo de seguridad es una función normalmente asociada también, con la fase “factores humanos” de investigación.

7.39.6 Reconocimiento de las roturas por fatiga del material.

La expresión “rotura por fatiga”, normalmente se aplica a aquellas fracturas causadas por la aplicación de cargas repetidas que originan un esfuerzo considerablemente inferior para producir la rotura por la aplicación de una carga aislada. El proceso completo de una rotura debida a fatiga en casi todos los casos está aparente en la cara de la fractura. En otras palabras, mediante un estudio cuidadoso de las superficies fracturadas se puede descubrir valiosa información relativa a la magnitud y dirección de la carga y a la presencia o ausencia de concentración de esfuerzos.

Sin embargo, la interpretación de la fractura no siempre es fácil, porque cada caso puede verse influenciado por muchas variables. Se ha tratado brevemente de algunas de tales variables en las secciones previas. Algunos factores contribuyentes, como la descarburación, solamente pueden verificarse por examen de laboratorio. Por otra parte, en muchos casos, la causa puede precisarse sobre el terreno mediante un estudio cuidadoso de las fracturas. Las fracturas de fatiga se producen sin ductilidad perceptible, en contraste con las fracturas estáticas en que generalmente hay gran ductilidad o “estricción”. Esta distinción es útil a menudo para aislar una parte que se ha roto debido a fatiga. Sin embargo, todas las roturas por quebradura no son forzosamente roturas por fatiga, y debe utilizarse esta característica con otras, que se describirán, antes de llegar a una conclusión definitiva.

Además, la mayoría de las roturas por fatiga (se exceptúan algunas roturas de fatiga por torsión) se producen en planos que están a ángulos rectos o casi rectos respecto a la carga.

En un gran número de piezas, el plano de fatiga será perpendicular al eje de la pieza y en el área de fatiga la fractura se producirá generalmente en un plano. Por lo tanto, las fracturas irregulares cuando pasa de un plano a otro y cuando estos planos son muy diferentes de un plano perpendicular a la carga o al eje de la pieza, es muy probable que no sean roturas por fatiga, aunque a menudo es necesario examinarlas detenidamente para ver si alguna pequeña área de la fractura no se ajusta a los requisitos básicos. Las dos características de una fractura por fatiga mencionadas en este párrafo, son sumamente útiles para aislar una rotura por fatiga entre un gran número de roturas.

En efecto, en esos casos cuando las superficies de fractura están mutiladas, debido a los daños siguientes, esas características pueden ser las únicas disponibles para distinguir entre roturas por fatiga y roturas estáticas. Al hacer determinaciones de este tipo, es sumamente conveniente disponer de ambas mitades de la fractura. Según se ha indicado previamente, la información más valiosa es la que proporciona la propia superficie de fractura. La superficie de fractura por fatiga está compuesta de dos zonas distintas; una suave y aterciopelada: la zona de fatiga; y la otra, áspera y cristalina: la zona instantánea. La apariencia suave y aterciopelada de la zona de fatiga se debe a la frotación de las superficies a medida que la grieta se abre y cierra por las cargas que se ejercen repetidamente. La apariencia áspera de la zona instantánea dio lugar a la equívoca “teoría de la cristalización”. Durante muchos años creyeron que había ocurrido algún cambio en la estructura cristalina del material. Hoy se sabe que esta creencia errónea provenía del aspecto áspero de la zona instantánea, pero no es cierto que la pieza o el metal de ésta se cristalice por la carga de fatiga.

La primera tarea, pues, en la identificación de una fractura por fatiga es buscar los dos tipos distintos de zonas en la fractura – la zona instantánea. En muchas fracturas se encontrará más de una zona de fatiga indicando que se han abierto varias grietas de fatiga y que estaban extendiéndose en el momento de la rotura final. En cada zona de fatiga, el origen de la grieta de fatiga puede hallarse localizando el centro de irradiación de las marcas de progresión de la grieta. A estas marcas de progresión de fatiga, que son líneas curvas se les dan diferentes nombres como “clamashells”, (conchas de almejas) “oyster shells” (conchas de ostras) o “stop marks” (marcas de parada), y se encuentran en casi toda rotura por fatiga en servicio. Debe notarse a este respecto que en ciertos casos de carga, especialmente cuando se trata de ciclos relativamente constantes, la grieta de fatiga progresa sin dejar marcas de ondas distintivas, aunque en estos casos el área de fatiga puede identificarse por su aspecto aterciopelado de frotación suave, o por planos aislados de rotura, aproximadamente perpendiculares a la carga, y porque no haya señales de ductilidad.

Toda fractura sospechosa o dudosa debe examinarse por un especialista para su confirmación. Las muchas líneas o marcas de grietas en una fractura típica de fatiga se producen por varios grados de frotamiento cuando la grieta no aumenta durante ciertos períodos o a medida que progresa con rapidez

variable bajo diferentes niveles de esfuerzo. Por este motivo, la expresión “marcas de parada” según se aplica a las ondas de fatiga, es quizás más descriptiva que las otras dos expresiones utilizadas comúnmente puesto que indica vacilación en el progreso de la grieta. Las roturas por fatiga de las probetas en laboratorio muy rara vez muestran “marcas de parada” puesto que la mayor parte de los ensayos de fatiga se llevan a cabo con una amplitud de carga constante.

Las marcas de parada suelen ser cóncavas hacia el origen de la fractura pero la curvatura varía grandemente, según sea la forma de la pieza, el grado de concentración de esfuerzos y el tipo de carga. En las secciones siguientes se ilustra el aspecto de la fractura por fatiga para diferentes tipos de carga y en ellas brevemente se trata de la información que puede extraerse de un análisis de esas marcas. Debe insistirse en que el análisis de la fractura es un problema complejo y no cabe esperar que aquí se abarquen todas las variaciones. No obstante, el conocimiento del texto que aparece en las secciones siguientes permitirá al investigador reconocer y diagnosticar la mayoría de las roturas por fatiga en servicio que es probable que encuentre.

7.39.7 Roturas de fatiga por flexión.

Las roturas de fatiga por flexión pueden clasificarse en tres categorías generales, de acuerdo con el tipo de carga de flexión impuesta. Estos tres tipos son flexión en un sentido, flexión en dos sentidos y flexión giratoria. La mayoría de las roturas por flexión que ocurran en servicio estarán comprendidas en una de estas categorías. Las fracturas por flexión en un sentido ocurren cuando una carga de flexión fluctuante produce esfuerzos por encima del límite de resistencia del material, sólo en un lado de la pieza. En este tipo de carga, el esfuerzo del borde exterior de la pieza es generalmente el máximo, y se iniciará en él una grieta de fatiga si ese esfuerzo es superior a la resistencia a la fatiga y se repite durante tiempo suficiente.

En la carga de flexión en dos sentidos, el esfuerzo de tracción aparece a ambos lados del eje neutro y cuando el nivel del esfuerzo y el número de cargas sea del mismo orden indicado anteriormente, se iniciarán grietas a cada lado de la pieza, que progresarán hacia el centro. La flexión por rotación ocurre cuando una pieza gira mientras está sometida a una carga de flexión. Sería un ejemplo típico de flexión por rotación el cigüeñal de un motor o un eje de ferrocarril sometido a una carga en servicio.

En cada caso, el nivel de esfuerzo afecta al tamaño relativo de la zona de fatiga y de la zona instantánea. Cuando el nivel de esfuerzo es bajo, la zona de fatiga es ancha y viceversa. La concentración de esfuerzos afecta a la curvatura general de las marcas de parada. Los focos puntiformes de concentración de esfuerzos tienden a disminuir el radio de curvatura próximo al origen y las fuentes lineales tienden a resultar en grietas múltiples que se unen para formar una grieta aproximadamente paralela a la línea de concentración de esfuerzos. Así, pues, estas características generales pueden servir para determinar el tipo de carga de flexión aplicada y, cualitativamente, el nivel de esfuerzos y la presencia o ausencia de concentración de esfuerzos. Si la sección transversal

que se considera difiere mucho de una sección simétrica, puede alterarse algo el significado real de las marcas por lo que toca al nivel de esfuerzo y a concentración de esfuerzos, pero, en general, el razonamiento sigue siendo válido.

7.39.8 Roturas de fatiga por tracción.

Debido a los descentramientos iniciales de una pieza, o como consecuencia de una carga excéntrica, la carga de tracción pura raramente se produce en servicio. Generalmente, acompaña a la tracción cierta cantidad de flexión, en carga axial. Sin embargo, ocurren en servicio bastantes roturas por fatiga bajo cargas predominantemente axiales que justifican que se aprenda a distinguir estas fracturas de las causadas por flexión y torsión. Las fracturas de fatiga por tracción pueden generalmente reconocerse por la forma en que la grieta se ha ido extendiendo en la pieza. Las marcas de parada paralelas o de curvatura constante son características de las roturas por fatiga resultantes de cargas de tracción directa. Al igual que en las fracturas de fatiga por flexión, las dimensiones relativas de la zona de fatiga y de la zona instantánea pueden utilizarse como medida del nivel de esfuerzo que produjo la rotura.

7.39.9 Roturas de fatiga por torsión.

Las roturas de fatiga por torsión ocurren de acuerdo con una de las dos formas básicas: a) helicoidal, a 45° aproximadamente respecto al eje del árbol, a lo largo del plano de tracción máxima, b) longitud o transversal respecto al eje del árbol, a lo largo de los planos de máximo cizallamiento. Las marcas de parada por fatiga no siempre pueden encontrarse en la fractura, y a menudo deben usarse medios secundarios tales como la ausencia de ductilidad y la observación del ángulo del plano de rotura para identificar fallas de este tipo. Las fracturas transversales son generalmente muy suaves como resultado del roce de las dos mitades de la fractura antes de producirse la separación final y esta característica puede usarse para aislar este tipo. En muchas fracturas de fatiga por torsión en servicio, la grieta inicial empezará en un plano y entonces pasará hacia otro. Las fracturas helicoidales se producen generalmente cuando hay focos de concentración de esfuerzos. Las grietas de fatiga tienden a seguir la dirección de los focos lineales de concentración de esfuerzos. En la identificación de las fracturas de fatiga por torsión, ayuda generalmente al investigador el saber que ha habido cargas de torsión en servicio. A este respecto, debe sospecharse fatiga por torsión al examinar fracturas de cigüeñales, de los tubos de torsión de los flaps, los muelles en espiral, elementos con eje estriado, etc. Muchos de los elementos sometidos a cargas de torsión pueden estar cementados y en tales casos la fractura puede parecerse a la rotura por fatiga cuando se debe a una sobrecarga grande.

7.39.10 Reconocimiento de las roturas estáticas.

Para los fines de este documento, la rotura estática se define como la que resulta de una sola aplicación de carga o de un pequeño número de aplicaciones de carga. La falla se caracteriza por deformación permanente o rotura del elemento a consecuencia de esfuerzos que sobrepasan el punto

de fluencia del material. En materiales dúctiles este tipo de falla puede reconocerse por la alteración que experimenta gran parte del elemento en la región de la rotura. En el ensayo por tracción de probetas convencionales el fenómeno se suele denominar “estricción”. Los materiales que tienen relativamente poca ductilidad, como son las aleaciones ligeras de alta resistencia, los aceros de alta resistencia y la mayoría de las fundiciones, pueden no mostrar ningún grado apreciable de estricción ni de deformación. Las cargas de impacto pueden considerarse como un caso especial de las cargas estáticas cuando la rapidez de la aplicación de la carga afecta a la magnitud de la misma.

La rotura estática ocurrirá cuando actúen sobre la aeronave, o sobre algún componente de la misma, cargas superiores a las denominadas cargas últimas. En vuelo, esto puede suceder cuando la aeronave sea sometida a maniobras muy violentas o a velocidades excesivas. En el aterrizaje o en tierra puede ocurrir cuando el aterrizaje sea demasiado brusco o cuando la aeronave ruede sobre un obstáculo. El daño que resulte cuando una aeronave choca contra el suelo es de tipo estático, constituyendo una importante consideración la carga de impacto.

7.39.11 Fracturas corrientes en los metales.

La fluencia o estricción observada en la mayoría de las fracturas de metales es una prueba de que se trata de una rotura estática. El examen detallado de la deformación descubrirá indicios sobre el tipo de carga (es decir, si se trata de carga de flexión, de tracción, etc.), y la dirección y sentido en que ha actuado. En muchos casos ambas mitades de la fractura acoplarán perfectamente o podrán reconocerse como pareja.

a. Tracción.

En una rotura por tracción, parte o toda la superficie fracturada consiste generalmente en una serie de planos inclinados de 45 a 60 grados respecto a la dirección de la carga. En piezas delgadas, tales como chapas metálicas, puede haber solamente uno de tales planos inclinados. Con frecuencia las fracturas según un plano inclinado se denominan “fracturas oblicuas”, o “fracturas de tracción por cizallamiento”, mientras las que están en un plano perpendicular a la dirección de la carga se suelen denominar “fracturas planas”. Cuando una fractura predominantemente plana tiene pequeñas fracturas oblicuas a lo largo de los bordes, estas fracturas oblicuas se denominan borde de cizallamiento. En materiales dúctiles suelen observarse considerables deformaciones locales o “estricciones” es decir, presentan una reducción de la sección transversal. Si la fractura se debe a tracción pura, las dos mitades aparecerán limpias sin señal alguna de rozamiento.

b. Compresión.

Las roturas por compresión ocurren en dos formas generales: Compresión propiamente dicha y pandeo. La primera se observa generalmente en piezas cortas y macizas, mientras que el pandeo se presenta en piezas largas y de sección reducida. Cuando el fenómeno ocurre localmente se denomina inestabilidad local. Cuando afecta a la totalidad de la pieza – y éste es el caso típico de las vigas –

columnas - se suele designar como flexión lateral. Tanto el pandeo local como el pandeo global se reconocen fácilmente puesto que la pieza en todos los casos está curvada con respecto a su forma original. En las roturas por compresión pura, la pieza se separa según planos oblicuos como el caso de tracción, si bien se produce roce entre las dos mitades de la fractura durante el proceso de separación. Además, en ciertos materiales hay un aumento local en la parte de la sección transversal en que el material ha cedido.

c. Flexión.

La flexión es soportada por esfuerzos de tracción en un lado del elemento y por esfuerzos de compresión en el lado opuesto. El aspecto de la fractura en las respectivas áreas obedece a las descripciones hechas anteriormente al tratar de tracción y compresión. La dirección y sentido del momento flector que produce la rotura puede siempre determinarse observando la deformación local en la zona de fractura. Como la pieza finalmente se separa pueden quedar cantos con reborde en la parte interna, o cara de compresión de la fractura. Esto ocurre porque después de la rotura inicial por tracción, la rotura final en la parte de compresión puede ser más bien una rotura por cizallamiento.

d. Cizallamiento.

Al igual que en las roturas por compresión las de cizallamiento pueden producirse de dos modos distintos: cizallamiento propiamente dicho y pandeo de cizallamiento. En el primer tipo de rotura las dos mitades de la fractura se deslizan una sobre otra y la fractura aparecerá rozada, pulimentada o rayada. La dirección del rayado indicará la dirección de la fuerza de cizallamiento aplicada. El pandeo por cizallamiento generalmente ocurre en chapas metálicas delgadas, como son las que forman el revestimiento del ala o las almas de los largueros. La chapa se ondulará diagonalmente y la dirección de la aplicación de la fuerza para determinar el sentido de la fuerza cortante. Cuando fallan por cortadura remaches, tornillos o pernos, la rotura generalmente va acompañada de un alargamiento del taladro y aparecerá detrás del remache un nuevo espacio abierto en forma de media luna. Este resultado puede servir para determinar el sentido de la fuerza cortante.

e. Torsión.

Como la torsión es una forma de cizallamiento, la rotura debida a sobrecarga de torsión será algo parecida a la rotura por cizallamiento. Podrá deducirse el sentido del par de torsión observando las marcas que queden en la superficie fracturada. La Mayoría de las piezas conservan una deformación permanente y esto puede servir de indicación. En elementos tubulares o en secciones abiertas de cierta magnitud, como el ala, las roturas por torsión ocurren a menudo como roturas debidas a inestabilidad, con características de pandeo. En este caso también puede determinarse el sentido de la torsión examinando detenidamente las deformaciones.

f. Desgarramiento.

Las roturas por desgarramiento de las chapas metálicas y también de las secciones de mayor espesor, generalmente ocurren por dos motivos: por cizallamiento y por tracción. El desgarramiento por cizallamiento ocurre cuando las fuerzas aplicadas actúan fuera del plano de la chapa. Estas fallas se caracterizan por las rebabas que se producen en los bordes de las chapas y por las rayas que quedan en la superficie fracturada. La concavidad de las marcas puede servir de base para determinar la dirección de desgarramiento. Esta va de lo convexo a lo cóncavo. A veces, si hay una capa espesa de pintura, el resquebrajamiento en forma de dientes de sierra de la capa de pintura puede servir de base para determinar la dirección de desgarramiento. El desgarramiento por tracción ocurre cuando la chapa se desgarrar bajo fuerzas de tracción que actúan en el plano de la chapa o de la pieza. Este tipo de fractura es bastante común. Excepto si se trata de chapas delgadas, el examen de la fractura mostrará marcas “espinas de pescado” con la cabeza apuntando en dirección del inicio de la rotura.

7.39.12 Roturas comunes de las telas.**a. Tracción.**

Como es de suponer, la rotura de las telas se debe a la sobrecarga de los hilos que la integran. Si la fuerza de tracción aplicada es paralela a los hilos de la tela los cabos sobresalientes, que tienen apariencia de brocha, no estarán desviados de la dirección de aplicación de la carga. Si la fuerza de tracción aplicada forma un ángulo con los hilos, estos se desviarán, en el punto de rotura, en dirección de la carga.

b. Desgarramiento de los hilos.

Sometidos a cargas de desgarramiento, los hilos se rompen por tracción, pero generalmente quedan deformados en la dirección de la desgarradura. Los cabos de los hilos presentan la conocida apariencia de brocha. La deformación de los hilos es más pronunciada que la que se da en los casos de cargas de tracción que forman un ángulo con la dirección de los hilos.

c. Deshiladura.

Deshiladura es el término aplicado a la apariencia que presenta la rotura de las telas que han estado flameando en la corriente de aire después de romperse. La tela resulta deshilada, con los bordes cubiertos de borra y, a veces, aún anudada. En algunos casos, esto indica que la rotura ocurrió en vuelo. Esta condición puede, no obstante, darse en tierra cuando el viento es fuerte. Por eso, hay que tener precaución cuando se considere este particular. Por la magnitud de la deshiladura se podrá tener una idea aproximada del tiempo de exposición. Si la deshiladura es considerable, posiblemente la exposición ha sido larga o la corriente de aire de gran velocidad.

7.39.13 Fracturas comunes de los plásticos.

Las roturas de las ventanas de plásticos son difíciles de evaluar porque, en la mayoría de los casos, se dispone de pocos fragmentos para ello. Cuanto mayor sea el número de fragmentos recuperados, mayor será la posibilidad de determinar la causa. Los procedimientos generales usados para estudiar la rotura de los plásticos son: reunir los fragmentos hallados y correlacionar las varias roturas para individualizar, por eliminación, la rotura inicial. En la sección siguiente, se da información acerca de la apariencia de las roturas típicas debidas a la tracción, flexión y desgarramiento. Además, hay algunos principios generales que ayudan a individualizar la rotura inicial.

El primer signo de rotura termina en el borde del panel y generalmente presenta una curva suave. Por lo tanto, las roturas o fracturas que terminan en otras pueden desestimarse por tratarse de fracturas secundarias. Todas las fracturas deben examinarse cuidadosamente para observar si hay burbujas, ralladuras, muescas o estrías. Estas actúan, en general, como provocadoras de tensiones e inician la rotura.

Se han identificado y son corrientes dos tipos generales de marcas en las fracturas de vidrio y plástico. Estos dos tipos son “de nervadura” y “de rastrillado”. Las primeras son similares a las típicas marcas de fatiga, en forma de concha de almeja o de huellas de la playa y son curvas que irradian en la dirección de la propagación de la fractura. La dirección de la fractura se aproxima a una nervadura por su lado cóncavo y se desplaza por el lado convexo. Aunque las nervaduras se encuentran en fracturas de vidrio y de plástico iniciadas por impacto, también pueden producirse por la rotura relativamente lenta de esos materiales. Las marcas de rastrillado son perpendiculares a las de nervadura y son similares a las “marcas de trinquete” de la fatiga, que muestran múltiples roturas entrelazadas. Las marcas de rastrillado son valiosas para identificar el origen de la fractura, dado que siempre señalan en dirección de la rotura inicial. Si la rotura se debe a una burbuja o a otro defecto, con mucha frecuencia las marcas de rastrillado se extenderán en forma de rayos desde el punto defectuoso.

a. Tracción.

A causa de su escasa ductilidad, el plexiglás y otros plásticos similares se comportan como materiales frágiles. Las roturas generalmente se inician en alguna parte débil del material o en una grieta o estría. La zona de rotura inicial generalmente es plana, lisa y muy pulimentada. Las marcas, que recuerdan las “espinas de pescado” de las roturas por desgarramiento del metal, irradian desde el inicio de la rotura debida a la tracción. A veces, el mover la pieza de un lado a otro contra diferentes ángulos de incidencia de la luz, ayuda a hacer las marcas más fácilmente visibles.

b. Flexión.

Generalmente, mirando la cara plana de la fractura, que es aproximadamente perpendicular a la superficie, puede determinarse la cara exterior o de tracción de la rotura. En la cara de compresión, la rotura por lo general está en un plano oblicuo y el borde de compresión está labiado o redondeado.

c. Desgarramiento.

El desgarramiento de los plásticos es esencialmente un desgarramiento por tracción bajo cargas en el plano de la superficie o próximo a éste. Muy frecuentemente, en las roturas por desgarramientos se dan los efectos combinados de tracción y desgarramientos. Se pueden observar en la fractura líneas curvas, ondeadas, que irradian desde el punto donde se ha iniciado el desgarramiento. Estas curvas son generalmente perpendiculares al borde de tracción de la fractura y se curvan rápidamente hasta que corren tangentes al borde de compresión. Estas marcas se parecen a las conocidas en forma de concha de almeja o de playa, que se encuentran en los casos de rotura por fatiga en los metales y que, en roturas de plástico se suelen llamar “nervaduras”.

d. Secuencia de las roturas.

Cuando una parte o un componente estructural falla en vuelo, generalmente se inicia una serie de sucesos en el transcurso de los cuales fallan también otras partes o componentes. Así, cuando se rompe un panel de ala y se desprende de la aeronave, a menudo el panel desprendido golpeará y arrancará porciones del fuselaje o de la cola. Generalmente, la separación de una sección del ala se conoce por la rotura “inicial” mientras que la rotura del fuselaje o de la cola se conoce por rotura “subsecuente”. Además, cuando la aeronave o sus componentes desprendidos golpean el terreno, generalmente se produce un daño considerable, a causa del impacto. La tarea del investigador es, pues, ante todo, separar los daños producidos en vuelo de los ocasionados por el choque contra el terreno. A continuación, debe descubrir la rotura entre las ocurridas en vuelo. Finalmente, debe averiguar la causa que motivó la rotura inicial. En otras secciones de este Manual, se habla de ciertos antecedentes que sirven de guía al investigador para descubrir los hechos pertinentes relacionados con los accidentes debidos a rotura estructural. Según se descubran los diferentes detalles, el investigador debe añadirlos y relacionarlos constantemente con lo que ya tiene en expediente. Si la investigación ha progresado sistemáticamente y si el examen detallado se ha llevado a cabo con minuciosidad, sin duda se descubrirán indicios positivos de la clase de falla. Por los daños observados se verá que ciertas fallas deben haber sido precedidas de otras. A medida que el trabajo progrese, saldrá a la luz una secuencia definida de los sucesos.

7.39.14 Roturas primarias y secundarias.

Al determinar la secuencia de la rotura, es de extrema utilidad comprender debidamente lo que son roturas primarias y secundarias. La primaria es la que ocurre mientras las piezas adyacentes o asociadas están intactas y cuando la pieza rota ha sido objeto de una carga similar a la del componente.

Así, una rotura de tipo primario de uno de los largueros principales del ala implicaría la rotura por compresión de un cordón del larguero, y/o el pandeo del alma del larguero, y/o la rotura por tracción del otro cordón del larguero. Rotura secundaria es la que ocurre cuando se ha destruido la integridad de piezas adyacentes, debido a roturas previas. En general, la carga que produce esa rotura difiere, en tipo, de las cargas del componente. En este caso, si ambos cordones de un larguero de ala están rotos por fuerzas de torsión o flexión, las roturas serían secundarias. Para hacer determinaciones de esta índole es necesario tener algunos conocimientos de las funciones del componente de las diversas piezas estructurales de la aeronave. En general, las roturas primarias están usualmente relacionadas con las roturas iniciales y siguientes ocurridas en vuelo, mientras que las secundarias están más frecuentemente relacionadas con las roturas o daños debidos al impacto contra el terreno.

7.39.15 Actitud de la aeronave inmediata-mente antes de la rotura.

Se han presentado algunos de los más importantes procedimientos y métodos para individualizar las diversas clases de rotura. Si el investigador se ciñe a los procedimientos reseñados, podrá determinar que la sección del ala izquierda se había roto en vuelo. No obstante, aún le resta averiguar el por qué se rompió esa sección y si la rotura era compatible con la actitud de vuelo en el momento en que ocurrió. Esta investigación es necesaria para poder descartar la posibilidad de deficiencia de proyecto o descubrir que se rompió por efecto de la carga excesiva. Si el accidente lo presenciaron testigos oculares en tierra o en el aire, no será demasiado difícil relacionar el daño estructural con la actitud de vuelo. Cuando no hay testigos, el investigador debe comparar la carga de rotura con cargas conocidas para diversas actitudes de vuelo para tener algún indicio de la velocidad de la aeronave y de la maniobra que ésta ejecutaba en el momento de su desintegración. La información presentada en las secciones siguientes debe facilitar al investigador este trabajo de evaluación.

CAPÍTULO VIII. EXÁMENES Y PRUEBAS DE ESPECIALISTAS Y FABRICANTES

8.1 APLICACIÓN DE LAS CARGAS.

8.1.1 Modos de carga.

La manera o “modo” en que se aplican las cargas guarda gran relación con la forma en que una pieza falla en servicio. Todo detalle o clasificación por tipos de las variaciones en la imposición de cargas es arbitrario, en el mejor de los casos, puesto que, en general, la diferencia entre los varios tipos es en realidad sólo de grado. Así, un “modo” de imposición de carga, o bien cambios en la frecuencia de la carga implicarían cambio de “modo”. En realidad, no puede darse ninguna regla radical ni rápida. Sin embargo, para los fines de investigación, algunas veces es conveniente considerar una carga determinada como de uno u otro tipo. Por este motivo, en el análisis siguiente, los varios modos se han clasificado arbitrariamente en tres tipos: estático, repetido y dinámico.

8.1.2 Cargas estáticas.

Se pueden distinguir dos casos según la aplicación de la carga estática ya sea de corta o de larga duración.

8.1.3 Cargas de corta duración.

En el caso de una carga estática de corta duración, la carga se impone tan gradualmente que, esencialmente, todas las partes están en cualquier momento en equilibrio, es decir, las fórmulas sencillas y convencionales de cálculo de esfuerzos pueden utilizarse directamente. Al hacer los ensayos, la carga se aumenta progresivamente hasta que se produce la rotura y el tiempo total requerido para producirla no excede de unos minutos. En servicio, la carga aumenta progresivamente hasta su máximo valor, se mantiene en ese valor máximo, aunque sólo por un tiempo reducido y no se vuelve a repetir con suficiente frecuencia como para que tenga que tomarse en consideración la fatiga. La resistencia última o de rotura, el límite elástico, el límite de fluencia, la resistencia de deformación permanente y el módulo de elasticidad de un material se determinan generalmente por medio de ensayos estáticos de corta duración. Según se explica en forma más completa más adelante, este es el tipo de imposición de carga utilizado en combinación con los actuales criterios de cálculos. Las cargas impuestas a las aeronaves por varias maniobras o por ráfagas máximas aisladas se consideran generalmente como cargas estáticas.

8.1.4 Cargas de larga duración.

En el caso de una carga estática de larga duración, la carga máxima se aplica gradualmente como en el caso anterior, pero ésta se mantiene. En los ensayos, se mantiene por tiempo suficiente para poder predecir el efecto final probable. En servicio se mantiene continua o intermitentemente durante la

vida de la estructura. Las características de termo fluencia o de flujo de un material y su resistencia permanente probable, se determinan mediante ensayos de larga duración a la temperatura predominante en condiciones de servicio. Este tipo de imposición de carga generalmente sólo es importante a temperaturas elevadas. Cuando una parte de la estructura se carga durante un tiempo relativamente prolongado a temperaturas superiores a las normales, empezará la fluencia o la deformación a un régimen más o menos uniforme. La resistencia de la pieza se reduce en comparación con su valor a la temperatura normal de la habitación. En la actualidad, hay pocas imposiciones de carga de este tipo en las aeronaves civiles. No obstante, como las velocidades de las aeronaves aumentan y las temperaturas del revestimiento son suficientemente elevadas, este tipo de carga irá siendo cada vez más significativo.

8.1.5 Cargas repetidas.

En el caso de cargas repetidas, la carga o esfuerzo se impone y se elimina total o parcialmente, o se aumenta muchas veces en sucesión rápida. Este es el tipo de imposición de carga que está relacionado con la fatiga. En términos generales, la repetición de la carga implica un número elevado de aplicaciones de la carga. Sin embargo, en ciertas condiciones, la repetición de una carga, un número relativamente pequeño de ciclos, puede producir un efecto similar al de un número elevado de ciclos. Se tratará de este punto en forma más completa en el análisis referente a la fatiga. El punto importante que hay que recordar por el momento es que la resistencia de una pieza se reduce respecto a su valor de resistencia estática cuando se carga repetidamente. La magnitud de la reducción varía de acuerdo con el nivel del esfuerzo y el número de repeticiones. Un ejemplo típico ilustrará este punto. Si se somete a tracción una barra cilíndrica de aleación ligera 2014-T6, el esfuerzo de rotura será de 60 000 libras por pulgadas cuadrada. Si esta misma barra hubiese estado sometida a 100 millones de ciclos de flexión alternada, el esfuerzo de rotura habría sido únicamente de 20 000 libras por pulgada cuadrada. En la vida en servicio de una aeronave es frecuente encontrar este orden de magnitud de ciclos. Las ráfagas atmosféricas y la vibración producen un tipo de carga repetida: para algunas aeronaves las cargas de maniobras son significativas.

8.1.6 Cargas dinámicas.

En los dos tipos de carga antes mencionados, se ha supuesto que existía un estado de equilibrio, es decir, que las cargas externas estaban compensadas por las internas. En el caso de cargas dinámicas el elemento sometido a carga se halla en estado de vibración y no hay equilibrio estático durante algún tiempo. En términos generales las cargas dinámicas pueden actuar de dos formas: como cargas repentinas y como cargas de impacto.

8.1.7 Cargas repentinas.

La carga repentina ocurre cuando un esfuerzo o un “peso muerto”, que no está en movimiento, se impone repentinamente sobre un elemento de la estructura. En esta forma se cargaría una viga si un

peso suspendido de una cuerda estuviera tan sólo en contacto con la viga y de pronto se cortara la cuerda. El esfuerzo y la deformación que se producirían en esta forma serían aproximadamente el doble de los que causaría si el peso se depositara sobre la viga como en la carga estática. Toda fuerza producirá aproximadamente el doble de esfuerzo y deformación cuando se aplique repentinamente que cuando se aplique progresivamente. La verdadera magnitud del “factor de aumento” depende en su mayor parte del tipo especial de fuerza o carga que se considere y de la rigidez del sistema. En aviación las cargas de ráfaga son formas de carga repentina, aunque, según se verá más adelante, se tratan como si fueran cargas estáticas.

8.1.8 Cargas de impacto.

El impacto está relacionado generalmente con el movimiento como el que ocurre cuando un cuerpo golpea contra otro. Pueden producirse fuerzas excepcionalmente elevadas como consecuencia de la carga de impacto. Este tipo de carga no tiene ninguna relación directa con el proyecto de la aeronave (excepto posiblemente respecto a la supervivencia en caso de aterrizaje muy violento), pero es importante en la investigación de accidentes de aviación. Materiales cuya rotura ordinariamente va precedida de deformación plástica cuando están sometidos a cargas estáticas pueden resultar quebradizos si la rapidez de carga es suficientemente elevada. A este respecto la rapidez de carga ha de ser apreciable, mayor que 50 pies por segundo (15m/s) para que este tipo de carga sea significativo. No hay que olvidar que aun cuando una aeronave choque contra el suelo a gran velocidad, el que la rapidez con que resulten cargados muchos elementos sea considerablemente inferior a la velocidad con que se produce el choque.

8.1.9 Criterios relativos a las cargas de cálculo.

En un Manual de esta índole no es posible tratar con detalle los criterios relativos a las cargas de cálculos que figuran en los reglamentos vigentes de los distintos Estados.

Tampoco es posible establecer tales criterios por lo que toca al proyecto de todas las aeronaves. Siempre que ocurra un accidente en el que haya dudas en cuanto a integridad estructural, el investigador deberá familiarizarse con los reglamentos y criterios de proyectos pertinentes.

8.2 EXAMEN ESPECIALIZADO.

Los ensayos que con más frecuencia se llevan a cabo son:

- 1) De piezas metálicas para descubrir si tienen grietas debidas a fatiga, soldadura deficiente, material de baja calidad, tratamiento térmico incorrecto, grietas debidas a corrosión, dimensiones inadecuadas.
- 2) Ensayo de manchas, ralladuras, cortes, etc., para determinar la naturaleza de la sustancia y la dirección de las fuerzas que las produjeron, etc. Una vez que el laboratorio ha recibido la muestra, se

hacen los ensayos que se juzguen apropiados. El examen microscópico y los experimentos con calor y bajo carga contribuyen a descubrir las causas que motivan las roturas estructurales. Con estos ensayos es posible detectar grietas debidas a fatiga o a corrosión del material, soldadura defectuosa, tratamiento térmico incorrecto, materiales de baja calidad, dimensiones inadecuadas, etc. El análisis químico también se utiliza eficazmente al examinar muestras y es particularmente útil para averiguar de qué manchas se trata.

Frecuentemente se hacen ensayos para determinar la resistencia de la estructura de la aeronave, lo cual implica ensayar las cargas estructurales y apreciar sus efectos mediante extensómetros debidamente colocados para hacer ensayos en vuelo o estáticos en tierra. También conviene considerar la oportunidad de hacer ensayos sobre los posibles errores del sistema, utilizando para ello varios dispositivos registradores. Cuando se tema que el daño se deba a circunstancias inusitadas como a la detonación de explosivos, será necesario reunir muchas muestras de los restos: polvo, equipo, suministros, mobiliario fijo de la aeronave, manchas, trozos de papel, hilos conductores, etc. No conviene pasar por alto ningún objeto, por pequeño que sea, de naturaleza o apariencia sospechosa. Todos los objetos y piezas se debieran guardar debidamente sellados en cajas o recipientes limpios, con etiquetas y fecha.

8.3 Fractografía.

El examen y análisis de las superficies de fracturas, que se conoce con el nombre de análisis fractográfico o más comúnmente como fractografía, permitirá en condiciones normales que el investigador identifique la modalidad y la causa de la falla. Esta técnica se funda en el hecho de que puede recurrirse a la determinación exacta de la micro topografía de la superficie la superficie de fractura para descubrir la modalidad de la falla, el análisis de la carga, la geometría, la deformación, el ambiente, etc., pueden ayudar a deducir la causa de la falla y la forma en que fue desarrollándose.

8.4 Examen inicial.

A veces basta el examen a ojo desnudo para identificar la causa de la falla si se trata de una pieza grande, pero habitualmente los investigadores recurren a una lupa de unos 10 aumentos, que junto con una cámara fotográfica, permitirá generalmente al investigador la identificación y selección de las piezas dañadas que se supone han sido la causa.

8.5 Examen de laboratorio Estéreo microscopio.

Para analizar mejor las piezas, se pueden enviar al laboratorio, o al menos el investigador puede recurrir al microscopio electrónico de transmisión (TEM). Es interesante observar que el TEM es más antiguo que el SEM, puesto que este último le antecede al SEM. El TEM tiene una limitación, por el hecho de que explora una copia de la muestra y no la muestra misma, y sólo explora una superficie minúscula (2mm x 2mm) que puede no ser representativa y conducir a conclusiones erróneas. La

copia a explorar se obtiene imprimiendo la fractura en un plástico moldeable que luego se retira y se recubre con una fina capa de metal; a continuación, se disuelve el plástico y se recorre la película metálica (que es una copia de la superficie de la fractura) con un haz electrónico ancho. La imagen que producen los electrones que pasan a través de la copia puede interpretarse para efectuar la microfotografía de la muestra (la imagen no es muy semejante a una imagen óptica, más bien se parece a una película de rayos X o de sombrógrafo). Como el TEM emplea electrones en vez de rayos de luz, su única limitación es la longitud de onda de los electrones (al igual que la luz) y por lo tanto pueden obtenerse aumentos de hasta 1,000,000.

8.6 EXAMEN DEL SISTEMA MOTO PROPULSOR.

La investigación del sistema moto propulsor normalmente incluye el motor, el combustible, la instalación de lubricación y de enfriamiento, la hélice y su regulador, la tobera propulsora y el conducto de salida del chorro, el inversor de empuje (cuando lo haya), la bancada del motor y, cuando el motor constituye una sola unidad, la unión de ésta a la estructura del avión, mamparas corta fuegos y capó, caja de engranajes auxiliar, transmisión de velocidad constante, dispositivo antihielo del motor y hélice, detector y extintor de incendios de motor y los mandos del sistema moto propulsor.

Las fallas o funcionamiento defectuoso del sistema moto propulsor son factores causales frecuente en los accidentes de aviación. Por este motivo es esencial hacer un examen detenido del sistema moto propulsor y de sus corrientes y de sus correspondientes componentes para determinar si fueron factores causales. Es especialmente importante incluir en el informe una declaración negativa respecto al sistema moto propulsor, si se determina que la falla o funcionamiento defectuoso no fueron factores causales.

En la mayoría de los casos, en el lugar del accidente no será posible desmontar parcial o totalmente un motor alternativo ni tampoco uno de reacción. Ciertamente, dada la complejidad de los motores modernos, no es aconsejable hacerlo, únicamente debiera intentarse hacer esto en el caso de motores pequeños y simples y solo cuando sea absolutamente necesario. En el lugar del accidente solamente se debiera hacer un examen superficial, prestando atención particular a aquellos elementos de mando o de alimentación de combustible que conectan el motor a la estructura del avión. Se deben sacar las fotografías que se juzgue oportunas, teniendo en cuenta que las de colores son de utilidad cuando se sospecha que hayan ocurrido pérdidas de aceite o incendio en vuelo.

Dada la complejidad de los motores modernos, es de gran ayuda y desde luego necesario, que el grupo que examine el sistema moto propulsor cuente con algún representante competente del fabricante de los motores, preferentemente alguien que tenga experiencia en el procedimiento y técnicas aplicables a los accidentes de aviación.

Previo estudio preliminar en el lugar del accidente debiera hacerse los arreglos necesarios para transportar el sistema moto propulsor a algún lugar apropiado y autorizado para examinar y ensayar

con más detalle el material en cuestión. Antes de desmontar o quitar cualquier accesorio, considérese siempre si es posible probar el motor en un banco de pruebas, si tal medida se juzga apropiada o necesaria teniendo en cuenta las circunstancias del accidente.

8.6.1 Daño externo.

Es obvio que lo primero que hay que hacer en el lugar del accidente es averiguar si han ocurrido daños y ver si éstos guardan relación con la intensidad del choque. Generalmente, a primera vista el investigador puede apreciar la presencia de daños producidos por el impacto. El impacto de una aeronave que se haya estrellado contra terrenos duros o edificios causará deformaciones hacia dentro del cárter del motor o desgarramiento de los accesorios, mientras que la falla en vuelo, tal como el funcionamiento defectuoso de un compresor o turbina, puede causar deformaciones hacia fuera, es decir, es posible que pedazos del compresor o de la turbina se desprendan del motor y salgan disparados produciendo deformaciones en el propio motor o en las estructuras adyacentes. Como estas indicaciones son de carácter interino y general, no debieran sacarse conclusiones en esta fase de la investigación.

8.6.2 Funcionamiento del motor al impactar.

Casi siempre es necesario saber inmediatamente si un motor, ya sea alternativo o de turbina, estaba funcionando cuando impactó contra el suelo. Esto no es siempre fácil de averiguar y no hay manera simple ni rápida de hacerlo en el lugar del accidente.

8.6.3 Motores de Reacción.

En algunos casos es fácil determinar si el motor de reacción funcionaba al chocar. En la mayoría de los casos que han fallecido los tripulantes de vuelo o los registradores de vuelo no dan indicación del funcionamiento de los motores, antes de hacer una evaluación deben tenerse en cuenta y considerarse diversos factores: las evaluaciones pueden ser solamente aproximadas ya que no existe técnica cierta que permita determinar la potencia exacta o las RPM de un motor porque, en ausencia de un registrador de vuelo hay tantos factores variables y desconocidos que hay que tener en consideración. Por ejemplo, si una aeronave de reacción sufre una pérdida de potencia, digamos al despegar, y choca inmediatamente contra el terreno, el efecto de molinete o las RPM de la turbina y del compresor se habrán reducido sólo ligeramente, por lo que el hecho de suponer que el motor giraba a gran velocidad al chocar puede llevar a grave error por supuesto, hay ocasiones en las que el “cárter” del motor queda intacto, por lo cual el investigador no puede basar su evaluación en alabes deformados o en el rozamiento de compresores. La carencia de daños visibles producidos por rotación no significa, a primera vista, que el motor giraba a bajo régimen. Deben examinarse las circunstancias del choque. Las medidas tomadas previamente por el piloto, las posiciones relativas de las llaves de paso de combustible y de aceite, la velocidad de choque, la naturaleza de la superficie de choque (terreno,

agua etc.). Si se trata de motores de turbina antes de llegar a una conclusión firme, es siempre necesario desmontarlos enteramente para examinar todas sus piezas.

8.6.4 Motores Alternativos y Turbo Hélice.

Para determinar si un motor alternativo o turbo hélice funcionaba al chocar se requiere otra técnica. En este caso a primera vista puede dar la impresión de que el motor estaba parado; la hélice puede hasta estar en bandera, pero esto no es prueba concluyente de que el motor estaba parado. Ya que han ocurrido accidentes porque la tripulación, por error, había puesto en bandera el motor “bueno” en lugar del defectuoso, la hélice debe examinarse conjuntamente con el motor, no es recomendable sacar conclusiones acerca del funcionamiento de un motor, alternativo o de turbo hélice, en el lugar del accidente; las hélices deben llevarse siempre a un taller o laboratorio autorizado para que las examinen los expertos.

8.7 PRUEBA OBTENIBLE DEL EXAMEN DE LA HÉLICE.

Cuando se relaciona en forma apropiada con las pruebas obtenidas del motor, el examen de las hélices puede proporcionar pruebas valiosas, tales como:

- a. Revelar si los motores actuaban en el momento del choque.
- b. Las RPM del motor (en algunos casos).
- c. El ángulo de las palas de la hélice.
- d. La velocidad de la aeronave respecto al suelo (en algunos casos).

8.7.1 Examen de las Palas.

Lo primero que hay que hacer es examinar la hélice para ver si tiene todas las palas. Si falta alguna parte de las palas deben examinarse con una lupa. Debe recobrase cada fragmento para determinar si la rotura ocurrió durante el vuelo o al chocar. Las pruebas relativas a las roturas por fatiga o tensión deben anotarse cuidadosamente.

8.7.2 Determinación de la potencia desarrollada al momento del impacto.

El próximo paso consiste en averiguar si el motor funcionaba al momento del impacto. Las indicaciones más típicas son las siguientes:

- a. Ángulo de paso de las palas en el momento que éstas golpearon el terreno. Este trabajo debe hacerse con cuidado con la colaboración de algún especialista de los fabricantes de la hélice o de alguien ducho en la materia, habituado con este tipo de investigación.
- b. Las palas de madera bajo carga de potencia se fragmentarán y los trozos se dispersarán a distancia considerable a ambos lados de la trayectoria seguida por la aeronave.

c. Las hélices que están en bandera al chocar pueden, según la naturaleza del accidente, dejar marcas distintivas sobre el terreno alineado con la trayectoria que seguía la aeronave. Las hélices que giran dejan marcas de cortes característicos a intervalos o espaciados pocos distantes uno de otro, en base a las cuales se puede llegar a ciertas deducciones. En el caso de las hélices de algunas aeronaves ligeras, cuyo paso se regula por presión de aceite contra un resorte o aire comprimido, si las hélices se encuentran en bandera no significa necesariamente que está se halla en esa posición antes del choque. En algunas circunstancias, estas hélices pueden pasar a la posición “en bandera” a raíz del choque.

d. Siempre debiera recordarse que, basándose en el paso de la hélice, las pruebas de falta de potencia del motor en el impacto, no indica forzosamente, fallas de motor, puesto que el piloto puede cerrar la palanca de gases de un motor antes del impacto, si está en condiciones de hacerlo.

8.7.3 Determinación de la Velocidad respecto al suelo al momento del impacto.

El espacio de los cortes o rasguños iniciales de las palas de una hélice en el suelo puede proporcionar pruebas especialmente útiles si se conoce la velocidad de la aeronave respecto al suelo en el momento del impacto. Han ocurrido accidentes a causa de la falla de las palas en vuelo, generalmente como resultados, de grietas de fatiga. Tales fallas producen vibraciones violentas y frecuentemente el motor se desprende de su bancada o el cárter del reductor se desprende de la hélice. La falla de la hélice en vuelo puede no tener su origen en la propia hélice, por lo que es esencial examinar cuidadosamente el regulador, el circuito de aceite, el motor y el reductor.

8.8 HÉLICES CON VELOCIDAD EXCESIVA.

Las hélices con velocidad excesiva que han frustrado todo los intentos de la tripulación de vuelo para poner en bandera, también han sido una causa bastante común de accidentes. La falla del reductor puede, en algunas instalaciones, desacoplar la hélice y ésta, girando libremente, puede adquirir una velocidad excesiva, en forma tal que las palas se desprendan del buje de la hélice en virtud de la enorme fuerza centrífuga generada.

Frecuentemente la única posibilidad que tiene la tripulación de vuelo de dominar una hélice que gira libremente, es cerrar el paso de gases y elevar la proa de la aeronave para reducir la velocidad aerodinámica.

8.9 POSIBILIDAD DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR AL IMPACTAR.

Antes de trasladar un motor del lugar del accidente a otro lugar, el investigador deber percatarse que el motor podía funcionar, claro está siempre que la condición en que se hallen los restos de la aeronave permita averiguarlo. Hecho este examen es importante observar si el motor recibe debidamente combustible y aceite y si las llaves de paso apropiadas están en la posición de apertura de vida; si las

tuberías y conductos no están obstruidos, si los depósitos de combustible de aceite están limpios y no contienen materias extrañas que obstaculicen el paso de los líquidos; no se trata sólo de los orificios de salida sino de las tomas de aire. Hay que examinar los acoplamientos del acelerador para ver si están bien unidos y verificar el encendido (si se trata de un motor de émbolo) desde los interruptores hasta el distribuidor de la chispa; Muchos accidentes se han debido a la pérdida de potencia, por estar los filtros de combustibles sucios y obstruidos en esos casos, el examen de las piezas de un motor desmontado no dará indicio alguno de fallas o defectos mecánicos.

8.9.1 Averiguación de la falla o funcionamiento defectuoso de los motores de émbolo.

Al averiguar la falla de funcionamiento defectuoso de un motor de émbolo debe considerarse en primer lugar toda prueba obtenida de testigos oculares con el fin de determinar el tipo de falla. Para que sirva de información, se enumeran los síntomas más comunes de funcionamiento defectuosos del motor y de sus causas. Las circunstancias de que varios de estos síntomas sean similares debieran prevenir al investigador contra la posibilidad de asignar factores erróneos si no se hace un examen detenido.

8.9.2 Formación de hielo en el carburador.

Esto sucede con más frecuencia en los motores de émbolos pequeños que en los grandes y se atribuyen generalmente por una disminución gradual de la potencia, falsas explosiones, variaciones desordenadas del régimen, irregularidades intermitentes de funcionamiento y por la emisión de humo negro (mezcla rica) por el tubo de escape de gases. En algunos motores, la formación de hielo ocurre cuando la humedad relativa es bastante alta (más del 60%) en días buenos, soleados y frecuentemente templados (15° a 20° C; 60° a 70° F). Conviene recordar que las condiciones en las cuales se forma hielo en la célula no suponen necesariamente que se tenga que formar hielo en el carburador. El investigador debe estudiar las condiciones meteorológicas y evaluar en relación con la opinión que se ha formado al examinar los restos; Es decir, la posición relativa de las válvulas u obturadores de admisión de aire caliente y frío tanto del motor como en la cabina de mando. Hay que verificar el funcionamiento de los obturadores y las conexiones de mando de estos, para averiguar si podían haber funcionado mal.

8.9.3 Averías de encendido.

Estas averías se manifiestan frecuentemente por irregularidades intermitentes de funcionamiento del motor. Vale la pena examinar los cables del encendido, los cuales van desde los magnetos a los interruptores de la cabina, la transmisión que actúa el magneto y la sincronización de éste. El estado de los electrodos de las bujías puede revelar información útil y puede también acusar otros defectos, como la mezcla o depósitos anormales de plomo. El investigador debe averiguar si las bujías utilizadas son del tipo apropiado y si están bien apretadas en los cilindros del motor. También debe

averiguar si el combustible de abordo era del octanaje recomendado para el motor de la aeronave accidentada.

8.9.4 Agotamiento o alimentación insuficiente de combustible.

Esta situación se manifiesta frecuentemente por falsas explosiones y por disminuciones y aumentos esporádicos de potencia, pero, a veces, según el tipo de carburador o inyector utilizado, no se percibe ningún síntoma audible ni apreciable, excepto un desvanecimiento silencioso del motor si se trata de aeronaves multimotores, particularmente si están volando por instrumento o es de noche y cuando llevan hélice de velocidad constante, es quizás difícil detectar inmediatamente lo que está ocurriendo. Los manómetros de presión del combustible y los medidores de gasto proporcionan la indicación más efectiva de la insuficiencia de la alimentación, que lleva consigo la pérdida de potencia el empleo incorrecto de las válvulas reguladoras de la alimentación o del sistema de combustible, particularmente en el caso de los multimotores ha ocasionado más accidentes que el simple agotamiento del combustible. El investigador debe anotar las calibraciones de todas las válvulas de paso del combustible que ha descubierto en la aeronave siniestrada, tanto si las considera o no pertinentes o fidedignas. Las válvulas que se regulan eléctricamente dan por lo general una indicación correcta de la última posición relativa, previa al accidente, de las válvulas. Las reguladoras del paso de combustible accionadas por cable o varilla pueden desplazarse al chocar o al intentar la recuperación del material averiado, por lo que conviene aceptar con sospecha su posición relativa previa al accidente.

Es esencial inspeccionar los depósitos, conductos y respiraderos de combustible para convencerse de que no había obturaciones, pérdidas, excoriaciones, agujeros ni corrosión en los depósitos. El investigador debe verificar retrospectivamente hasta el último reabastecimiento de combustible y verificar las placas y recibos de abastecimientos y anotaciones correspondientes. Como existe la posibilidad de que en los depósitos y carburadores haya condensación de agua, es muy probable que sea necesario examinar la modalidad de almacenamiento y de utilización de la aeronave y así mismo la forma habitual de hacer el reabastecimiento.

La inspección de cada pieza de los inyectores y carburadores debe hacerla un especialista, en algún lugar o laboratorio apropiado. Al inspeccionar estos elementos conviene recordar lo siguiente: Si el surtidor es de calibre

apropiado, si el flotador se pega o está perforado, si cada pieza está bien limpia, si las paredes de los pozos de los surtidores están corroídas, si hay materias extrañas en la cámara de combustible, si hay agua presente y si el reglaje de los mandos de mezcla y de aceleración es el apropiado. Si se trata de inyectores, hay que examinar detenidamente las válvulas reguladoras, el cierre del paso y la bomba de alimentación. Tanto si se trata de inyectores como de carburadores, es con frecuencia preferible probarlos en el banco de pruebas (si esto es posible) antes de desmontarlos; lo mismo hay que hacer

con las bombas de alimentación. De todos modos, hay que tener la precaución de preservar los residuos contaminantes, ya que pueden desaparecer involuntariamente al iniciar las pruebas de funcionamiento.

8.9.5 Lubricación.

Con frecuencia es posible determinar visualmente si la falta de lubricación ha contribuido a la avería, pero algunos motores utilizan la presión de aceite del sistema normal de engrase del motor para otros fines, como para accionar los servos, calentar con aceite los carburadores, alimentar los reguladores de las hélices, etc. Por ello, es preciso examinar la instalación de aceite desde el depósito de éste hasta el motor propiamente dicho para averiguar si hay depositadas impurezas que obstaculizan el paso del fluido, tuberías mal conectadas, mal instaladas o defectuosas, pérdidas, etc.; sin olvidar si el aceite utilizado y la cantidad del mismo se ajustan a lo indicado en el Manual de la aeronave en cuestión. Hay que examinar con suma atención todos los filtros de aceite y, si es necesario, analizarlos químicamente. El análisis químico es una técnica moderna que se utiliza para descubrir fallas y detectar divergencias respecto a las especificaciones apropiadas, y las fallas inminentes. Muchos explotadores utilizan el análisis químico como procedimiento normal de mantenimiento.

8.9.6 Integridad Mecánica.

Exceptuado los motores muy pequeños y sencillos, la inspección de las piezas de un motor debe hacerse únicamente en un taller o lugar autorizado por su fabricante para hacer la revisión de motores. Conviene siempre consultar cuanto antes al fabricante porque la experiencia y conocimiento que él tiene de los defectos y averías de sus productos son factores inestimables para el buen éxito de la investigación. Por lo general, el investigador es bastante competente para supervisar la investigación del motor desmontado en piezas. Siempre habrá que examinar todas las roturas y fallas sospechosas; para ello habrá que confiar esa labor a algún perito en análisis de roturas o a algún especialista en metalurgia. A la fatiga se deben usualmente las averías de las bielas, de las ruedas dentadas, balancines, levas, espárragos de fijación de los cilindros, pistones, muelles o resortes y cigüeñales, cosa que, por lo general, se puede observar inspeccionando la superficie defectuosa.

8.9.7 Investigación de la falla o funcionamiento defectuoso de los motores de reacción.

El motor de reacción es generalmente tan complejo y de construcción tan particular, con ajustes y tolerancias tan críticas, que apenas se puede inspeccionar desmontando en el lugar del accidente. Cuando es absolutamente indispensable o cuando se considera que es casi imposible transportarlo debido a la distancia o a las dificultades que presenta el terreno, etc., se puede hacer una inspección ocular limitada desmontando los filtros de presión del aceite o tentando de inspeccionar internamente la turbina o el compresor. No obstante, para que la investigación tenga éxito, es esencial que el fabricante del motor tome parte en ella desde el inicio y forme parte del grupo encargado de investigar los motores. Es también esencial que quien encabece dicho grupo o el encargado de la investigación

en general, supervise y dirija los trabajos. Es generalmente necesario trasladar el motor a algún lugar o taller debidamente equipado y reconocido, normalmente a la fábrica del motor, donde hay todas las instalaciones, aparatos, herramientas especiales y bastidores de montajes necesarios.

De ser posible, el investigador debe determinar en el lugar del accidente si el motor está en condiciones que permitan probarlo en el banco de pruebas o si sólo está en condiciones que aconsejan desmontarlo enteramente para inspeccionarlo. A pesar de ello, hay algunos detalles obvios que pueden ayudar al investigador en el lugar del accidente. Inicialmente, estará interesado en saber si, al chocar, la turbina giraba a gran velocidad, a baja velocidad o estaba parada. A este respecto, debe recordar que frecuentemente no es posible determinar realmente esas condiciones por lo que, desde el inicio de sus trabajos, debe obrar con prudencia al tratar de sacar conclusiones firmes, a pesar de la tentación que tenga de hacerlo a base de las apariencias, ya que la prueba de que el motor giraba constituye sólo una faceta de sus actividades: El investigador debe averiguar sin duda alguna si el motor “quemaba el combustible y, si al mismo tiempo giraba”.

Si los tubos de llama del motor están muy deformados es conveniente hacer examen metalúrgico del material para descubrir si se deformaron cuando el metal en cuestión estaba recalentado o frío. Algunas fábricas de motores han perfeccionado esa técnica ensayando ejemplares bien conocidos, de modo que es factible determinar con bastante precisión la temperatura de combustión al chocar. En cuanto al grupo moto propulsor de las turbinas modernas de gran empuje, la falla mecánica es usualmente obvia y frecuentemente catastrófica. La desintegración de una turbina de gran velocidad causa daños y destrucción similar a una “explosión” contenida. En estos casos es de suponer que la célula y el motor sufran daños. Es posible que las piezas del motor se hallen esparcidas por muchos kilómetros a lo largo de la ruta volada y hay que recuperarlas todas, representar su presencia en un mapa de gran escala y transportarlas al lugar donde se hace la investigación. Con frecuencia, esas piezas desprendidas proporcionan los primeros indicios de la falla.

8.9.8 Falla del Compresor.

La falla en vuelo del compresor de flujo axial y frecuencia del centrífugo, puede averiguarse mediante varios indicios positivos que pueden observarse dentro del motor. El indicio más positivo de la falla en vuelo del compresor son los abundantes depósitos de aleación de aluminio o de titanio acumulados en las diferentes superficies calientes internas de salida del motor. Estos depósitos se deben generalmente a las partículas de metal desprendidas de las aletas del compresor que arañan o cizallan internamente la caja del compresor. En casos graves, a veces se rompe la caja y los fragmentos desprendidos del compresor pueden ocasionar otras fallas, como el desprendimiento o desplazamiento de tuberías de combustible o de aceite con el riesgo consiguiente de incendio por inflamarse el combustible o aceite en libertad. La inspección de las “secciones calientes” de las turbinas o de las cámaras de combustión revela, a veces, la acumulación de una aleación de aluminio

semi – fundido que se ha desplazado con el flujo de aire de compresor roto y que se adhiere en las superficies calientes.

La magnitud de la acumulación proporcionara con frecuencia un indicio en cuanto al periodo de tiempo o duración de la falla. El análisis del material acumulado dará una indicación, sino obvia por otras razones, de su origen. Raramente es difícil establecer la diferencia entre la falla del compresor y la falla que ocurre al chocar contra el suelo; cuando la falla del compresor ocurre al chocar contra el suelo habrá principalmente sólo pequeños depósitos de aleación en las secciones calientes del motor. Los surcos y muescas de los anillos separados del rotor del compresor, aunque profundos, serán pocos numerosos e intermitentes cerca de la periferia de dichos anillos. Muchas paletas del compresor y alabes del rotor pueden separarse de sus ranuras de montaje, pero quedarán casi siempre en la caja del compresor. Raramente también, la rotura del compresor dará lugar a que sus álabes salgan por la tobera de admisión del motor, aunque la falla de un compresor en tierra puede causar que los álabes se lancen hasta unos 100 pies frente a la tobera de admisión del motor. En raras ocasiones, cuando se acelera bruscamente el motor, también es posible que esto ocurra en vuelo, con el riesgo consiguiente de que los fragmentos lanzados penetren en el motor adyacente averiándolo.

8.9.9 Ingestión.

La ingestión de materias extrañas ha causado, y sigue ocasionando, muchas roturas mecánicas de los compresores. Los compresores modernos están proyectados de modo que pueden ingerir muchas aves pequeñas sin sufrir daños, pero, cuando se trata de aves mayores, estas sí pueden ocasionar serias averías. Las bandadas de aves migratorias pueden chocar con la aeronave en vuelo, pudiendo afectar algunos o a todos los motores. Generalmente, si se trata de un ave aislado, al examinar inicialmente el motor que lo ha ingerido no se ven trazas visibles del mismo, si bien el compresor acusa su efecto. Con frecuencia los diminutos y tenues depósitos de los restos del ave obstaculizan la toma de aire del compresor y por eso es necesario hacer un examen microscópico de los restos para determinar que, se trata del algún ave. Es menester preservar cuidadosamente las manchas que aparecen en los álabes del compresor, ya que pueden dar indicios, cuando se analizan química y microscópicamente, que se trata de algún ave, es decir, de su sangre.

Aparte de las aves, la ingestión de otros objetos, tales como los remaches, tuercas, tornillos, trozos de trapos y fragmentos de las pistas o de las calles de rodaje, también puede estropear los compresores, especialmente los de flujo axial. A menudo, el objeto ingerido deja una marca o señal en la primera etapa del compresor. Normalmente, si los álabes de la primera etapa están limpios e intactos se puede deducir que el motor no ha ingerido ningún objeto sólido. Si las etapas intermedia y posterior del compresor están dañadas – pero la primera etapa no lo está – esto puede indicar que ha ocurrido alguna falla primaria del compresor, que nada tiene que ver con la ingestión de cuerpos extraños. El momento, lugar y causa del daño sufrido por el compresor se pueden determinar con frecuencia a base de la clase de daño. A título de ejemplo, si el daño se produjo por la ingestión de fragmentos,

puede deducirse que ocurrió inicialmente al despegar o rodar por un campo de aviación contaminado. Si el daño se debe a la ingestión de remaches, es posible que se produjera por mantenimiento deficiente o por negligencias en cuanto a la inspección o a la limpieza. Si se debe a la ingestión de aves, ramas de árbol o de granizo o piedras etc. se puede deducir que el daño ocurrió en vuelo. La falla en vuelo de los compresores centrífugos es rara y los compresores de esta variedad pueden, a menudo, ingerir sin el menor daño varias especies de aves y otros objetos extraños. No obstante, tanto en los compresores axiales como en los centrífugos, la fatiga de los álabes, de los discos o del eje puede causar fallas graves, por lo que hay que examinar cada rotura teniendo esto bien presente.

8.9.10 Falla de la turbina.

La falla en vuelo del disco de la turbina puede ocasionar daños importantes y con frecuencia un incendio. A menudo, la falla de los álabes y de los discos de la turbina se debe a la fatiga del material. La falla de los discos puede ser catastrófica si ocurre. La fatiga debida a pequeños defectos mecánicos, al abuso del material, seguido de recalentamiento o de desgaste mecánico por rozamiento atribuible al desgaste anormal o al montaje deficiente que hace que las tolerancias de las piezas que giran no sean apropiadas, que motiva la rotura de los álabes de la turbina.

8.9.11 Apagado del Motor.

El motivo primordial por el cual los motores de turbina modernos se paran en vuelo es el funcionamiento defectuoso o la falla del alimentador de combustible o regulador. Si se sospecha del regulador o de las bombas de combustible y las condiciones lo permiten, para determinar la causa del funcionamiento defectuoso lo mejor es probar el accesorio, del que haya fundado sospecha, en un bastidor de montaje y en condiciones apropiadas. Conviene examinar también el dispositivo de arranque del encendido. El investigador no debe olvidar nunca que el apagado de la turbina puede depender del uso inapropiado del sistema de combustible, por haber cerrado la válvula de paso de combustible incorrecta, por haber dejado abierta una válvula de paso de combustible conectada a un depósito vacío o simplemente por agotamiento del combustible. Hay que considerar todas esas posibilidades y eliminarlas antes de pensar que falló el equipo del motor.

8.9.12 Tipo y calidad de combustible.

Normalmente, los motores de reacción no son demasiado sensibles al tipo o a la calidad del combustible utilizado y la mayor parte de ellos, pueden funcionar con combustibles de varios tipos y características:

Petróleo y mezcla de gasolina y aún, en caso de urgencia, con solo gasolina, normalmente, la calidad de los combustibles se verifica en los puestos de abastecimiento antes de cargar los depósitos de la aeronave por eso es raro que las fallas y accidentes ocurran por la calidad deficiente del combustible utilizados en los motores de turbinas. Sin embargo, el exceso de agua en el combustible puede

congelar u obstaculizar los filtros, a pesar de que los motores de reacción modernos llevan generalmente un dispositivo automático de calefacción. El investigador puede anotar siempre el tipo y la calidad del combustible utilizado (si lo considera necesario, debe conseguir el correspondiente análisis químico). Esto tiene importancia particular cuando se produce incendio o explosiones en tierra y corre peligro la vida de las personas a bordo. Teniendo cuenta la conveniencia de acumular conocimiento sobre la influencia que tiene el tipo de combustible en la supervivencia eso también resulta importante en los casos que se derrama combustible pero no se produce incendio o cuando éste se propaga muy lentamente. Por lo tanto el investigador debe, en todos los casos reunir:

- a. Datos sobre el combustible en el lugar del accidente, incluyendo el o los tipos, cantidad y ubicación, propagación del incendio, origen del incendio, etc.
- b. Datos sobre el reabastecimiento de combustible de la aeronave (tipo (s), cantidades y ubicación del mismo en la aeronave), así como la administración del combustible en vuelo. Estos datos deberían reunirse no sólo en lo que respecta al último vuelo o etapa del vuelo, sino también en lo que corresponde al vuelo o etapas de vuelo inmediatamente anteriores. Los datos operacionales correspondientes al vuelo accidentado propiamente dicho, son de importancia vital para evaluar aspectos tales como la temperatura del combustible en el momento del choque.

8.10 EFICACIA DEL EQUIPO EXTINTOR DE INCENDIOS

La preservación de las muestras tiene la finalidad primordial de preservar muestras e individualizar las sustancias halladas en las piezas o componentes de la aeronave y evaluar el suministro principal de combustible y aceite en relación con las especificaciones técnicas previstas. Por ello conviene preservar muestras suficientes a una muestra media representativamente. A veces, esto no es siempre posible y con frecuencia se presentan dificultades para conseguir las muestras. En todos los casos hay que tratar de conseguir aceite de motor y combustible de los depósitos principales o del motor. Hay que ampliar recipientes limpios que no estén contaminados. Las muestras de combustibles hay que ponerlas en envases cerrados herméticamente (los envases de vidrios y de plásticos dejan pasar la luz y pueden alterar las muestras; el combustible puede absorber algunos productos que intervienen en la fabricación de los materiales plásticos). Si hay que evaluar debidamente el combustible en algún laboratorio, se necesitan, por lo menos, unos y dos litros (aproximadamente medio galón).

Hay que poner etiquetas en los recipientes indicando bien claro el número de la aeronave, la fecha y la posición o lugar en que se hallaba la muestra recogida no hay que demorar el envío de las muestras al laboratorio.

A veces justifica el conseguir muestras de otras sustancias, como del humo y de las manchas del hollín. Los contaminantes y las manchas que aparecen en los álabes del compresor hay que analizarlos químicamente en un laboratorio para determinar su origen probable, por ejemplo., los restos de ave u otras materias extrañas ingeridas.

8.11 DICTAMEN DE ESPECIALISTAS.

Los especialistas en la materia tienen que examinar las muestras de combustible y de aceite para ver si concuerdan con las especificaciones técnicas de esos productos. Algunas de las sustancias contaminantes que pueden individualizarse en la instalación de aceite son: a. Partícula metálicas o de carbón, fluidos extraños sedimentos. Las partículas metálicas pueden ser férreas o no serlo. Si se descubren partículas férreas, esto prueba que alguna o algunas piezas de acero del motor fallaron; su tamaño y forma pueden proporcionar una indicación de lo que se trata. Generalmente, las raspaduras de acero provienen de la pared interna de los cilindros, de los segmentos, de los pistones y de los engranajes. Las partículas que son férreas indican, por lo general, que proviene de los cojines de manguito, casquillos, pistones o de algunas piezas de motor hechas de aluminio, magnesio o bronce. La presencia excesiva de sedimentos o de carbón puede obstruir el paso del combustible, y por ende, causar las fallas del motor.

Los líquidos extraños, como el agua y el combustible no se haya generalmente en la instalación de aceite pero su presencia, si es excesiva altera las cualidades lubricantes del aceite y causa dificultades en el motor. El motor también puede fallar porque el aceite utilizado no es el tipo apropiado esto puede ocasionar el recalentamiento y el funcionamiento defectuoso del motor hasta el punto que este se detenga por completo. En consecuencia es muy útil hacer análisis detallados, físicos y químicos, del combustible y del aceite así como también de los agentes contaminantes que pueda haber en las instalaciones correspondientes. De ser posible, antes de proceder a la instalación primaria de un motor desmontado, es preferible probar los motores, accesorios e instrumentos. Al inicio de la investigación es factible decidir lo que hay que hacer; en todo caso habrá que rotular claramente todos los componentes. Con frecuencia, es imposible probar en banco todo el grupo moto propulsor, pero sí se pueden probar muchos de sus accesorios. Para ello es preciso desmontarlos del motor y probarlos en un bastidor de montaje. Algunas veces es posible instalar el motor en otra aeronave similar, sin tener que probarlo en banco, lo que permite acelerar la investigación. Sólo hay que considerar la posibilidad de hacer pruebas en vuelo cuando este proceder sea absolutamente necesario, ya que es común el probar, en condiciones de vuelo simuladas, los motores y sus accesorios en bancos de prueba.

8.12 INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

8.12.1 Depósitos y fluidos.

El investigador deberá aprender y reconocer los diversos fluidos por su color, a fin de poder determinar rápidamente si los que se emplearon en la aeronave que sufrió el accidente eran los apropiados. También deberá obtener muestras de fluido de diversos sectores de la instalación para analizarlas y evaluar su grado de contaminación. Se debe examinar los depósitos para determinar el fluido inutilizado y los niveles de fluido antes del accidente y verificar si las válvulas de drenaje de los depósitos se hallan cerradas y aseguradas, si los filtros de entrada de fluido no están contaminados

y si las tapas de las bocas de llenado se encuentran bien cerradas. Las válvulas de cierre de la succión de fluido pueden accionarse manual o automáticamente: verifíquese si están abiertas o cerradas y determínese si los resultados de la verificación presentan indicios de funcionamiento normal o de emergencia.

8.12.2 Bombas hidráulicas.

Las principales pueden estar accionadas por los motores de la aeronave o por motores eléctricos (en este caso las auxiliares por lo general son eléctricas). Verifíquese la integridad del acoplamiento propulsor: el examen de las superficies de rotura de un acoplamiento cizallado puede aportar indicios acerca del funcionamiento. Un aspecto golpeado y algo pulido de las superficies en contacto significa que el acoplamiento falló mientras la bomba estaba funcionando y que el medio propulsor siguió trabajando haciendo golpear las dos superficies una contra la otra. Las superficies de rotura limpias y sin daño indican que la bomba y el medio propulsor no funcionaban cuando ocurrió la falla. La falla se debería, lo más probable, al choque, cosa que también ocurriría a todo componente accionado de manera semejante. Toda bomba con acoplamiento cizallado y superficies de rotura dañadas deberá examinarse respecto a la lubricación, desgaste, juego excesivo y recalentamiento.

Examínese el mecanismo interno para ver si presenta indicios de recalentamiento, cavitación o falla propiamente dicha. Algunas bombas llevan filtros en los tubos de drenaje de sus cajas; examínense para determinar si contienen materias que pueden ocasionar la falla inminente o consumada de la bomba.

8.12.3 Acumuladores del sistema hidráulico.

En los de tipos esféricos, el aire de carga está separado del fluido por medio de una bolsa de goma o de un diafragma del mismo material, mientras que, para ese fin, en los acumuladores cilíndricos se utiliza un pistón flotante. Dichos acumuladores deberán examinarse para ver si retienen la precarga de aire y, si la hubiera, habría que medir la cantidad de ésta por medio de un manómetro. La bolsa o el diafragma deberán inspeccionarse para ver si tiene fugas y habría que comprobar la posición del pistón flotante con respecto a los extremos con aire o fluido del cilindro. El resultado de esta comprobación puede relacionarse con la secuencia de la pérdida de presión de aire o hidráulica. Las presiones en tales acumuladores son del orden de 850 a 3000 psi (60-210 kg/cm²), por lo que la explosión del recipiente de presión constituye un riesgo para la aeronave en vuelo y para el personal en tierra. Examínense los acumuladores para ver si presentan indicios de ruptura explosiva (operación que debe hacerse con mucho cuidado).

8.12.4 Reguladores de presión y válvulas de seguridad.

Los reguladores y válvulas de seguridad deberán examinarse para ver si están trabados en posición abierta o cerrada; además pueden probarse para determinar su ajuste. Como estas unidades pueden

llevar incorporados resortes muy tensos, sólo deben ser desmontados por personal competente utilizando para ello herramientas apropiadas, a fin de evitar daños corporales.

8.12.5 Múltiples y módulos de presión.

Estos centros de distribución deberán examinarse para verificar las posiciones de las válvulas selectoras que pueda haber en ellos. Por lo general, los módulos de presión funcionan manualmente o por medio de un motor eléctrico. Las posiciones que presenten deberán relacionarse con el funcionamiento normal o de emergencia. Los conectores y conductos eléctricos deberán revisarse respecto a la seguridad, instalación y averías de origen eléctrico.

8.12.6 Válvulas Selectoras y Accionadores.

Las válvulas selectoras debieran examinarse para verificar la posición e integridad de las articulaciones del mando. Algunas de estas válvulas se accionan directamente desde el puesto de pilotaje por medio de cables. Como la fuerza de rotura de la aeronave puede tirar los cables y aún romperlos, las posiciones de esas válvulas son dudosas, por lo que hay que evaluarlas con cautela. Se debe medir la extensión de las varillas accionadoras y de los servos y se deberán marcar, para referencia futura, las posiciones de las articulaciones mecánicas tal cual se han encontrado. Estos datos pueden duplicarse en una aeronave intacta del mismo tipo para determinar las posiciones equivalentes de los componentes. Cuando el daño es tal que no es posible recurrir a mediciones y otras técnicas, las posiciones de las válvulas y de los accionadores pueden determinarse por medio de rayos X. Se deberá medir toda dobladura de las varillas accionadoras y verificar si sus superficies presentan rasguños causados por contacto con el extremo del cilindro accionador en el momento en que se produjo la dobladura.

8.12.7 Filtros e instalación de tuberías.

Los filtros debieran examinarse para determinar la cantidad y clase de contaminación que pueda haber en ellos. El investigador debiera fijarse, sobre todo, si hay material proveniente de obturadores y de juntas, así como partículas metálicas que pudieran dar indicios de falla inminente u ocurrida en algún componente. Los tubos y juntas hidráulicos deberán examinarse respecto a la seguridad, indicios de fugas u otros detalles que puedan haber producido una falla antes del accidente. Verifíquese también si la instalación es defectuosa, los herrajes inapropiados y las tuberías de material inadecuado, los componentes hidráulicos y neumáticos: realizar pruebas de funcionamiento antes de probar los componentes hidráulicos, obténganse muestras del fluido para analizarlas y determinar su contaminación, su contenido de ácido y agua y su tipo.

Una vez que el componente esté instalado en el montaje de pruebas y se hayan sujeto a él las mangueras de presión, se purgará el aire de los conductos. El primer fluido que salga de los orificios de recuperación debiera recogerse en un recipiente apropiado y examinarse para ver si contiene

materias extrañas que pueda haber en la unidad. Es posible que se haya alojado en las válvulas o en los conductos un pedazo de material de obturación u otros desperdicios, que pueden desplazarse al hacer la purga. Averigüe la presión de trabajo del componente y asegúrese de que el equipo de prueba esté en condiciones de proporcionar una presión y un gasto (de circulación) adecuados.

La prueba de los componentes hidráulicos y neumáticos debiera abarcar el funcionamiento de las válvulas de retención, de las válvulas de seguridad, de las válvulas de cierre y los regímenes de fuga. Los vástagos de los pistones de los accionadores debieran inspeccionarse respecto a la fuerza necesaria para vencer la inercia, de modo que comiencen a moverse. Véase si hay indicios de fugas internas excesivas o de derivaciones de flujo. Si las condiciones lo justificaran, se debieran desarmar los componentes y examinar sus interiores. Obsérvese especialmente el estado de los obturadores y de las válvulas (señales de recalentamiento, cavitación y piezas excesivamente gastadas). El procedimiento para probar el funcionamiento de la instalación completa será muy detallado y abarcará todas las tolerancias necesarias.

Estos procedimientos debieran seguirse minuciosamente. Para probar componentes de la instalación neumática se necesitarán sistemas que proporcionen presiones y capacidades de conducción de aire muy grandes. Las especificaciones de estos componentes se encontrarán generalmente en los Manuales de mantenimiento de las aeronaves, especificaciones que incluirán las presiones de trabajo y los volúmenes de paso de aire, y también las tensiones necesarias que requieran las partes que funcionen eléctricamente. Las capacidades de las válvulas de control de flujo son sumamente importantes porque constituyen el corazón del sistema. Sin embargo, éstas están protegidas por los sensores de temperatura y presión (termostatos y reóstatos) que reaccionan en condiciones normales y adversas. Estos últimos pueden constituir un factor fundamental cuando hay sospechas de funcionamiento defectuoso, por lo que son tan importantes como los dispositivos de control de flujo.

8.12.8 Instalación Eléctrica.

Examínense estos componentes para determinar si hay indicios de formación de generadores, alternadores e inversores, arco, quemaduras, escobillas defectuosas, alambres o cables conectados incorrectamente y recalentamiento. El examen visual de los generadores puede detectar signos externos de corriente de salida excesiva. Cuando un generador está sujeto a una carga excesiva por más tiempo de un período relativamente corto, el aumento del calor hará que se decoloren las celdas del colector o que se derrita la soldadura. En casos extremos, las celdas pueden levantarse hasta el punto de estropear las escobillas, arrancándolas y escupiéndolas. En este caso sería evidente que la corriente de salida del generador estaba pasando por un camino de menos resistencia que el previsto y que probablemente se produjo un cortocircuito en alguna parte de la instalación de energía eléctrica. Ocasionalmente se presenta un peligroso defecto de funcionamiento conocido como estado de sobre tensión, el cual se produce cuando la corriente de salida del generador pasa sin control por el circuito de campo de éste. Tal situación se debe generalmente a un cortocircuito directo en el generador, desde

la salida del inducido hasta el terminal de campo. A consecuencia de ello se producen una salida de alta tensión incontrolable y exceso de corriente, seguidos de la quemadura casi instantánea de los filamentos de las bombillas eléctricas y de válvulas de radio.

El conmutador del generador deficiente se cierra para interrumpir la corriente, lo que causa la apertura del relé de corriente inversa de dicho generador. Sin embargo, cuando la salida del generador es excesiva, puede suceder que el relé no logre interrumpir el flujo de la corriente y que ésta siga circulando en forma de un arco a través de los contactos del solenoide. Como consecuencia, se funden las puntas de contacto y hasta puede resultar destruido entero el solenoide. Si esta situación subsiste por algún tiempo se pueden inflamar otros materiales que se encuentren cerca. Los cojinetes debieran examinarse para verificar su estado de lubricación, desgaste, juego y aspereza. Los cojinetes debieran examinarse para verificar su estado de lubricación, desgaste, juego y aspereza. Los cojinetes gastados o con juego pueden hacer que el inducido o rotor haga contacto con los devanados del inductor o estator, causando más daño interno. La fuerte estriación o exoriación de un dispositivo rotatorio es generalmente suficiente para indicar que ha estado funcionando, pero no constituye de por sí prueba de que hubo salida de energía eléctrica. Una vez examinado todo el sistema, se pueden analizar los hechos y evaluarlos. De ser posible, estas unidades debieran probarse.

8.12.9 Acumuladores.

Se debe probar todo acumulador, primero mediante un voltímetro en paralelo con cada elemento y luego por medio de un hidrómetro para determinar la gravedad específica del electrolito. Estas lecturas indicarán el estado de carga. Si el electrolito se ha escurrido del acumulador o las placas están rotas, existen medios que permiten examinar y probar estas últimas para determinar su avidez para aceptar y retener una carga, como también el estado de la carga en el momento del choque. El acumulador de níquel cadmio (acumulador alcalino) es diferente en el sentido de que no se mide la gravedad específica; el estado de cada uno de los elementos se verifica con un voltímetro.

8.12.10 Unidades transformadoras rectificadoras.

Estas unidades convierten la corriente alterna en continua y se utilizan cuando la instalación eléctrica básica se alimenta con alternadores. Sus componentes son de estado sólidos y su estado e idoneidad sólo pueden determinarse probándolos. Con instalaciones de esa clase, las señales de funcionamiento de los componentes alimentados por corriente continua no indican solamente que había energía eléctrica de CC sino también que funcionaba el sistema de corriente alterna.

8.12.11 Regulación de generadores, alternadores e inversores.

Este punto incluye los reguladores de tensión, reguladores de frecuencia, relay de corriente inversa y los paneles de control o protección de generadores, de estado sólido. Las unidades intactas se debieran probar para determinar las posiciones de sus mandos al ocurrir el accidente y las posibilidades de

funcionamiento previstas por el fabricante. Se pueden examinar los contactos y las bobinas de los relay para ver si presentan indicios de funcionamiento defectuoso y se deberán probar los circuitos internos para determinar su integridad. Si se notaran discrepancias o funcionamiento deficiente, se deberían someter las unidades a un examen detallado.

8.12.12 Centros de distribución.

Todas las barras correctoras, regletas de terminal y cajas de conexiones debieran examinarse para verificar la condición de las conexiones de los cables e hilos. El investigador también debiera fijarse si hay indicios de espárragos flojos, de formación de arco entre terminales contiguos, de recalentamiento y de quemaduras.

Las conexiones incorrectas pueden producir suficiente calor para fundir las barras colectoras y las regletas de terminal situadas alrededor de las bases de los espárragos, con la consiguiente posibilidad de que falle parte del sistema o incluso todo suministro de energía. Tales condiciones también han ocasionado incendios de origen eléctrico, tanto en vuelo como en tierra. Asimismo, debe examinarse la posibilidad de que hayan caído objetos extraños sobre los terminales, produciendo cortocircuitos directos e incendios.

8.12.13 Protectores de Circuito.

Estos consisten en fusibles, disyuntores y limitadores de corriente. Dichos dispositivos se instalan para proteger sólo los hilos. Los componentes accionados por electricidad contarán generalmente con protección integral, si el fabricante la consideraba necesaria. Todos los protectores de circuito deberán examinarse para ver si se han desconectado o si tienen fundidos los disyuntores de los fusibles. Los disyuntores pueden abrirse por el calor externo, como en el caso de incendio al estrellarse la aeronave, o también a consecuencia del choque violento. Un investigador incauto podría inferir que se trataba del funcionamiento defectuoso del circuito; por eso es necesario examinarlo más a fondo antes de hacer el diagnóstico. Si la falla eléctrica es momentánea, los fusibles y limitadores de corriente pueden permanecer intactos, aún en presencia de un defecto de funcionamiento del circuito. Por ejemplo, es posible que un conductor de energía eléctrica haga un cortocircuito con la masa de la estructura del avión y que se queme antes de que el protector tenga la oportunidad de reaccionar. Los disyuntores tienden a deteriorarse con el tiempo y sus características nominales pueden variar. Algunas veces se han descubierto disyuntores corroídos internamente que no se abrían en absoluto. En esas condiciones, una falla eléctrica podría degenerar en un problema grave.

8.12.14 Relay y Solenoides.

Los contactos de los relay debieran examinarse para ver si están quemados y picados. Se puede incluso encontrarlos pegados unos a otros por fusión. Verifíquese también si los relay tienen resortes gastados o quebrados, y si las bobinas están abiertas, en cortocircuito o quemadas. Los solenoides

debieran inspeccionarse para ver si se han recalentado o si tienen interrupciones en el devanado. Estas conclusiones permiten, a veces descubrir el mal funcionamiento de los circuitos correspondientes.

8.12.15 Motores eléctricos.

Estos deben examinarse para comprobar si presentan indicios de avería eléctrica y de haber funcionado en el momento del choque. Inspeccione los hilos, las escobillas, los colectores o anillos colectores y los devanados del estator e inducido; véase si hay señales de recalentamiento, quemaduras, formación de arco, conexiones defectuosas y devanados abiertos o en cortocircuito. Examínese el componente accionado por el motor para determinar su estado, observando especialmente si hay señales de alguna deficiencia de índole funcional que pueda haber dificultado el funcionamiento normal del motor. Verifíquese si el acoplamiento o conexión de mando está roto o intacto. Los motores pueden haber accionado ventiladores u otros componentes rotatorios que permitan reconocer el estado del material por la presencia de ralladuras, o deformación de las aspas del ventilador o de raspaduras producidas en un componente giratorio al salirse éste de su lugar. Puede haber marcas en tales componentes, lo que significaría que la unidad se encontraba en reposo o inactiva cuando se produjo el daño físico. Se deberán examinar los cojinetes de los motores para ver si están gastados o tienen juego, caso en el cual el inducido puede haber estado tocando las piezas polares del devanado inductor o frotado en ellas. Se deberán inspeccionar el colector y las escobillas para verificar si no hay puente entre los segmentos de cobre, escobillas quebradas o las conexiones de las escobillas flojas.

8.12.16 Cables e hilos eléctricos.

Se debe examinar para comprobar si hay indicios de recalentamiento excoiación de los haces de hilos contra soportes o contra la estructura adyacente, formación de arco o quemaduras. La decoloración del aislamiento no es necesariamente un indicio de recalentamiento, ya que puede deberse simplemente al envejecimiento del material. El calentamiento excesivo quiebra el aislamiento y le resta flexibilidad. Conviene separar los hilos que forman el haz para poder examinarlos más fácilmente. A veces uno de ellos se calienta demasiado y afecta a los hilos contiguos. Todo indicio de quemadura debe investigarse más a fondo para determinar si su origen es externo o eléctrico. La quemadura externa de los cables produce una superficie oscura, y los hilos del retorcido se pelan y aparecen brillantes; la quemadura eléctrica en cambio, produce la decoloración de toda la sección transversal o diámetro el cable. Examínense los extremos de los hilos metálicos rotos o cortados para ver si dejaban pasar la corriente en el momento en que se produjo su separación debido a derretimiento, de hilos unidos por fusión o de puntas romas y lisas.

8.12.17 Componentes eléctricos, pruebas de funcionamiento.

El método más sencillo consiste en hacer funcionar los generadores, alternadores e inversores en un banco de pruebas para determinar si pueden suministrar energía eléctrica adecuada, tanto a plena

carga como sin carga alguna. Durante estas pruebas debieran usarse los reguladores de tensión y de frecuencia pareados, si su estado lo permite. Se deben examinar los motores eléctricos para comprobar si tienen devanados en cortocircuito o abiertos en el estator e inducido, escobillas y colectores en mal estado o indicios de funcionamiento defectuoso que pueda haber causado excesivo consumo de corriente. Verifíquese si la energía eléctrica utilizada para estas pruebas tiene la tensión y fase apropiadas. Los relay y reguladores, como también los componentes de control del sistema eléctrico montados en forma de equipo unitario (black box) exigirán pruebas más detalladas. Por lo general, los relay trabajan a determinados valores ajustes, que debieran obtenerse de los manuales del sistema de que se trate o del fabricante. Antes de tratar de conseguir esos datos, es necesario determinar el tipo de relé y el número del modelo. En cuanto a reguladores de tensión y frecuencia del tipo de placas de carbón, se debiera examinar el estado de la pila de placas después de haber probado dichos dispositivos, a fin de determinar la capacidad reguladora de estos. Si los reguladores pila de placas está deteriorado funcionarán defectuosamente. Los paneles de protección y control de los generadores y alternadores son, en su mayoría, electrónicos, por lo que requerirán equipo de pruebas especiales. Procúrense diagramas de circuito y especificaciones detalladas para probar estos componentes reguladores no sólo ocasionaron la pérdida de corriente esencial, a causa del recalentamiento del equipo, de la sobre tensión y del consumo excesivo de corriente, sino también incendios destructivos originados por la electricidad.

Sería muy útil saber si al ocurrir el accidente la determinada lámpara de advertencia estaba o no encendida. También sería importante saber si había o no, luz en el puesto de pilotaje. Otras bombillas, como las de la cabina y de las luces exteriores, pueden ser útiles para determinar si había o no, energía eléctrica en el momento del choque. No se debieran escatimar esfuerzos por recuperar las bombillas de los faros de aterrizaje, de las luces de navegación o situación, de las luces de ala o para observar la información del hielo y de las rotatorias de anticolidión. Cada bombilla y válvula debe identificarse minuciosa y correctamente por medio de una etiqueta.

Examínense los filamentos de las bombillas por medio de una lente de aumento. Cuando una bombilla apagada sufre una sacudida violenta, el filamento no se estira apreciablemente, aunque la carga ejercida sea suficiente para quebrarlo. Por otra parte, cuando la bombilla está encendida, el filamento, por estar caliente, se estira a cargas muy inferiores a las que normalmente causarían la rotura. En la mayoría de las bombillas, los filamentos consisten en espirales enrolladas muy apretadamente, las cuales se abren debido al efecto del estiramiento, como las espirales de un muelle cuando se fuerza más allá de su límite de elasticidad. A consecuencia del alargamiento también se deforma el bucle normal formado por el filamento. La magnitud del estiramiento depende de la carga aplicada por la sacudida. Su efecto puede ser general o localizado y se presenta normalmente cerca de los polos de sujeción de los extremos del filamento o en las inflexiones que se forman en éste en los puntos en que se apoya. En las bombillas frías, las espirales se separan muy poco, el alargamiento es pequeño y la deformación consiguiente del bucle es íntima. Si la ampolla de vidrio se rompió al chocar y faltan

partes del filamento, un examen minucioso puede aportar pruebas que la bombilla estaba encendida, hecho que se manifiesta por un alargamiento del resto del filamento cerca de sus puntos de sujeción. En tales casos, también puede observarse fácilmente el descoloramiento del filamento debido a la oxidación del hilo de tungsteno, cosa que no sucede cuando éste está frío.

Si el filamento está roto, pero tiene un aspecto limpio y brillante y la espiral no presenta estiramiento, es evidente que la falla se produjo mientras estaba frío.

Examínense también minuciosamente los extremos rotos; una rotura con superficie limpia, como si se hubiera rajado muy bruscamente, también es indicio de que el filamento estaba frío. Por otra parte, si se nota un glóbulo producido por la fusión del material en el extremo roto y la ampolla de vidrio está algo decolorada, es obvio que el filamento se quemó, probablemente antes de producirse el accidente. Las válvulas electrónicas presentarán indicaciones algo parecidas. Una válvula rajada y con la ampolla ahumada en la superficie interior es indicio de que estaba caliente en el momento de romperse. Si la válvula está rajada o rota y la ampolla tiene aspecto normal, quiere decir que en el momento de producirse la rotura, el filamento no estaba recibiendo la corriente.

8.13 INSTALACIONES DE PRESURIZACIÓN Y DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE.

8.13.1 Sobrealimentadores y compresores.

Estas unidades, que son accionadas por las transmisiones o cajas de engranajes previstas para los accesorios de los motores, suministran la carga de aire para el acondicionador del aire y la presurización. En caso de funcionamiento defectuoso no se pueden acoplar en vuelo; para volver a acoplarlas es necesario que los motores estén completamente detenidos. Ambas unidades se debieran examinar para ver si presentan señales de desacoplamiento o de falla de la transmisión, si están lubricadas debidamente y si existen indicios que sugieran la falla o el recalentamiento de los cojines.

También deben inspeccionarse los impulsores para determinar si están dañados sus alabes, lo cual indicaría que estaban funcionando al ocurrir el accidente.

8.13.2 Instalación de aire extraído de los motores de turbina.

Del compresor de los motores de turbina se extrae aire en cantidades apropiadas para acondicionar el aire, para la presurización y también para los dispositivos antihielo y antilluvia. Los grupos motores auxiliares accionados por turbinas suministran, básicamente, el aire para poner en marcha los motores, pero también se pueden utilizar para complementar el sistema del acondicionamiento del aire, particularmente mientras la aeronave está en tierra. Se debe examinar las válvulas neumáticas de regulación del paso (como, por ejemplo, las de cierre o aislamiento, de impulsión de aire, de reducción o modulación de la presión, de alimentación cruzada, de control de temperatura y de retención) para verificar las posiciones de los diafragmas y la integridad de las uniones de la canalización. Las posiciones de los diafragmas deben relacionarse con las de los mandos del puesto

de pilotaje. Se debe localizar las válvulas de seguridad de la presión del aire extraído o los paneles relacionados con éstas para comprobar su integridad.

Lo mismo debiera hacerse con los componentes reguladores (tales como los interruptores y termostatos de sobre temperatura y sobrepresión), los cuales debieran preservarse para estudios ulteriores en caso de que fueran necesarios. Si se sospecha que la presencia de vapores o monóxido de carbono en la cabina puede haber contribuido al accidente, habría que examinar las canalizaciones de aire (particularmente las que se encuentran más cerca de las válvulas por las que se extrae el aire del motor) para ver si tienen depósitos de humo o de aceite. También se debiera alertar a los encargados de la investigación del sistema moto propulsor sobre la necesidad de examinar las juntas del sistema de aceite de los motores. En este caso, corresponde coordinar la investigación con la del grupo “Factores humanos”.

8.13.3 Instalación de acondicionamiento-to del aire.

Esta comprende todas las válvulas reguladoras de paso, tales como la válvula mezcladora de cabina y las válvulas de salida de aire, de empaquetadura y de regulación de la temperatura. También se hallan incluidos los compresores, condensadores y evaporadores de freón; las máquinas de circulación de aire o turbinas de enfriamiento; los turbocompresores; los separadores de agua y los permutadores térmicos. Se debieran documentar las posiciones de todas las válvulas y el estado de éstas y relacionarlas con las posiciones correspondientes de los mandos de pilotaje. Hay que examinar las máquinas de ciclo de aire y los turbocompresores para ver si hay indicios de funcionamiento, ya sea normal o defectuoso. También corresponde examinar el estado y lubricación de los cojinetes e impulsores, así como las uniones de las canalizaciones de estas unidades. Las válvulas reguladoras de paso suelen ser de dos tipos: las que son accionadas por motores eléctricos y las que se regulan eléctricamente, pero que se accionan por medios neumáticos. Estas últimas generalmente se cierran si se desconecta la corriente. Será importante identificar cada una de estas válvulas a fin de relacionar sus posiciones con la de los respectivos mandos del puesto de pilotaje. Los diversos componentes eléctricos de los circuitos reguladores y de advertencia, tales como los termopares, los interruptores de mercurio y los accionados por presión debieran recuperarse, identificarse, rotularse y conservarse para ensayo o examen detallado, en el caso de que sea necesario.

8.13.4 Presurización.

El corazón de este sistema son las válvulas de regulación y de seguridad de la presión y los componentes reguladores, mecánicos y eléctricos. Estos últimos se encontrarán generalmente en el puesto de pilotaje y en los soportes del equipo eléctrico. Las primeras consistirán en las válvulas reguladoras de la presión, de descarga y de descompresión de emergencia. Estas válvulas debieran examinarse respecto a su estado y posición, integridad de las articulaciones mecánicas, conectores eléctricos y guarniciones de los tubos del sistema sensor de presión. Búsquense indicios de

funcionamiento defectuosos. Algunas válvulas reguladoras de la presión pueden cerrarse durante situaciones de emergencia, como, por ejemplo, al tratar de extinguir un incendio en algún compartimiento situado bajo el piso. La posición de las varillas de mando de estas válvulas puede dar una indicación de que así ha ocurrido.

8.13.5 Canalizaciones.

Se deberán recuperar y examinar todas las canalizaciones para verificar si están rotas por presión excesiva o defectos de material; las abrazaderas de las uniones deberán inspeccionarse para apreciar en qué condición están. El aire caliente que emana de una unión con fugas o desprendida puede afectar adversamente al equipo eléctrico contiguo, a los cables eléctricos y a las tuberías conductoras de fluido. El efecto del calor sobre los cables puede influir en el funcionamiento, errático, de los componentes accionados por electricidad. Se deberá examinar las paredes interiores de las canalizaciones para ver si contienen indicios de humo o depósitos extraños. También deberá verificarse si el aislamiento de las canalizaciones está decolorado, lo que podría ser indicio de recalentamiento, y también si está saturado de combustible o fluido hidráulico procedente de fugas en tubos próximos a las canalizaciones. En este último caso, podría producirse un incendio.

8.13.6 Instalaciones Antihielo y Anti-lluvia.

Estas consisten en los equipos descongeladores neumáticos y térmicos, en los limpiaparabrisas y en el agente pluviorrepelente.

8.13.7 Equipo descongelado neuma-tico.

En las instalaciones más viejas de descongelación de los planos aerodinámicos se utiliza aire comprimido producido por bombas neumáticas. Examínese el estado del dispositivo descongelador propiamente dicho, de sus tubos de abastecimiento y de las posiciones de sus válvulas reguladoras. Inspecciónese el acoplamiento impulsor de la bomba neumática y el tapón fusible para determinar si están en buenas condiciones, y véase si hay indicios de haber funcionado la bomba en el momento del accidente.

8.13.8 Equipo descongelador térmico.

La descongelación térmica de los planos aerodinámicos se logra por medio de aire suministrado por calefactores de gasolina o aire extraído de los motores de turbina. En el caso de los calefactores de combustión debiera determinarse si están quemados y si hay vestigios de incendio debido a la fuga del combustible. La instalación de descongelación que utiliza aire extraído de los motores tendrá válvulas reguladoras de paso para las alas y cola, válvulas cuyas posiciones debieran documentarse y relacionarse con las correspondientes de los mandos del puesto de pilotaje. Se debieran examinar los conductos del dispositivo de descongelación de los planos aerodinámicos para ver si hay indicios de falla o uniones flojas que hubiesen podido permitir el acceso de aire caliente a los cables eléctricos,

a las tuberías conductoras de fluidos y a otros componentes, haciendo que funcionasen defectuosamente a consecuencia del calor excesivo. En algunos casos, el aislamiento de los conductores eléctricos estaba carbonizado a consecuencia del aire caliente.

8.13.9 Limpiaparabrisas y agente pluviorepelentes.

Los limpiaparabrisas pueden ser hidráulicos o eléctricos. Verifíquense las posiciones de los brazos barredores y de sus reguladores. Hubo casos en los que motores hidráulicos defectuosos agotaban la presión hasta el punto de que no era posible – en situaciones de emergencia – bajar y asegurar el tren de aterrizaje. El agente pluviorepelente puede consistir en aire extraído de los motores y soplado sobre la superficie de los parabrisas o en recuperar y examinar para ver si hay indicios de haber estallado durante el vuelo. Por lo general, se hallan instalados en el puesto de pilotaje y constituyen un riesgo si se revientan, aun cuando la sustancia utilizada no sea tóxica.

8.14 INSTRUMENTOS DE ABORDO.

Se debieran recuperar todos los instrumentos, documentar sus indicaciones y su estado y examinar sus conexiones. Los tubos de los instrumentos de presión deberán inspeccionarse para ver si hay cortocircuitos, si hubo recalentamiento y si el aislamiento está excoriado. Los haces sujetos con abrazaderas debieran inspeccionarse debajo de éstas, pues es probable que de estar el aislamiento excoriado sea precisamente debajo de las abrazaderas.

8.14.1 Instalaciones Pitot y de Presión Estática.

Examínense las antenas de Pitot para ver si no están obstruidas y compruébense, con un ohmiómetro, los elementos calefactores de los tubos Pitot. Un método de verificar si el calefactor funcionaba al chocar consiste en observar si hay vegetación o material leñoso metido en el tubo. Si este material está chamuscado o decolorado a consecuencia del calor, se tiene una indicación de que el calefactor quizás funcionaba. Inspecciónese

los orificios del tubo de presión estática para ver si no están bloqueados por cinta u otros cuerpos, tales como materiales para sellar juntas, que puedan haber sido forzados al interior del orificio durante el montaje. Se debe examinar la tubería de la instalación Pitot y de presión estática para determinar si hay indicios de obstrucción debido al hielo, al agua, o a ambos, como también si el drenaje es adecuado. En relación con este punto, quizás se justifique hacer una versión detallada del Pitot. También debiera verificarse si la tubería tiene vestigios de rotura o acoplamiento flojos. Se ha encontrado que en algunos casos la tubería estaba doblada o torcida cerca de algún acoplamiento porque se había instalado o reparado mal. Examínense los tubos flexibles de detrás de los tableros de instrumentos para comprobar si están retorcidos y si tienen agujeros producidos por el envejecimiento. Se debiera anotar en qué posición se halla el selector de estática.

8.14.2 Altímetros.

La indicación más fidedigna del altímetro es la presión barométrica. Esta debiera compararse con la última información pasada a la tripulación, para determinar si era correcta. Regístrense las posiciones de la agujas o del tambor; el valor deberá corresponder a la elevación del lugar en que ocurrió el accidente (aunque hay que tener en cuenta que el mecanismo interno puede haberse roto, caso en el cual la indicación no sería válida). Como la escala barométrica se ajusta mediante un engranaje accionado por un botón, para mayor seguridad, se deberá examinar el mecanismo de ajuste. En algunos casos se omitió asegurar dicho mecanismo después de haber hecho el reglaje en el taller y las agujas del instrumento quedaron desconectadas del mecanismo regulador. En consecuencia, era posible reajustar la escala barométrica sin que se produjera el correspondiente cambio de posición de las agujas.

8.14.3 Indicadores de velocidad.

Se deberá examinar minuciosamente los indicadores de velocidad y los indicadores de mach para comprobar si con el choque se han atascado a la velocidad indicada o para determinar la dirección en que ha fallado el servo de la aguja indicadora. Por lo general, no se puede confiar en la indicación que aparece en el instrumento encontrado en los restos de la aeronave, pero una fotografía de la esfera en luz ultravioleta (luz negra puede revelar información significativa. Probablemente será necesario verificar el instrumento en el laboratorio para comprobar si adolece de alguna falla mecánica; por otra parte, si el daño es insignificante, quizás sea posible calibrar el instrumento y verificar la histéresis.

8.14.4 Brújulas.

Determinense las lecturas de los instrumentos indicadores de rumbo, tales como la brújula magnética, el indicador de rumbo (CDI), el indicador radio magnético de rumbo (RMDI), el giroscópico direccional sincronizado y el indicador giroscópico de rumbo accionado por aire. Regístrense el rumbo seleccionado y el índice de reglaje. Algunas de estas unidades llevan incorporados giróscopos integrales, mientras que otras están alimentadas por indicadores giróscopos de rumbo remotos. Se deberán examinar los giróscopos para ver si hay indicios de haber funcionado. Desmóntese la unidad y véase si el rotor está rayado por el movimiento de rotación y si el interior de la caja tiene ralladuras causadas por fricción en el momento del accidente. La discrepancia también puede ser debida a los daños sufridos al chocar. Hay que considerar todas esas posibilidades. Algunos instrumentos, como el CDI, llevan en una esquina un indicador del millaje, aunque la aeronave tenga otro indicador aparte en el tablero de instrumentos. Esta indicación del millaje debiera compararse con la distancia entre el lugar del accidente y la instalación seleccionada. La información acerca del rumbo de la aeronave, con respecto a la instalación VOR escogida, puede proporcionarla el indicador de rumbo y las agujas del RMDI. Estas últimas pueden utilizarse tanto para el rumbo del VOR como para la marcación del ADF, que se seleccionan por medio de interruptores situados en el tablero de instrumentos. Se

debieran determinar las funciones seleccionadas a fin de establecer una correlación definida con cierta y determinada instalación. Se debiera examinar la brújula magnética para ver si hay indicios de avería antes del accidente, como insuficiencia de fluido, y también ver si no está instalada debidamente. Determinése, asimismo, si la tabla de desvíos está al día y téngase presente que el funcionamiento de la brújula puede estar influenciado por la proximidad inmediata de materiales ferrosos.

8.14.5 Instrumentos indicadores de actitud de la aeronave.

Se debieran anotar las indicaciones de cabeceo y balanceo. Cuando los dispositivos que presentan visualmente información se han destruido, el cabeceo y balanceo pueden determinarse examinando los pequeños servomotores. El horizonte artificial y el indicador de viraje y resbalamiento pueden contener giróscopos integrales o los instrumentos pueden recibir toda la información giroscópica desde un giróscopo vertical remoto. Examínense todos los giróscopos.

8.14.6 Instalaciones de Instrumentos Integrados.

Se debieran recuperar los componentes de estas instalaciones para someterlos a pruebas. Su examen se lleva a cabo en un laboratorio, pues es necesario hacerlo con equipo especial. En vista de los nuevos sistemas de aterrizaje automático que se están instalando actualmente en las aeronaves de transporte, estas instalaciones pueden resultar importantes en relación con los accidentes ocasionados al aterrizar. Es de esperar que, a medida que se vayan perfeccionando, dichas instalaciones se integren más y más con los equipos de navegación.

8.14.7 Componentes de Navegación.

Son los componentes de las instalaciones integradas de instrumentos de vuelo, y también los componentes individuales cuando se trata de una aeronave no equipada como las primeras. Aunque los diversos instrumentos no estén en condiciones de ser sometidos a pruebas llevan incorporados características constructivas que pueden proporcionar datos importantes. Los componentes electrónicos o del tipo unitario también son muy útiles a este respecto.

Muchos instrumentos reciben sus señales desde fuentes distintas y utilizan pequeños servomotores sincrónicos alimentados por servo transmisores. Estos servomotores son útiles para obtener información acerca del rumbo, cabeceo, balanceo y de las posiciones de las superficies de mando de vuelo, información que puede ser muy valiosa, según las circunstancias del accidente. Las unidades que contengan tales dispositivos debieran recuperarse y preservarse de modo que queden protegidas hasta que se las pueda someter a un examen especial, el cual puede efectuarse más apropiadamente en los talleres del propio fabricante. El conjunto de datos obtenidos de todos los servomotores de una instalación dada proporciona una base sólida para analizar las circunstancias anteriores del accidente. A veces, el examen del daño sufrido por los balancines de los giróscopos puede facilitar información sobre las actitudes de cabeceo y balanceo anteriores al choque.

8.14.8 Instrumentos de los Motores.

Se deben documentar las indicaciones y el estado de los instrumentos correspondientes a los motores. Algunos de ellos, como los que indican la temperatura de admisión de las turbinas, pueden contener cinta calibrada de la cual sea posible desprender las indicaciones que señalaban antes del accidente. Otros componentes útiles son los transmisores de relación de presiones, los cuales pueden proporcionar información acerca de la potencia desarrollada por los motores.

8.15 EQUIPOS DE RADIO Y ELECTRÓNICO DE NAVEGACIÓN.

8.15.1 Transmisores y receptores.

Al documentar el puesto de pilotaje, se debieran examinar los selectores de frecuencia para determinar las frecuencias que se estaban utilizando. Estas debieran correlacionarse con las instalaciones de radio existentes en la zona considerada. Verifíquense también las posiciones de las perillas de volumen, tanto de los tableros selectores como de frecuencia de audio, para determinar con qué volumen estaba funcionando el equipo. En cuanto al equipo de radio VHF, tanto de comunicación como de navegación, las frecuencias preseleccionadas pueden determinarse por inspección ocular; para ello, se levanta la tapa frontal, se examinan los selectores de los cristales para ver qué par de cristales se estaban utilizando. Los valores de estos pueden comunicarse al fabricante, el cual puede indicar las frecuencias correspondientes. Otro método consiste en examinar las posiciones de las varillas y levas de los selectores de frecuencia, tomando también nota de las posiciones de los núcleos de sintonía. Si existe equipo idéntico en algún comercio o taller de radio, se pueden sintonizar sus canales hasta que las posiciones de las levas y núcleos coincidan con las de las levas y núcleos del equipo que se está investigando; luego, la frecuencia puede leerse en la unidad que funciona.

8.15.2 Radiogoniómetros Automáticos (ADF).

Véase el tablero del ADF para determinar la banda y frecuencia seleccionadas; luego, trátase de correlacionar estos valores con una instalación cercana de baja frecuencia. El equipo ADF propiamente dicho no cuenta con medios de indicación de frecuencia como algunos de los equipos VHF y su frecuencia puede averiguarse únicamente haciéndolo funcionar. Según el estado material en que se encuentre, la banda y frecuencia podrán determinarse por medio de un generador de señales. En el caso de que el ADF no funcione, conviene registrar las posiciones relativas de los condensadores variables de sintonía, haciendo marcas en las placas de los mismos para preservar la relación; luego, se puede sintonizar otro receptor del mismo tipo hasta que las placas de los condensadores se encuentren en las mismas posiciones, con lo cual se verá que la frecuencia es muy aproximada. Se puede tomar la marcación señalada por la aguja del ADF del indicador radio magnético de rumbo (RMDI) y relacionarla con el rumbo del lugar del accidente respecto a la instalación seleccionada. Esto puede efectuarse en relación con los rumbos indicados por la aguja del VOR, a fin de verificar

la navegación realizada por la tripulación de la aeronave, especialmente en el caso de accidentes “en ruta”. A veces, la marcación puede deducirse por la posición de la antena giratoria del ADF, posibilidad que depende del estado de ésta.

8.15.3 Equipo radio telemétrico (DME).

Se debe registrar la posición del selector de canales del puesto de pilotaje. El módulo de distancia, de la parte frontal de la unidad, puede proporcionar una indicación del millaje (algunas unidades proporcionan también una indicación del canal seleccionado, a menos que se trate de equipo de estado sólido). De los equipos que utilizan componentes móviles también puede deducirse si la unidad estaba ajustada a un canal o si el Operador la estaba sintonizando. Determinéense la frecuencia VOR seleccionada y verifíquese si la instalación de que se trata está equipada para respuesta DME. Luego, el canal DME asignado a dicha frecuencia puede compararse con el que utilizaba el equipo radio telemétrico. Compárese la distancia indicada por este último con la que media entre el lugar del accidente y la instalación seleccionada.

8.15.4 Antenas y Cables.

Se deben examinar los cables de conexión de las antenas para ver si están dañados o si tienen conexiones defectuosas. Las antenas transmisoras también debieran inspeccionarse para comprobar si presentan huellas de rayos o de descargas estáticas.

8.16 MANDOS DE LA AERONAVE.

8.16.1 Unidades de control de energía.

Se deberán examinar los componentes accionados hidráulicamente para ver si hay indicio de fugas y si las conexiones eléctricas están bien hechas; también se deberán examinar los acoplamientos de las tuberías. Márquense, para referencia futura, las posiciones de las articulaciones mecánicas y de las varillas actuadoras tal como se han encontrado. Si los componentes y la superficie por ellos accionadas están intactos, y si se hallan disponibles las fuentes de energía eléctrica e hidráulica, es posible que se pueda probar el componente en el lugar del accidente. Esta sería la prueba de funcionamiento más válida, ya que se usaría la misma instalación de tuberías. Si esto no fuera posible, retírense las unidades de los restos de la aeronave para probarlas más tarde. Al hacerlo, téngase la precaución de tapar o cubrir todos los tubos flexibles y orificios cuando se abran las conexiones, a fin de evitar que entren agentes contaminadores en la unidad.

8.16.2 Servo del Estabilizador Horizontal.

Se debe examinar el servo hidráulico del estabilizador horizontal y comprobar si están las tuberías dañadas, acoplamientos y articulaciones mecánicas. Márquense las posiciones de las palancas, tambores de cables, etc., a fin de poder alinearlos de nuevo en caso de que resulten alterados

manipulándolos. Mídase la posición de la tuerca del balancín del servo para determinar la posición en que se encontraba el estabilizador al chocar.

8.16.3 Componentes Diversos.

También debieran examinarse los componentes accionados eléctricamente, tales como las aletas compensadoras, las válvulas actuadas por solenoides, las válvulas reguladoras y los circuitos de advertencia. Algunas válvulas reaccionan automáticamente al funcionar mal o fallar alguna unidad de control de energía o algún dispositivo. Estas válvulas debieran recuperarse para documentar sus posiciones. Documentese, asimismo, el estado del sistema censor artificial y del amortiguador de guiñada el timón.

8.16.4 Piloto Automático.

Se debieran registrar las posiciones de los mandos del piloto automático en el puesto de pilotaje y también el estado de los servomotores y el enlace de éstos con la instalación de mando de vuelo. Trátase de determinar si el piloto automático estaba o no funcionando cuando ocurrió el accidente.

8.16.5 Componentes de Mando de Vuelo (pruebas de funcionamiento).

Los componentes hidromecánicos y eléctricos hidromecánicos, tales como las unidades de control de energía, servos de mando y los servos del estabilizador, pueden someterse a pruebas conjuntas de funcionamiento. Se pueden idear pruebas especiales que proporcionen más información de las normales y se pueden accionar los mandos hidráulicos, eléctricos y mecánicos para determinar la capacidad del servo. De ser necesario estos podrán ser enviados a laboratorios especializados para realizar pruebas posteriores.

8.17 INSTALACIONES PARA DETECTAR Y DOMINAR LOS INCENDIOS.

8.17.1 Detectores de Incendios.

Los detectores de incendios pueden ser el tipo de “cable sensible” o pueden consistir en detectores individuales conectados en serie. Los circuitos advertidores de incendio debieran examinarse para ver si no tienen interrupciones, si están conectados a masa y si hay cortocircuitos, y las cajas de los relees de los detectores para ver si funcionan.

Nota: Las instalaciones de detección y extinción de incendios son cada día más complejas. En vista de ello convendría considerar la asistencia de los técnicos y la utilización del equipo de ensayos del fabricante.

8.17.2 Instalaciones de Extinción de Incendios.

Estas instalaciones utilizan bióxido de carbono o freón. Por lo general, se protegen los motores y los grupos auxiliares, pero muchas de las aeronaves más viejas también cuentan con protección para los compartimientos situados debajo del piso. Las aeronaves que utilizan calefactores de combustión para

el acondicionamiento del aire y descongelamiento térmico también están protegidas contra los incendios causados por los calefactores; generalmente son del tipo de bióxido de carbono. Los envases de los extintores de incendios deben recuperarse y examinarse para ver si están cargados. Si lo están, se debieran tomar medidas para almacenarlos en algún lugar seguro a fin de prevenir daños corporales; de estar vacíos, hay que examinar las válvulas de salida para determinar si la descarga fue intencionada o no. En vista de que algunos se activan térmicamente, también se debiera examinar el dispositivo disparador. En el revestimiento del fuselaje de la aeronave, o en las fuentes de los motores cerca de la instalación extintora, se hallan discos indicadores que proporcionan pruebas de si la descarga ha sido intencionada o térmica. Se deberá verificar el estado de dichos discos.

8.17.3 Extintores Portátiles.

Los extintores portátiles utilizan bióxido de carbono y también agua. Recupérense y examínense para determinar si fueron utilizados o no. En caso afirmativo, no se debieran escatimar esfuerzos por averiguar si se utilizaron antes del accidente o durante las operaciones de salvamento.

8.18 INSTALACIÓN DE OXÍGENO.

8.18.1 Cilindros de Oxígeno.

Se debieran contar los cilindros de oxígeno para la respiración de la tripulación y de los pasajeros para cerciorarse de que ninguno de ellos estalló antes del accidente. Esto se refiere tanto a los cilindros portátiles como a los de primeros auxilios. Todo cilindro cargado debe almacenarse en algún lugar seguro para prevenir daños corporales. Siempre que sea posible, hay que averiguar el contenido de los cilindros para saber si realmente contienen oxígeno, y no alguna sustancia tóxica.

8.18.2 Tuberías y Acoplamiento.

Examínense todos los tubos para ver si hay señales de que alguno de ellos haya fallado por exceso de presión. Se debieran inspeccionar las válvulas reguladoras para averiguar si no han sufrido erosión causada por el paso rápido del flujo a gran presión, lo cual podría ser indicio de que el oxígeno salía con demasiada rapidez debido a la falla de algún tubo o de alguna válvula. Se deben revisar las válvulas reguladoras de paso para ver si están cerradas, abiertas o semi abiertas.

8.19 ESTUDIO DE LOS ASPECTOS DE MANTENIMIENTO.

La finalidad de investigar el mantenimiento es estudiar los aspectos de esta actividad correspondientes a la aeronave siniestrada, para averiguar lo siguiente:

- a. Los datos que puedan guardar cierta relación con el accidente o que puedan dar indicios sobre determinados aspectos que sean de trascendencia y que convenga investigar a fondo.

- b. Si la aeronave siniestrada ha sido objeto de las operaciones de mantenimiento previstas en las normas aplicables.
- c. Si, la base de la información reunida al hacer la investigación, se consideran apropiadas las normas previstas aplicables a la aeronave siniestrada. Como la investigación puede abarcar muchos aspectos y requiere examinar minuciosamente un gran número de detalles, particularmente cuando se trata de accidentes ocurridos a las aeronaves grandes de transporte, he aquí una relación indicativa de los aspectos principales que hay que examinar:
 - 1. Averiguar el historial de utilización de la célula-fuselaje, motores y elementos componentes; las horas voladas y también, de ser el caso, el número de aterrizajes efectuados.
 - 2. Pasar revista al historial de accidentes, defectos y utilización irregular o anormal notificados o que se hayan descubiertos en el transcurso de la investigación y considerar las medidas rectificativas o de otra índole tomadas posteriormente.
 - 3. Investigar, basándose en el correspondiente libro – registro de la aeronave, si se han incorporado a ésta las modificaciones obligatorias y cumplimentando las órdenes de carácter técnico que la afectan.
 - 4. Investigar, basándose en el correspondiente libro de registro de la aeronave, si todas las modificaciones incorporadas a la aeronave se hicieron debidamente y, de ser el caso, fueron aprobadas por la autoridad aeronáutica competente.
 - 5. Indagar el procedimiento seguido por el Explotador para hacer el mantenimiento e investigar si se ajusta a la modalidad de mantenimiento aprobada por la autoridad aeronáutica otorgante de la correspondiente licencia.
 - 6. Indagar, en base al correspondiente libro de mantenimiento de la aeronave, si se ha seguido o no al pie de la letra el procedimiento previsto y observado los períodos de mantenimiento; en caso necesario, anotar las discrepancias u omisiones descubiertas.

8.20 AERONAVES GRANDES DE TRANSPORTE.

Como los libros de mantenimiento de las aeronaves grandes de transporte son voluminosos, para que la investigación pueda realizarse de la forma debida es preciso entender bien el sistema y procedimiento de anotación de las actividades de manutención del material, que sigue el Explotador. Para ello es generalmente necesario conseguir la ayuda del propio Explotador y, si se trata de aeronaves extranjeras, se requiere la coordinación con él.

Estado de matrícula. Habitualmente, las anotaciones sobre el mantenimiento se consultan en el taller o lugar de mantenimiento del Explotador, pero es también importante averiguar qué anotaciones llevaba a bordo la aeronave y conseguirlas, de ser posible, junto con las anotaciones que pueda haber

en los puntos de tránsito por los cuales haya pasado la aeronave. Además de las anotaciones que el Explotador tiene que preservar de conformidad con el sistema de mantenimiento autorizado, es posible que existan otros datos que brinden información valiosa. El investigador tiene que averiguar si existen tales datos, en cuyo caso debe estudiarlos detenidamente, ya que quizás le ayuden a esclarecer si se había utilizado o no la aeronave en actividades anormales. A veces, el estudio de los aspectos de mantenimiento exige entrevistar al personal de mantenimiento y también al ajeno a éste para que corrobore detalles importantes de las anotaciones de mantenimiento para averiguar, en casos concretos, la importancia de las inspecciones y de otros trabajos y la manera en que se realizaron, inspeccionaron y certificaron determinadas tareas.

Quizás sea también preciso conseguir de la tripulación de vuelo antecedentes respecto al comportamiento de la aeronave en las etapas previas al vuelo malogrado o en vuelos precedentes.

8.20.1 Aeronaves pequeñas.

Si se trata de aeronaves pequeñas, hay que estudiar igualmente las anotaciones de las actividades de mantenimiento, pero, respecto a muchos accidentes, se observará que las anotaciones correspondientes a la aeronave siniestrada son muy insuficientes. Como casi siempre las anotaciones del mantenimiento las lleva consigo la propia aeronave, resulta que, en caso de accidente, quedan con frecuencia destruidas. Esto dificulta, sin duda, la tarea del investigador, pero él puede reunir muchos datos entrevistando detenidamente al personal de mantenimiento y a la tripulación de vuelo respecto a los recientes trabajos realizados en la aeronave y a los otros aspectos que abarca normalmente la investigación del aspecto de mantenimiento.

8.21 COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Conviene recalcar la necesidad de que el investigador que se ocupa del aspecto mantenimiento coordine directamente su trabajo con el “Investigador encargado”. Es muy posible que los resultados de la investigación del aspecto mantenimiento permitan descubrir ciertos aspectos que valga la pena que otros especialistas indaguen a fondo; a su vez, al investigar el aspecto mantenimiento se debe tener en cuenta detalles o indicios particulares que hayan podido descubrir otras personas ocupadas en otras facetas de la investigación.

8.22 EN CASO DE EMERGENCIA QUE REQUIERA CUBRIR LA PISTA CON UNA CAPA DE ESPUMA EL INVESTIGADOR DEBERÁ AVERIGUAR:

- a. La hora en que los servicios de extinción de incendios fueron advertidos de la emergencia y por qué medios.
- b. Las primeras instrucciones dadas a esos servicios y cómo se impartieron.
- c. El número de vehículos de extinción de incendio que participaron en el rociado de espuma, capacidad y velocidad de descarga de cada unidad.

- d. La disponibilidad de comunicaciones radiotelefónicas entre dichos vehículos y la torre de control de tránsito aéreo, y las grabaciones de las comunicaciones si éstas se registraron.
- e. La hora en que se comenzó a cubrir la pista con espuma y aquélla en la cual se terminó la operación.
- f. Las dimensiones de la capa de espuma (largo, ancho, espesor) y su ubicación en la pista (la distancia desde el umbral a la pista, su posición en relación con el eje longitudinal de la pista).
- g. Las dificultades encontradas durante el rociado de la espuma (falta de personal idóneo, de material, viento, etc.)
- h. Si las señales de comienzo y ancho de la capa de espuma eran apropiadas habida cuenta de las condiciones de visibilidad

8.23 INVESTIGACIÓN DE LOS SABOTAJES POR EXPLOSIVOS.

Durante el último decenio los hombres de ciencia de RARDE han colaborado con los investigadores británicos y extranjeros para determinar si han estallado explosivos abordo de aeronaves que se han estrellado en circunstancias misteriosas. Se ha adquirido gran experiencia en la investigación de los restos y en la deducción de pruebas científicas por medio de diversas técnicas. Más adelante describimos algunas de las principales técnicas que están en uso. Los datos obtenidos por la metalografía y la exploración con microscopio electrónico son particularmente útiles en la determinación de diversas características del daño producido por los explosivos. Nos limitaremos a describir brevemente algunas de las características detectables y a determinar su valor probatorio.

Describiremos asimismo las pruebas forenses relacionadas con diversos materiales no metálicos y con los métodos de examen físico o químico que se emplean. Es necesario ser muy prudente en la interpretación de las telas deshilachadas, que podrían ser indicios importantes de explosiones abordo de las aeronaves en vuelo, tal como en otras explosiones. Indicamos la posibilidad de detectar explosivos por medio de las diversas técnicas cromatográficas a que puede recurrir actualmente el investigador. Es necesario recalcar el valor probatorio de la radiografía de los cuerpos y del equipaje, que puede detectar fragmentos metálicos incrustados.

8.23.1 Indicios de que dispone el investigador.

Materiales encontrados en el sitio del accidente. Es fundamental que los especialistas procedan a una investigación en el sitio mismo del accidente. En estas circunstancias los conocimientos y la experiencia del investigador son inapreciables, particularmente si se sospecha la existencia de un sabotaje por medio de explosivos, puesto que en ese momento debe individualizarse la mayor cantidad de material probante que más tarde se someterá al examen del laboratorio. Cuando hay más de 50 toneladas de restos desintegrados e incluso quemados, esparcidos en una extensa superficie o

que tienen que recuperarse en forma de trozos flotantes, será muy difícil en las primeras etapas de la investigación determinar claramente la probable causa del accidente.

El investigador debe proceder con mucho cuidado, sin ideas preconcebidas, antes de llegar a la conclusión de que la “explosión” que se ha visto o escuchado no guarda ninguna relación con fallas graves de los sistemas de la aeronave. Por ejemplo, la desintegración del disco de una turbina a gran velocidad puede producir un fuerte estampido semejante a una explosión. La granada metálica penetra a veces las alas o el fuselaje, y puede incluso causar un incendio, dando la imagen de una posible explosión. El ojo avizor puede distinguir entre este tipo de daño y el que produce la detonación de un explosivo. Una fractura estructural en una aeronave que vuela a gran velocidad, debida a un exceso de tensión o a la fatiga, produce a menudo en los testigos la impresión de una “explosión”, a lo cual contribuye el ruido, el humo o el vapor proveniente del combustible. Los rayos pueden también, aunque rara vez, producir daños localizados por explosión, particularmente si las soldaduras eléctricas de la aeronave son defectuosas.

Normalmente los rayos no ocasionan daños extensos y considerables, pero el incendio y la explosión a baja presión de los tanques de combustible pueden producirse cuando se utiliza un combustible de bajo punto de ignición y se derrama cerca de los extremos de las alas, donde a menudo caen los rayos. Normalmente en las extremidades de las aeronaves se encontrarán indicios de una descarga eléctrica, de entrada o de salida. Si se pueden examinar los restos de la aeronave, se encontrarán pruebas materiales características del estallido de un explosivo que se ha introducido deliberadamente. El estallido de los explosivos modernos de gran potencia puede producir una aceleración de las partículas que al menos en un comienzo, excede de $7 \times 10^3 \text{ m/seg.}^{-1}$, debido a la cual, las partículas pueden penetrar muy adentro en los componentes de la aeronave e incluso, cuando son muy pequeñas, pueden entrar a fondo en materiales blandos como los cojines de los asientos y el cuerpo humano. Ninguna falla de ningún sistema ni grupo moto-propulsor de la aeronave puede acelerar las partículas hasta que alcancen tales velocidades. Pueden encontrarse chamuscaduras, ennegrecimientos y pequeños cráteres en la superficie metálica, o bien, tajos producidos por partículas de gran velocidad en los materiales blandos, lo que es indicio de que el accidente se ha producido en circunstancias muy particulares.

La detonación misma, cuando se ve que se ha producido en una zona donde no existen mecanismos operativos ni sistemas presurizados que podrían ocasionar una detonación de esa especie, es naturalmente por sí misma un indicio claro. A veces es útil trazar la trayectoria con varas, cuerdas o alambre para determinar el lugar donde se produjo la detonación.

Muy a menudo, si se busca con mucho cuidado, pueden encontrarse pequeñas piezas del detonador o del dispositivo cronométrico, incrustadas en alguna parte de la estructura, en los asientos, en las valijas, en la carga o en un cadáver. Estos indicios, por pequeños que sean, son vitales y pueden llegar a ser concluyentes. Es importante inspeccionar los cadáveres, la ropa y las valijas y conservar para su

posterior examen cualquier material que sugiera una posible explosión, tal como materias textiles desgarradas o fibras de plásticos fundidas.

Estos materiales, si se analizan con las modernas técnicas químicas, pueden dar un indicio del tipo de explosivo que se ha empleado. Cualquier material, sea o no metálico, que tenga una apariencia inusitada y no corresponda a ninguna parte de la aeronave, debe conservarse para examinarlo, porque existe una infinita variedad de dispositivos cronométricos. Todas las muestras recogidas deben conservarse tomando medidas máximas de seguridad.

8.23.2 Registrador de datos de vuelo.

Actualmente la mayoría de los aviones de transporte público comercial llevan registradores de datos de vuelo y de voz en el puesto de pilotaje. El registrador de datos de vuelo está concebido e instalado de tal manera que resista choques violentos, incendios y líquidos. El registrador de datos de vuelo revelará al experto las circunstancias que existían inmediatamente antes del accidente, lo que puede ayudar a eliminar algunas causas posibles; el registrador no contiene ninguna indicación expresa de que ha habido explosiones abordo de las aeronaves. Para que la información del registrador tenga valor, el investigador a cargo se preocupará en forma prioritaria de su recuperación y de que se faciliten lo más pronto posible los datos registrados. La brusca interrupción de la marcha del registrador, que a veces está acompañada por un breve período de total dispersión del trazado, esto se debe casi siempre a la interrupción del suministro de energía porque se han cortado los cables de electricidad. Esta ruptura puede deberse a una falla estructural de la célula o a la detonación de un explosivo. Un pico abrupto del gráfico “g” de aceleración, positivo o negativo con respecto a la normal, se ha observado en el momento de la interrupción, cuando se ha podido determinar una explosión dentro de la aeronave. Este pico es muy diferente en su carácter y momento de aparición del que está relacionado con la turbulencia en vuelo y se debe probablemente a una vibración muy rápida del transductor “g” que normalmente está montado cerca del centro de gravedad de la aeronave. La posición de este pico anormal en la lámina o cinta registradora fijará el momento preciso de la explosión y junto con otros parámetros tales como la altura, la velocidad, el rumbo y el cabeceo, etc. será de gran utilidad para los investigadores en la evaluación de otros aspectos.

8.23.3 Registrador de la voz en el puesto de pilotaje (CVR).

En unos pocos casos el CVR que capta las señales provenientes de varios micrófonos en el puesto de pilotaje, ha dado indicios de lo sucedido inmediatamente antes del incidente, por ejemplo, se han escuchado observaciones de los tripulantes o bien, un ruido que se prolonga por un milisegundo ahogando el registro, debido a la onda de choque de la detonación de los explosivos. Los micrófonos del puesto de pilotaje pueden también recoger las advertencias sonoras, tales como bocina, campanas, etc. que pueden corresponder a una súbita pérdida de presión dentro de la cabina, al incendio de los motores o a otras fallas. El humo y los vapores tóxicos de los incendios pueden afectar gravemente a

la tripulación, en cuyo caso, las voces de los tripulantes pueden ser importantes indicios de las causas por las cuales han perdido el control del avión. Cuando la investigación preliminar corrobora la idea de que ha habido un sabotaje por explosivos, la lectura y el análisis del registrador de datos de vuelo y del registrador de la voz en el puesto de pilotaje siempre debe estar a cargo de expertos, de preferencia, los que ya tienen experiencia en el examen de los registros en otros casos de explosivos abordo de la aeronave.

8.23.4 Características superficiales de interés.

Las fracturas del metal debidas a la explosión, son normalmente diferentes de las que se deben a una tensión excesiva o a las fuerzas de choque. Si el metal está desmenuzado en fragmentos minúsculos y la superficie metálica ostenta un picado muy fino, se trata de características que no se encuentran habitualmente en los restos de aeronaves accidentadas. El tamaño y las características de estas partículas, y la frecuente aparición de bordes alisados, superficies encanilladas o picadas, o indicios del efecto del calor, son factores importantes, en tanto que una superficie fracturada, por sí misma, no es una prueba concluyente de que se haya producido una explosión. Deberían conservarse todas las partículas sospechosas para examinar más tarde en el laboratorio. Si se produce una explosión violenta dentro de una aeronave en vuelo, las fallas de la aeronave y su desintegración tienen habitualmente un carácter muy complejo y no seguirán el orden de un proceso habitual de exceso de tensión aerodinámica.

Antes de pensar en la posibilidad de sabotaje por explosivos, deben excluirse todos los factores estructurales de la célula y de los motores de la aeronave que puedan explicar los daños que han encontrado en los restos. Autopsia y examen radiográfico cuando el investigador tiene pruebas materiales de que se ha producido una explosión, debe hacer todo lo posible para tomar radiografías de los muertos y lesionados y para extraer de ellos cualquier partícula incrustada. Desde un comienzo debe trabajarse en estrecha colaboración con los médicos, patólogos y médicos forenses explicándoles por qué se necesita su colaboración. A menudo es necesario pedir la cooperación de las autoridades policiales y jurídicas, hay que proceder con la mayor diplomacia y tacto. Si es posible, es conveniente que el patólogo asista al examen radiográfico de las víctimas. También es útil tomar fotografías, preferiblemente en colores.

Puede ser muy útil, efectuar un examen anatomopatológico para descubrir el efecto de las detonaciones en los tímpanos, el daño producido por el exceso de presión en los pulmones, y lesiones traumáticas que no se producen habitualmente cuando una aeronave se estrella, y un examen de la piel para comprobar los daños producidos por el calor, las quemaduras de fogonazo, las partículas incrustadas. Todas las partículas que se extraigan, por pequeñas que sean, deben conservarse cuidadosamente sin lavarlas, para examinarlas en el laboratorio. No siempre se tiene presente que los líquidos empleados para evitar la putrefacción de los cadáveres, particularmente el formaldehído, pueden corroer fuertemente la superficie de las partículas metálicas extraídas, perdiéndose así

valiosas características topográficas. El alcohol puro podría ser un mejor medio para preservar los cuerpos. Debe además evitarse el empleo de pinzas que puedan obliterar las marcas superficiales. Podría suceder que la necropsia no dé indicios de que se haya producido una explosión, debido al emplazamiento del explosivo y a la protección que ha dado la estructura de la aeronave. Sin embargo, no se puede exagerar la importancia que tiene realizar en las primeras etapas un examen por rayos X y una necropsia, cuando se está investigando un evento donde se sospecha sabotaje por explosivos. Los indicios que pueden obtenerse en un cadáver, por pequeños que sean, pueden ser concluyentes cuando se someten al examen de un experto forense, al análisis metalúrgico y químico.

8.23.5 Identificación de los materiales.

Cuando se recoge material que puede ser interesante, debe recordarse que es necesario incluir artículos semejantes que se han encontrado en la cercanía, y que no tienen las mismas marcas, con el objeto de proceder a una comparación sistemática. Esto es particularmente importante en el caso de material textil, alambre, equipaje y ropa. Si no es posible contar con un especialista forense en el sitio del accidente, para que ayude a identificar los artículos de interés o a obtener muestras de superficies donde puedan existir partículas de explosivos no desintegrado, el investigador debería incluir muestras testigo del algodón, disolventes y cualquier otro elemento utilizado, debidamente etiquetadas y en bolsas de nylon selladas.

Es posible que después del evento se inicie una acción legal en lo criminal, a base de las pruebas científicas de la existencia de explosivos obtenidas en los exámenes de laboratorio. Para evitar que se produzcan dificultades, los investigadores deben proceder con el mayor cuidado al dejar constancia del origen, custodia y entrega de los artículos para su examen forense, cerciorándose de contar con la documentación adecuada y las firmas necesarias en cada una de las etapas de transferencias.

8.23.6 Pruebas metalúrgicas.

Los explosivos se caracterizan por una reacción química a una velocidad muy superior a la del sonido y por la producción de gas a una elevada temperatura y presión. Esta reacción extremadamente veloz, que se conoce con el nombre de detonación, libera grandes cantidades de energía.

La velocidad típica de una detonación de explosivos militares de gran potencia es de 7×10^3 m/seg. -1 y una presión de 3×10^5 atmósferas, es decir magnitudes muy elevadas si se las compara con otras reacciones muy rápidas que pueden producirse en accidentes de aviación, por ejemplo una explosión del combustible en contacto con el aire, cuyas sobrepresión típica es de 2×10^1 atmósferas, pero puede alcanzar excepcionalmente 2×10^2 Atmósferas, o las velocidades de choque con tierra que están en una gama de 50 a 200 m/seg. $-$ con máximo supersónico posible de unos 500 m/seg. $-$ Estos valores también deben compararse con la velocidad periférica máxima de una paleta de turbina que se desintegre bajo la carga de despegue, que alcanzará una velocidad de 450 m sec., en el caso del turbo fan de baja presión del Boeing 747. Así pues, la detonación de los explosivos de alta potencia

produce reacciones muy violentas y veloces que dejan sus marcas características en los metales, las cuales pueden identificarse si se examinan debidamente.

8.23.7 Las detonaciones están acompañadas de una o más de las siguientes Características:

- a. Numerosos pequeños fragmentos de la caja de la bomba.
- b. Deformación debida a elevada tensión de los materiales contiguos al lugar donde se ha producido la detonación.
- c. Superficies características, picadas o corroídas por los gases.
- d. Fracturas características.

8.23.8 Fragmentos.

No es necesario que un explosivo esté dentro de un contenedor metálico rígido para que sea eficaz, pero de estarlo, los gases calientes rompen la caja al expandirse, proyectando los fragmentos. En general, a mayor velocidad de detonación, menores son los fragmentos que se forman. La distorsión de estos fragmentos será mínima si se desaceleran lentamente, por ejemplo, al incrustarse en cojines blandos, cadáveres o valijas. De hecho, en las investigaciones efectuadas estos tres elementos han dado valiosos indicios (Bedford, 1976 y Clancey, 1968). Es raro que se pierdan totalmente las características de la detonación a causa del choque contra la madera, las superficies recubiertas de plástico o metal. El fragmento se encuentra habitualmente en el fondo de una cavidad chamuscada, particularmente en el caso de la espuma de poliuretano de los cojines, y es un indicio de la alta velocidad de impacto.

8.23.9 Características de la superficie de los fragmentos.

Es posible determinar varias características de los fragmentos, tanto en ensayos de laboratorio como en el material recogido en accidentes de aviación debidos a explosiones. Existe una publicación (Tardiff y Sterling, 1967) en la cual figura una lista muy útil de características de la superficie de los fragmentos de acero dulce y aluminio en contacto con nitroglicerina o explosivos militares plásticos (RDX). Los rasgos más comunes son los bordes redondeados, la corrosión debida al gas y el picado de la superficie.

8.23.10 Corrosión debida al gas.

Se trata de una fusión y erosión de la superficie metálica producida por los gases calientes durante la detonación, y se observa a menudo en la superficie interior de los cañones de revólveres que se han disparado en exceso; por lo tanto, es un fenómeno bien estudiado.

8.23.11 Picado de la Superficie.

Esta característica en la superficie de los fragmentos muy cercanos al punto de la detonación, tal como puede verse en fragmentos provenientes de los restos de un accidente. Se confirmó la presencia de RDX en el equipaje contenido en la bodega. Se cree que el picado se debe al choque de partículas a gran velocidad o de combustible parcialmente quemado y del material que se ha interpuesto entre la carga explosiva y el artículo donde se encuentran las marcas. En un experimento se hizo estallar nitroglicerina y RDX dentro de tubos de aluminio, observándose que únicamente el RDX producía una superficie picada en los fragmentos.

8.23.12 Bordes Redondeados.

Haciendo estallar una carga de 2 onzas de explosivo comercial en una batería seca de 1.5 voltios con caja de zinc. Estas características se observan únicamente en las detonaciones y se cree que se deben a los gases calientes que funden y redondean los bordes cortantes de las fracturas, produciéndose bordes enteramente lisos sin marcas de fracturas ni otras fisuras. Es difícil imaginar que estos fragmentos puedan producirse en otras circunstancias que no sean una explosión. Las partículas tienen huellas de calor intenso, de depósitos químicos y de una deformación a muy elevada tensión. Si bien hay herramientas convencionales que pueden producir partículas de la misma forma, al examinarlas a microscopio electrónico se encuentra características superficiales totalmente diferentes. Los instrumentos cortantes producen una deformación en surcos paralelos, que dan la impresión general de un campo arado. Los experimentos que se han realizado en los laboratorios, en los cuales se producen pequeños fragmentos por la acción de explosivos, corresponden perfectamente a los materiales probatorios obtenidos en circunstancias reales. Por consiguiente, las pequeñas partículas de metal que muestran huellas de erosión producida por el gas, picado y bordes redondeados sólo pueden deberse a una explosión.

8.23.13 Estructura y composición de los fragmentos.

a. Anclaje.

Fuera de los efectos que producen los explosivos en las superficies, existen mecanismos de deformación que son peculiares de las fuertes tensiones a temperaturas normales. Con las tensiones normales los metales se deforman debido a la activación térmica en el caso de fuertes tensiones, no hay tiempo para que se produzca la dislocación y en algunos metales la deformación asume la forma de maclaje. Este fenómeno se ha estudiado bien en el cobre y en el hierro y se considera como prueba que ha habido una explosión. A veces es posible encontrar estas características en las piezas cercanas al centro de la explosión, que no son parte del contenedor de la misma. Sin embargo, la detención del maclaje por medio de la microscopía óptica en este caso exige mucha persistencia, porque este fenómeno sucede rara vez.

b. Recristalización.

A veces la deformación sufrida por un fragmento es tan grande que la partícula se calienta hasta el punto en que se produce la recristalización de la estructura. Además, como las partículas son generalmente pequeñas, y en consecuencia se enfrían rápidamente, el grano resultante es anormalmente pequeño, de 1 a 3. El acero dulce comercial tiene habitualmente un grano de 50 o más. El grano muy pequeño se ha observado tanto en los experimentos como en las investigaciones de casos reales. Sin embargo, es posible producir estos tamaños de grano sea por un tratamiento termoquímico especial, lo más usual, por inhibidores del crecimiento de los gránulos. Por este motivo el grano de pequeño tamaño sólo puede considerarse como un indicio y no como prueba de un calentamiento debido a explosivos.

c. Composición.

Los fragmentos de materiales diferentes de los que se emplean en las estructuras de las aeronaves son también una prueba importante de la explosión del objeto que se ha introducido a bordo. Fragmentos de acero de baja aleación se han descubierto en las investigaciones forenses. A veces es necesario verificar todos los materiales con que está construida la aeronave para confirmar que el explosivo estaba incluido en un contenedor construido con material totalmente distinto.

d. Daño de la célula - fuselaje.

Cizallamiento adiabático. El cizallamiento adiabático se produce cuando el calor generado por deformación plástico no ha tenido tiempo suficiente para dispersarse. Debido a esto, se produce una modificación de la microestructura, que se ha visto en el acero y en el titanio, el cobre y las aleaciones de aluminio. Para que se produzca el cizallamiento adiabático es necesario que la deformación se limite a una zona, que la tensión sea muy grande y que la velocidad de deformación sea muy alta. Las condiciones se producen cuando un proyectil choca en el blanco y cuando se fragmenta un explosivo. Sin embargo, se ha demostrado que en condiciones favorables, el cizallamiento adiabático puede ocurrir a velocidades de 160 m/seg., si bien no se ha determinado aún el límite inferior. Por lo tanto, aunque la detección de las zonas de cizallamiento adiabático es un índice muy útil, no puede considerarse como una prueba.

e. Cráteres de impacto.

Un claro ejemplo de superficie picada se vio en los componentes de la aeronave Convair 880 VR-HFZ de la Cathay Pacific Airways, que sufrió un accidente el 15 de junio de 1972 (Lidstone, 1972). Un ejemplo típico de estos cráteres es que están totalmente ennegrecidos, o que produce un incendio después de la formación de los cráteres. El impacto en la célula -fuselaje de los fragmentos de la pequeña caja de la bomba puede ser tan violento, que produzca cavidades. Puede calcularse que el fragmento se desplazaba a velocidades superiores a 103 m/seg.-1, ya que la partícula se fundió. Por lo tanto, éste es un buen indicio de que se ha producido una detonación.

El papel del especialista forense que estudia los restos de una bomba, es normalmente separar de la gran masa de restos aquellos elementos que quedan después de la detonación de una bomba, identificando elementos como los fragmentos de baterías, los cronómetros, los alambres, cintas y el contenedor de los explosivos. Generalmente hay otras pruebas de que se ha producido una explosión, de tal manera que la investigación forense hace especialmente hincapié en la identificación de los componentes del explosivo y en tomar muestras con solventes de los artículos seleccionados, como etapa preliminar de la identificación química del explosivo empleado. El especialista forense que investiga restos de aeronaves no puede partir de la base de que se ha producido una explosión, o sea la detonación de un explosivo, a pesar de los testimonios que haya al respecto.

El experto debe buscar características semejantes al daño que producen las explosiones en tierra, y tomarlas como punto de partida para su investigación, pensando siempre en la posibilidad de que exista otra explicación de los hechos que está estudiando. Además de las características de los metales que se han indicado, que tienen importancia para determinar la existencia de una detonación, es posible determinar daños característicos de los materiales no metálicos. Por ejemplo, a) telas tejidas muy desgarradas y deshilachadas, b) paneles de plástico con pequeños agujeros de penetración, c) daños desusados y decoloración de las cortinas o de los asientos, d) maletas u otros objetos muy dañados que se encuentren cerca de otros sin daños aparentes. Estos elementos quizás no indiquen a primera vista que se ha producido una explosión, sin embargo, con gran aumento pueden dar información muy valiosa, tal como se indica en los párrafos siguientes.

f. Radiofotografía.

Las estrías oscuras acompañadas por desgarros irregulares desplegadas en abanico a partir de un punto, que se vieron en la muestra obtenida de un asiento, eran muy semejantes a los daños detectados en un cojín de poliuretano semejante en RARDE, Woolwich, que había sido utilizado para amortiguar el ruido de la detonación por delincuentes que trataban de abrir una caja fuerte. Son importantes de las fotografías de rayos X, tanto de los artículos como de los cadáveres, para detectar minúsculos fragmentos incrustados en ellos. En segundo lugar, puede obtenerse una considerable información de un mínimo de material y que el plástico ofrece tan buenos indicios como los metales. En tercer lugar, se empleó en esta investigación el microscopio de exploración electrónico en el examen y análisis de los fragmentos.

g. Análisis de las fibras.

Del cojín de un asiento se puede extraer un fragmento de zinc enredado en un manojo de 40 a 80 fibras con un diámetro máximo de 0,01 mm., enrolladas laxamente en el sentido de los punteros del reloj. Las fibras son planas y huecas y están retorcidas como las de algodón. El análisis químico confirma que las fibras son de algodón, puesto que la parte de ellas que está cubierta de resina epoxica, tiene la característica sección arriñonada del algodón.

h. Análisis de Difracción por Rayos X.

La investigación del accidente del Air Lingus Viscount El-AOM extraviado en el mar de Irlanda el 24 de marzo de 1968 (Higgs, 1970) demostró el valor del análisis molecular por difracción de rayos X (XRD). El examen de los restos que efectuó Clancey no mostró indicios de explosivos. Dieciocho meses después, se recogieron dos persianas y se enviaron a uno de los autores (DGH) para su examen. Una de las persianas, que presenta una extensa zona ennegrecida que se tomó como prueba que se había producido un incendio a bordo de la aeronave antes que ésta cayese en el mar.

La superficie de la persiana que mira hacia la cabina ostentaba un dibujo en relieve adosado a una sustancia plateada reflectante, lo que le daba una apariencia lustrosa. Al remover con un disolvente la capa exterior de polímeros, se extrajo la sustancia reflectante y con el análisis XRD, se determinó que era un carbonato básico de plomo conocido como PLUMBONACRITE. Además, se vio que las zonas ennegrecidas tenían un contenido inferior de esta sustancia y el análisis XRD reveló la presencia de una distribución distinta del sulfuro de plomo.

Al sumergir fragmentos no ennegrecidos de la persiana en una disolución de sulfuro de hidrógeno, el carbonato básico de plomo se convirtió lentamente en sulfuro de plomo más oscuro. Fue difícil determinar la existencia de aceite sobre la persiana porque estaba protegida con un barniz refractario al aceite. Al comparar las zonas manchadas con las no manchadas, no se vio ninguna diferencia que pudiese atribuirse a la presencia de aceite. Sin embargo, se consideró que muy probablemente la persiana se había ennegrecido porque al quedar enrollada, se había estancado en sus pliegues un aceite sulfonado o sulfatado, el cual había sufrido una descomposición biológica durante el largo período de inmersión en el agua marina, que a su vez había lavado el exceso de aceite.

i. Examen Microscópico.

Hay varias investigaciones que ilustran muy bien el empleo del estéreo microscopio sencillo para detectar características que no se pueden observar a simple vista. Entre los escasos restos que pudieron reflotarse, es particularmente interesante una valija roja Samsonite que aparentemente sólo había sufrido daños sin importancia.

Al examinarla detenidamente se vieron pequeñas perforaciones y laceraciones de la cubierta roja de plástico. A estas marcas exteriores correspondían agujeros ennegrecidos rellenos de sustancia fundida, en el armazón de polietileno de alta densidad. En las zonas dañadas y ennegrecidas un estéreo microscopio de bajo aumento pudo determinar la presencia de una masa de plástico desgarrado ennegrecido y ablandado, que estaba mezclado con numerosas fibras de color, distintas del material de la valija. Se sondearon los agujeros con pinzas especiales, extrayendo minúsculos fragmentos metálicos, mucho más pequeños que la cabeza de un alfiler. Pudieron aislarse fragmentos de aluminio, cobre, bronce, zinc y hierro. Se montó cada fragmento en una porta objetos de microscopio para proceder a su examen. Al examinar más tarde las muestras con microscopio electrónico, se confirmó

su composición metálica, revelándose además una superficie muy deformada. Se confirmó también la presencia de indicios de dióxido de manganeso en algunos de las partes ennegrecidas de la valija, lo que hacía pensar que había una célula eléctrica muy cerca del lugar donde se había producido la detonación.

j. Daños de los tejidos.

Los restos de una aeronave mostraron indicios de daño o materiales fibrosos que no se habían encontrado anteriormente. Una pequeña maleta verde que no estaba muy dañada ostentaba una desgarradura cerca del borde superior. Al examinar cuidadosamente esta desgarradura, se encontró incrustada en ella una masa de fibras rojas parcialmente fusionadas. El relleno de la maleta verde era un tejido amarillo tosco que no había sufrido daños en el punto correspondiente a la desgarradura de la cubierta de plástico verde. Con todo, la masa roja incrustada se había enredado entre la urdimbre y la trama del tejido amarillo y estaba firmemente adherida a él. No era posible explicar este daño por impacto mecánico, y era seguramente una prueba de que la masa roja fibrosa tenía una alta temperatura e iba a gran velocidad cuando había chocado con la maleta. Una camisa Club master blanca de poliéster también había sufrido el impacto de estas fibras rojas fundidas, en el cuello y en un extremo del ojal de la manga derecha. Las fibras rojas habían atravesado la camisa sin dañar el tejido, ligándose en la cara puesta a la trama de poliéster, con tanta fuerza que era imposible separarlas. Al encontrar más tarde RDX y nitroglicerina, ya no podían caber dudas que se había hecho estallar un explosivo abordo de la aeronave, muy cerca de un montón de ropa.

k. Materias textiles desgarradas y despedazadas.

Los tejidos que se han encontrado cerca de una explosión se encuentran a menudo desgarrados. Sin embargo, hay otras dos circunstancias en que se producen los mismos daños en los tejidos, cuando estos se han deshecho hasta el punto en que puedan desgarrarse. Por ejemplo, es muy común ver estos jirones en el borde de banderas continuamente agitadas por fuertes vientos. De la misma manera, en las antiguas aeronaves donde había cubiertas de lona barnizada, al desgarrarse éstas en vuelos se desprendía el barniz y se deshacía en jirones. Es evidente que si se encuentra abordo de una aeronave moderna una tela en este estado después de un accidente, esto puede indicar que los daños producidos son debidos a una turbulencia que ha sufrido daños estructurales producidos en vuelo. En este caso no tiene importancia la causa primera de la falla estructural de la aeronave, sin que pueda de ninguna manera deducirse que en vista de que estos daños son semejantes a los que se encuentran en explosión terrestre, se había producido en la aeronave una explosión de elevada energía durante el vuelo. A menudo sólo se pueden encontrar indicios valiosos en tejidos y telas dañadas cuando se los examina con un microscopio de poco aumento.

Es típico al respecto el caso de los fragmentos de tejido que se encontraron en los restos flotantes del avión DC8 CUT. 1201 de la línea aérea Cubana, frente a la costa de Barbados el 6 de octubre de 1976 (Higgs y otros, 1977).

En varias maletas se encontraron incrustados pequeños fragmentos de un material semejante a la gasa; se trataba de un tejido especial de nylon 6:6 ligado con un polímero de polisobutileno que contenía óxido de antimonio para hacerlo resistente al fuego. Se vio también que la capa de polímeros se disolvía fácilmente en kerosén, lo que explica por qué la capa verde de polímeros no existía en los fragmentos flotantes. Aunque gran parte de las fibras de nylon sólo estaban desgarradas mecánicamente, algunas estaban fundidas y ostentaban glóbulos, que sólo pudieron reproducirse pasando muy rápidamente un pedazo de tela por la llama del mechero, en cuyo caso siempre forma glóbulos en los extremos, indicios de una formación interna de gas (formación de burbujas debido a la desintegración del material fundido) y cambios de color, con matices que van del amarillo al marrón.

La detonación experimental de pequeñas cargas de explosivos comerciales demostró que podían reproducirse las características que se habían observado en los artículos extraídos del avión de Cubana. Aparece la muestra testigo de nylon facilitada por los propietarios canadienses de esta aeronave.

I. Identificación química de explosivos.

No se encontraron indicios de explosivos en los restos del Comet y del Convair, y tampoco, como se dijo anteriormente, en las persianas del Viscount Air Lingus. Quizás si se hubiera dispuesto de los métodos de detección muy sensibles que existen actualmente, podrían haberse encontrado algunos indicios. En las primeras tres investigaciones (Higgs 1974, Hayes 1976 y Higgs 1977) los ensayos cromatográficos de capas delgadas detectaron explosivos, en pequeña cantidad en el Boeing 707 de la TWA, en tanto que el RDX y el NG del Boeing 720B y el NG del DC8 de Cubana se detectaron en cantidad suficiente para poder confirmar la prueba, sin lugar a dudas, siguiendo otros procedimientos. El caso del DC8 ofrece perspectivas interesantes, porque a pesar de que los restos habían estado sumergidos en agua marina por lo menos 16 horas, y a pesar de que se pudieron analizar sólo después de 2 o 3 semanas, se obtuvieron fuertes reacciones de la nitroglicerina al tomar muestra con disolventes de la superficie plástica de varias maletas que flotaban entre los restos de la aeronave. Todos los artículos olían fuertemente a kerosén cuando llegaron a los laboratorios. Algunos plásticos absorben mucho kerosén, particularmente el cloruro de polivinilo (PVC) de que estaba hecha la cubierta de las maletas. Esto parecía indicar que los primeros depósitos provenientes de la combustión viva pueden haber impregnado el plástico debido a la acción disolvente del kerosén impidiéndose así su disolución en el agua marina, que se podía esperar en el caso de la nitroglicerina, lo cual se corroboró al sumergir en un disolvente corte de PVC provenientes de las maletas.

Lamentablemente sólo pueden utilizarse unos pocos disolventes, para evitar la disolución de los polímeros, y los disolventes más adecuados para residuos de explosivos también extraen el kerosén. Por este motivo la limpieza necesaria para separar el explosivo y prepararlo para el análisis

cromatográfico fue muy engorrosa, pudiendo determinarse de todas maneras que el polímero contenía mucho más explosivo de lo que podía pensarse a primera vista.

m. Espectrofotometría infrarroja.

Rara vez se encuentran en los restos cantidades suficientes de explosivos para poder identificarlos con la espectrometría de rayos infrarrojos, incluso si se recurre a una muestra de disco en miniatura junto con un condensador de microhaz. Esta identificación pudo hacerse en los restos del Boeing 720B OD-AFT de la Middle East Airline que se estrelló en el desierto de Arabia Saudita el 1 de enero de 1976 (Hayes y otros 1976). Una maleta de tartán rojo aparece cubierta con un polvo blanco, que descargamos en nuestras investigaciones al demostrar el análisis infrarrojo que se trataba de un detergente alquisulfonado que contenía una adición condensada de fosfatos y figuraba en el manifiesto de carga de la aeronave. Las muestras extraídas por medio de disolventes de la superficie de esta maleta tienen un material suficiente para hacer una buena espectrografía por medio del disco estándar de bromuro de potasio de 13mm. En la figura 11-23 se ven los espectros obtenidos, en comparación con los provenientes de una muestra pura de explosivo militar RDX (ciclotrimetileno trinitramina, que se conoce también como ciclonita y examina).

n. Procedimientos de Detección.

Se emplean tanto la cromatografía de capa delgada como la de líquidos, esta última, en combinación con detectores electrónicos que dan una máxima sensibilidad a la detección y una mínima interferencia de las partículas que no captan electrones. La cromatografía de capa delgada, que usa el tolueno como fluyente, seguido de una hidrólisis por hidróxido de sodio a 105°C y que se visualiza por medio de un reactivo de Griess modificado, es el método preferido para distinguir una gama de explosivos; sin embargo, no distingue entre el NG y el PETN (tetranitrato de pentaeritritol). La distinción entre estos explosivos se realiza en una mezcla de acetato de etilo y de éter de petróleo como eluyente, la cual a su vez no distingue entre el RDX y el HMX (ciclotetrametileno tetramitramina). El tercer eluyente, que está hecho de cloroformo y de metanol, separa eficazmente el RDX y HMX pero no el NG del PETN. Los niveles de sensibilidad al NG; RDX y PETN son respectivamente 2, 5 y 50 x 10 g por punto, con un sistema que se ha perfeccionado para la detección de la nitroglicerina. Se pueden obtener niveles inferiores de detección para los demás explosivos en condiciones apropiadas.

La cromatografía de gas líquido se emplea principalmente para la nitroglicerina, para los monos y nitrobencenos y para los correspondientes isómeros del nitrotolueno y no para los explosivos militares de larga retención. El nivel de detección del NG es 2 x 10⁻¹²g.

CAPÍTULO IX. INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS

9.1 GENERALIDADES.

Esta parte del Manual de la Comisión Investigadora de Accidentes de Aviación (CIAA) pretende servir de orientación general para los investigadores de accidentes de aviación, en cuanto concierne a la labor de los especialistas en los aspectos médicos patológicos y de ingeniería ergonómica, en pocas palabras, los peritos en materia de los factores humanos puedan aportar a la investigación de los accidentes e incidentes graves de aviación y a la naturaleza de los trabajos propios de sus atribuciones.

El Manual de medicina aeronáutica civil de la OACI (Doc. 8984-AN/895) y otras obras técnicas, proporcionan más detalles para los especialistas. Su contenido es enteramente técnico, pueden ser de utilidad para los investigadores de accidentes interesados en ese campo particular de actividades relacionadas a los factores humanos.

El objeto primordial de la investigación de los factores humanos es reunir evidencias que justifiquen la probable causa, secuencia y efecto del accidente, mediante el estudio detenido del personal de vuelo, de los tripulantes de cabina y de los pasajeros. A medida que se desarrolla la investigación, surgirán pruebas que permitirán identificar las víctimas, especialmente si para cada estudio se cuenta con la cooperación de los médicos patólogos, policía científica, odontólogos forenses, radiólogos, etc.

9.2 GRUPOS DE FACTORES HUMANOS.

La identificación de las víctimas no debe considerarse, como el final deseado de la investigación. La identificación constituye una parte esencial de la investigación del accidente y es conveniente integrar la identificación de las víctimas con el examen de los cadáveres y la necropsia correspondiente.

En el pasado, no se atribuyó mucha importancia a la investigación de los factores humanos. Las pruebas o indicios derivados del estudio de los seres humanos afectados en un accidente de aviación, tripulantes, pasajeros, supervivientes o víctimas fatales constituyen una parte integrante de la investigación en general. La finalidad de esta introducción es describir a grandes rasgos, la utilidad que tiene la investigación médica para la Comisión Investigadora de Accidentes de Aviación (CIAA) y para las dependencias oficiales del Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC).

Se reconoce que los procedimientos a seguir y la competencia diferirán considerablemente según las leyes, reglamentos y usanzas nacionales e internacionales y que en algunos países, la investigación corresponde a las autoridades judiciales competentes, siempre que ocurran muertes repentinas. Esto no obstante, desde el punto de vista de la CIAA, el objetivo de la investigación médica debe ser:

- a. Proporcionar información Clínica, técnicamente útil, para que los investigadores de la CIAA y los designados en algunos casos puedan reconstruir el accidente.
- b. Proporcionar información Clínica, técnicamente útil, relacionada con la ingeniería ergodinámica, con los aspectos de la supervivencia, etc.
- c. Coordinar esa información con las autoridades civiles para poder realizar la identificación judicial de las víctimas, certificar las defunciones y desempeñar otras actividades semejantes.

La experiencia ha demostrado con frecuencia que casi toda la investigación de los factores humanos se ha hecho con la idea capital de identificar las víctimas, olvidando los detalles de orden técnico que podrían facilitar la misión de la CIAA. Por lo general, el Director de la CIAA designa como investigador encargado del Grupo de Factores Humanos al especialista de factores humanos de la CIAA. Si han ocurrido defunciones, es conveniente que éste designe a un médico patólogo o forense, para que haga las necropsias de rigor.

Pero esto dependerá, del tipo de accidente que se trate de investigar y de otras consideraciones del aspecto de factores humanos. Por lo general, el accidente mortal es más difícil de investigar que aquel en el cual no ocurren muertes; es precisamente por eso que en el presente capítulo se subraya la importancia de que el médico de la CIAA se auxilie de un patólogo designado. En el caso de que en el país donde se investiga un accidente de proporciones catastróficas no haya ningún patólogo, la CIAA debe considerar la posibilidad de pedir a otros países que faciliten el especialista o especialistas necesarios.

Según el tamaño de la aeronave que sufra un accidente, la información sobre los factores humanos diferirá más en magnitud que en el fondo. En uno u otro caso, no podrá proporcionar la utilidad máxima deseada si las autoridades civiles de aeronáutica y otras entidades gubernamentales, jefaturas locales o nacionales, no tienen organizados planes de antemano. Esos planes deben basarse en el mayor desastre imaginable. Un accidente de pequeñas proporciones significa simplemente la utilización de sólo parte de los recursos disponibles. Los puntos que interesa recordar se tratan más adelante en otras secciones, pero, de todos modos, pueden resumirse de la siguiente manera:

a. Grandes accidentes pero sin muertes:

Los planes deben prever el equipo de salvamento, la disponibilidad de hospitales, la entrevista y examen de la tripulación para determinar los posibles factores médicos y psicológicos, y de los tripulantes y pasajeros en relación con las lesiones y traumas que hayan podido sufrir y sus causas, si han salido ilesos y las posibilidades de supervivencia.

b. Grandes accidentes de proporciones catastróficas:

El plan de socorro debe prever la instrucción necesaria para representar en planta la posición de los cadáveres, su recuperación, algún local apropiado que sirva de morgue provisional e instalaciones de

refrigeración para la conservación de los restos humanos, y la designación de un equipo médico ayudante de investigadores, junto con una secretaria o comisión identificadora. No cabe duda de que se trata de un programa muy amplio, pero las ventajas que con toda probabilidad brindará la investigación de los factores humanos son, por lo menos, tan importantes como las ventajas que reportarán cualquier otros aspectos de las actividades de investigación de los accidentes de aviación.

9.3 UTILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS.

9.3.1 Reconstrucción de los hechos.

Es posible que por los tripulantes y pasajeros se tengan indicios o pruebas de naturaleza médicas relacionadas con la reconstrucción de los hechos que rodearon el accidente. En general, los aspectos médicos relacionados con la reconstrucción de los hechos son consecuencias del accidente fatal. En los accidentes fatales ocurridos a aeronaves ligeras, es probable que el examen del piloto dé la clave de lo sucedido. En estos casos, las investigaciones médicas deben encaminarse a la determinación o exclusión del alcohol, drogas y sustancias tóxicas como causa del accidente.

Aun cuando se trate de aeronaves ligeras, no hay que descartar el examen de los pasajeros que viajaban a bordo. Si se trata de una aeronave de mandos dobles, nunca hay la certeza de si un “pasajero” pilotaba o no la aeronave. Además, el examen toxicológico de los tejidos de los pasajeros quizás confirme lo descubierto en el cuerpo del piloto, por ejemplo, niveles excesivos de monóxido de carbono. La presencia de dos o más pilotos en la cabina de mando de las aeronaves grandes, hace menos probable que ocurra un accidente de proporciones catastróficas debido a la incapacidad del piloto por causa de enfermedad o del uso de drogas. Si bien, esto no es siempre lo que ocurre cuando el accidente se produce en una fase crítica del vuelo malogrado, como al despegar o aterrizar, a veces los médicos patólogos consideran con frecuencia apropiada, cuando se trata de accidentes importantes, concentrarse a descubrir indicios de las condiciones que probablemente afectaron a toda la tripulación especialmente monóxido de carbono u otros escapes de gases nocivos que podían haber contaminado la cabina de mandos. Tienen que descubrir pruebas que permitan descartar o confirmar si se ha cometido algún acto criminal, como sería la interferencia ilícita en el funcionamiento de la aeronave en cuestión. El examen completo de todos los tripulantes de vuelo puede proporcionar pruebas valiosas acerca de quién dirigía la aeronave al ocurrir el accidente; la identificación tiene importancia técnica directa para la investigación.

Cuando se trata de accidentes fatales de grandes proporciones, siempre existe la posibilidad de conseguir pruebas de la tripulación de cabina y de los propios pasajeros; precisamente, una de las preocupaciones más importantes de este Capítulo es ilustrar él por qué no hay que dejar escapar ninguna oportunidad. El examen total, particularmente cuando puede basarse en la experiencia adquirida previamente, puede revelar pruebas que justifiquen la secuencia de los hechos, la fase del vuelo y el grado de urgencia previsto; las características de las heridas pueden indicar, sin lugar a

duda, la índole del accidente, incendio en vuelo, rotura de estructuras en vuelo, desaceleración repentina o gradual al chocar, etc., el examen de los pasajeros es acaso el sistema primordial que permite averiguar si el accidente se debió o no a algún acto de sabotaje.

9.3.2 Ingeniería Ergo dinámica y Supervivencia.

La investigación de los factores humanos puede proporcionar pruebas médicas de gran valor en relación con la ingeniería ergodinámica y la supervivencia. Esas pruebas son pertinentes, por igual, tanto si ocurren muertes o no, pero no hay que olvidar que el énfasis requerido diferirá según se trate de un accidente ocurrido a una aeronave grande o a una pequeña.

En el caso de una aeronave pequeña, el examen se concentrará, por lo general, en el piloto o pilotos. No obstante, sea la aeronave grande o pequeña, hay que considerar factores como si el tipo de cinturón de seguridad utilizado era o no apropiado, la existencia o carencia abordo de otros dispositivos de seguridad, y el riesgo que representan las protuberancias o salientes de los mandos, instrumentos y otras estructuras instaladas abordo de la cabina de mandos.

En el caso de accidente ocurrido a una aeronave de transporte, inevitablemente habrá que incluir a los pasajeros, y el Grupo de Factores Humanos tendrá que descubrir indicios y pruebas de las heridas producidas por los asientos, con o sin cinturón apropiado y el efecto de los objetos lanzados violentamente que estaban a bordo de la cabina de pasajeros.

Las pruebas médicas y patológicas también sirven para corroborar la idoneidad o falta de ella, de los pasillos, salidas y del equipo de supervivencia.

9.3.3 Identificación.

Es obvio que la interpretación apropiada de los hechos atribuibles a los factores humanos depende de la identificación precisa de las víctimas. Por eso, la identificación constituye una actividad prominente de la investigación, pero también tiene gran importancia la intervención del médico forense y judicial. El investigador del Grupo Factores Humanos de la CIAA, debe estar alerta para recoger toda prueba que los miembros de dicho grupo en su calidad de investigadores adjuntos y en particular el patólogo decidan que hay que utilizar con fines médico forense. El grupo tiene que coordinar sus actividades con el encargado de la CIAA de los factores humanos y este coordinar con el Director de la CIAA, quien a su vez coordinará con las autoridades locales, nacionales e internacionales, particularmente en cuanto al aspecto de la identificación.

Esa necesidad hay que reconocerla en la fase previa de planificación de actividades y no puede pasarse por alto a medida que se desarrolla la investigación. Esto no obstante, no hay antagonismo, ya que, según el Anexo 13, tanto la investigación, como la identificación son actividades interdependientes y en las secciones que siguen del presente Capítulo se tratan bajo los mismos títulos, con referencia particular a lo siguiente:

- a. Actividades en el lugar del evento.
- b. Actividades en el depósito de cadáveres.
- c. Pruebas aportadas por el examen patológico.

9.3.4 Información preliminar para el patólogo o médico forense.

Idealmente, el patólogo o médico forense designado tendrá que conocer los “antecedentes del caso” antes de iniciar su labor, debiera familiarizarse con los detalles y circunstancias del accidente, con los detalles del historial médico y personal de cada tripulante, familiarizarse personalmente con la disposición interna de la cabina de mandos y de la de pasajeros del tipo de aeronave de que se trata y hacer un examen metódico y completo del lugar del siniestro; deberá hacer todo esto antes de comenzar el examen de los cadáveres.

Esta situación raramente se presenta, por resultar casi imposible. Las demandas insistentes a que dan lugar la mayoría de accidentes fatales de aviación son tales que el examen y entierro de los cadáveres deben hacerse sin dilación, en el caso de que sea necesaria alguna demora, ésta no debe exceder del tiempo absolutamente indispensable. Se presentan circunstancias en las cuales hay que obrar con prisa; un caso extremo sería si el accidente ocurriese en un clima tropical y si en la localidad no hubiera instalaciones de refrigeración. Se ha visto que, en la práctica, lo preferible es que el patólogo reciba del investigador de Factores Humanos de la CIAA, la información preliminar relativa a las características más sobresalientes del accidente y se entere de si se han concebido determinadas ideas preliminares respecto a la índole del accidente. La información preliminar no tiene que ser copiosa ni detallada, sino suficiente para que el patólogo pueda contar de antemano con ciertos datos que le permitan concentrar su atención para averiguar, mientras haga su examen normal completo, indicios y pruebas contundentes o contradictorias respecto a cualquier otra prueba que ya el investigador de la CIAA esté al corriente.

Durante el proceso de investigación, a intervalos frecuentes, el patólogo y el investigador de la CIAA a cargo del Grupo de factores humanos, o el investigador de la CIAA encargado de la investigación, de ser el caso, debieran cambiar impresiones. De esta forma, el patólogo puede estar al corriente de los acontecimientos que quizás puedan repercutir en su propia labor, él a su vez, comunicar sus observaciones que podrían servir de indicios a los miembros de otros grupos. Este es precisamente el principio rector del “sistema de grupos”, según el cual es esencial que el equipo dedicado a estudiar los factores humanos desempeñe por entero su propio cometido.

9.4 ACTIVIDADES EN EL LUGAR DEL EVENTO.

9.4.1 Instalaciones, Servicios y Equipos.

El equipo que se necesita para localizar y recoger los cadáveres depende de la naturaleza del accidente. Gran parte del equipo tiene que conseguirse localmente y la utilidad de la planificación previa, dependerá de la rapidez con que pueda conseguirse. La mayoría de los accidentes ocurren en un radio de cuatro millas de un aeropuerto, por lo que en esa zona es donde adquieren importancia particular los planes de emergencias combinados de las autoridades aeronáuticas y de las autoridades de socorro. Hay que prever existencias de ciertos artículos y evaluar la disponibilidad de determinados equipos, que conviene actualizar constantemente.

Para aquellos accidentes en los cuales la aeronave choca contra edificios (casas, fábricas, etc.) frecuentemente se necesita contar con equipo pesado (grúas, retroexcavadoras, maquinaria pesada, etc.), para poder despejar los escombros y hallar las víctimas. Tan pronto como se descubra una víctima, los trabajos deben proseguir más despacio y a mano. Si la aeronave cae en territorio inhabitado, como en las zonas montañosas, desiertos o en zonas pantanosas, quizás sea necesario tener equipo especial, cuando las víctimas salen lanzadas al agua, probablemente se requerirán lanchas y equipos de buceo y fotográfico para trabajar debajo del agua. Los artículos que se enumeran a continuación se recomiendan concretamente para recuperar las víctimas, examinarlas e identificarlas, por lo que hay que contar con ellos en cantidades que guarden proporción con el número de víctimas:

- a. Botiquines de primeros auxilios, mantas y medios de transporte para los supervivientes.
- b. Bolsas de material plástico o de lona, sacos o ataúdes para transportar los cadáveres.
- c. Bolsas o alguna clase de recipientes resistentes de papel o de material plástico, uno para cada cadáver, para guardar los efectos personales.
- d. Estacas de metal o de maderas.
- e. Marbetes para marcar los cadáveres, las bolsas para cadáveres de los restos humanos, las piezas del equipo recuperadas y las estacas fijados en tierra.
- f. Cuerdas y cordeles.
- g. Cinta adhesiva de celulosa
- h. Tinta indeleble, lápices de cera (azul, rojo).
- i. Guantes de goma, indumentaria de protección (delantales, botas de goma, etc. Según se requiera).
- j. Equipo fotográfico, incluyendo bombillas o dispositivos similares, para uso del Grupo de Factores Humanos.

k. Lente de aumento o microscopio, portaobjetos, jeringas y agujas; cinta métrica, cera dental reactiva, soluciones antisépticas, etc.

9.5 PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN LA FASE DE RECUPERACIÓN.

En caso de accidente de aviación, lo primero es socorrer inmediatamente a los heridos por los medios que haya al alcance. En el caso de que no sea posible salvar vidas en accidentes futuros, tratando de evitar que estos ocurran. Este es el principio fundamental en que descansa la investigación de los accidentes y la base de la necesidad de integrar íntimamente la coordinación de actividades entre las autoridades nacionales o internacionales, el Director de la CIAA, el investigador de los Factores Humanos de la CIAA y sus investigadores designados, en particular el patólogo o médico forense designado.

9.5.1 Recomendaciones de la Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL).

Lo que sigue a continuación se basa en unas recomendaciones de la Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL) que, a su vez se basan primordialmente en catástrofes que nada tienen que ver con los accidentes de aviación. Por eso, los incisos siguientes, se han modificado para tener debidamente en cuenta las necesidades peculiares de toda investigación médico-patológica motivada por catástrofes de aviación. He aquí lo que se sugiere:

a. Los cadáveres se deben etiquetar y fotografiar, sin desplazarlos, en el lugar donde se hallaron.

Las fotografías tienen por objeto recoger pictóricamente las circunstancias y emplazamiento de las víctimas en el lugar del evento, la posición relativa de los cadáveres en relación con los objetos adyacentes, incluso con otros cadáveres y con los restos más importantes de la aeronave. Además de sacar fotografías, hay que indicar en un plano, en planta, las posiciones relativas entre cadáveres y entre estos y las piezas de la aeronave, y si el terreno es apropiado para ello, marcar las posiciones con estacas de maderas. De ser necesario, los militares y la policía pueden iniciar esas medidas con tal de que se respete estrictamente la preservación y anotación de todos los indicios de importancia que puedan repercutir en los aspectos médicos y técnicos de la encuesta sobre el accidente. De ser factible, todo esto debiera hacerse con la CIAA en colaboración con su Director y los demás investigadores, en particular con el patólogo que haya sido designado para realizar la investigación médico – patológica, a menos que su llegada tenga que demorarse demasiado.

b. Los cadáveres se deben colocar en ataúdes provisionales o en los recipientes o cajas que haya al alcance.

Muchas clases de bolsas de material plástico o de lona, o de bolsas para enterrar, existentes, son apropiados, siempre que no haya la posibilidad de que ocurran pérdidas del contenido durante su desplazamiento, es decir, que sean resistentes. Las piezas de material plástico tienen la desventaja de que hay que doblarlas y cerrarlas con cuidado, si se desea evitar pérdidas en tránsito; de todos modos,

si los fardos se empaquetan con atención y esmero no presentan dificultad. Deben ponerse etiquetas en los objetos sueltos y en los restos separados de los cadáveres. Hay que hacer una lista de las etiquetas y anotar su posición respecto a los cadáveres numerados y anotados.

c. El examen de los cadáveres.

Debe hacerse en el lugar del accidente, únicamente respecto a lo indicado en el inciso a) que procede, pero los cadáveres no se deben levantar sino hasta haber completado todos los procedimientos recomendados. Cada cadáver, las prendas de vestir que lleve encima y todos los efectos personales que haya en él deben guardarse en algún recipiente y luego trasladarse al lugar designado para el depósito de cadáveres. La etiqueta puesta al cadáver debe marcarse con tinta o lápiz indeleble y fijarse al propio cuerpo, y no en la camilla o en la manta en la que se hayan envuelto los restos.

No obstante, es conveniente poner otra etiqueta, con el mismo número, en el recipiente dentro del cual se coloque el cadáver para transportarlo. Hay algunas bolsas para cadáveres que llevan unos bolsillos externos para guardar esa etiqueta. Es preferible que los efectos personales no se separen de los cadáveres en el lugar del accidente. Si, por algún motivo, los efectos personales se separan de un cadáver colocado en algún recipiente, nunca deben meterse en éste sino ponerse en otro recipiente y etiquetarse de modo que quede perfectamente claro que probablemente o casi con toda certeza (si es realmente la verdad) pertenecen a determinado cadáver debidamente enumerado.

El personal que efectúa la búsqueda debe ejercitar la máxima cautela al recuperar los cadáveres y reunir todos los efectos personales o artículos de propiedad que puedan haber pertenecido a la víctima, guardándolos junto a los restos los cuales, sin lugar a duda, pertenecen, mientras se sacan de la morgue provisional; pero en bultos separados y artículos debidamente etiquetados, cuando su propiedad esté en duda.

La asignación incorrecta de algún objeto puede llevar a error en la identificación. La localización de todos los efectos esparcidos, indicada claramente en relación con los restos cerca de los cuales fueron hallados, debe anotarse en la etiqueta fijada en cada artículo. No hay que dispersar los cadáveres de las víctimas sino trasladarlos juntos, por los medios más rápidos disponibles, a determinado centro o, a falta de éste, al lugar más apropiado donde puedan preservarse, llegando a improvisar morgues temporales refrigeradas en contenedores (furgones). Allí podrán permanecer, en refrigeradores si es necesario, para realizar el examen minucioso y especial que será necesario para completar los trámites de identificación y al mismo tiempo, descubrir indicios apropiados a la investigación del accidente.

El éxito de la investigación médico patológica en general y la identificación de las víctimas en particular depende más de la delicadeza con que las brigadas de salvamento desempeñan su cometido que de las actividades desarrolladas por otros, ya que sus trabajos preliminares en el lugar del desastre pueden facilitar o comprometer el progreso de otros aspectos de la investigación. Esas brigadas deben recibir instrucciones detalladas sobre su misión y la importancia de ésta, pero se recomienda con

insistencia que los trabajos realizados en el lugar del desastre los realicen la CIAA y su equipo de investigadores, en particular el médico patólogo designado o, en su ausencia, un médico forense, ambos médicos de capacidad reconocida en esa región o algún agente de la policía científica, o de ser necesario todos a la vez.

En el caso de que el área de acopio y el traslado de los cadáveres a la morgue provisional o de algún centro médico de la zona del desastre, haya precedido a la llegada del médico investigador de los factores humanos de la CIAA, no se habrá causado perjuicio alguno si las actividades descritas en el párrafo anterior se han desplegado tal como allí se recomienda. Sin embargo, es tan importante preservar los indicios o pruebas para la investigación (tanto la técnica como la judicial) que, una vez los cadáveres se encuentren bajo custodia de la CIAA, el examen minucioso debe aguardar la llegada del patólogo, si es requerido. El investigador de los factores humanos de la CIAA, tiene que ejercer su autoridad por encima de las autoridades locales para persuadirlas de la importancia que revisten estos particulares, especialmente si el enlace necesario al hacer la planificación anticipada de las actividades respectivas, en caso de accidente, ha dado lugar a un acuerdo de carácter permanente.

9.5.2 ACTIVIDADES EN EL DEPÓSITO DE CADÁVERES.

Instalaciones y equipo.

Es posible que se puedan crear, en las cercanías de los aeropuertos del país contenedores refrigerados para hacer morgues provisionales que tengan las instalaciones y equipos necesarios, o que haya algún instituto médico-forense. De no ser así, también conviene inspeccionar algunos locales, tales como los sótanos de los edificios del aeropuerto, que quizás puedan utilizarse como morgues provisionales o contenedores refrigerados (furgones) en caso de incidentes, instalando en él, los equipos necesarios para que estén disponible cuando se requieran. Las autoridades locales que estén alejadas de algún aeropuerto, pero hagan planes de emergencias para el caso de que ocurra alguna catástrofe, pueden indagar la posibilidad de utilizar edificios que cuenten con salas de actos, gimnasios o almacenes comerciales grandes, los cuales, de no estar desocupados, puedan quedar libres en muy corto plazo. Quizás las condiciones primordiales para su utilización son:

- a. Local amplio, situado en un lugar retirado de la vista del público, que posea energía eléctrica, agua y ventilación por ese orden de prioridades. Además del espacio libre que se requiere para examinar los cadáveres, conviene contar con locales aparte donde, de ser necesario, los familiares de las víctimas y otras personas autorizadas puedan inspeccionar los despojos. Es necesario también un local, de preferencia cercano, para entrevistar a los familiares y testigos y para llevar a cabo los trabajos de oficina; es importante, contar con algún local que sirva de centro de comunicaciones y que esté a poca distancia de la morgue provisional o local donde se estén identificando los cadáveres.
- b. Según las condiciones climatológicas, habrá que pensar en la disponibilidad de instalar unidades de refrigeración. Excepto en los climas más fríos de nuestro país (Constanza, etc.), entretanto no se

haya completado el examen de los cadáveres, habrá que contar con instalaciones de almacenamiento refrigeradas, particularmente si hay muchos cadáveres y si su examen requerirá mucho más tiempo. Sólo en casos excepcionales habrá suficiente espacio refrigerado permanentemente para depositar los cadáveres, cerca del lugar del siniestro. Cuando no los hay, lo mejor es arrendar contenedores refrigerados, los cuales pueden estacionarse en el recinto de la morgue provisional o principal. También se podrá utilizar bloques de hielo o hielo seco, como refrigerantes; sin embargo, este sistema es relativamente ineficaz para mantener los cadáveres a una temperatura baja y, por lo general, es difícil conseguir suficientes cantidades de hielo. A veces es posible conseguir locales grandes refrigerados en alguna fábrica o edificio comercial a una distancia razonable de la morgue principal o de la improvisada; este caso, quizás sea posible utilizarlos para almacenamiento temporal.

Si en nuestro clima tropical no se puede disponer de ningún local para preservar a los cadáveres, o estos sean encontrados en estado de putrefacción (descomposición), es necesario enterrar la víctima lo antes posible, se organiza su transporte al Instituto Nacional de Ciencias Forense para su necropsia y para realizar allí la investigación minuciosa. En estas circunstancias es esencial que todo dato que pueda averiguarse en el lugar del desastre y de las pertenencias, que pueda facilitar la identificación o la explicación del accidente, se consiga inmediatamente y se anote con esmero. No hay que olvidar que el transporte de cadáveres debe realizarse en determinadas condiciones y con apego a las leyes de la República Dominicana. Cuando se trata de accidentes de aviación, los Estados contratantes deben prestar su cooperación.

El investigador de factores humanos de la CIAA, encargado del Grupo de Factores Humanos, tiene que investigar hasta qué punto se requerirá la colaboración del Instituto Nacional de Ciencias Forense para hacer los análisis especiales médico, biológico y químico, relacionados con la identificación o con otros aspectos de la investigación, una vez más, la importancia que reviste la coordinación con las autoridades locales o nacionales, según sea el caso. Un instituto médico o una funeraria quizás puedan proporcionar lo necesario para embalsamar a las víctimas. Algunas empresas de transporte aéreo tienen contrato con alguna funeraria y organizan la repatriación y entierro, según las circunstancias. Se sugiere que la CIAA averigüe dónde se hallan los institutos y las empresas de transporte aéreo más próximos que pueden proporcionar los servicios pertinentes, así como también qué grado de ayuda podría prestar en caso de necesitarse.

9.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS CADÁVERES.

9.6.1 Principios.

Por motivos sociológicos y legales, la identificación de los cadáveres tiene gran importancia para los familiares de las víctimas. Permite extender el correspondiente certificado de defunción necesario para evitar graves consecuencias y complicaciones en ciertos Países, para el allegado más próximo del desaparecido o desaparecida. En algunos países, es usual hacer entrega de los cadáveres para

practicar el examen patológico, para fines de la investigación de un accidente, el cadáver será entregado a sus familiares después de haberse terminado las investigaciones y llenado todo los tramites, conforme con la ley de la República Dominicana para estos casos y por parte del Director de la CIAA, la identificación de las víctimas de una catástrofe de grandes proporciones como algo enteramente aparte de la investigación técnica que independientemente pueda realizarse de la misma catástrofe. Quizás ese proceder sea apropiado a ciertos tipos de accidentes o de desastres naturales, pero, tratándose de la investigación de algún accidente de aviación, es sumamente conveniente que las actividades de identificación de las víctimas se coordinen íntimamente con el examen patológico de esas, ya que esto se considera indispensable para poder interpretar los aspectos patológicos y técnicas descubiertos, en relación con el mecanismo del accidente.

A manera de ejemplo, para la investigación técnica es siempre importante el identificar y determinar en qué puntos de la aeronave se hallaba cada tripulante al ocurrir el accidente y si se hallaba cualquier otra persona ajena en algún punto desde el cual se podía haber alterado la buena marcha del vuelo; en ese caso, conviene saber quién estaba allí. De todos modos, trátase del cadáver de un tripulante o de un pasajero, no es siempre posible discernir entre los indicios o pruebas de carácter médico, a los efectos de la identificación judicial, de los que se descubren para ser objeto de estudio por el Grupo de Factores Humanos. Con frecuencia, los cadáveres se hallan tan deformados, mutilados, incinerados, etc., como resultados de las fuerzas actuantes del accidente y las llamas concomitantes con el accidente, que sólo el examen de especialistas (patólogos, dentistas, radiólogos y otros) permite lograr su identificación. Si las actividades de la CIAA no se coordinan debidamente con las del Grupo de Factores Humanos, los resultados son inconclusos por dos razones. Es posible que los indicios esenciales para la investigación del accidente se destruyan o eliminen sin querer; y el tratar de conseguir ayuda del Grupo Factores Humanos, únicamente cuando se presentan dificultades, con frecuencia complica los trabajos. A pesar de que los procedimientos empleados difieran, según las Leyes, costumbres, reglamentos y prácticas de la República Dominicana, cuando esas costumbres locales discrepan considerablemente de los principios expuestos en el presente capítulo y en el Apéndice 9, habrá que hacer lo expresado por las leyes de nuestro País.

Se recomienda vehementemente que, en todos los casos, la CIAA como autoridad competente, según sea el caso, traten de conseguir a través del investigador de factores humanos de la CIAA la información y la cooperación del patólogo designado para integrar el Grupo de Factores Humanos. Si ese patólogo se ha especializado en patología aeronáutica, es decir, en la investigación de accidentes de aviación, sin duda será también experto en materia de identificación de las víctimas. Si bien, en este caso quizás no tenga la experiencia suficiente en accidentes de esa índole, podrá contar con los conocimientos aeronáuticos de los otros miembros integrantes del Grupo de Factores Humanos, aparte de los que él personalmente tenga, por sus estudios y formación profesional, en materia de identificación y examen de quienes hayan perecido por muerte violenta o por causas no

naturales, con el propósito de aportar sus conocimientos y experiencia profesional para descubrir las circunstancias que llevaron a la muerte de las víctimas.

Una sección de identificación, como la que tiene la policía científica, puede prestar colaboración en la identificación de las víctimas, pero no será suficiente para profundizar la amplia y detallada indagación de los indicios y pruebas médicas relacionados con la investigación técnica del accidente, aspecto importantísimo a todas luces. En caso de accidentes en masas, es posible si el Director de la CIAA lo permite, el integrar la posibilidad de nombrar una comisión identificadora, que quizás resulte eficaz, como se hace en algunos países, integrada por el patólogo o el forense, un policía de la científica, un empleado que sepa identificar, y otros especialistas (odontólogos, antropólogos, radiólogos, etc.), según lo permitan o requieran las circunstancias. De ser posible, el patólogo deberá presidir esa comisión, ya que, de no ser así, se corre el peligro de que los dos aspectos de la investigación médico patológica sigan caminos diversos y de que la identificación se realice únicamente como meta exclusiva, excluyendo los aspectos de la investigación del accidente. Posiblemente, quien presida la comisión tenga que decidir, con la asistencia de los otros miembros e informar al médico encargado de factores humanos de la CIAA, cuándo se considera conclusiva o definitiva la identificación.

9.7 PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN.

Es recomendable el procedimiento mediante el cual un equipo, dirigido por el investigador de factores humanos de la CIAA, incluyendo patólogos designado o médico forense designado como integrantes del Grupo de Factores Humanos y policías de la científica u otro personal capacitado, ayudados por oficinistas, hace un solo examen mixto, cabal y completo de cada cadáver, uno tras otro. En el documento Doc. 8984 “Manual médico de la OACI”, se facilitan, en los capítulos pertinentes, con más detalles. Todo el personal integrado y el patólogo están interesados en la indumentaria de los cadáveres y en su contenido. Los indicios que en ella aparezcan pueden conducir a la identificación (marcas de tintorería o lavandería, determinado estilo, etc.); detalles que pueden tener importancia decisiva respecto al accidente (medicinas o alguna receta de un facultativo halladas en los bolsillos de algún tripulante, o una carta en los de algún pasajero, que pongan de manifiesto algún tripulante, o una carta en los de algún pasajero, que pongan de manifiesto algún síntoma de disturbio mental y aún la idea de cometer suicidio). Las manchas de vómitos o de alimentos pueden dar indicios del grado de urgencia; las lágrimas depositadas sobre los vestidos y trajes pueden indicar la causa de la defunción y es esencial que esas lágrimas y sustancias no confundan al investigador.

Una vez las prendas de vestir y las joyas se han sacado, descritas debidamente y catalogado respecto al cadáver en cuestión, el investigador de factores humanos de la CIAA y el patólogo pueden proceder a la inspección externa del cadáver. Estos particulares también pueden permitir la identificación del finado (cicatrices de alguna intervención quirúrgica, tatuajes, etc.), o dar alguna pista respecto al

accidente en sí (por ejemplo, heridas de metrallas de algún artefacto explosivo). Si en esa fase existe la posibilidad de sacar radiografía, conviene sacarlas; en cuanto al número de éstas, a la posibilidad y a las partes del cuerpo que haya que radiografiar dependerá de si es o no necesario investigar la posibilidad de sabotaje respecto al accidente en cuestión y también de la necesidad de ampliar la identificación con series de radiografías, en el caso de que haya insuficiencia de otros indicios. Terminada esta primera fase, el patólogo tiene que proceder al examen interno total y reunir muestras de los tejidos humanos, con el objeto de analizarlos en un laboratorio especializado. El análisis puede ser:

- Histológico*, para descubrir enfermedades debidas a cuerpos microscópicos o los indicios que permitan determinar la hora de la defunción.

- Toxicológico*, para descubrir si hay trazas de alcohol, de drogas o de otras sustancias nocivas, como de monóxido de carbono; y, de ser factible, *Serológico*, para determinar los grupos sanguíneos, que puedan aportar datos para la identificación. Es muy conveniente registrar con fotografías los cuerpos, vestidos y desnudos, así como también toda anomalía importante observada al hacer la inspección interna y externa de los cadáveres. El número asignado a un cadáver debe aparecer claramente en cada fotografía que de él se saque.

Una vez que el investigador de los factores humanos de la CIAA y el patólogo, o médico forense, hayan realizado el examen completo de las víctimas, anotado todos los pormenores descubiertos, etiquetado y preservado debidamente todos los indicios y pruebas para estudio posteriores y para hacer en el laboratorio los ensayos y análisis necesarios, los cadáveres pueden colocarse en ataúdes y si es necesario embalsamarse. Es aconsejable no enterrar ni incinerar ningún cadáver hasta haber completado el proceso patológico de la identificación o investigación en relación con el accidente considerado como un todo y, en vista de la posible necesidad de que haya que examinar de nuevo los cadáveres, conviene dejar los ataúdes en forma tal que se puedan abrir más tarde, si se juzga oportuno.

Cuando se trata de accidentes de grandes proporciones, en los que ocurren muchas muertes, las investigaciones requerirán, con toda probabilidad, bastante tiempo. En estas circunstancias, es indispensable regular los trabajos a realizar en el Instituto Nacional de Ciencias Forenses, y reducir al mínimo la fatiga pero, al mismo tiempo, es preciso que los observadores principales sigan sin sustitutos hasta el fin de los trabajos. Por eso, generalmente es posible que el patólogo y el investigador de los factores humanos de la CIAA puedan dedicarse, hasta cierto punto, a la labor escrita que representa la identificación, una vez terminadas las necropsias realizadas durante la jornada.

Básicamente, la identificación, depende de la correlación que se haga de los datos acerca de una persona conocida con los indicios y pruebas descubiertos al examinar un cadáver por lo tanto, es necesario designar algún grupo de personas que se ocupe de reunir información acerca de las personas que se hallaban a bordo de la aeronave.

9.8 REUNIÓN DE INFORMACIÓN ACERCA DE LOS PRESUNTOS FALLECIDOS.

La identificación de la mayoría de los fallecidos hallados a raíz de un accidente de aviación depende a menudo de los datos que se saben de quienes iban a bordo. Algunos datos los tiene la empresa de transporte aéreo que explota la aeronave accidentada, la cual debiera estar en condiciones de facilitar, sin demora, la lista de pasajeros, junto con detalles complementarios, si los tiene, tales como la clase en que viajaban, los asientos que les había asignado, el punto de origen y de destino, la dirección comercial o el domicilio, el número del billete y el equipaje de cada pasajero. Usualmente, los familiares y amigos de los fallecidos pueden facilitar la información. Por eso, al ocurrir un accidente de aviación conviene organizar, sin perder tiempo, un servicio de información interino. Para ello, las empresas de transporte podrían prever, en sus planes para los casos de accidente, la organización de un servicio de esa índole tan pronto como se reciba la notificación de que una de sus aeronaves ha sufrido un accidente. Por lo menos en un país, las empresas delegan esa misión a alguna funeraria, contratada primordialmente para organizar y llevar a cabo el sepelio, incineración, etc. que se requiera en cada caso. Cuando la empresa de transporte aéreo no contrata ese servicio, hay que hacer los arreglos pertinentes análogos; al hacer planes anticipados para el caso de accidente es de todo punto necesario pensar en esa posibilidad.

En todo caso, quienes se ocupen de esa misión deben demostrar sumo tacto y comprensión al tratar con los familiares de las víctimas. Sean quien sea el que se ocupe de ese cometido, es del todo indispensable que, en base a la lista de pasajeros y de las direcciones postales facilitadas por la empresa de transporte aéreo, establecer contacto, por los medios más rápidos disponibles, con los familiares o amigos de las víctimas; usualmente, esto puede hacerse por teléfono. Establecido el contacto, conviene conseguir detalles completos acerca de los pormenores o rasgos físicos del pasajero o tripulante víctima, de que se trate, su edad, prendas de vestir y efectos personales que llevaba consigo. Los nombres de su médico y de su dentista deben anotarse, si se conocen.

Conviene ponerse en contacto con ambos para conseguir más detalles sobre las facciones, rasgos característicos, etc. de la víctima, con referencia particular a la operación u operaciones quirúrgicas que haya podido sufrir, dolencias que le afectaban, grupo sanguíneo, etc.; y posiblemente lo más importante es saber los detalles completos del estado de su dientes. Hay que pedir al dentista que complemente toda la información que pueda facilitar por teléfono, enviando las fichas y las radiografías que tenga en su archivo a la CIAA, para que éste pueda, a su vez, transmitirla inmediatamente a quienes estén inspeccionando los cadáveres que se hallen en la morgue provisional designada. Algunas veces, una buena fotografía de la víctima puede ser muy útil y, según el país de donde proceda la víctima, los archivos del registro civil o de alguna dependencia oficial; Junta Central electoral, Policía Nacional, Dirección General de Pasaporte, etc. pueden proporcionar las huellas digitales y otros datos.

Hay una variedad infinita de datos sobre las personas que pueden proporcionar una pista para determinar la identidad de los cadáveres. La clase de información expuesta anteriormente es suficiente para identificar a las víctimas en la mayoría de los casos. Si algún cadáver no puede identificarse, será preciso conseguir más detalles de los familiares y amistades apropiados, o recurrir a la prueba de ADN, como último recurso. Estos pueden consistir en información complementaria sobre puntos específicos que haya revelado la inspección de la víctima que aún no se haya podido identificar; o quizás sea necesario pedir a los familiares que traten de reconocer fragmentos del vestuario o varios efectos personales.

Nunca hay que olvidar que el reconocimiento visual, ya sea de un cadáver muy desfigurado por las lesiones recibidas o por estar incinerado, o si se trata de un trozo de las ropas o de cualquier otro artículo, puede ser erróneo. Muchas, veces los familiares, aturdidos por la grave pérdida, han hecho identificaciones visuales incorrectas, tanto en sentido negativo como positivo.

Cuando se trata de un cadáver muy mutilado, la identificación visual sólo sirve de indicio para tratar de llegar a la identificación, por lo que habrá que buscar otros detalles que puedan corroborarlo. Siempre que haya que mostrar restos humanos a los presuntos familiares, hay que hacerlo con la máxima delicadeza, actuando con respecto a la víctima, así también con respeto a los propios familiares y teniendo muy presente, de ser posible la religión del difunto y las honras fúnebres prescritas por su voluntad.

9.9 COTEJO DE LAS ANOTACIONES.

El cotejo de los pormenores descubiertos en los cadáveres con los datos reunidos acerca de los presuntos pasajeros que se hallaban a bordo al momento de ocurrir el accidente no presenta complicaciones, pero sí requiere mucho tiempo y paciencia. Pueden hacerse simultáneamente con un grupo de auxiliares oficinistas mientras prosigue el examen de los cadáveres, todo resultado preliminar deben verificarlo el investigador de los factores humanos de la CIAA, para tomar las decisiones finales acerca de si son o no aceptables, en cada caso, los indicios y pruebas acumuladas.

Dado que la identificación de los cadáveres es indispensable por razones sociales y jurídicas, es importante (a veces esencial) para la investigación que está practicando el Grupo de Factores Humanos, con el investigador de factores humanos de la CIAA, y el patólogo tiene que tomar parte activa y directa en las decisiones definitivas. Tal como se ha sugerido antes, es conveniente que el investigador de factores humanos de la CIAA, sea el encargado de todo grupo o comisión que se cree. En la práctica, se ha descubierto que si los formularios o impresos para anotar los hechos averiguados y los datos son de colores distintos o de algún modo, se diferencian entre sí, el cotejo es más fácil. Es conveniente ocuparse primero de los cadáveres que muestran indicios directos con determinados elementos de identificación existentes, tales como su nombre en algunas prendas de vestir o en documentos. Luego, es apropiado ocuparse de aquellas anotaciones que no muestran ningún indicio

concreto que sirva de identificación. Por ejemplo, es posible que el cadáver de un hombre tenga fragmentos de algún uniforme propio de tripulante, pero que nada indique en cuanto a su rango. Por eliminación, será posible excluir, detalle por detalle, que se trata del cadáver de determinado tripulante, hasta descubrir detalles positivos de comparación, que sean ciertos, para poder identificar definitivamente a la víctima.

A medida que ese proceso avanza, hay que prestar atención a los detalles que no muestran indicios directos e inmediatos de la identidad, pero que sí tienen alguna característica poco común que puede aceptarse como indicio, sobre el cual hay que concentrar más la atención; quizás se trate de algún tatuaje bien distintivo, de una antigua amputación, de alguna prótesis dental algo rara, o, acaso, de algún defecto o anormalidad dental particular o poco común. En poco tiempo es posible eliminar muchas dudas, pero ocasionalmente se descubrirá alguna anotación que justifique un cotejo más minucioso de otros particulares, antes de proceder a la eliminación. A su debido tiempo, la información anotada se relacionará con la descripción del particular deseado, y la comparación de otros detalles del cadáver con los de la persona conocida, permitirá corroborar la identidad. Conviene comenzar por las identificaciones más fáciles y dejar para después las más difíciles, porque los cadáveres han revelado menos indicios posibles y obvios de identificación. Cuando se llegue a esta fase, el volumen de las notas tomadas se habrá reducido.

Será necesariamente muy laborioso cotejar las notas referentes a un cadáver con las tomadas de cada persona conocida del sexo apropiado, excluyendo, de ser posible, la identidad, anotando estoy tratando de hallar la solución de cada dificultad que presente la identificación. Frecuentemente, en esta fase, la evaluación de los datos a la vista sugerirá que podría tratarse del cadáver de uno de los pasajeros y la diferenciación entre ellos quizás sólo sea posible si se consiguen detalles complementarios de los familiares.

9.10 INDICIOS DIMANANTES DEL EXAMEN PATOLÓGICO.

9.10.1 Descubrimiento de alguna enfermedad o deterioro de las facultades de un tripulante.

A medida que avance el examen general de cada cadáver, es posible que su identidad se compruebe sin dilación y que se reconozca que se trata, al menos con bastante certeza, de algún tripulante. Si es así, el investigador de factores humanos de la CIAA debe indicarle al patólogo que debe hacer un examen particularmente concienzudo y meticulado para averiguar si afligía a la víctima alguna enfermedad o algo que pudiese haber afectado su comportamiento habitual. Si no ha sido posible identificar al tripulante y no puede excluirse la sospecha de que otro cadáver, aún por identificar, sea el que se está buscando, el examen del cadáver hallado debe ser tan completo como si se tratase del piloto. En este caso, el patólogo debe indagar con gran insistencia si existen indicios conocidos de enfermedad que podían haber causado el colapso repentino u ocasionado la muerte o que, en general, podían haber aminorado la eficiencia. También tiene que descubrir si hay indicios de actuación

deficiente debido a la ingestión de alcohol, de drogas o de contaminantes ambientales, como el monóxido de carbono. Con este propósito, al practicar la necropsia hay que extraer muestras de los órganos principales para hacer el correspondiente análisis microscópico de sangre y orina, y de determinados tejidos, para hacerle análisis químico e histopatológico.

Por lo general, el patólogo puede conseguir la solución (fijador) necesaria para preservar los tejidos que haya que analizar al microscopio (10 por ciento formaldehídos); pero quizás tenga dificultades para disponer de recipientes apropiados y para conservar las muestras que haya que someter al análisis químico. Como esas muestras no se pueden preservar con ninguna solución hay que congelarlas; y no todos los países cuentan con laboratorios equipados debidamente para hacer esa aconsejable, previo acuerdo con las autoridades locales o nacionales – según sea el caso – y por mediación del investigador de la CIAA encargado, enviar dichas muestras a algún laboratorio especializado que, para esos trabajos, hay en ciertos países. Es importante que el investigador se percate de que, al igual que con otros aspectos de la investigación de accidentes, los indicios de normalidad médica del piloto distan mucho de constituir la prueba de que la anormalidad fuese la causa directa del accidente. Es posible que el piloto sufriese alguna enfermedad que podía haber causado un colapso repentino incluso la muerte. Sólo en casos excepcionales es posible descubrir indicios médicos que muestren, sin lugar a duda, que la enfermedad motivó el colapso o la muerte. Si la enfermedad probablemente motivó o no el colapso o la muerte, esto es algo que sólo se puede averiguar después de haber correlacionado todos los indicios aportados al caso por todos los grupos de investigación especializados de la CIAA, no únicamente en base de los aportados por el Grupo de Factores humanos.

9.11 EXAMEN DE LOS PASAJEROS Y DE LOS AUXILIARES DE ABORDO.

El volumen de trabajo que requiere un accidente en el que falleció un gran número de personas, impone reducir la minuciosidad de las necropsias y la extracción de muestras de órganos y tejidos que se sabe pertenecían a los pasajeros, y concentrar mayor atención a la tripulación, tanto si estaba en la cabina de mandos como en la de pasajeros. Esto no obstante, hay ciertos exámenes específicos que no se pueden omitir al examinar un cadáver. Se necesita un examen suficientemente detallado y muestras de esos cadáveres para poder determinar, aparte de la causa de la muerte, las siguientes especificaciones:

- a. La estimación de las fuerzas de desaceleración, deducida del estado en que se hallan el corazón, Arteria aorta, diafragma, hígado y bazo, junto con la presencia de fractura del hueso esternón, la espina dorsal y en la pelvis.
- b. La evolución de todo indicio de lesión producida por el cinturón de seguridad y de las correspondientes lesiones craneofaciales.

- c. Los indicios de haber superado las llamas, observando la presencia de niveles elevados de carboxihemoglobina en la sangre o en los tejidos.
- d. La presencia de cambios microscópicos en los pulmones, relacionados con alguna lesión de antes de morir, con las condiciones de vida durante el incendio; y posiblemente con aquellos aspectos médico forense tales como la posibilidad de haber escapado con vida, que subsiguientemente puede salir a relucir.
- e. Por razones médico-forense, hay que tomar nota de la presencia de toda enfermedad que ya antes tenía el cadáver, para el caso de que, si posteriormente hay que pagar indemnización, sea posible hacerlo con espíritu de equidad.

El examen de los cadáveres de los pasajeros permite determinar la tendencia general de las lesiones, que puede ser uniforme o discordante. La tendencia uniforme indica que todos los pasajeros sintieron una fuerza de más o menos la misma variedad e intensidad.

He aquí un ejemplo típico: la combinación de lesiones cráneo- faciales, lesiones producidas por el cinturón de seguridad y aplastamiento de la parte inferior de las piernas por haber fallado el cinturón, como ocurre generalmente cuando se produce el choque. Hay muchos detalles complementarios que pueden apreciarse comparando la tendencia de las lesiones de los pasajeros con las del personal de tripulación de cabina por ejemplo; ¿se había preparado éste para contrarrestar el efecto de la emergencia? o ¿estaba éste desarrollando sus actividades normales al ocurrir el accidente? Cuando la tendencia es discordante, un grupo de pasajeros puede haber sufrido lesiones distintas del resto. Este hecho puede indicar que se trata de algún incidente insólito y la interpretación de los hechos o indicios depende, en gran parte, de la identificación y emplazamiento exactos en las aeronaves, según se distribuyeron y asignaron los asientos. Hay que tener siempre bien presente la posibilidad de que un cadáver difiera de la tendencia descubierta, ya que quizás por este solo detalle se pueda saber que el accidente fue debido a sabotaje o a algún acto ilícito de interferencia abordo.

9.12 CORRELACIÓN CON LA INSPECCIÓN DE LOS RESTOS DE LA AERONAVE.

9.12.1 La Cabina de Mando.

Es esencial correlacionar la importancia de los daños de la cabina de mando con la de las lesiones del piloto. Los hechos o indicios anómalos descubiertos pueden dar alguna pista que permita determinar la causa del accidente, tal como la falla del piloto automático o algún intento de interferencia abordo, que haya puesto en compromiso el vuelo. Siempre que sea posible, hay que relacionar las lesiones conocidas con determinadas piezas o instrumentos del equipo o dispositivos instalados en la cabina de mando. Con este objeto, hay que observar si en los asientos, instrumentos y columna de mando, se observan manchas de sangre y desgarres de tejidos humano. En ciertas circunstancias quizás sea preciso averiguar concretamente de qué tripulante de vuelo proceden; de todos modos, es concebible

que los desgarres de tejido descubiertos no sean humanos, como sería el caso si fuesen de alguna ave o aves que chocaron contra la aeronave. Los desperfectos y la condición en que se hallan los asientos de los tripulantes de vuelo y los cinturones de seguridad se deben anotar como pertinentes a la reconstrucción de los sucesos acaecidos en la cabina de mando al ocurrir el accidente, inmediatamente después de éste, y también a las posibilidades de supervivencia y de evacuación.

9.12.2 EL COMPARTIMIENTO DE PASAJEROS.

Hay que inspeccionar y descubrir con todo detalle todos los asientos, los puntos de fijación, los cinturones de seguridad y los demás dispositivos de seguridad, así como también las estructuras que los circundan. Estos particulares son indispensables para poder estudiar las posibilidades que había de sobrevivir al accidente. El desplazamiento de los cierres (hebillas) y el estado y posición de los cinturones pueden dar una idea de las fuerzas a que estuvieron sometidos. Siempre hay que medir el tamaño de los cinturones que, estando abrochados, están rotos. Esto quizás permita deducir las proporciones físicas de quien ocupaba el asiento en cuestión, pero conviene tener presente que el ajuste del cinturón se presta a variaciones de longitud considerables.

Más importante aún: la tirantez del cinturón debiera permitir al investigador el distinguir entre una cabina que se había preparado para hacer un aterrizaje de emergencia y otra en la cual los pasajeros se hallaban sentados con los cinturones abrochados pero sin apretar, como sucede a menudo. No cabe duda de que los indicios de ese género se deben correlacionar con la asignación de los asientos a los pasajeros, y con los resultados de las autoridades de la CIAA, según sea el caso, hayan levantado los cadáveres sin anotar previamente sus posiciones respectivas, todavía es con frecuencia posible descubrir alguna pista que permita averiguar dónde estaba sentado cada pasajero.

Por ejemplo, un libro o un bolso de mano hallado en el compartimiento, en el respaldo de un asiento, sugerirá la posición probable de su propietario. Los trozos de ropa que se encuentren, unidos o pegados a la estructura de la aeronave, comparados con la ropa de las víctimas, quizás permitan deducir en qué asiento viajaban los pasajeros o por lo menos saber en dónde quedaron detenidos los cadáveres que se desplazaron.

9.12.3 LA NATURALEZA Y CAUSA DE LAS LESIONES Y CUÁNDO SE PRODUJERON.

Pasemos a considerar en particular la lesión letal que sufre una víctima o que puede incapacitar a una persona, normalmente consciente y capaz, para salvar su propia vida. Es preciso evaluar la naturaleza y causa de las lesiones para poder estudiar los detalles que, para seguridad de los ocupantes, tiene la aeronave y para luego tratar de perfeccionarlos. Vienen a colación, como ejemplos apropiados, las lesiones producidas por objetos contundentes que penetran el cráneo y las fracturas ocasionadas por el aplastamiento de la parte inferior de las piernas, en ambos casos, esto da a entender que la forma

del respaldo de los asientos es defectuosa en relación con quienes están sentados en la fila trasera inmediata.

No creemos necesario examinar totalmente las causas que producen lesiones poco corrientes. En más de una ocasión, se ha llegado a la conclusión de que, al momento de chocar, el piloto llevaba los mandos; conclusión basada en la naturaleza de las lesiones recibidas en las manos y muñecas, y en los pies y tobillos, determinadas a simple vista y corroboradas por la autopsia y radiografías. No hay que perder de vista las posibilidades de sabotaje y de lesiones producidas por la onda expansiva o metralla de un artefacto explosivo. El patólogo debe preservar los tejidos que circulan las heridas sospechosas, de esa índole, para analizarlos en el laboratorio. Las lesiones de esta naturaleza dejan marcas en las ropas; por eso conviene insistir en que no debe desnudarse prematuramente a los cadáveres con el único fin de la identificación. Las radiografías son de importancia capital en los casos en que se sospecha que hubo sabotaje, y todo indicio, por mínimo que sea, de que ha intervenido la mano de algún malintencionado, hace imperativo el empleo extenso de los rayos X.

Esto constituye un ejemplo muy apropiado de la importancia que tiene la utilización de técnicas o métodos especiales en los diversos aspectos de la investigación. Cuantas más radiografías se saquen, menos tiempo será necesario en la mesa de necropsia para evaluar las lesiones, o mejor dicho, roturas del esqueleto, ya que las radiografías constituirán la prueba fehaciente de ellas. Simultáneamente, las radiografías pueden revelar la presencia de cuerpos extraños o anomalías del esqueleto, que son útiles en el proceso de identificación.

9.13 LA DETERMINACIÓN DE LA CAUSA DE MUERTE DE CADA PERSONA.

Muchos de los cadáveres de las víctimas de accidentes de aviación están muy desfigurados y mutilados debido a las fuerzas excesivas que en los accidentes intervienen y a las quemaduras. Quienes no comprenden la utilidad de la aportación patológica a la investigación de los accidentes de aviación, tienen la tentación de atribuir la defunción a las quemaduras o a las lesiones múltiples, basándose en la inspección externa y superficial del cadáver. Los choques dan lugar a tantos otros factores que el análisis apenas representa algo más que una suposición; además, la inspección superficial no permite diferenciar entre las lesiones de antes y las de después del accidente. De ser posible, vale la pena determinar la causa exacta de cada muerte en relación con los aspectos técnicos de la investigación del accidente y con los problemas médicos forenses que resultan. A continuación, se dan varios ejemplos para ilustrar la naturaleza esencial de la necropsia total:

a. En el caso de que el piloto fallezca por un síndrome coronario agudo, tipo insuficiencia cardíaca congestiva o infarto agudo al miocardio, mientras lleva los mandos, el choque resultante con el terreno puede ocasionarle múltiples lesiones, las cuales, si no se hace la necropsia, es fácil aceptar como causa de la muerte. Qué duda cabe que, en este caso, faltarían los indicios, importantes para la investigación técnica.

- b. Si un pasajero sufre una lesión grave en la cabeza, que le produce la muerte, se puede llegar a conclusiones importantes respecto a las posibilidades que tenía de supervivencia. Si, por el contrario, la necropsia demuestra que falleció por las quemaduras, la lesión de la cabeza puede atribuirse al calor, en cuyo caso la interpretación será muy distinta.
- c. Un matrimonio puede dar la impresión de que recibió lesiones múltiples y de que sucumbió incinerado. Pero si uno de los cónyuges murió de asfixia y el otro por las lesiones recibidas, se podría debatir que el primero sobrevivió al segundo, con repercusiones médico-forense de amplias consecuencias. Para la investigación técnica del accidente, sería importante saber que uno de los cónyuges quizás sobrevivió el choque; por eso, la investigación proseguirá para estudiar los aspectos de ingeniería ergodinámica y de la supervivencia.

9.14 ENTREGA DE LOS RESTOS MORTALES Y DE LOS EFECTOS PERSONALES.

Si bien es preferible retener todos los cadáveres hasta que se hayan identificado o hasta que se considere que ya no es posible hacer más identificaciones, éstos se deben entregar, tan pronto como sea factible, a los familiares reclamantes con tal que:

- a. Se haya conseguido del cadáver toda la información pertinente a la investigación.
- b. No haya duda posible de la identidad del cadáver.

Completada la identificación de todos los cadáveres y si ya no es necesario guardarlos por más tiempo para hacer la investigación del accidente, normalmente la CIAA se encarga de entregarlos a sus respectivos allegados, acompañados de una nota de identificación apropiada y del correspondiente certificado de defunción. (En el caso de que sea necesario repatriar el cadáver, probablemente tenga que conseguirse otros permisos y certificados que autoricen el traslado de los cadáveres, o de los restos hallados, a otros lugares, en el país o en el extranjero.

9.15 CUANDO EL ACCIDENTE NO OCASIONA MUERTES.

Generalmente, en estas circunstancias se presentan complicaciones que en el accidente en el cual todos los ocupantes de la aeronave mueren, ya que sólo requiere el examen médico, clínico y químico, de los que están con vida y que probablemente desean cooperar en la investigación.

Esencialmente, el Grupo de Factores Humanos tratará de conseguir indicios similares a los que proporciona el examen patológico de quienes pierden la vida. El reconocimiento médico, realizado de preferencia por un especialista en medicina aeronáutica o por algún examinador médico aeronáutico competente, debe hacerse a todos los tripulantes de vuelo para determinar si algún factor físico, fisiológico o psicológico que les afectara podía haber influenciado las circunstancias concomitantes que ocasionaron el accidente.

También se debe recoger muestras de la sangre y de la orina para analizarlas, con objeto de averiguar si había o no presentes sustancias terapéuticas y para ayudar a descubrir si concurría o no algún estado anormal, como la hipoglucemia. Antes de recoger las muestras, el investigador debe cerciorarse que, localmente, no existan posibles inconvenientes legales; debe asimismo conseguir el consentimiento previo del interesado y sería oportuno que le explicase, antes de empezar, el objeto perseguido con los análisis. Hay que entrevistar a la tripulación, coordinando esta actividad a través del investigador de factores humanos de la CIAA el cual evitaría toda duplicación indebida, ya que los diversos grupos investigadores tienen necesidades diversas que pueden coincidir en algunos aspectos. Hay que anotar todas las lesiones sufridas por los ocupantes, evaluando la causa. Los resultados deben compararse con el asiento que ocupaban o con el punto de la aeronave donde se hallaban y con el ambiente circundante, de modo que sea posible prevenir ocurrencias similares en lo futuro, modificando la disposición o forma de los objetos o elementos estructurales que causaron las heridas. Si la aeronave se evacuó durante algún incendio o riesgo similar (por ejemplo, si la aeronave se estaba hundiendo, si fue necesario hacer un aterrizaje forzado), es muy útil anotar con detalle cómo cada persona pudo escapar, para poder evaluar qué factores contribuyeron al éxito o al fracaso. Dado que la finalidad perseguida con la investigación de accidentes es prevenir su repetición, hay que prestar la atención debida a los efectos psicológicos que puedan afectar a la tripulación de vuelo, antes de que se permita a ésta reanudar sus actividades aeronáuticas.

9.16 OTROS ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES HUMANOS.

9.16.1 Fichas Médicas y Personales de la tripulación de vuelo – Estado Mental y Físico Básicos.

Hay que estudiar las fichas médicas de los tripulantes de vuelo para determinar si, antes del accidente, existía alguna condición que podía dificultar el desempeño de su misión en las circunstancias en que ocurrió el accidente. Hay que prestar atención particular a toda condición que probablemente hubiese podido incapacitar en vuelo al interesado, o afectar su aptitud o actuación. Las causas posibles de incapacitación o de actuación menos eficiente constituyen, teóricamente, la gama de enfermedades humanas pero, si las tripulaciones son objeto de supervisión médica apropiada, no es muy probable que tengan anormalidades importantes.

Todo detalle extraído de las fichas médicas se debe correlacionar con los aspectos patológicos que se hayan descubierto. Muchas de las anormalidades funcionales no se pueden demostrar con la necropsia, la epilepsia constituyen el ejemplo primordial.

También hay que comprobar la agudeza de la vista y del oído, pero, en este aspecto, será el descubrimiento patológico esencialmente negativo – de un accidente, del que se sospeche que la causa se debe a factores humanos – que requerirá concentrar la atención sobre esos órganos. En ciertos casos, conviene investigar los antecedentes del personal de vuelo, para lo cual habrá que indagar aspectos tales como la motivación que tiene para volar, la inteligencia del interesado, su estabilidad

emocional, su carácter y comportamiento en general. De todos modos, las anormalidades bien fundamentadas de esa índole son difícilmente compatibles con los modernos métodos de selección del personal de vuelo y es muy posible que la información obtenida de amigos, familiares, conocidos, supervisores, instructores, médicos de cabecera y de otras personas – en cuanto a las actividades y actitudes recientes del tripulante en cuestión y respecto de las costumbres tradicionales, personales y de vuelo – del interesado, no sea tan valiosa, ni mucho menos, como la que puede aportar el conocimiento del estado de salud y del comportamiento ordinario del interesado.

No siempre se ha atribuido la importancia debida al reconocimiento e investigación de los aspectos psicofisiológicos que influyen en muchos accidentes de aviación. A veces, a los aspectos humanos de la percepción, juicio, decisión, estado de ánimo, motivación, envejecimiento, fatiga e incapacitación no se les atribuye la importancia que merecen, a pesar de que constituyen elementos variables sumamente pertinentes al accidente en cuestión. Aun cuando se detectan, son difíciles de evaluar y fundamentar y, por eso, conviene subrayar que el nexo positivo entre cualquiera de esas anormalidades que se descubre y la causa del accidente, la gran mayoría de las veces, no es más que pura conjetura. A pesar de esas dificultades, conviene hacer lo imposible para investigar e informar, tan ampliamente como sea factible, sobre esos factores humanos.

9.17 LAS DIFICULTADES PROPIAS DE CADA VUELO.

Hay muchos aspectos que, sin ser de naturaleza médica, pueden ser de interés para el Grupo de Factores Humanos; por lo que, es esencial coordinar su labor con la del Grupo de Operaciones. Algunas de las dificultades generales de esa índole son:

- a. El plan de vuelo, con referencia particular a las instrucciones recibidas y las discrepancias de ejecución.
- b. El material de vuelo. Este aspecto abarca el tipo de aeronave, la disposición interna de la cabina de mandos, los aparatos o dispositivos para mantener y regular la presión, ventilación y temperatura de abordó.
- c. Las radio ayudas, en especial si se utilizaron o no totalmente.
- d. El ambiente de vuelo y la fase de vuelo propiamente dicha, que tiene que abarcar la investigación de la posible presencia de humos de los fluidos del motor y del combustible, y también de si se transportaban mercancías o sustancias tóxicas.

9.18 LA EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE TRABAJO DE LA TRIPULACIÓN AL OCURRIR EL ACCIDENTE.

La importancia que para el Grupo de Factores Humanos revisten estos detalles es, en esencia, orientarle para determinar qué aspectos hay que investigar más a fondo. Por ejemplo, si el piloto se

apartó del rumbo previsto significa, con toda probabilidad, que hay que averiguar si se había intoxicado por emanaciones de monóxido de carbono; si se sospecha de la falla de la instalación de presión de la cabina, quizás sea necesario corroborar o excluir la posibilidad de que la hipoxia fuese la causa del accidente. El desglose de las causas probable de toxicidad simplificará y orientará la labor del toxicólogo. Todos estos aspectos requieren la consulta frecuente entre los encargados de los varios grupos que se ocupan de la investigación y el intercambio oportuno de información entre dichos grupos. Las dificultades especiales de determinado vuelo conciernen particularmente al posible empeoramiento de la idoneidad y actuación de la tripulación de vuelo, cosa que no se puede probar haciendo la necropsia. Los errores y deficiencias de actuación pueden ocurrir tanto si el vuelo procede como se ha previsto, como si se presentan circunstancias inesperadas o si surge una situación de emergencia.

Las causas de esos errores y de la deficiencia de actuación pueden deberse a lo siguiente:

a. A errores de percepción:

Estos pueden relacionarse con los estímulos auditivos, visuales, táctiles y con el estado mental.

b. A errores de juicio y de interpretación:

El juzgar mal las distancias, interpretar mal los instrumentos, confundir las instrucciones, tener ilusiones sensoriales, estar desorientado, fallar la memoria, etc., todos esos aspectos pertenecen a esa categoría.

c. A errores de reacción:

Estos errores se refieren particularmente a la sincronización y coordinación de la actuación y técnica neuromuscular en relación con el movimiento de los mandos de la aeronave. Las causas que probablemente contribuyen a los errores y a la deficiencia de actuación, son:

1. La altitud y la motivación (el móvil).
2. La influencia de una emoción.
3. La perseverancia.

La fatiga es susceptible de exagerar esos factores porque, es un factor omnipresente, pero evasivo, en vuelo. Precisamente, el Grupo de Factores Humanos, evaluando esos factores concomitantes, puede prestar ayuda incalculable a los demás grupos de investigación. Ese Grupo debe saber distinguir entre lo que son sólo hipótesis y los hechos reales. Siempre que sea posible, debe corroborar los hechos antes de atribuir un accidente al factor psicofisiológico. Por ejemplo: alguien puede sugerir que el piloto era particularmente irritable en vuelo, pero la grabación magnética de las transmisiones efectuadas desde la aeronave puede dar una prueba más convincente de si esa influencia era o no perceptible al ocurrir el accidente.

9.19 RESUMEN.

La composición del Grupo de Factores Humanos debe responder a la índole del accidente y a los indicios y prueba que, con probabilidad, será posible reunir a través de las declaraciones de las personas involucradas en el accidente. En los casos en que haya muchos supervivientes, la aportación de los especialistas en medicina aeronáutica será de gran valía, pero, siempre que haya defunciones, se requerirá la ayuda de los médicos patólogos. Especialmente si se trata de un accidente en el que todos los ocupantes de la aeronave fallecen, la presencia del investigador de factores humanos de la CIAA, y del patólogo constituye una parte esencial de la investigación técnica y el investigador de factores humanos de la CIAA, debe asegurarse de que la información importante para hacer la investigación no se deseché a expensas de los deseos sociales y legales de identificar sin dilatación y dar sepultura inmediata a quienes perecieron en la catástrofe.

Con este objeto en mente, hay que conseguir los servicios de algún médico patólogo que esté familiarizado con la investigación de accidentes y que sepa coordinar las dos funciones, íntimamente ligadas, de la investigación y de la identificación. El fin primordial del patólogo designado por la CIAA. Es descubrir pruebas respecto a la causa, secuencia y efecto del accidente, mediante el reconocimiento de la tripulación de vuelo, del personal de tripulación de cabina y de los pasajeros.

Simultáneamente a la investigación, las pruebas en cuanto a la identificación y de importancia médico – forense se irán descubriendo sistemáticamente, en particular si cada reconocimiento amplía su utilidad con los trabajos coordinados del patólogo designado, de la policía científica, de los odontólogos, radiólogos, etc. El reconocimiento patológico será mucho más fácil si está bien organizado de antemano, particularmente en relación con la recuperación de los cadáveres con la disponibilidad de contenedores o morgues provisional con refrigeración apropiada. El investigador de factores humanos de la CIAA, como investigador a cargo, tiene que conseguir locales y el equipo necesario para que el patólogo designado pueda desempeñar su función respecto a las exigencias mínimas que se indican a continuación, basadas en las necesidades de la investigación y en los aspectos médico – forenses y sociológicos:

- a. La identificación y reconocimiento total de la tripulación de vuelo, tanto si se hallaba en la cabina de mando como en la de pasajeros.
- b. El reconocimiento externo total de todos los cadáveres.
- c. La identificación de la tripulación de cabina y su comparación con los pasajeros.

La necropsia interna mínima de todos los cadáveres, con el objeto siguiente:

- a. Determinar la causa de la muerte.

b. Averiguar si alguien tenía alguna enfermedad grave que podía, con buenas probabilidades, influenciar las expectativas de vida; y evaluar las lesiones debidas a la desaceleración, que hayan afectado los órganos siguientes:

1 Sistema cardiovascular, hígado y diafragma.

2 Cabeza, esternón, espina dorsal y pelvis.

c. Seleccionar muestras de sangre de todos los cadáveres, para analizar el contenido de carboxihemoglobina.

d. Preparar muestras de los pulmones de todos los cadáveres, para poder apreciar la forma en que murieron.

Todo patólogo experimentado tiene que interpretar con cautela los resultados de sus análisis. Por otra parte, quien esté a cargo del Grupo de Factores Humanos de la CIAA, debe cerciorarse de que los resultados patológicos formen parte del conjunto de la investigación y se correlacionen con las pruebas aportadas ante el grupo y por los otros grupos. La experiencia ha demostrado que, si el patólogo asiste a los cambios de impresiones mutuos y periódicos organizados por el investigador médico de la CIAA encargado, su labor se facilita y se consiguen mejores ventajas.

9.20 ESTUDIO DE LA EVACUACIÓN, BÚSQUEDA, SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO.

Es importante considerar los medios de que se disponía y los métodos empleados en las operaciones de evacuación, búsqueda, salvamento y extinción de incendio, así como el tiempo invertido en llegar al lugar del siniestro y llevar a cabo las operaciones siguientes. Según las circunstancias del accidente, es necesario estudiar las medidas tomadas para la evacuación de la aeronave y las utilizadas para la búsqueda de la misma y el salvamento de los supervivientes. El estudio permitirá estimar los factores positivos y negativos que presentan las diversas operaciones antes mencionadas y formular recomendaciones para mejorar los procedimientos y medios empleados cuando ocurrió el accidente. A este respecto, el investigador médico de la CIAA, debe percatarse de la necesidad de evaluar objetivamente todos los medios existentes de seguridad, de salvamento y de extinción de incendios, y sus posibilidades a la luz del aumento del tamaño de las aeronaves, de las cantidades de combustible transportadas y del número de pasajeros transportados. Esta parte del estudio debería llevarse a cabo con la colaboración directa de todo el personal de la CIAA, en representación de los grupos que estudian la estructura, los factores humanos y las operaciones (declaraciones de los testigos).

9.20.1 Evaluación.

Por mucho que se insista, siempre será poco subrayar la importancia que tiene el que la aeronave se preste estructuralmente a su evacuación rápida, que los procedimientos a seguir previos al accidente,

sea posible proporcionar a sus pasajeros las posibilidades máximas de supervivencia y de evacuación segura. El papel principal de la CIAA es averiguar qué medidas se tomaron y qué medios se emplearon y luego analizar muy profundamente ambos aspectos, correlacionándolos, cuando sea necesario, con el examen de las características de proyecto de la aeronave para los casos de evacuación.

9.20.2 Medidas Previas al Accidente.

El investigador debería, siempre que sea posible, indagar y anotar las medidas tomadas abordo antes del accidente para explicar a los pasajeros la naturaleza de la emergencia, para instruirles en lo que deberían hacer y para tener las máximas posibilidades de salir ilesos llegado el momento inevitable del accidente. Las mejores fuentes de información son las declaraciones de los propios supervivientes y el registro magnetofónico de las instrucciones transmitidas por los altavoces de abordo. En particular, el investigador deberá indagar los puntos siguientes:

- a. Instrucciones generales a los pasajeros:** Las instrucciones generales impartidas a los pasajeros, referentes a los diversos equipos de seguridad y salvamento que tenían a su disposición (cinturón de seguridad, suministro de oxígeno, chalecos salvavidas, etc.), qué tripulante o tripulantes dieron esas instrucciones, en qué momento, si eran o no claras y podían oírlos todos los pasajeros.
- b. Medidas de Precauciones Personales:** Las instrucciones especiales dadas a los pasajeros acerca de la remoción de artículos peligrosos, tales como anteojos, corbatas, zapatos; el ajuste de los cinturones de seguridad del asiento; el acolchamiento de cada pasajero con almohadas, mantas, ropas; si se podían entender claramente estas instrucciones; medidas especiales tomadas por cada tripulante para protegerse contra lesiones personales al chocar.
- c. Salidas de Emergencias:** Las instrucciones especiales dadas a los pasajeros acerca de las salidas de emergencias, posible asignación de ciertas salidas a determinados grupos, bien definidos, de pasajeros, medidas tomadas para permitir el libre acceso a todas las salidas de emergencia y la colocación, cerca de ellos, de un personal de la tripulación de cabina o de pasajeros especialmente instruidos sobre su funcionamiento.
- d. Equipo de Emergencia:** La naturaleza del equipo de emergencia disponible (extintores de incendio portátiles, hachas, palancas o barras de hierro, linternas eléctricas, botiquines de primeros auxilios, etc.). Cuales medidas tomadas por la tripulación afecto de poder disponer rápidamente de ese material en el momento.
- e. Disposición de la carga de la aeronave:** Las medidas tomadas por la tripulación para aligerar la aeronave y para desplazar, en caso necesario, el centro de gravedad lo más cerca posible de la cola (vaciado rápido del combustible en vuelo, lanzamiento de material, cambio de distribución y fijación del contenido de abordo en el compartimiento de pasajeros, repartición de los pasajeros en los asientos más apropiados, etc.).

f. Procedimiento de Emergencia: El entrenamiento recibido por la tripulación y especialmente por el personal de cabina, sobre el conocimiento y la aplicación correcta de estos procedimientos; idoneidad de los procedimientos previstos por el Explotador y las medidas tomadas por la tripulación.

g. Ayuda a los Pasajeros: Enumerar toda ayuda solicitada de los pasajeros ofrecida o proporcionada por éstos al hacer los arreglos necesarios para tomar las medidas oportunas previas al accidente (tareas asignadas a cada uno de ellos y la manera en que se llevaron a cabo), información sobre el estado de ánimo y comportamiento de los pasajeros antes del accidente.

9.20.3 En caso de amaraje.

El investigador también deberá examinar los siguientes puntos: Chalecos Salvavidas: Las instrucciones especiales dada a los pasajeros acerca del emplazamiento de los chalecos salvavidas, de cómo deben ponerse y emplearse, medidas tomadas para que cada pasajero tuviera su chaleco salvavidas puesto y ajustado debidamente y para tener chalecos salvavidas adicionales a disposición inmediata cerca de la salida de emergencia.

Balsas Salvavidas: Las medidas tomadas para tener las balsas salvavidas cerca de la salida de emergencia para cuando fuese necesario (es ventajoso saber su lugar normal de almacenamiento y dónde estaban al ocurrir el accidente, representados debidamente en un plano de la aeronave), las instrucciones especiales impartidas a los pasajeros respecto a qué balsa, y cómo debían subir en ella luego del amarizaje forzoso.

9.20.4 Medidas posteriores al accidente.

El investigador debiera, siempre que sea posible, determinar los siguientes puntos relativos a la evacuación de la aeronave después del accidente y considerar, cuando sea el caso, su relación con lo previsto en los reglamentos y su idoneidad a la luz de la experiencia:

a. Salidas de Emergencia: El número, emplazamiento y tipo de la salida de emergencia si había rótulos cerca de cada una de ellas indicando claramente cómo se debían abrir, si se podían leer fácilmente (colocación y luz apropiadas), número de emplazamientos de las salidas utilizadas (si algunas no se utilizaron, las razones que hubo para ello), números de personas que utilizaron cada salida (es de gran ayuda contar con un plano de la aeronave indicando el emplazamiento de cada salida de emergencia, la ubicación de cada miembro de la tripulación y de cada pasajero antes del accidente y la salida utilizada por cada persona así como también – de ser necesario – fotografías de las salidas pertinentes).

b. Equipo de Emergencia: El equipo de emergencia utilizado (extintores portátiles, hachas, barras o palancas de hierro, sogas y deslizadores de escape, etc), si llevaba instrucciones apropiadas,

la idoneidad y estado de funcionamiento de equipo, lista de todo el equipo adicional que podría haber sido de utilidad.

c. Lesiones sufridas por las personas: Las lesiones sufridas en el accidente (lista de las personas lesionadas y de las lesiones sufridas en relación con el lugar donde estaban), lesiones sufridas durante la evacuación (listas de las personas lesionadas y de las lesiones sufridas en relación con las salidas y medios empleados). Debiera hacerse referencia al plano mencionado en el inciso a que procede.

d. Ayuda Suministrada: La ayuda suministrada a los pasajeros por la tripulación, otros pasajeros y terceros (testigos del accidente, brigadas de salvamento, etc.).

e. Tiempo de Evacuación: La hora en que comenzó la evacuación, tiempo necesario para completar la evacuación (si se considera pertinente, detallando las salidas utilizadas).

f. Dificultades encontradas durante la evacuación: A parte de las dificultades mencionadas de los incisos a) y b), enumerar cualquier otra dificultad encontrada durante la evacuación, tal como idiomas extranjeros para orientar a los pasajeros, presencia de fuga de humo en el compartimiento de pasajeros, deficiencias o fallas de la instalación de iluminación de emergencia, posición anormal de la aeronave, distancia al suelo, evacuación de pasajeros de edad avanzada, inválidos o niños, así como de los pasajeros imposibilitados con anterioridad al accidente o lesionados en el mismo, pánico de los pasajeros, etc., e información de cómo esas dificultades prolongaron el tiempo de evacuación.

En caso de amaraje, el investigador también deberá indagar los siguientes puntos:

a. Condiciones de amaraje:

Indicación de las condiciones del agua en el momento del amarizaje (agitación, temperatura, etc.) y las condiciones de visibilidad (luz solar, luz lunar, crepúsculo, oscuridad absoluta, etc.).

b. Chalecos Salvavidas:

El tipo y número de chalecos salvavidas disponibles en relación con el número de ocupantes de abordaje de la aeronave, número de pasajeros que inflaron sus chalecos salvavidas antes y después de abandonar la aeronave, eficacia de los salvavidas en las condiciones en que se hallaba en el agua, dificultad de ubicar a los pasajeros en el agua por no tener o funcionar defectuosamente los dispositivos de iluminación (manual o automático) instalados en los chalecos salvavidas, cualquier otra deficiencia de los chalecos salvavidas utilizados.

c. Balsas Salvavidas:

El tipo utilizado, su emplazamiento en la aeronave, capacidad total en la relación con el número de ocupante de la aeronave, dificultades (si las hubo) encontradas al botar, inflar, ubicar y montarse en las balsas, números de ocupantes en cada balsa en relación con su capacidad normal, disponibilidad

– abordó de las balsas salvavidas – de instrucciones apropiadas de la utilización de éstas y de su equipo, deficiencias en las balsas salvavidas y su equipo (comodidad, iluminación Manual o automática, bengalas, radios, etc.), o en su utilización.

9.20.5 Búsqueda.

El investigador de los factores humanos de la CIAA deberá indagar cómo y cuándo se iniciaron las operaciones de búsqueda, qué dependencia u organismos participaron en ellas, así como los medios empleados y los métodos utilizados, las condiciones ambientales en el momento de la búsqueda (condiciones meteorológicas, relieve, las condiciones del terreno o del agua) en el momento en que fue localizado el accidente. Debiera determinar asimismo si las medidas de búsqueda adoptadas fueron adecuadas y correctas, si se siguieron los procedimientos pertinentes y si estos eran o no adecuados y correctos.

9.20.6 Salvamento.

El investigador de factores humanos de la CIAA deberá indagar cómo y cuándo comenzaron las operaciones de salvamento, qué dependencias u organismos participaron en ellas, así como los medios empleados y los métodos utilizados, las condiciones ambientales en el momento del salvamento y las horas en que se iniciaron y terminaron.

Es obvio que los diversos puntos que habrá que examinar diferirán según el aplazamiento del accidente (en la vecindad del aeródromo de despegue o de aterrizaje; en ruta, en tierra o en el mar). A continuación, el investigador de factores humanos de la CIAA, encontrará una lista de los puntos principales que tendrá que examinar, de entre los cuales deberá elegir los aplicables al accidente que deba investigar:

- a. El momento en el cual las brigadas de salvamento fueron advertidas de la emergencia o del accidente y los medios utilizados para ello (campana de alarma, teléfono, radioteléfono).
- b. Las primeras instrucciones dadas a estas brigadas y cómo se impartieron.
- c. El número de vehículos, por tipo, (ambulancias, helicópteros, aerodeslizadores, botes) listos y en reservas, sus equipos (herramientas, extintores, oxígeno, camillas, medicamentos, etc.) y dotación.
- d. El emplazamiento de las brigadas de salvamento (listas y en reserva).
- e. La disponibilidad de tramos de fácil vulneración en las vallas y de caminos de acceso en el perímetro del aeródromo y también de caminos de acceso a lo largo de las trayectorias de despegue y de aproximación, condición de esos tramos y de los caminos de acceso, si se han utilizado.
- f. Las condiciones ambientales (condiciones meteorológicas, relieve del terreno, condiciones del terreno o del agua).

- g. La disponibilidad de comunicaciones radiotelefónicas con los diversos vehículos, para dirigir y coordinar sus actividades.
- h. La hora en que llegó la primera brigada de salvamento y las otras al lugar del accidente.
- i. Las dificultades encontradas para ubicar el área del accidente y los restos; para llegar y penetrar a los restos, para recoger a los lesionados.
- j. Los primeros auxilios médicos prestados a los lesionados en el lugar del accidente; capacidad de los medios y personal disponibles.
- k. Los arreglos de carácter temporal o permanente hechos para transportar a las víctimas lesionadas a los hospitales y centros asistenciales más cercanos; pericia de esos arreglos, de los medios de transporte, de alojamiento y de los servicios médicos disponibles en los hospitales.
- l. La hora en que se completaron las operaciones de salvamento.

9.21 EXTINCIÓN DEL INCENDIO.

El investigador de la CIAA deberá averiguar cómo y cuándo comenzó el incendio, la trayectoria de propagación y sus proporciones, y, si es posible, los materiales combustibles y los elementos generadores de humo. En este contexto también deberá considerar qué salidas fueron utilizadas. Deberá averiguar cómo y cuándo comenzaron las operaciones de extinción, qué servicios participaron en ellas, examinando separadamente los servicios de extinción de incendios del aeródromo, y los servicios de extinción de incendios externos, así como los medios y métodos utilizados, las condiciones ambientales del momento y las horas de iniciar y completar la extinción del incendio. El investigador deberá examinar los siguientes puntos prestando atención particular al elemento “Tiempo”, cuando el accidente ocurre en un aeródromo o en su vecindad inmediata:

- a. El momento en que los diversos servicios de extinción de incendios fueron advertidos de la emergencia o del accidente, según sea el caso, y por qué medios (campanas de alarmas, teléfono, radioteléfonos).
- b. Las primeras instrucciones dadas a esos servicios y cómo se impartieron.
- c. El número de vehículos, por tipo, (material rodado contra incendio, helicópteros, aerodeslizadores, botes etc.) listo y en reserva, sus equipos (agentes extintores de incendios: Clase, cantidad, velocidad de descarga; herramientas especiales, hachas, barras o palancas de hierros, herramientas motorizadas, etc.) y el personal disponible en cada vehículo y sus equipos (vestimenta y casco para extinción de incendios, abastecimiento de oxígeno, etc.).
- d. El emplazamiento de los diversos servicios de contra incendios (listos y en reservas), que participaron.

- e. Acceso al perímetro del aeródromo y también el camino de acceso a lo largo de las trayectorias de despegue y de aproximación, condición de esos tramos y de los caminos de acceso, si se han utilizado.
- f. Las condiciones ambientales (condiciones meteorológicas, relieve del terreno, condiciones del terreno o del agua).
- g. La disponibilidad de comunicaciones radiotelefónicas con los diversos vehículos, para dirigir y coordinar sus actividades y las comunicaciones grabadas en el caso de que se haya registrado.
- h. La hora en que llegó al lugar del accidente el primer vehículo de extinción de incendios y los demás vehículos.
- i. Las dificultades encontradas para ubicar el área del accidente y llegar a los restos, incluyendo la falta de mapas o planos detallados del área para localizar y llegar al lugar de accidente; para poner en marcha el equipo de contra incendio (falta de personal capacitado); la intensidad del incendio, fuerza y dirección del viento, temperatura, disponibilidad de abastecimiento de agua cerca del lugar del accidente o en sus cercanías.
- j. La hora en que se dominó el incendio y cuándo quedó completamente apagado.
- k. Las precauciones tomadas; medidas tomadas para prevenir la extensión del incendio (zanjas, tala de árboles, etc.) y su posible renovación, evacuación de casas y edificios adyacentes, etc.

CAPÍTULO X. EL INFORME FINAL, FORMATO Y CONTENIDO

10.1 ANTECEDENTES

Para que el Informe final pueda presentarse en una forma conveniente y uniforme, se presenta un formato normalizado en el Apéndice del Anexo 13. Se proporciona a continuación una guía detallada sobre la forma de completar cada sección del Informe final.

10.2 FORMATO (TÍTULO Y SINOPSIS).

En el título del Informe final debería incluirse la siguiente información: nombre del explotador, fabricante, modelo, marcas de nacionalidad y de matrícula de la aeronave y el lugar y la fecha del accidente. En la introducción debería incluirse una breve información sobre la notificación del accidente a las autoridades nacionales y extranjeras, la identificación de la Comisión Investigadora de Accidentes de aviación, la representación acreditada de otros Estados y una información breve sobre la forma por la que se organizó la investigación. Deberían también indicarse la autoridad que divulga el informe así como la fecha de la divulgación. En la introducción debería incluirse una sinopsis en la que se describa brevemente el accidente. Debería proporcionarse una reseña del vuelo en el que tuvo lugar el accidente, una declaración de por qué ocurrió el accidente y un resumen breve de las lesiones y daños.

En la sinopsis pudiera describirse un resumen ejecutivo del Informe final y habitualmente no debería exceder de una página. La página de título o la cubierta interior puede incluir una declaración del objetivo de prevención de accidentes de la investigación y del Informe final. También debería indicarse que el objetivo de la información, lo mismo que el del Informe final no es el de culpar o responsabilizar a nadie. Por ejemplo, puede considerarse un texto en el siguiente tenor: “De conformidad con el Anexo 13 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, no es el objetivo de la investigación de accidentes de aeronaves culpar a nadie ni imponer una responsabilidad jurídica. El único objetivo de la investigación y del Informe final es la prevención de accidentes e incidentes.” En la introducción puede también incluirse una declaración relativa a la responsabilidad de llevar a la práctica las recomendaciones sobre seguridad operacional.

Por ejemplo, puede considerarse el siguiente texto: “A no ser que se indique de otro modo, las recomendaciones de este informe se dirigen a las autoridades normativas del Estado responsable en cuestiones a las que se refieren las recomendaciones. Estas autoridades son las que han de decidir las medidas que hayan de adoptarse.” En la introducción debería incluirse una referencia a la hora del día empleada en el informe y a la diferencia entre la hora local y el tiempo universal coordinado (UTC). Mejorarán la legibilidad del informe un índice, una lista de los apéndices.

10.3 INFORMACIÓN FACTUAL O DE LOS HECHOS.

Esta parte del Informe final es descriptivo y debería ser un registro completo de los hechos y circunstancias establecidos en la investigación. Cuando la investigación se realice por grupos, el informe debería comprender una refundición de la información pertinente de los informes de los grupos. Los documentos de apoyo tales como fotografías, diagramas, partes pertinentes de la lectura del registrador de vuelo e informes técnicos deberían incluirse o adjuntarse al informe. Sin embargo, deberían adjuntarse al Informe final solamente aquellos documentos o partes de los mismos que sean necesarios en apoyo de los hechos, del análisis y de las conclusiones.

La recopilación de información sobre factores humanos es una parte integral de la investigación. Por lo tanto, debería integrarse la información sobre factores humanos a las partes adecuadas de la parte de los hechos y del informe en lugar de colocarse bajo títulos distintos. Debería presentarse la información sobre factores humanos en un lenguaje que esté en consonancia con la presentación del resto de la información y los hechos. La parte de información de los hechos en el Informe final debería incluir una descripción de todos los sucesos y circunstancias directamente relacionados con el suceso. La secuencia debería empezar desde el momento primero que sea necesario para incluir los sucesos significativos anteriores que precedieron al accidente. Esta parte incluye también toda la información de los hechos, es decir, la información proveniente de verificaciones directas, por ser esencial para el desarrollo del análisis, de las conclusiones y de las recomendaciones sobre la seguridad operacional. La Importancia de los hechos no debería explicarse en la parte de información relacionada a los hechos. Tal examen debería presentarse en la parte de análisis.

10.4 ANTECEDENTES DEL VUELO.

10.4.1 En los antecedentes del vuelo se describen los sucesos significativos que precedieron al accidente, de ser posible en orden cronológico.

Se obtiene habitualmente esta información de fuentes tales como registros de vuelo, registradores de datos de vuelo, registradores de la voz en el puesto de pilotaje, registros y grabaciones de los servicios de tránsito aéreo y relatos de testigos. La información debería estar relacionada con la hora local o UTC si el vuelo implicaba más de una zona horaria. La información presentada en esta sección del informe debería basarse en hechos establecidos. Habitualmente deberían indicarse el número de vuelo, el tipo de explotador y de vuelo, exposición verbal de la tripulación y la planificación de vuelo, el punto y la hora de salida y el punto de aterrizaje previsto, seguidos de una descripción de los sucesos que llevaron al accidente, incluidos los detalles de la navegación y de las radiocomunicaciones pertinentes. Es importante presentar una descripción del vuelo y de los sucesos pertinentes a medida que ocurrieron, incluidas si procede una reconstrucción de la parte significativa de la trayectoria de vuelo. Deberían mencionarse los vestigios de prueba que facilitaron la

reconstrucción de la secuencia de sucesos, tales como relatos de testigos, transcripciones del registrador de la voz en el puesto de pilotaje y de los servicios de tránsito aéreo.

10.4.2 En los antecedentes de la sección relativa al vuelo.

El objetivo consiste en que el lector pueda comprender la forma en la que ocurrió el accidente, evitándose al mismo tiempo cualquier explicación del por qué ocurrió el accidente.

10.4.3 Respecto al lugar del accidente, inclúyase lo siguiente:

- a. La latitud y longitud, así como una referencia geográfica a un lugar bien conocido (tal como 75 Km. al sur de XYZ).
- b. La elevación del lugar del accidente.
- c. la hora del accidente local (y UTC si el vuelo cruzó por zonas horarias) y si era de día, al amanecer, al anochecer o de noche.

10.5 LESIONES DE PERSONAS.

10.5.1 En las lesiones mortales se incluyen todas las personas que fallecieron como resultado directo de lesiones sufridas en el accidente.

Las lesiones graves se definen en el Capítulo 1 del Anexo 13. Para fines estadísticos, la OACI clasifica una lesión mortal como una lesión que lleva a la muerte en un plazo de 30 días después del accidente. El título en la tabla “otros” se refiere a personas fuera de la aeronave que fueron lesionadas en el accidente. Cuando el accidente implique una colisión entre dos aeronaves, debería utilizarse una tabla por separado para cada aeronave.

10.5.2 Pasajeros.

También debería presentarse una lista con las nacionalidades de los pasajeros y de la tripulación, indicándose el número de personas: Tabla 1-1 Lesiones de personas, Lesiones de la Tripulación y lesiones de los Pasajeros, Total y Otras lesiones Mortales, Graves, Leves o Ninguna, TOTAL fallecidas y con lesiones graves de cada nacionalidad.

10.6 DAÑOS A LA AERONAVE.

12.6.1 En esta sección debería incluirse una declaración breve de los daños sufridos por la aeronave en el accidente (Destruída, Graves daños, Ligeros Desperfectos o Intacta). Debería incluirse Información sobre restos e impacto, una descripción detallada de los daños sufridos por los componentes pertinentes de aeronave y sistemas.

10.7 OTROS DAÑOS.

Presente una declaración breve de los daños sufridos por objetos distintos a la aeronave, tales como edificios, vehículos, instalaciones de navegación, edificios e instalaciones del aeródromo, y cualquier otro daño significativo al medio ambiente.

10.8 INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL.

- a. Presente una breve descripción de las calificaciones, experiencia y antecedentes de cada miembro de la tripulación de vuelo, incluidos edad, sexo, tipo y validez de licencias y habilitaciones; experiencia de vuelo (total de horas), tipos de aeronaves que voló y horas en ese tipo; horas de vuelo en las últimas 90 días, últimos 30 días, últimas 72 horas y últimas 24 horas antes del accidente; resultados de la instrucción reciente y obligatoria y de las verificaciones periódicas; experiencia en ruta y en el aeródromo implicado en el accidente; información pertinente a tiempo de servicio y períodos de descanso en las 72 horas anteriores al accidente; antecedentes médicos importantes y reconocimientos médicos. Además, indique el puesto ocupado por cada miembro de la tripulación de vuelo y mencione quién estaba en los mandos de vuelo de la aeronave.
- b. Cuando sea pertinente al accidente, proporcione una declaración breve de las funciones y responsabilidades de la tripulación de cabina, así como sus calificaciones, experiencia e instrucción. Por ejemplo, estos detalles serían pertinentes si el accidente implicó una evacuación de la aeronave.
- c. Cuando sea pertinente al accidente, incluya una breve declaración de la validez de licencias y habilitaciones, las calificaciones y experiencia del personal de servicios de tránsito aéreo, incluidos edad, sexo, puesto ocupado, experiencia total (en años) y detalles de la experiencia correspondiente al puesto que ocupaba. Deberían incluirse detalles de la instrucción y reconocimientos pertinentes, así como las horas de servicio y los períodos de descanso durante las 48 horas anteriores al suceso.
- d. Cuando sea pertinente al accidente, debería incluirse información sobre el personal de mantenimiento y demás personal implicado, incluida las calificaciones, experiencia, tiempo de servicio, listas de trabajo por turnos, carga de trabajo y hora del día.
- e. Utilice subtítulos, según corresponda, para organizar la información de esta sección.

10.9 INFORMACIÓN DE LA AERONAVE.

10.9.1 Información de aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronave.

Cuando sea pertinente al accidente, proporcione una declaración breve de la aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronave, incluida la siguiente información:

a. Información General:

Fabricante y modelo de la aeronave, número de serie y año de fabricación; marcas de nacionalidad y de matrícula, validez del certificado de matrícula; nombre del propietario y del explotador; y validez del certificado de aeronavegabilidad.

b. Antecedentes de la aeronave:

Total de horas de vuelo después de la fabricación, a partir de la última revisión y a partir de la última inspección periódica. Incluya información pertinente al libro de mantenimiento y a la documentación de mantenimiento, cumplimiento (o no) de las directivas de aeronavegabilidad, boletines de servicio del fabricante y estado de modificaciones de la aeronave.

c. Helicópteros:

Tipos de rotor principal y de rotor de cola y números de series. De ser pertinente, incluya tiempo total, tiempo después de la última revisión, tiempo después de la inspección, tiempo certificado y límites del ciclo de los componentes pertinentes

d. Motores y Hélices:

Fabricante y modelo de los motores, posición en la aeronave y números de serie del motor o del módulo del motor, período de revisión de los motores si hubiera ocurrido algún fallo de motor; total de horas, horas después de la última revisión y horas después de la última inspección respecto a cada motor. De ser pertinente, proporcione la misma información respecto a las hélices.

e. Combustible:

Tipo de combustible utilizado y tipo de combustible autorizado. Indique además la cantidad de combustible abordo y la forma de determinarlo, índice específico de gravedad y distribución en los depósitos de combustible.

f. Equipo Auxiliar:

Respecto a cualquier componente que fallara, indique los detalles de fabricante, tipo, modelo, número de pieza y de serie, tiempo certificado y límites de ciclo y tiempo de operación después de la fabricación y de la última revisión.

g. Defectos:

Presente una lista de cualquier defecto técnico en la aeronave, motores o equipo auxiliar que fueron descubiertos durante la investigación o anotados en el libro de vuelo o de mantenimiento adecuado y que no hubieran sido corregidos. Indique si los defectos eran repetitivos y si estaba permitida la realización del vuelo en virtud de la lista maestra de equipo mínimo. Si no había defectos, haga una declaración

h. Carga de la aeronave:

Masa máxima certificada de despegue y masa de aterrizaje, masa real en el despegue, masa en la hora del accidente. Indique también los límites certificados para el centro de gravedad de la aeronave y el centro de gravedad en el momento del despegue y el momento del accidente. Incluya una descripción del sistema de control de la carga del explotador, la distribución de la carga y modo de asegurarla y la forma en que se establecieron los detalles de masa y centro de gravedad de la aeronave.

10.9.2 Describa cualquier componente o sistema de la aeronave que influyera en el accidente.

De modo análogo describa los procedimientos operacionales, las limitaciones de performance y otras circunstancias relacionadas con la aeronave que desempeñaron una función en el accidente. El objetivo es que el lector pueda comprender plenamente la forma en que ocurrió el accidente.

10.9.3 Sistemas de alerta.

Deberían indicarse la disponibilidad, condición de servicio y utilización del transponder, del sistema anticolidión de abordaje (ACAS), del sistema de alerta de tránsito y anticolidión (TCAS), del sistema de advertencia de proximidad del terreno (GPWS) y del sistema de advertencia de toma de conciencia del terreno (TAWS).

Deberían analizarse con detalle los sistemas pertinentes a cuasi colisión, colisiones en vuelo, accidentes en la aproximación y aterrizaje, y accidentes de impacto contra el terreno sin pérdida de control.

10.10 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

10.10.1 Descripción de la información meteorológica.

Proporcione una declaración breve acerca de las condiciones meteorológicas, junto con los pronósticos del tiempo presente, así como una evaluación de las condiciones meteorológicas en retrospectiva. Cuando sea pertinente al suceso, debería incluirse la siguiente información:

- a. Describa cuándo y dónde obtuvo el piloto la información meteorológica.
- b. Pronósticos meteorológicos: pronósticos de ruta y de aeródromo de los que disponía el piloto y detalles de cualquier exposición verbal meteorológica obtenida por el piloto antes de la salida o en ruta.
- c. Observaciones meteorológicas a la hora y lugar del accidente, incluidas precipitaciones, techo de las nubes visibilidad, alcance visual en la pista, velocidad y dirección del viento, temperatura y temperatura del punto de rocío.
- d. Condiciones meteorológicas reinantes en la ruta del vuelo, incluidas observaciones meteorológicas, SIGMET, informes de pilotos y relatos de testigos.

- e. Una opinión general acerca de la situación meteorológica, (tiempo sinóptico).
- f. Registros del radar meteorológico, fotografías de satélites, datos del sistema de alerta de cizalladura del viento a poca altura (LLWSAS), y demás información meteorológica.
- g. Condiciones de luz natural en la hora del accidente, tales como de día (luz del sol o cielo cubierto), media luz (crepúsculo o anochecer); de ser pertinente, la hora de la salida del sol o de la puesta del sol a la altitud aplicable, de noche (noche oscura o luz de la luna) y de ser pertinente, la posición del sol respecto a la dirección del vuelo.
- h. La cantidad de información meteorológica que haya de incluirse en esta sección depende de la importancia de los factores meteorológicos en el suceso. Es apropiada una descripción detallada de los pronósticos y observaciones meteorológicas para un suceso relacionado con el tiempo, mientras que un resumen breve de las condiciones del tiempo sería apropiado si las condiciones meteorológicas no fueron un factor contribuyente.

10.11 AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN.

- a. Inclúyase la información pertinente sobre las ayudas para la navegación y el aterrizaje disponible, tales como el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS), radiofaro no direccional (NDB), radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia (VOR), equipo telemétrico (DME), sistema de aterrizaje por instrumentos y ayudas visuales terrestres, así como sus condiciones de servicio a la hora del accidente.
- b. De ser pertinente, incluya información sobre el equipo abordo de la aeronave, tal como el sistema de piloto automático, sistema de gestión de vuelo (FMS), sistema mundial de determinación de la posición (GPS), y sistema de navegación inercial (INS), incluida sus condiciones de servicio. Deberían también analizarse e incluirse en el informe o adjuntarse al mismo los mapas, cartas aeronáuticas, placas de aproximación y registros radar pertinentes.

10.12 COMUNICACIONES.

Describe las instalaciones de comunicaciones de que disponga la tripulación de vuelo y su eficacia. Describe las comunicaciones con los servicios de tránsito aéreo y otras Comunicaciones pertinentes al vuelo, incluidas una referencia a los libros de registro de las comunicaciones y transcripción de las grabaciones. Cuando sea esencial para el análisis y comprensión del suceso deberían incluirse en esta sección, o adjuntarse al informe, extractos pertinentes de las transcripciones de grabaciones de las comunicaciones de los servicios de tránsito aéreo.

10.13 INFORMACIÓN DE AERÓDROMO-MO.

a. Cuando el suceso tuvo lugar durante el despegue o el aterrizaje, incluya la información relativa al aeródromo y sus instalaciones. De ser pertinente incluya la siguiente información:

1. Nombre del aeródromo, indicador de lugar, punto de referencia (latitud/longitud) y elevación.
2. Identificación de pista, señales de pista, longitud y pendiente de la pista, longitud del tramo de aterrizaje, y obstáculos.
3. Condiciones de la pista, tal como revestimiento textura del pavimento y grietas, depósitos de caucho, presencia de agua, hielo fundente, nieve, hielo, coeficiente de rozamiento y eficacia de frenado.
- .4. Iluminación, tales como luces de pista, de calle de rodaje y de punto de parada; y ayudas visuales, tales como el sistema visual indicador de pendiente de aproximación (VASIS) y sistema indicador de trayectoria para la aproximación de precisión (PAPI).
5. Programas de inspección de pista e inspecciones realizadas.
6. Programas relativos a peligro aviario y de animales silvestres.

b. Si la aeronave estaba despegando de un área distinta al aeródromo o aterrizando en un área distinta del aeródromo, debería proporcionarse la información pertinente a la zona de despegue o de aterrizaje.

c. Esta sección debe dividirse en información sobre aeródromo de salida e información sobre aeródromo de destino, si ambos aeródromos eran pertinentes al suceso.

10.14 REGISTRADORES DE VUELO.

a. Proporciona los detalles particulares de cada registrador de vuelo, tales como fabricante, modelo, número de parámetros registrados, medio de grabación y duración de las grabaciones. Entre los registradores tendrían que incluirse los registradores de datos de vuelo (FDR), los registradores de la voz en el puesto de pilotaje (CVR), los registradores de acceso rápido, los registradores de parámetros de los motores, los registradores vídeo, las micro plaquetas de memoria no volátil en los sistemas de aeronave y otros registradores de base abordo o en tierra.

b. Descríbase la condición de los registradores en el momento en el que fueron recuperados, en particular sí estuvieron expuestos a incendios y fuerzas de impacto. Si no pudieron recuperarse los registradores de vuelo, deberían explicarse los motivos. Si no se registraron los datos o no pudieron extraerse, descríbanse los motivos del mal funcionamiento o de la pérdida de los datos. Inclúyanse los métodos utilizados para extraer los datos y cualquier problema enfrentado. Si los registradores funcionaban adecuadamente, debería añadirse una corta declaración al efecto y los datos pertinentes presentados.

- c. En esta sección, proporcione la información retirada de los registradores de vuelo. Dada la longitud del informe acerca de la lectura de las grabaciones de datos de vuelo, inclúyanse en este lugar, o en un apéndice del Informe final, solamente aquellas partes de los informes acerca de la lectura que sean pertinentes al análisis y a los resultados.
- d. Las transcripciones de las grabaciones de la voz en el puesto de pilotaje solamente deberán incluirse en el Informe final o sus apéndices, si son esenciales para el análisis y la comprensión del suceso. Deberán descartarse aquellas partes de las grabaciones que no sean esenciales para el análisis. En el Anexo 13, Capítulo 5 se incluyen disposiciones pertinentes a la transcripción de las grabaciones de la voz y éstas deberían tenerse en cuenta cuando se considere necesario incluir tales transcripciones en el Informe final o en sus apéndices.
- e. Si no se requería que la aeronave estuviera equipada con registradores de vuelo pudiera utilizarse una declaración del siguiente tenor: “La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo o con un registrador de la voz en el puesto de pilotaje. La reglamentación aeronáutica pertinente no exigía transportar abordo uno u otro de los registradores.”

10.15 INFORMACIÓN SOBRE LOS RESTOS DE LA AERONAVE ACCIDENTADA Y EL IMPACTO.

- a. Proporcione una descripción general del lugar del accidente y de la pauta de distribución de los restos, incluida la parte final de la trayectoria del vuelo, la trayectoria del impacto, la secuencia del impacto y el lugar de las huellas del impacto en el terreno, árboles, edificios y otros objetos. Deberán indicarse el rumbo del impacto, la actitud de la aeronave (cabeceo, balanceo y guiñada) y la configuración de la aeronave en el momento del impacto. De ser pertinente, debe describirse los daños producidos en el lugar del accidente. Deberán incluirse en esta sección o deberán adjuntarse al informe diagramas, planos y fotografías pertinentes a la distribución de los restos. Deberán presentarse el lugar y la condición de las piezas importantes de los restos. En caso de que hubiera habido una rotura en vuelo de la aeronave, deberá proporcionarse una descripción detallada de la distribución de los restos.
- b. En la investigación de un accidente, podría ser necesario presentar el examen de los restos y las investigaciones técnicas bajo subtítulos adecuados de esta sección, tales como edificios, grupo motor, instrumentos, mandos de vuelo y sistemas. Las descripciones bajo cada subtítulo deberían abarcar los hechos significativos, según fueron determinados por el grupo de investigadores de la CIAA que asumieron la responsabilidad de la investigación detallada. Inclúyanse también bajo subtítulos adecuados los resultados pertinentes de investigaciones técnicas especiales, análisis y ensayos de laboratorio y la importancia de los resultados obtenidos. Deberán adjuntarse al informe final, los resultados obtenidos análisis y pruebas en laboratorio ser pertinentes.

c. Es importante incluir todas las fallas de material pertinentes y los casos de mal funcionamiento de piezas, e indicar si ocurrieron antes del impacto o durante el mismo. Es esencial que se describan las piezas de mal funcionamiento que se consideraban significativas para el accidente. No es necesaria una descripción detallada de todas las piezas que constituyeron el restos del accidente; describanse solamente las piezas que se consideraban pertinentes o que requerían un examen y análisis.

La inclusión de dibujos y fotografías de piezas específicas que fallaron mejorarán el Informe final. Tales dibujos y fotografías podrían presentarse en la parte textual apropiada o como apéndices.

10.16 INFORMACIÓN MÉDICA Y PATOLÓGICA.

a. Describanse los resultados de las investigaciones médicas y patológicas pertenecientes a los miembros de la tripulación de vuelo. Información personal, los datos médicos relacionados con las licencias de la tripulación de vuelo. Cuando sea pertinente al accidente, la investigación médica puede también referirse a los miembros de la tripulación auxiliar de cabina, pasajeros y personal de tierra.

b. Deberían indicarse los resultados de los exámenes patológicos y toxicológicos relativos a lesiones, enfermedades descubiertas y factores que dificultaban la actuación humana tales como monóxido de carbono, escasez de oxígeno, alcohol y otras drogas. Si se detectaron alcohol y drogas deben también presentarse en esta sección sus efectos en la actuación humana, determinados por expertos médicos.

c. Describanse los vestigios de prueba patológicos que se juzguen importantes para la investigación relativa a la supervivencia, tales como la relación de las lesiones y vestigios patológicos a las fuerzas de desaceleración, a la actitud de la aeronave en el momento del impacto, al diseño de los asientos y medios de sujeción, a los cinturones y arneses de seguridad de los asientos rotura de la estructura de la aeronave, inhalación de humo, descompresión y cualquier vestigio de preparación para una situación de emergencia, tal como un aterrizaje forzoso, amarizaje, amaraje forzoso e interferencia ilícita.

d. Dadas las disposiciones del Anexo 13, Capítulos relativos a registros médicos y privados, debe prestarse particular atención a que solamente se divulgue tal información en el informe final cuando sea pertinente al análisis y a las conclusiones del accidente.

e. Si los reconocimientos médicos indican que la actuación de los miembros de la tripulación de vuelo no se había deteriorado, puede utilizarse una oración del siguiente tenor: “no hay ningún vestigio de que factores fisiológicos o incapacidades afectaran a la actuación de los miembros de la tripulación de vuelo.

10.17 INCENDIOS.

a. Si ocurrió un incendio o una explosión, presente una breve descripción de si el incendio se inició en vuelo o después del impacto con la tierra. En el caso de incendios en vuelo, describase la

eficacia de los sistemas de aviso de incendio de la aeronave y de los sistemas de extinción de incendios de la aeronave. La determinación del origen de un incendio, de fuentes de la ignición, de fuentes de combustible, de la duración, gravedad y efectos en la estructura de la aeronave y en los ocupantes requiere habitualmente un análisis de los hechos e indicios y por lo tanto debería corresponder a la parte del análisis del Informe final. En esta sección deberá describirse la información relativa a los hechos que se estableció en la investigación relacionada con el incendio y que deberá seguidamente ser sometida a un debate y analizada en la parte del análisis.

- b. Para incendios en tierra, descríbase su propagación y la amplitud de los daños del incendio. También debe describirse el tiempo de respuesta del servicio de salvamento y extinción de incendios, el acceso al lugar del accidente por parte de los vehículos del servicio de salvamento y extinción de incendios, el tipo de equipo contra incendios utilizados, el tipo de agente extintor y la cantidad que se utilizó, así como su eficacia.
- c. Deberá describirse el efecto del incendio en la evacuación y en el índice de supervivencia de los ocupantes.
- d. Si no hubiese habido ningún incendio, puede utilizarse una oración del siguiente tenor: “no hubo vestigios de incendios en vuelo o después del impacto.”

10.18 ASPECTOS DE SUPERVIVENCIA.

- a. Descríbanse brevemente las actividades de búsqueda y salvamento. De ser aplicable, inclúyase información relativa a las condiciones de servicio y a la eficacia de los transmisores del localizador de emergencia.
- b. Deberá indicarse el lugar que ocupaban los miembros de la tripulación y los pasajeros en relación con las lesiones sufridas. Deberá también describirse el fallo de estructuras tales como asientos, cinturones y arneses de seguridad de los asientos y portaequipajes. También deberá notificarse el uso y la eficacia del equipo de seguridad. Deberá atenderse los aspectos pertinentes a la resistencia de la aeronave en caso de accidentes, así como al índice de supervivencia de los ocupantes en relación con las fuerzas de impacto y el incendio.

10.18.1 Si se realizó una evacuación, se incluye habitualmente una descripción de la siguiente información:

- a. Primera notificación del accidente a los servicios de emergencia y tiempo de respuesta.
- b. Iluminación de emergencia en la aeronave (instalación, activación, funcionamiento y fallas).
- c. Comunicaciones.

10.19 ENSAYOS E INVESTIGACIÓN.

- a. Describáanse los resultados de cualesquiera ensayos e investigación emprendidos en relación con los trámites de la investigación. Ensayos en vuelos, ensayos con simulador y modelación por computadora del desempeño (performance) de la aeronave son ejemplos del tipo de información que habría de incluirse en esta sección. Deberán también incluirse los detalles pertinentes de la investigación que se utilicen en apoyo del análisis.
- b. Por otro lado, pueden incluirse en las Secciones Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto o los resultados de los exámenes de la aeronave y de piezas de los motores.

10.20 INFORMACIÓN SOBRE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN.

Cuando sea pertinente al accidente, proporciónese la información relativa a cualquier organización y su gestión, cuyas actividades pudieran haber influido directa o indirectamente en el funcionamiento de la aeronave. Entre las organizaciones a las que debe referirse esta sección podrían incluirse las siguientes:

- a. Explotador.
- b. Organizaciones de mantenimiento.
- c. Servicios de tránsito aéreo.
- d. Administración del aeródromo.
- e. Servicios meteorológicos.
- f. Fabricante de aeronave.
- g. Autoridad encargada de la certificación y del otorgamiento de licencias.
- h. Autoridad normativa.
- i. Conducta de los pasajeros y equipaje de mano.
- j. Salidas de emergencia (tipos de salida y su uso).
- k. Toboganes de evacuación (tipos de toboganes, activación y su uso).
- l. Lesiones sufridas en la evacuación.

Cuando algunas deficiencias de la estructura y funciones de organización influyan en el accidente, podrán incluirse como parte de la información, aunque no con carácter exclusivo, los siguientes factores:

- a. Cultura de seguridad.
- b. Recursos y viabilidad financiera.

- c. Sucesos después de la evacuación.
- d. Políticas y prácticas de gestión.
- e. Comunicaciones internas y externas.
- f. Certificación, vigilancia de la seguridad operacional y marco normativo.

Cuando sea pertinente, proporcione la información relativa al explotador, tal como el tipo y fecha de expedición del certificado de explotador de servicios aéreos, tipos de operaciones autorizadas, tipos y número de aeronaves autorizadas para ser utilizadas, zonas de operaciones y rutas autorizadas. Inclúyase también información relativa a cualquier deficiencia encontrada en el manual de operaciones de la empresa del explotador y demás documentación del explotador, si tales deficiencias hubieran influido en el accidente.

10.21 INFORMACIÓN ADICIONAL.

Proporcione la información y hechos pertinentes que no se hayan incluido si son esenciales para la preparación del análisis y conclusiones del Informe final.

Nota.- Asegúrese que la parte de información de los hechos en el Informe final incluye todos los datos técnicos que sean esenciales para las partes de análisis y conclusiones del informe.

10.22 TÉCNICAS DE INVESTIGACIONES ÚTILES O EFICACES.

Cuando se hayan utilizado durante la investigación técnicas útiles o eficaces, descríbanse brevemente las características principales de estas técnicas y su pertinencia a las investigaciones futuras. Sin embargo, los datos y los resultados obtenidos relacionados con el accidente pueden incluirse como apéndice del Informe final, el texto completo sobre el uso de esas técnicas.

10.23 ANÁLISIS.

En la parte de análisis del Informe final, deberían examinarse y analizarse los hechos y circunstancias pertinentes que fueron presentados en la parte de información de los hechos, con miras a determinar cuáles fueron los sucesos que contribuyeron al accidente. Podría ser necesario repetir la descripción de algunos de los vestigios de prueba ya presentados en parte de la información hecha, aunque el análisis no deberá ser una repetición de los hechos. Además, no deberían introducirse en la parte de análisis nuevos hechos. El objetivo del análisis es proporcionar un vínculo lógico entre la información de los hechos y las conclusiones que dan una respuesta al por qué ocurrió el accidente.

En la parte de análisis deberá describirse una evaluación de los vestigios de prueba presentados en la parte de la información de los hechos y deberán analizarse las circunstancias y sucesos que existían

o pudieran haber existido. El razonamiento debe ser lógico y puede llevar a formular hipótesis que se analizan más tarde y se someten a ensayo por comparación con los vestigios de prueba. Cualquier hipótesis que no esté apoyada por los vestigios deberá ser eliminada. Es seguidamente importante indicar claramente los motivos de rechazar cualquier hipótesis particular. Cuando una hipótesis no se basa en los hechos sino que es una opinión, esto deberá indicarse claramente. Del mismo modo, la justificación en defensa de la validez de una hipótesis deberá manifestarse y hacerse una referencia a los vestigios de prueba que la fundamentan. Deben analizarse abiertamente y efectivamente los vestigios que parezcan ser contradictorios. Las condiciones y los sucesos relacionados con las causas deberán identificarse y analizarse. El examen en la parte de análisis deberá prestar apoyo a los resultados y a las causas inmediatas y sistémicas del accidente.

Examínese y analícese también cualquier asunto que venga a la luz durante la investigación que hubiera sido mencionado como deficiencia de la seguridad operacional, aunque tal asunto pudiera no haber contribuido al accidente. Puesto que frecuentemente se redacta el Informe final a medida que avanza la investigación y varios investigadores (todos los grupos en una investigación importante) contribuirán a la parte de análisis del informe, la elaboración de un esbozo y subtítulos para la parte de análisis asegurarán que los investigadores conocen bien la parte que les haya sido asignada para la redacción. Tal esquema indicará además a los investigadores la forma por la que están vinculados los subtítulos, al formularse la parte de análisis del Informe final.

10.24 LISTA DE CONCLUSIONES.

En esta parte deberá presentarse una lista de las conclusiones y de las causas establecidas en la investigación. Del análisis se deducen las conclusiones. Sin embargo, es esencial mantener el mismo grado de evidencia en una conclusión que el establecido en el análisis. Por ejemplo, si el examen en el análisis indica que fue probable un suceso o circunstancia, entonces debería incluirse el mismo calificador (probable) en las conclusiones.

10.24.1 Conclusiones.

Las conclusiones son una enunciación de todas las condiciones, sucesos o circunstancias significativos en la secuencia del accidente. Las conclusiones son pasos significativos en la secuencia del accidente, pero no siempre son causales ni siempre apuntan a deficiencias. Algunas conclusiones señalan las condiciones preexistentes en la secuencia del accidente, pero habitualmente son esenciales para la comprensión del suceso. Las conclusiones deberán enumerarse en una secuencia lógica, habitualmente en orden cronológico. Todas las conclusiones deberán estar fundamentadas y directamente relacionadas con la información de los hechos y el análisis. No deberá incluirse en las conclusiones ninguna nueva información de los hechos.

Se acostumbra a informar sobre algunas condiciones que señalan las condiciones preexistentes en la secuencia del accidente pero habitualmente son esenciales, para las causales ni siempre apuntan a deficiencias. Algunas conclusiones en cada investigación, tales como la validez de las licencias, la instrucción y experiencia de los miembros de la tripulación de vuelo, la aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronave, la carga de la aeronave y si había una falla anterior al impacto. Las siguientes conclusiones señalan las condiciones preexistentes en la secuencia, del accidente pero habitualmente son esenciales para la comprensión del suceso. Las conclusiones deberán enumerarse en una secuencia lógica, habitualmente en orden cronológico. Ejemplo de lo que habitualmente se incluye:

- a. Los miembros de la tripulación de vuelo eran titulares de licencias y estaban calificados para el vuelo, de conformidad con la reglamentación vigente.
- b. Los registros de mantenimiento indicaban que la aeronave estaba equipada y sometida a mantenimiento, de conformidad con la reglamentación y procedimientos aprobados en vigor.
- c. La masa y centro de gravedad de la aeronave estaban dentro de los límites prescritos.
- d. No había ningún vestigio de falla de la célula o de mal funcionamiento de los sistemas antes del accidente.

Deberían también indicarse como parte de las conclusiones aquellos sucesos y factores significativos que fueron investigados detalladamente pero eliminados del análisis. Por ejemplo, deberían tenerse en cuenta conclusiones tales como “la fatiga de la tripulación de vuelo no fue un factor en el accidente” y “no hubo ningún mal funcionamiento del sistema de mando del timón de profundidad” cuando se realice una investigación completa de estos aspectos. Deberán indicarse y manifestarse las esferas de ambigüedad, por ejemplo “en la investigación no pudo establecerse si era el comandante o el segundo al mando el que estaba al mando de la aeronave en el momento del accidente”.

Algunos Estados presentan las causas del accidente separadas de las conclusiones bajo su propio título. Otros Estados indican en la lista de las conclusiones a cuáles de ellas se atribuye la causa del accidente, por ejemplo, añadiendo después de una conclusión “(factor causal)” o “(factor contribuyente)”.

10.25 CAUSAS.

Causas: son aquellos sucesos que por sí solos o en combinación con otros, tuvieron como resultado lesiones o daños. Una causa es un acto, omisión, condición o circunstancia que si se eliminara o evitara hubiera impedido el suceso o hubiera mitigado las lesiones o daños resultantes.

La determinación de las causas debería basarse en un análisis profundo, imparcial y objetivo de todos los vestigios de prueba disponibles. Deberá claramente indicarse cualquier condición, acto o circunstancia que hubiera sido un factor causal del accidente. En su conjunto, las causas deberán

presentar un cuadro de todos los motivos por los que ocurrió el accidente. En la lista de las causas deberán incluirse tanto las inmediatas como las más profundas o sistémicas. No deberá incorporarse a las causas ninguna información nueva. Las causas deberán presentarse en orden lógico, habitualmente en orden cronológico, teniéndose en cuenta que es esencial presentar todas las causas. Deberán formularse las causas manteniendo mentalmente las medidas preventivas, y vinculándolas a recomendaciones sobre seguridad operacional adecuadas.

Algunos Estados presentan la lista de las causas habitualmente en el orden en el que ocurrieron sin tratar de asignar prioridad a las mismas. Otros Estados asignarían prioridades a las causas utilizando términos tales como causas primarias y causas contribuyentes.

Si hay absoluta certeza de una causa, deberá utilizarse una enunciación definitiva: si la certeza es razonable deberá utilizarse una palabra calificadora tal como “probable” o “posible”. La enunciación de las causas consiste habitualmente en reiterar la enunciación presentada al fin o cerca del fin del análisis y de las conclusiones. Por ejemplo, si en el análisis y en las conclusiones se dice que un suceso o circunstancia relacionados con la causa eran “probables”, entonces en la enunciación de las causas debería añadirse el mismo calificador (probable).

Cuando no haya suficientes vestigios de prueba para establecer por qué ocurrió el accidente, entonces no debería dudarse en indicar que las causas continúan siendo indeterminadas. En muchas instancias pudiera enunciarse el escenario más probable a condición de que se incluya, un calificador tal como “posible” o “probable”. Sin embargo, no debería presentarse ninguna lista de causas posibles.

Deberían formularse las causas de un modo que, dentro de lo posible, se reduzca a un mínimo la deducción de culpa o responsabilidad jurídica. Sin embargo, la CIAA no debería evitar la notificación de una causa porque pudiera deducirse de la enunciación de la causa, la culpa o la responsabilidad jurídica.

10.26 RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL.

De conformidad con el Anexo 13, el único objetivo de la investigación de un accidente será la prevención de accidentes e incidentes. Por consiguiente, es de suma importancia determinar cuáles han de ser las recomendaciones sobre seguridad operacional. Las recomendaciones sobre seguridad operacional son medidas que deberían impedir otros accidentes por causas similares o reducir las consecuencias de tales accidentes. Para asegurar que se adoptan las medidas adecuadas, en cada una de las recomendaciones sobre seguridad operacional deberá indicarse el destinatario concreto. El Instituto Dominicano de Aviación Civil es la autoridad competente del Estado responsable de intervenir en las cuestiones a las que se refieren las recomendaciones sobre seguridad operacional. Así como también a las autoridades investigadoras de accidentes de aviación de otros Estados y a la Organización de Aviación Civil Internacional, cuando dichas recomendaciones afecten algún documento de la OACI.

El RIAA requiere que en cualquier etapa de la investigación de un accidente, la CIAA recomiende a las autoridades competentes, incluidas las de otros Estados, cualquier medida preventiva que se considere necesario adoptar prontamente para mejorar la seguridad operacional de la aviación. Las recomendaciones provisionales sobre seguridad operacional formuladas durante la investigación pueden presentarse en la parte de recomendaciones sobre seguridad operacional del informe final. Deberán también presentarse las medidas preventivas adoptadas en respuesta a las recomendaciones provisionales sobre seguridad operacional, así como Cualquier otra medida preventiva adoptada por las autoridades competentes y la industria, tales como un cambio de los procedimientos operacionales por parte del explotador de la aeronave y la expedición de boletines.

Algunos Estados presentan las recomendaciones provisionales sobre seguridad operacional y describen las medidas preventivas adoptadas en la parte de información de los hechos. La publicación de medidas preventivas adoptadas en el Informe final tiene valor significativo para la prevención de accidentes de aquellos implicados en operaciones similares.

En una recomendación sobre seguridad operacional deberá describirse el problema de seguridad operacional y deberán justificarse las medidas recomendadas. La atención deberá concentrarse en el problema y no meramente en la solución propuesta. Debe prestarse atención si la recomendación sobre seguridad operacional deberá prescribir una solución concreta del problema o deberá ser lo suficientemente flexible para que el destinatario goce de libertad en cuanto a determinar la forma de lograr el objetivo de la recomendación. En una recomendación sobre seguridad operacional deberían indicarse las medidas que deben ser adoptadas, pero debería dejarse a juicio de las autoridades responsables de los asuntos en cuestión la determinación de la forma de lograr el objetivo de la recomendación. Esto es de particular importancia si no se dispone de todos los hechos destacados y si pareciera necesario realizar un nuevo examen, una nueva investigación y otras pruebas.

Durante las investigaciones de accidentes de aeronaves, se indican frecuentemente las cuestiones de seguridad operacional que no contribuyeron al accidente pero que no obstante son deficiencias en materia de seguridad operacional. Deberán explicarse en el Informe final estas deficiencias. Algunos Estados incluyen las recomendaciones sobre seguridad operacional que no están relacionadas con las causas del accidente en la parte de recomendaciones sobre seguridad operacional del informe final. Otros Estados han adoptado medios distintos al informe final para notificar a las autoridades competentes acerca de deficiencias de la seguridad operacional que no estén relacionadas con el accidente, aunque las medidas adoptadas se describan habitualmente en el Informe final.

En resumen, las recomendaciones sobre seguridad operacional deberán presentar de forma convincente el problema de seguridad operacional con los riesgos correspondientes para la misma, así como las medidas recomendadas por la CIAA, quien es la autoridad competente, para que se adopte con miras a eliminar la condición insegura. En las recomendaciones sobre seguridad

operacional deberían indicarse las medidas requeridas pero debería dejarse considerable libertad a la CIAA que es la autoridad que las lleva a la práctica en cuanto a la forma de hacerlo.

10.27 APÉNDICES.

En los apéndices deberá incluirse, cuando proceda, cualquier información pertinente que se considere necesaria para la comprensión del informe, tal como un glosario, informes técnicos auxiliares, diagramas del lugar del accidente, fotografías y datos de los registradores de vuelo. Los gráficos y diagramas deberán solamente indicar la información requerida para la comprensión del informe:

- a. Transcripciones de las comunicaciones.
- b. Lectura del registrador de datos de vuelo.
- c. Plan de vuelo y hoja de carga.
- d. Informes de la investigación técnica.
- e. Páginas pertinentes de manuales y libros de abordó.
- f. Registros pertinentes de mantenimiento.
- g. Mapas y diagramas
- h. Fotografías.

10.28 REGLAS CONVENCIONAL-LES PARA LA REDACCIÓN DE INFORMES.

10.28.1 Directrices Generales.

La finalidad de redactar cualquier informe es la de transmitir los hechos objetos del informe a los lectores de forma precisa, clara, inequívoca y bien organizada. Al redactar el informe final, el redactor no deberá suponer que todos los que lean el informe estén familiarizados con los detalles técnicos. Por consiguiente, no deberá omitirse información porque ésta sea obvia para el redactor.

El redactor deberá recordar que los lectores no habrán visitado el lugar del accidente ni han participado en la investigación. La responsabilidad del redactor es presentar de palabras al lector un cuadro del accidente y de la investigación. El redactor deberá suponer que el lector es inteligente pero que no está informado y que analizará los hechos presentados, a fin de someter a pruebas las conclusiones del informe final. Por ejemplo, si es obvio para el redactor que las condiciones meteorológicas no fueron un factor contribuyente en el accidente, el lector deberá tener suficiente información meteorológica para apoyar esta conclusión.

10.29 NORMAS EDITORIALES.

- a. Manifestar una actitud de imparcialidad y escribir objetivamente:

El informe no deberá inclinarse a favor de ninguna parte implicada en el accidente, Ej.; el piloto, el explotador, el fabricante de aeronaves o grupos e intereses especiales, tales como los que propugnan normas como atenuación de ruido y no deberá manifestarse perjuicio contra cualquiera de las partes.

b. La norma deberá ser un estilo narrativo de escribir directamente, evitando descripciones floridas y temas de interés humano:

Puntos clave acerca de la personalidad o prejuicio del investigador no deberá ser obvio para el lector. No es habitualmente aceptable en la redacción del informe de un accidente el uso indiscriminado de adjetivos y adverbios.

c. El redactor deberá relatar los hechos y no impresionar al lector:

Si en el informe final han de incluirse detalles en campos complicados tales como aerodinámica, metalúrgica y funcionamiento de los sistemas de aeronaves, el tema deberá ser explicado de tal modo que su comprensión sea fácil. Para mantener la legibilidad del cuerpo del informe final, pueden explicarse temas complejos en un apéndice. Temas de igual importancia deberán recibir igual cobertura cuando se describen los hechos, condiciones y circunstancias.

10.30 CLARIDAD.

a. El uso de un esbozo, tal como el presentado en el apéndice del Anexo 13, es un enfoque de sentido común para la tarea de redactar un informe final.

b. Puede mejorar la claridad del informe si se informa en orden consecutivo.

c. Los antecedentes del vuelo, por ejemplo, deberán describir el vuelo en su secuencia lógica desde el principio hasta el fin. Incorporar sucesos fuera de este orden tiende a confundir al lector.

d. Cada oración deberá ser una unidad lógica.

e. El redactor deberá mantener el sujeto de la oración y su verbo cercanos. Explicaciones incidentales entre el sujeto y el verbo interrumpen el orden de la oración. La información deberá estar organizada lógicamente dentro de cada sección y agrupada bajo títulos adecuados.

f. El redactor deberá proporcionar al lector una indicación del contexto para nueva información o ideas, refiriéndose en primer lugar a la información a fin ya presentada.

g. Los pronombres especiales “éste”, “ese” y “ello” deberán colocarse cerca de sus antecedentes para garantizar su claridad. Un pronombre deberá referirse a un antecedente concreto en el lugar de un antecedente supuesto.

h. La oración deberá empezar con el sujeto real de la oración en lugar de sujetos tales como “es” o “hay”.

i. El redactor deberá seleccionar aquellas palabras que describen mejor la situación.

- j. Deberá evitarse una terminología vaga, por ejemplo “los daños de la aeronave parecían ser el resultado de la carga de impacto” y 2 “se suponía que la aeronave empezaba a voltear después del choque con el extremo del ala izquierda”. Palabras tales como parecía, se suponía, se presumía, etc., no son lo suficientemente precisas para la parte de los hechos en el informe. El investigador debe notificar los vestigios de pruebas encontrados y no lo que parecía, se suponía o se presumía.
- k. Las conclusiones y enunciaciones del informe deben ser inequívocas y tener solamente una interpretación.

10.31 CONCLUSIÓN, RESUMEN O SÍNTESIS.

- a. Las largas oraciones quizás dificulten al lector la comprensión del argumento que el redactor desea presentar. Esto no significa que el informe debe estar totalmente constituido de oraciones sencillas. Las oraciones largas son aceptables si pueden entenderse. Cualquier oración que hayas de leerse por segunda vez para entenderla es demasiado larga.
- b. El redactor debe evitar repeticiones innecesarias y datos extraños y no pertinentes que pudieran confundir al lector y pudieran enturbiar el sentido de las conclusiones.

10.32 UNIFORMIDAD.

- a. El redactor deberá verificar si la terminología empleada es uniforme en todo el informe.
- b. El redactor deberá emplear los mismos términos y expresiones para las mismas cosas y deberá deletrear, poner un guion y abreviar de forma uniforme las palabras. Cuando se usen abreviaturas, el redactor debe deletrear las palabras por completo seguidas de una forma corta (la primera vez que lo utilice). De allí en adelante deberán utilizarse esas abreviaturas.
- c. Deben incluirse en un glosario todas las abreviaturas empleadas.

10.33 GÉNERO.

- a. Evítese estereotipar las funciones de una persona como atribuible al sexo masculino o femenino, tal como utilizando el pronombre “el” cuando se refiere al investigador encargado o a un ingeniero.
- b. Verbo en voz activa por comparación a voz pasiva frecuentemente lleva a verbosidad, confusiones y a veces errores gramaticales. En la mayoría de los casos es preferible la voz activa. Por ejemplo, indicar que “cuando el piloto detectó una fuga de combustible” es preferible a decir “cuando la fuga de combustible fue detectada por el piloto.”
- c. La voz pasiva es más adecuada en algunos casos, tales como:
 - 1. Cuando no se conoce al agente o al actor.
 - 2. Cuando una referencia al actor no sea apropiada.

3. Cuando el agente es menos importante que la acción, p.ej., “Fueron rescatados los dos supervivientes.

10.34 LEER Y REVISAR.

10.34.1 Revisar es parte de la redacción.

Pocos investigadores pueden expresar claramente en la primera tentativa lo que desean transmitir. Un medio de mejorar la claridad es a base de escribir – leer, volver a escribir – volver a leer. El redactor deberá revisar lo que ha escrito y comprobar si es necesario aclarar más, abreviar, agrupar de modo distinto u otros cambios. Los redactores con experiencia consideran ventajoso poner el informe a un lado durante un día o más antes de hacer una revisión crítica para estar seguro de que transmiten el significado deseado. Pedir comentarios a otros investigadores frecuentemente ayuda a señalar partes ambiguas del informe la que el redactor deberá introducir mejoras. Deberán aceptarse los comentarios de otros investigadores como constructivos y no como crítica personal.

10.34.2 El redactor.

Deberá hacer la corrección de pruebas del informe para convencer de que es lógico y uniforme. Algunas de las trampas comunes en las que se cae al redactar un informe son:

- a. Una generalización apresurada: basando una conclusión en pocos ejemplos, peje; “tres de los diez testigos coincidían en que el piloto estaba volando a muy poca altura”.
- b. El uso de términos absolutos tales como “siempre o nunca” es con poca frecuencia apropiado, por ej., las condiciones en vuelo son siempre el resultado de que el piloto no estaba alerta”.
- c. Exceso de simplificación: vincular dos sucesos como si uno de ellos fuera la causa del otro cuando la relación entre ellos es más compleja, peje; en esta práctica se infringieron los principios fundamentales del vuelo”.
- d. Conclusión confirmada: Deducir conclusiones a partir de datos insuficientes, p.ej., “en base a una amplia experiencia, los expertos llegaron a la conclusión de que los accidentes en el aterrizaje son el resultado de aproximaciones no estabilizadas”.
- e. Engaño de sucesión: Suponer que por seguir un suceso a otro, hay una relación causal entre el primero y el segundo suceso, p.ej., los pilotos con menos experiencia son más susceptibles a accidentes CITA”.
- f. Engaño de una cosa u otra: Suponer que una pregunta complicada tiene solamente dos respuesta posibles, p. ej., para la misión se tenía la opción de volar de conformidad con las directrices de la empresa o la de quedarse en tierra”.

g. Non esquitar: Sacar una conclusión que no está lógicamente relacionada con los hechos presentados, peje; “por su cargo de director de operaciones de vuelo, era plenamente competente para evaluar las calificaciones de sus pilotos”.

h. Analogía falsa: Sugerir que por tener dos cosas o situaciones de elementos similares, la similitud se extienda a todo, p. ej., “el vuelo nocturno no es distinto del diurno en condiciones IMC”.

10.35 CULPA O RESPONSABILIDAD JURÍDICA.

a. El RIAA indica que no es el objetivo de la investigación asignar culpa o responsabilidad jurídica. No obstante, la culpa o la responsabilidad jurídica pueden a veces inferirse de las conclusiones. De ser así, es esencial que se presenten claramente en el informe todas las causas establecidas. Hacerlo de otro modo pondría en peligro el objetivo de la investigación que es la prevención de accidentes e incidentes.

b. Han de evitarse palabras o frases que tengan connotaciones de culpa. Por ejemplo, utilice la enunciación “el explotador no notificó...” en lugar de “el explotador dejó de notificar...” Un investigador no deberá redactar desde la perspectiva de una persona encargada de imponer la reglamentación, a quien interese saber si dejaron de cumplirse las normas y la reglamentación ni de la perspectiva de un administrador de empresa cuyo objetivo pudiera ser el de determinar si hay motivos para aplicar sanciones o para instaurar un proceso legal.

10.36 CONTRAVENIR LA REGLAMENTACIÓN Y LAS ÓRDENES.

a. El apartarse de las normas aceptadas de cumplimiento de la reglamentación y de los procedimientos deberá indicarse claramente si es pertinente al accidente. Debería describirse con suficientes detalles la índole de la reglamentación y la amplitud con la que hubo una desviación a fin de explicar los motivos por lo que apartarse de las normas creó un peligro.

b. Para que una contravención se incluya como causa debería ser obvio que si se hubiera cumplido con la reglamentación, o el procedimiento, podría haberse evitado el accidente o hubiera disminuido su consecuencia.

10.37 SUFRIMIENTOS HUMANOS.

El redactor debe reconocer que hay sufrimientos de seres humanos asociados a un accidente, por lo que ha de utilizar un idioma respetuoso y discreto en el informe. Si debe comunicarse información confidencial y sensible, por corresponder a las causas y deficiencias en materia de seguridad operacional, esto debería notificarse con la delicadeza debida.

10.38 IDIOMA COMÚNMENTE UTILIZADO.

12.38.1 Muchas autoridades de investigación de accidentes emplean fraseología normalizada para los detalles que han sido registrados en cualquier informe final de un accidente, tal como las calificaciones de la tripulación y condiciones de servicio de la aeronave.

10.39 GLOSARIO.

Deberá adjuntarse al informe final un glosario. En el glosario deberán figurar las abreviaturas utilizadas en el informe.

10.40 ENVÍO DEL INFORME FINAL A LA OACI.

Cuando el Estado Dominicano, a través de la Comisión Investigadora de Accidentes de Aviación (CIAA), haya realizado la investigación sobre un accidente o un incidente grave sufrido por una aeronave de una masa máxima de más de 5700 Kg., y haya hecho público un informe final, enviará a la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), un ejemplar del informe final.

CAPÍTULO XI. SISTEMA DE NOTIFICACIÓN DE DATOS DE ACCIDENTES- INCIDENTES (ADREP).

11.1 INFORMES.

De conformidad con el Anexo 13, sobre los Estados que presentan a la OACI información sobre todos los accidentes de aeronaves en los que estuvieran implicadas aeronaves de una masa máxima certificada de despegue de más de 2 250 kg. La OACI recopila también información sobre incidentes de aeronaves que se consideran importantes para la seguridad operacional y la prevención de accidentes. Investigaciones completas de accidentes e incidentes señalan cuestiones de seguridad operacional en el sistema de aviación tanto a nivel de línea aérea como a nivel nacional. Sin embargo, a veces es difícil distinguir entre manifestaciones aisladas de un problema y condiciones sistemáticamente inseguras con un potencial de pérdida de vidas o de daños a la propiedad.

Deben convalidarse tales cuestiones de seguridad operacional; en parte, esto se hace comparando la experiencia en accidentes e incidentes en cuestión con la experiencia más amplia de la línea aérea, del Estado y de otros Estados. Este tipo de análisis comparativo exige datos fiables y completos. El sistema de notificación de datos de accidentes/incidentes (ADREP) a cargo de la OACI proporciona a los Estados datos que les ayudarán a convalidar las cuestiones de seguridad operacional. En base a este proceso de validación, con su correspondiente evaluación de riesgos, las autoridades de investigación de accidentes pueden presentar recomendaciones significativas para corregir condiciones inseguras del sistema de aviación.

11.1.1 Notificación de Accidentes e Incidentes al Estado de Matrícula, Operador o Diseño.

Se hará por el sistema ADREP, lo antes posible aún si no se tiene información completa. Información detallada relativa a la notificación de accidentes e incidentes al sistema (ADREP), figura en el Manual de notificación de accidentes/incidentes de la OACI (ADREP) (Doc 9156).

11.1.2 Información ADREP de que disponen los estados.

Cuando se reciben informes ADREP de los Estados, se verifica la información y se guarda en la memoria de una computadora. Los informes en memoria constituyen una base de datos sobre sucesos ocurridos en todo el mundo que sirve para proporcionar a los Estados los siguientes servicios:

- a. Un resumen bimensual de informes recibidos, con información sobre sucesos que han sido notificados a la OACI durante el período de dos meses precedente y que proporcionan a los Estados información actualizada sobre sucesos significativos por todo el mundo.
- b. Estadísticas ADREP anuales, presentando información estadística desglosada por categorías amplias, tales como los tipos de sucesos que ocurrieron y las fases del vuelo en las que ocurrieron.

- c. Respuestas a las solicitudes de información específica de los Estados. Los Estados que solicitan información respecto a determinados problemas de seguridad operacional deberían presentar una solicitud de información a la OACI esbozando el problema en estudio. Las respuestas pueden enviarse mediante correo electrónico, facsímil, correo expreso o correo ordinario dependiendo de la urgencia de la solicitud y de la cantidad de datos por enviar.
- d. Un registro para Estados particulares. La OACI puede proporcionar a cualquier Estado, a solicitud, un registro completo de los accidentes e incidentes notificados por ese Estado a la OACI y de este modo actuar como base de datos de sucesos en aquellos Estados que deseen aprovecharse de ese servicio.
- e. La base de datos de accidentes e incidentes ADREP de la OACI se utiliza para proporcionar a los Estados información sobre seguridad operacional de los vuelos. Se insta a las administraciones de los Estados a solicitar información ADREP de la OACI para ayudarles en sus investigaciones de accidentes o incidentes y en sus esfuerzos de prevención. Por ejemplo: si se sospecha en una investigación que ocurrió determinado mal funcionamiento o falla, puede ser de ayuda en la investigación contar con información sobre sucesos similares. Los Estados utilizan también la información ADREP para estudios de prevención de accidentes, incluidos los que se realizan a instancias de los explotadores, fabricantes y organizaciones de seguridad operacional. La OACI proporciona ejemplares impresos en la base de que la información ADREP se utilizará solamente para prevención de accidentes.

11.1.3 Informe Preliminar (Formulario ADREP).

Se dispone habitualmente de información factual y circunstancial básica sobre un accidente durante las dos o cuatro semanas que siguen a la investigación. El formulario de Informe preliminar es sencillo y un método normalizado para notificar tal información preliminar. Este informe será redactado en uno de los idiomas de trabajo de la OACI. De conformidad con el Anexo 13, cuando la aeronave implicada en un accidente es de una masa máxima superior a 2250 Kg., el Informe preliminar será remitido por el Estado que realiza la investigación a:

- 1. El Estado de matrícula o el Estado del suceso, según corresponda.
- 2. El Estado del explotador.
- 3. El Estado de diseño.
- 4. El Estado de fabricación.
- 5. cualquier Estado que proporcione información pertinente, en el que haya instalaciones o expertos de importancia.
- 6. OACI.

Cuando la aeronave implicada en un accidente es de una masa máxima de 2250 kg. o menos, y cuando está implicada la aeronavegabilidad u otros Estados pudieran considerarlo de interés, el Estado que realiza la investigación debería transmitir el Informe preliminar a los mismos Estados anteriormente mencionados, con exclusión de la OACI.

Se enviará el Informe preliminar por correo aéreo en un plazo de 30 días a partir de la fecha del accidente, a no ser que el Informe de datos sobre accidentes/incidentes haya sido enviado en esa fecha. Cuando las cuestiones afecten directamente a la seguridad operacional, se enviará el informe tan pronto como se disponga de la información y por los medios disponibles más convenientes y rápidos.

11.1.4 Informe de datos sobre accidentes (Formulario ADREP).

Cuando se haya completado la investigación y se haya entregado el Informe final, ha de recopilarse el informe de datos de accidentes. El objetivo del informe de datos de accidentes es proporcionar un método normalizado de notificar información precisa y completa sobre un accidente, incluidos los factores (causas y recomendaciones en materia de seguridad operacional). De conformidad con el Anexo 13, el Informe de datos sobre accidentes ha de ser remitido a la OACI por el Estado que realiza la investigación de un accidente en el que esté implicada una aeronave de masa máxima superior a 2250kg.

Si al concluirse la investigación se establece que algunos de los datos del Informe preliminar no eran correctos o eran incompletos esto debería indicarse en el Informe de datos sobre accidentes. Cuando la OACI reciba el Informe de datos sobre accidentes, se actualizará la información del Informe preliminar de modo análogo. Si un Estado vuelve a abrir una investigación, debería enmendarse en el nuevo informe la información anteriormente notificada.

Si se hubiera completado la investigación del accidente y el informe de datos sobre accidente pudiera recopilarse en un plazo de 30 días a partir de la fecha del accidente, el estado que realiza la investigación debería remitir el informe de datos sobre accidentes a la OACI en lugar del informe preliminar. En tales casos, este Estado debería también enviar el informe de datos sobre accidentes a los estados que normalmente hubieran recibido el informe preliminar.

11.2 INFORME DE DATOS SOBRE INCIDENTES (FORMULARIO ADREP).

a. En las investigaciones de accidentes han salido frecuentemente a la luz incidentes previos de los que se hizo caso omiso por considerarse insignificantes en la fecha de su acaecimiento. El conocimiento retrospectivo adquirido a consecuencia de las investigaciones de accidentes ha demostrado que si se hubieran investigado adecuadamente esos incidentes hubieran proporcionado la base para medidas correctivas que pudieran haber ayudado a impedir el accidente. Por consiguiente,

es de desear que se investiguen los incidentes y que se publiquen los informes por todo el mundo, lo mismo que en el caso de informes sobre accidentes.

b. De conformidad con el Anexo 13, si un Estado realiza una investigación de un incidente grave de una aeronave de masa máxima superior a 5 700 kg., ese Estado debería enviar a la OACI, tan pronto como sea posible después de la investigación, el Informe de datos sobre incidentes.

c. Si un Estado comprueba que un incidente es lo suficientemente significativo para que se realice una investigación, es probable que estén implicadas cuestiones de seguridad operacional y que, por consiguiente, sea importante que la OACI reciba la información pertinente. Los tipos de incidentes que son de interés principal para la OACI, con miras a realizar estudios de prevención de accidentes, figuran en la lista de un Adjunto al Anexo 13.

d. Puede consultarse en el Doc. 9156 un ejemplo de un Informe de datos sobre accidentes/incidentes completado (Formulario ADREP).

e. Se remitirán a la OACI ejemplares del Informe preliminar y del Informe de datos sobre accidentes/incidentes.

11.3 RESTRICCIONES RELATIVAS A LOS INFORMES DE DATOS SOBRE INCIDENTES.

Considerando que es delicada la información relacionada con la divulgación de datos de incidentes, se han impuesto al uso de los datos de incidentes por parte de la OACI las siguientes restricciones:

a. La OACI utilizará la información de los incidentes solamente para fines de prevención de accidentes.

b. Cuando la OACI realice análisis basados en información sobre incidentes, serán identificados como tales.

c. La OACI modificará la identificación de los informes de incidentes antes de su divulgación, borrando el Estado de matrícula, las marcas de nacionalidad y de matrícula y el nombre del propietario y del explotador.

11.4 LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACCIONES CUANDO OCURRE UN ACCIDENTE.

La siguiente lista de verificación es una guía que sirve como base para obtener la mayor cantidad de información que pueda recopilarse cuando ocurre un accidente aéreo.

Nota: No en todos los accidentes necesariamente se dan las mismas circunstancias, aunque son parecidas esta guía sirve al investigador como una referencia en el caso ocurrido.

11.4.1 Lista de verificación de eventos.

- 1- Responsabilidad Inicial.
- 2- Acciones iniciales en el sitio del accidente.
- 3- Documentos a recopilar.
- 4- Recuperación de restos humanos.
- 5- Entrevistas de testigos.
- 6- Recuperación del Flight Data Recorder.
- 7- Recopilación de documentos meteorológicos.
- 8- Recopilación de documentos de Servicio de Tránsito Aéreo de Aeropuertos (ATS/ airport).
- 9- Operación de Búsqueda.
- 10- Recopilación de documentos relacionados.
- 11- Recopilación de documentos de mantenimiento.
- 12- Examen de sistemas de la aeronave.
- 13- Examen de estructuras.
- 14- Examen de motor (res) y hélices.
- 15- Estudio inicial del sitio del accidente (Informe Preliminar).
- 16- Fotos y/o videos del sitio fase 1.
- 17- Revisión de los documentos de operaciones.
- 18- Exámenes médicos de los miembros de la tripulación.
- 19- Trazo de la trayectoria de vuelo.
- 20- Lectura del Flight Data Recorder.
- 21- Revisión de los documentos meteorológicos (del punto 7).
- 22- Revisión de los documentos de tránsito aéreo (ATS/airport del punto8).
- 23- Evaluación de operaciones.
- 24- Revisión de los documentos varios relaciones (del punto 10).
- 26- Exámenes y pruebas de mantenimiento.
- 27- Fuego y explosión.
- 28- Exámenes y Pruebas.

- 29- Distribución de restos.
- 30- Fotografías del sitio fase 2.
- 31- Entrevistas de los miembros de la tripulación de vuelo.
- 32- Identificación de víctimas.
- 33- Revisión de los documentos de mantenimiento (del punto 11).
- 34- Análisis del Flight data Recorder (del punto 20).
- 35- Entrevistas varias.
- 36- Otras entrevistas.
- 37- Operaciones de rescates.
- 38- Condición de la cabina.
- 39- Entrevistas.
- 41- Análisis de impacto.
- 42- Rendimiento de la aeronave (PERFORMANCE).
- 43- Protocolo de Necropsia.
- 44- Re-entrevistas.
- 45- Operaciones del cuerpo de Bomberos en cuanto a fuego.
- 46- Entrevistas.
- 47- Manejo del mantenimiento.
- 48- Reconstrucción de restos.
- 49- Reporte y análisis del grupo de operaciones.
- 50- Reporte y análisis del grupo de factores humanos.
- 51- Reporte y análisis del grupo de testigos.
- 52- Reporte y análisis del grupo del Flight Data Recorder.
- 53- Reporte y análisis del grupo meteorológico.
- 54- Reporte y análisis del grupo de ATS/airport) (del punto 22).
- 55- Reporte y análisis del grupo de supervivencia.
- 56- Reporte y análisis del grupo de inspección de cabina.
- 57- Reporte y análisis del grupo de los registros de Mantenimientos.

- 58- Reporte y análisis del grupo de Sistemas.
- 59- Reporte y análisis del grupo de estructuras.
- 60- Reporte y análisis del grupo de motores.
- 61- Reporte y análisis del grupo de videos y fotos.
- 62- Análisis de operaciones y hallazgos.
- 63- Análisis técnicos y hallazgos. Y 64- Reporte del investigador a cargo (INFORME FINAL)