



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**RIESGOS QUÍMICOS EN LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE JET A-1 DEL AVIÓN BOEING  
737 Y SU INFLUENCIA EN ENFERMEDADES PROFESIONALES EN LOS AEROTÉCNICOS  
DEL ALA DE TRANSPORTE No.11 F.A.E.**

Chiluiza Ruiz, Juan Carlos

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y del Comercio

Carrera de Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre

Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo en Ciencias de la Seguridad Mención  
Aérea y Terrestre

Ing. Saavedra Acosta, Galo Roberto

17 de Marzo de 2021



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DEL  
COMERCIO**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA  
Y TERRESTRE**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, **“RIESGOS QUÍMICOS EN LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE JET A-1 DEL AVIÓN BOEING 737 Y SU INFLUENCIA EN ENFERMEDADES PROFESIONALES EN LOS AEROTÉCNICOS DEL ALA DE TRANSPORTE No.11 F.A.E.”** fue realizado por el señor **CHILUIZA RUIZ, JUAN CARLOS**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 17 de Marzo de 2021



Firmado electrónicamente por:  
**GALO ROBERTO  
SAAVEDRA ACOSTA**

---

ING. SAAVEDRA ACOSTA, GALO ROBERTO

**C.C.: 180273111-5**

## REPORTE URKUND



### Urkund Analysis Result

Analysed Document: CHILUIZA RUIZ JUAN CARLOS CAPITULO1-4 (1).docx (D98029302)  
 Submitted: 3/11/2021 9:59:00 PM  
 Submitted By: wsolovacha@espe.edu.ec  
 Significance: 4 %

#### Sources included in the report:

Proyecto Tecnico de Titulacion\_Chimborazo\_Pamela.docx (D77915475)  
 Proyecto Tecnico de Titulacion\_Chimborazo\_Pamela\_Urkund.docx (D78097324)  
 submission.docx (D77940678)  
 PUMALPA LOPEZ JESSIKA JESENYA.docx (D77591077)  
 M4.103\_20201\_1. Como afrontamos las exposiciones a agentes quimicos en el mundo  
 laboral\_13291478.txt (D85748080)  
 TRABAJO DE TTITULACIÓN\_ESPECIALIDAD\_JZM\_URKUND DOS\_OCTUBRE 30 DE 2020.docx  
 (D83335125)  
<https://www.fespugtmadrid.es/wp-content/uploads/2019/02/Agentes-Qu%C3%ADmicos-presentes-en-los-lugares-de-trabajo.-INSHT.pdf>  
<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%25C3%25ADa%2Bt%25C3%25A9cnica%2Bpara%2Bla%2Bevaluaci%25C3%25B3n%2By%2Bprevenci%25C3%25B3n%2Bde%2Blos%2Briesgos%2Brelacionados%2Bcon%2Bagentes%2Bqu%25C3%25ADmicos%2Brelacionados%2Bcon%2Blos%2Blugares%2Bde%2Btrabajo/7ff71954-0742-4cf4-bc30-7a9ffea37429>  
<https://www.slideshare.net/ffdfdfdyyyuuyy/curso-higiene-industrial-univ-de-zaragoza1-copy>  
[https://s550ce47ff3e6e3e1.jimcontent.com/download/version/1300032816/module/5035394864/name/TOMO\\_V\\_ESPECIALIDAD\\_DE\\_HIGIENE.pdf](https://s550ce47ff3e6e3e1.jimcontent.com/download/version/1300032816/module/5035394864/name/TOMO_V_ESPECIALIDAD_DE_HIGIENE.pdf)  
[https://cagunana.jimdo.com/app/download/5035394864/TOMO\\_V\\_ESPECIALIDAD\\_DE\\_HIGIENE.pdf%3Ft%3D1300032816](https://cagunana.jimdo.com/app/download/5035394864/TOMO_V_ESPECIALIDAD_DE_HIGIENE.pdf%3Ft%3D1300032816)

#### Instances where selected sources appear:

21



ING. ROBERTO SAAVEDRA ACOSTA  
 CEDULA. 1802731115



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DEL  
COMERCIO**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA  
Y TERRESTRE**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **CHILUIZA RUIZ, JUAN CARLOS**, con cédula de ciudadanía **1804949749**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“RIESGOS QUÍMICOS EN LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE JET A-1 DEL AVIÓN BOEING 737 Y SU INFLUENCIA EN ENFERMEDADES PROFESIONALES EN LOS AEROTÉCNICOS DEL ALA DE TRANSPORTE No.11 F.A.E.”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas. Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 17 de Marzo de 2021



---

SR. CHILUIZA RUIZ, JUAN CARLOS

**C.C.:** 1804949749



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DEL  
COMERCIO**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA  
Y TERRESTRE**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **CHILUIZA RUIZ, JUAN CARLOS**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía **“RIESGOS QUÍMICOS EN LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE JET A-1 DEL AVIÓN BOEING 737 Y SU INFLUENCIA EN ENFERMEDADES PROFESIONALES EN LOS AEROTÉCNICOS DEL ALA DE TRANSPORTE No.11 F.A.E.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 17 de Marzo de 2021

---

SR. CHILUIZA RUIZ, JUAN CARLOS

**C.C.:** 1804949749

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo primordialmente a Dios por ayudarme en cada logro de la vida y bendecirme con una hermosa familia, de quienes he recibido el mejor apoyo.

A mi madre Patricia quien ha sido mi más grande ejemplo e inspiración para poder cumplir mis metas y sueños a lo largo de mi vida.

A mi padre Hernán quien día a día da su mayor esfuerzo por brindarme la mejor herencia que es el estudio, por sus consejos y carácter firme que me han ayudado a crecer como persona, enmarcando principios y valores.

A mi familia, en especial mis tíos Gonzalo Ruiz y Carmen Chiluiza quienes me han ayudado incondicionalmente en cada una de las situaciones de la vida, a pesar de las dificultades que se nos han presentado a mi familia siempre han estado a nuestro lado brindándonos su apoyo incondicionalmente

Chiluiza Ruiz Juan Carlos

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por cuidarme y bendecirme en cada uno de los momentos de mi vida.

A mis padres por ser aquellas personas que me brindaron el ejemplo latente de sacrificio y superación, forjadores de mi niñez e impulsores en mi juventud, quien me apoyaron incondicionalmente y me dieron el don más preciado que es la vida.

A la universidad de las Fuerzas Armadas por brindarme la oportunidad anhelada de poder estudiar, a mis maestros de carrera quienes impartieron sus conocimientos y experiencias en cada clase dictada, un agradecimiento muy especial a mi tutor Ing. Roberto Saavedra por su apoyo brindado para la culminación de mi proyecto.

Al Grupo Logístico Ala de Transporte N° 11 por brindarme apertura a sus instalaciones y poder realizar mi proyecto técnico.

A mis amigos con quienes compartí cada uno de los momentos de mi vida en el transcurso del periodo académico, quienes me brindaron su más sincera amistad, muchas gracias por cada momento.

A todos, mi más especial agradecimiento

Chiluza Ruiz Juan Carlos

## Tabla de contenidos

Caratula.....	1
Certificación .....	2
Reporte urkund .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenidos .....	8
Índice de tablas .....	11
Índice de figuras .....	13
Resumen .....	15
Abstract.....	16
Tema.....	17
Antecedentes .....	17
Planteamiento del problema .....	18
Justificación .....	19
Objetivos.....	20
<i>Objetivo general.....</i>	<i>20</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>20</i>
Alcance .....	21
Marco teórico .....	22
Fundamentación legal.....	22
<i>Constitución política del ecuador .....</i>	<i>22</i>
<i>Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo .....</i>	<i>22</i>
<i>Reglamento de seguridad industrial decreto ejecutivo 2393.....</i>	<i>23</i>



<i>Reglamento del seguro general de riesgos de trabajo</i> .....	23
<i>Dirección general de aviación civil</i> .....	24
<b>Fundamentación teórica</b> .....	24
<i>Riesgo laboral</i> .....	24
<i>Gestión de riesgo laboral</i> .....	24
<i>Factores de riesgos laborales</i> .....	24
<i>Riesgo químico</i> .....	25
<b>Químicos peligrosos</b> .....	27
<i>Límites de exposición</i> .....	29
<i>Accidentes de trabajo</i> .....	30
<b>Combustible de aviación</b> .....	31
<i>Combustible jet a-1</i> .....	31
<i>Composición del jet a-1</i> .....	31
<i>Tanques de combustible</i> .....	32
<i>Riesgos generales en el mantenimiento de tanques de combustible</i> .....	33
<b>Efectos en la salud producidos por la emisión de gases del combustible</b> .....	35
<i>Equipos de protección</i> .....	39
<b>Salud ocupacional</b> .....	41
<i>Vigilancia a la salud</i> .....	41
<i>Enfermedades profesionales</i> .....	42
<b>Desarrollo</b> .....	43
Generalidades de la empresa.....	43
Reseña histórica del Ala de Transporte N° 11 .....	44
Estructura orgánica del Ala de Transporte Nro. 11 .....	46
<i>Cantidad de la población</i> .....	47
<b>Descripción de la aeronave Boeing 737</b> .....	47

<b>Metodología</b> .....	<b>48</b>
<i>Descripción del proceso de mantenimiento de una aeronave</i> .....	<b>48</b>
<i>Desarrollo del proyecto</i> .....	<b>49</b>
<i>Descripción del método</i> .....	<b>49</b>
<b>Técnicas de muestreo</b> .....	<b>51</b>
<b>Valores de referencia</b> .....	<b>53</b>
<b>Tasa de riesgos y morbilidad</b> .....	<b>66</b>
<b>Encuesta aplicada a los aerotécnicos</b> .....	<b>69</b>
<b>Análisis costo beneficio</b> .....	<b>84</b>
<b>Elaboración del programa de prevención en riesgos químicos</b> .....	<b>87</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>89</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>89</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>90</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>93</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>102</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Efectos producidos por el combustible Jet a-1</i> .....	36
<b>Tabla 2</b> <i>Efectos del benceno en el cuerpo humano</i> .....	36
<b>Tabla 3</b> <i>Efectos del tolueno en el cuerpo humano</i> .....	37
<b>Tabla 4</b> <i>Efectos del xileno en el cuerpo humano</i> .....	38
<b>Tabla 5</b> <i>Enfermedades comunes producida por hidrocarburos alifáticos alcanos</i> .....	39
<b>Tabla 6</b> <i>Número de trabajadores del grupo logístico 112</i> .....	47
<b>Tabla 7</b> <i>Características del avión Boeing 737-400</i> .....	47
<b>Tabla 8</b> <i>Equipos de medición</i> .....	49
<b>Tabla 9</b> <i>Primera muestra / aerotécnico</i> .....	54
<b>Tabla 10</b> <i>Resultados de la primera muestra</i> .....	55
<b>Tabla 11</b> <i>Segunda muestra / tanque de combustible derecho</i> .....	57
<b>Tabla 12</b> <i>Resultados de la segunda muestra</i> .....	58
<b>Tabla 13</b> <i>Resultados de la tercera muestra</i> .....	59
<b>Tabla 14</b> <i>Resumen general de los resultados de las mediciones</i> .....	61
<b>Tabla 15</b> <i>Resultados de la cuarta muestra</i> .....	64
<b>Tabla 16</b> <i>Entrevista a aerotécnico encargado del mantenimiento</i> .....	68
<b>Tabla 17</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 1</i> .....	69
<b>Tabla 18</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 2</i> .....	70
<b>Tabla 19</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 3</i> .....	71
<b>Tabla 20</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 4</i> .....	72
<b>Tabla 21</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 5</i> .....	73
<b>Tabla 22</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 6</i> .....	75
<b>Tabla 23</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 7</i> .....	76
<b>Tabla 24</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 8</i> .....	77
<b>Tabla 25</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 9</i> .....	78

<b>Tabla 26</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 10</i> .....	79
<b>Tabla 27</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 11</i> .....	80
<b>Tabla 28</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 12</i> .....	81
<b>Tabla 29</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 13</i> .....	82
<b>Tabla 30</b> <i>Resultado de encuesta pregunta N° 14</i> .....	83
<b>Tabla 31</b> <i>Inversión para el programa</i> .....	84
<b>Tabla 32</b> <i>Costo de enfermedad producida o muerte</i> .....	85
<b>Tabla 33</b> <i>Análisis de costo</i> .....	86

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Tanques de combustible de una aeronave</i> .....	33
<b>Figura 2</b> <i>Clasificación de riesgos del combustible jet a-1</i> .....	34
<b>Figura 3</b> <i>Diagrama nfpa</i> .....	35
<b>Figura 4</b> <i>Vías de ingreso de un contaminante químico</i> .....	35
<b>Figura 5</b> <i>Equipos de protección para el mantenimiento de tanques de combustible</i> .....	41
<b>Figura 6</b> <i>Ubicación geográfica del Ala de Transporte N° 11</i> .....	44
<b>Figura 7</b> <i>Aeronave boeing 737</i> .....	48
<b>Figura 8</b> <i>Tuff 4 plus</i> .....	50
<b>Figura 9</b> <i>Cromatografía de gases</i> .....	51
<b>Figura 10</b> <i>Tubo de carbón activo</i> .....	52
<b>Figura 11</b> <i>Procedimiento del equipo para toma de muestra</i> .....	53
<b>Figura 12</b> <i>Técnicos de mantenimiento</i> .....	54
<b>Figura 13</b> <i>Diagrama primera muestra / aerotécnico</i> .....	56
<b>Figura 14</b> <i>Tanque de combustible ubicado en ala derecha</i> .....	57
<b>Figura 15</b> <i>Diagrama segunda muestra / tanque ala derecha</i> .....	58
<b>Figura 16</b> <i>Tanque de combustible ubicado en ala izquierda</i> .....	59
<b>Figura 17</b> <i>Diagrama tercera muestra / tanque ala izquierda</i> .....	60
<b>Figura 18</b> <i>Resumen general de las mediciones</i> .....	61
<b>Figura 19</b> <i>Actividad de abastecimiento de combustible</i> .....	63
<b>Figura 20</b> <i>Diagrama cuarta muestra abastecimiento</i> .....	64
<b>Figura 21</b> <i>Índice de tiempo y resultados en las toma de muestra</i> .....	66
<b>Figura 22</b> <i>Tasa de riesgos</i> .....	67
<b>Figura 23</b> <i>Tasa de morbilidad</i> .....	67
<b>Figura 24</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°1</i> .....	70
<b>Figura 25</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°2</i> .....	71

<b>Figura 26</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°3</i> .....	72
<b>Figura 27</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°4</i> .....	73
<b>Figura 28</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°5</i> .....	74
<b>Figura 29</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°6</i> .....	75
<b>Figura 30</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°7</i> .....	76
<b>Figura 31</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°8</i> .....	77
<b>Figura 32</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°9</i> .....	78
<b>Figura 33</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°10</i> .....	79
<b>Figura 34</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°11</i> .....	81
<b>Figura 35</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°12</i> .....	82
<b>Figura 36</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°13</i> .....	83
<b>Figura 37</b> <i>Porcentaje de resultado pregunta N°14</i> .....	84
<b>Figura 38</b> <i>Análisis costo beneficio</i> .....	86

## RESUMEN

En el presente proyecto se realizó la evaluación de riesgos químicos en los tanques de combustible Jet A-1 del avión Boeing 737 y su influencia en enfermedades profesionales en los aerotécnicos del Ala de Transporte N° 11 F.A.E, mediante un enfoque cualitativo y cuantitativo, modalidad de investigación bibliográfica y de campo, y así mismo la utilización de instrumentos para la medición de gases del combustible por el método de cromatografía de gases, en donde se identificó las cantidades de concentración de emisión de los gases dentro de los tanques de combustible Jet A-1 al momento de realizar su respectivo mantenimiento. Para identificar las repercusiones que conlleva el manejo de este compuesto químico o en contacto con el mismo, dando a conocer las posibles enfermedades que pueden presentarse en los aerotécnicos de mantenimiento que laboren en el área de tanques de combustible y a sus alrededores. Esto con la finalidad de proveer un estudio que indique a que gases están expuestos los aerotécnicos, y que posibles riesgos o enfermedades pueden ocurrir en la manipulación o contacto con el combustible Jet A-1. Así evitar a futuro incidentes, accidentes o enfermedades profesionales graves o irreversibles, a los aerotécnicos de mantenimiento de una aeronave, en especial en los tanques de combustible

Palabras clave:

- **RIESGO QUÍMICO**
- **ENFERMEDADES PROFESIONALES**
- **GASES DE COMBUSTIBLE**
- **MANTENIMIENTO DE TANQUES DE COMBUSTIBLE**
- **COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES**

## **ABSTRACT**

The present research focus in the evaluation of chemical risks in the Jet A-1 fuel tanks of the Boeing 737 aircraft and their influence on occupational diseases in the aeronautical technicians of the Transport Wing No. 11 F.A. E, was carried out by means of a qualitative and quantitative approach, bibliographic and field research modality. E, through a qualitative and quantitative approach, bibliographic and field research modality, and also the use of instruments for the measurement of fuel gases by the gas chromatography method, where the amounts of gas emission concentration inside the Jet A-1 fuel tanks at the time of performing their respective maintenance were identified, to identify the repercussions of handling this chemical compound or in contact with it; making known the possible diseases that may occur in maintenance aero technicians working in the area of fuel tanks and its surroundings. This with the purpose of providing a study that indicates the gases to which the aircrews are exposed and the possible risks or diseases that may occur in the handling or contact with Jet A-1 fuel. In order to prevent future incidents, accidents or serious or irreversible occupational illnesses for aircraft maintenance technicians, especially in the fuel tanks.

Key words:

- **CHEMICAL RISK**
- **OCCUPATIONAL ILLNESSES**
- **FUEL GASES**
- **FUEL TANK MAINTENANCE**
- **VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS**



## CAPÍTULO I

### TEMA

#### 1.1 Antecedentes

En los últimos años se ha producido un incremento en el campo de los transportes, los cuales requieren combustibles, que comúnmente son compuestos derivados de hidrocarburos; Estos combustibles no tienen ningún tipo de control frente a las de emisiones contaminantes que afectan tanto a la salud de las personas, al igual que al medio ambiente. Entre esos medios de transporte se encuentran las aeronaves, que actualmente requieren una gran cantidad de combustible; por lo tanto, al haber mayor uso de combustibles en motores de aviones se producen grandes cantidades de gases nocivos en el ambiente, y con respecto al mantenimiento de los tanques de combustible de una aeronave, existe grandes emisiones de gases al abrir dichos tanques.

(Machado E. T., 2019) En su trabajo de grado titulado “compuestos orgánicos volátiles en la zona de abastecimiento del combustible del Grupo Aéreo No.45 Pastaza”, considera que, “el área de abastecimiento de combustible no es óptima y que el índice de morbilidad determinará la frecuencia de que ocurra una enfermedad, generando enfermedades de tipo rinitis al 100%; afectaciones como faringitis al 93,3%, conjuntivitis al 80% e insuficiencia renal en un 66,67%”.

Según la empresa RAE Systems destinada a la fabricación de instrumentos de medición de todo tipo, en su artículo “entrada a tanques en las alas de los aviones” nos da a conocer que el combustible Jet A-1 por ser uno de los combustibles de mayor utilización en la transportación aérea, tiene fundamental importancia tanto por el cuidado que se debe dar en sus especificaciones técnicas y esencialmente en la

seguridad para las personas que manipulan o están expuestos a esta clase de combustibles (RAE Systems by Honeywell, 2004)

La finalidad de una medición de las emisiones de gases en los tanques del combustible Jet A-1 en la aeronave Boeing 737, es evaluar los riesgos producidos por los gases concentrados, dadas al momento del mantenimiento de la aeronave, y a su vez evitar enfermedades profesionales, accidentes o incidentes, garantizando una atmósfera segura para la entrada de los aerotécnicos a los tanques de combustible, y a su vez evitando pérdidas económicas al establecimiento debido a que se pueden producir atmósferas explosivas, tomando en referencia que el Ala de Transporte No. 11 cuenta con un Hangar de mantenimiento de las aeronaves y bodegas donde se almacena herramientas y productos necesarios para el respectivo mantenimiento.

## **1.2 Planteamiento del problema**

El Ala de Transporte No. 11 F.A.E, es una institución del Estado Ecuatoriano, el cual realiza trabajos de mantenimiento aeronáutico, el transporte de tropas a la frontera norte, transporte aéreo sanitario, evacuaciones aéreas de población, vuelos logísticos y de integración en beneficio del personal y de la comunidad civil, establecido actualmente en la ciudad de Latacunga; cuenta con personal militar altamente capacitado para realizar labores de mantenimiento de motores y fuselaje de aeronaves correspondientes a la Fuerza Aérea Ecuatoriana, dicha Base Aérea por ser perteneciente a labores aeronáuticas está bajo las leyes estipuladas por la Organización de Aviación Civil Internacional (O.A.C.I.)

En las tareas de mantenimiento se realiza el abastecimiento de combustible y mantenimiento de los tanques de combustible, y tareas varias según lo indicado en las tarjeta de inspección o mantenimiento (task card); pero no se ha desarrollado estudios

para identificar claramente las consecuencias a la exposición de las emisiones de gases del combustible Jet A-1, siendo este un químico que ha presentado problemas en la salud de varios operadores donde realizan actividades en contacto con el combustible de aviación, entre ellos se cree que por exposición directa y prolongada al combustible, el cual puede generar o producir distintas enfermedades en los aerotécnicos.

El combustible Jet A-1 ha presentado riesgos para la salud humana por diferentes medios o vías de ingreso, como es el caso de la aspiración por los pulmones el cual puede causar neumonía química que puede llegar a causar incluso la muerte, al igual que el contacto prolongado o repetitivo que puede causar resequedad en la piel, irritación en garganta y ojos. Una exposición prolongada a vapores o nieblas en concentraciones superiores al valor límite de exposición, puede causar dolor de cabeza, vértigo, náuseas, irritación de los ojos, sequedad en la garganta, asfixia, y en ocasiones puede ocasionar desmayos (PETROECUADOR, 2007).

### **1.3 Justificación**

La evaluación de las emisiones de gases emitidos en los tanques de combustible Jet A-1 es de vital importancia para la industria aeronáutica, resaltando las actividades que se realizan tales como el mantenimiento de la aeronave; es fundamental que el personal técnico encargado de la inspección y mantenimiento de una aeronave pueda contar con un estudio y medición de los gases emitidos por el combustible Jet A-1, el cual ayudará a adquirir conocimientos básicos e indispensables para determinar de qué manera la exposición al combustible Jet A-1 o sus emisiones de gases afecta a la salud de los aerotécnicos que laboran en las tareas de mantenimiento.

Los beneficiarios del presente proyecto son los aerotécnicos de mantenimiento de la aeronave en especial los aerotécnicos encargados del área de los tanques de combustible del Ala de Transporte No.11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, y lectores que se vean interesados como fuente de consulta para futuros trabajos de grado.

Mediante la correcta evaluación de los gases emitidos en los tanques de combustible Jet A-1, la respectiva identificación de los valores límites permisibles y la capacitación al personal técnico de mantenimiento, la organización podrá tomar una iniciativa y a la vez comprometerse a garantizar la seguridad de los aerotécnicos al momento de realizar el mantenimiento de la aeronave.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar los riesgos químicos en los tanques de combustible Jet A-1 del avión Boeing 737 y su influencia en enfermedades profesionales en los aerotécnicos del Ala de Transporte No.11 F.A.E

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar las emisiones de vapores emitidos en los tanques del combustible Jet A-1 de la aeronave Boeing 737, durante su respectivo mantenimiento, mediante un detector de gases con sensores de fotoionización.
- Determinar los principales efectos a la salud de los aerotécnicos expuestos a los peligros del combustible Jet A-1 acorde a las estadísticas de las historias clínicas de los trabajadores del área de mantenimiento del Ala de Transporte No.11 F.A.E

- Elaborar un programa de prevención en riesgos químicos con el objetivo de dar a conocer los posibles riesgos y enfermedades que se pueden producir durante el mantenimiento de tanques de combustible Jet A-1 de la aeronave Boeing 737 en el Ala de Transporte No.11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

### **1.5 Alcance**

El propósito de la presente evaluación de gases emitidos en los tanques de combustible Jet A-1 de la aeronave Boeing 737, implica proporcionar a la organización una correcta orientación de los valores límites permisibles para el desarrollo seguro de las actividades en el mantenimiento de los tanques de combustible, o en inspecciones varias; dando a conocer los gases a los cuales están expuestos los aerotécnicos y a su vez los riesgos para la salud al momento de operar en dichos tanques; por lo cual se elaborará un programa de prevención en riesgos químicos que ayudará a la organización a conocer los posibles riesgos y enfermedades que se pueden producir durante el mantenimiento de tanques de combustible, evitando futuras situaciones de riesgos, accidentes o enfermedades profesionales.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Fundamentación Legal**

El presente trabajo investigativo conlleva hacer un análisis de las normas que regulan la prevención de riesgos de los trabajadores en las empresas basándose en legislaciones internas y externas de Seguridad y Salud en el Trabajo en la República del Ecuador, además, se enmarcando normativas aplicables en la Aviación tales como la O.A.C.I, Dirección General de Aviación Civil, y manuales de mantenimiento de aeronaves.

##### ***2.1.1 Constitución Política del Ecuador***

En la (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008, última modificación 2011) el Art. 326, numeral 5, deduce que, “Todas personas poseerá el derecho de desarrollarse en un ambiente laboral apropiado y favorable a las actividades, que garanticen la seguridad, higiene, salud e integridad de los trabajadores”. (p.112)

##### ***2.1.2 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo***

En la Decisión (2004), de la Comunidad Andina de Naciones establece que dentro de los capítulos se establece los entornos y ambientes de trabajo como establece el Art. 1, literal h donde aducen que, “los ambientes de trabajo son aquellos elementos, agentes o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores”. (p. 8)

### **2.1.3 Reglamento de seguridad industrial Decreto Ejecutivo 2393**

**Art. 64.** SUSTANCIAS CORROSIVAS, IRRITANTES Y TÓXICAS. - EXPOSICIONES PERMITIDAS. – es aquel lugar donde el trabajador manipula, trasporta y puede almacenar las sustancias químicas considerando que estas no deben pasar su límite permisible establecido en las fichas de seguridad (MSDS). (DECRETO EJECUTIVO 2393, 1986)

**Art. 65.** SUSTANCIAS CORROSIVAS, IRRITANTES Y TÓXICAS. - NORMAS DE CONTROL. Se hace énfasis al literal 1 considerando que, “La combinación de dos o más sustancias químicas generan concentraciones que pueden o no generar contaminación al entorno laboral siendo este de análisis en base a los límites permisibles establecidos por el Comité Interinstitucional, se sugiere que se apliquen los métodos y técnicas que generalicen el control que se debe especificar, actuando preferentemente sobre las fuentes de emisión. Si esto no fuese posible o eficiente se modificarán las condiciones ambientales; así también se procederá a la protección personal del trabajador si los métodos son deficientes” (DECRETO EJECUTIVO 2393, 1986).

### **2.1.4 Reglamento del Seguro General de Riesgos de Trabajo**

De la (Resolución No. C.D. 513, 2011), transcribe a los diferentes factores de riesgo que ocasionan enfermedades ocupacionales o profesionales, considerándose que, “El factor de riesgo en específico que mantiene un proceso influyente asociados a los diferentes agentes de riesgos de las enfermedades ocupacionales, que generaran deterioro en la salud dichos factores de riesgos que se asocian son: físico, químicos, biológicos, ergonómicos, y psicosocial”. (p. 45)

### **2.1.5 Dirección General de Aviación Civil**

En el Reglamento de Seguridad y Salud en los Trabajadores creado por la (DGAC, 2013), en el Art. 11 Responsabilidades y Prevención afirma que, “todas las actividades inherentes a la Seguridad y Salud del Trabajo, en la prevención de riesgos, objetivos y responsabilidades, comprenden en forma primordial a todos los jefes y supervisores, manteniendo como elementos técnicos a la Unidad de Seguridad y Salud y al Servicio Médico y apoyo al Comité de Seguridad y Salud”.

## **2.2 Fundamentación teórica**

### **2.2.1 Riesgo Laboral**

El riesgo laboral es la probabilidad de que un trabajador sufra algún daño o enfermedad, ya sea por escasez de equipos, vestimenta no adecuada, falta de información, actos o condiciones inseguras, y tomando en cuenta las faltas graves, las cuales puede llegar a causar incluso la muerte para el trabajador, o daños económicos (INSST, Seguridad en el Trabajo, 2011).

### **2.2.2 Gestión de Riesgo Laboral**

Según la norma (OHSAS, 2007), define gestión como, “las actividades coordinadas para dirigir y controlar una actividad u organización, en base al enfoque de gestión y relacionado con los riesgos laborales”, a su vez la norma define la gestión de riesgo como, “una aplicación sistémica de políticas, procedimientos y prácticas de gestión para analizar, valorar y evaluar los riesgos”.

### **2.2.3 Factores de riesgos laborales**

(Restrepo, 2016) En su artículo define el factor de riesgo como, “aquel fenómeno, elemento o acción de naturaleza física, química, orgánica, psicológica o



social, que por su presencia o ausencia se relaciona con la aparición en determinadas personas y condiciones de lugar y tiempo de eventos traumáticos con efectos en la salud del trabajador de tipo accidente, o no traumático con efectos crónicos, o tipo enfermedad ocupacional”. Es decir que los riesgos establecen las posibilidades de ocurrencia de un accidente o una enfermedad profesional, en consecuencia, los diferentes factores ocasionan peligros en función de las circunstancias desencadenantes, en consecuencia, de lo necesario con forme a lo ocurrente en los lugares de trabajo y en los diferentes factores detallados a continuación:

- Factores físicos
- Factores químicos
- Factores biológicos
- Factores ergonómicos
- Factores individuales
- Factores físico – químicos
- Factores mecánicos y eléctricos
- Factores generales
- Factores humanos

#### **2.2.4 Riesgo Químico**

El Riesgo Químico es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño, este derivado de la exposición a un agente químico. Por ende, para cuantificar los riesgos se valoriza las probabilidades de que se produzcan los daños y la severidad que lo produzca el mismo, según de qué producto se trate; las consecuencias del riesgo pueden originar problemas en la salud de los trabajadores y la comunidad, y daños permanentes en el medio natural. (INSST, Evaluación de Riesgos Químicos, 2014)

### **Incidencia del factor químico**

Un factor químico es conocido como el conjunto de elementos que pueden estar presentes en las condiciones de trabajo, por el manejo o exposición a elementos químicos, los cuales pueden producir algún riesgo o enfermedad en el trabajador. Las dos clasificaciones de la incidencia del Factor Químico son:

- De acuerdo a la forma en cómo se presenta la sustancia
  - Aerosoles: partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire.
  - Humos: partículas sólidas.
  - Neblinas: partículas líquidas.
  - Polvos: partículas en manipulación de un sólido.
  - Líquidos: contacto directo o por vapor.
  - Gaseosos: gases y vapores con cantidad de dispersión.
- De acuerdo con el efecto que producen las sustancias en el organismo
  - Irritantes: gases lacrimógenos, cloro, irritación.
  - Asfixiantes: efectos sobre el ambiente.
  - Anestésicos y Narcóticos: actúan sobre el sistema nervioso.
  - Efectos sistémicos: afectan cualquier sistema del organismo
  - Productores de cáncer: anilina, caucho, asbesto.
  - Productores de Neumoconiosis: sílice, asbesto, algodón, talco.

### **Efectos producidos por sustancias químicas peligrosas**

Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) (2004) , define los siguientes efectos producidos por las sustancias químicas:

- Directos: La exposición a sustancias químicas puede causar efectos en el punto de contacto. Estos se denominan efectos directos e incluyen resequedad o pérdida de los aceites naturales de la piel, irritación, corrosión, cambios en la pigmentación, cloracné y cáncer de piel.
- Sistémicos: Las sustancias químicas pueden ingresar al cuerpo y causar problemas de salud en alguna otra parte del cuerpo. Estos se denominan efectos sistémicos o generalizados y pueden afectar un órgano específico o todo un aparato o sistema.
- Sensibilización: Las sustancias químicas pueden causar un efecto de sensibilización, cuando una persona se vuelve inusualmente sensible a cualquier sustancia o grupo de sustancias químicas. A partir de entonces, la exposición a la sustancia, aunque sea mínima, podrá causar una reacción alérgica. La única manera de enfrentar este problema es prevenir nuevas exposiciones o contactos con la sustancia. Los efectos de sensibilización pueden ser dermatitis de contacto alérgico y sensibilización de las vías respiratorias.
- Combinados: La exposición a sustancias químicas puede causar efectos múltiples en la salud de la persona que están expuestas.

### **2.3 Químicos peligrosos**

Las sustancias químicas consideradas como prioritarias y peligrosas según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo son: benceno, tolueno, etilbenceno, xileno, e Hidrocarburos alifáticos alcanos, dichas sustancias pueden llegar a causar enfermedades profesionales irreversibles.

### **Benceno**

El benceno también conocido como “Benzol”, es un hidrocarburo incoloro, tóxico e inflamable, el benceno es utilizado en la fabricación de explosivos y colorantes, no debe confundirse con la bencina (INSST, 1992).

### **Tolueno**

El tolueno es un químico que integra la familia de hidrocarburos aromáticos, este químico se absorbe en el organismo a través de las vías respiratorias y, en menor proporción a través de la piel o vía dérmica (INSST, ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, 1992).

### **Xileno**

El xileno es un líquido de olor dulce e incoloro, la exposición prolongada a este químico sobrepasando los límites permisibles, llega a provocar alteraciones en diferentes órganos, e inclusive afectando el sistema nervioso central; dentro de los síntomas se encuentra las fatigas, los mareos, las sensaciones de borrachera, los temblores, los vómitos y las náuseas (INSST, ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, 1992).

### **Hidrocarburos Alifáticos**

Son compuestos que están formados por átomos de carbono e hidrógeno, formando cadenas abiertas o cerradas, estos compuestos son utilizados como disolventes, pues pueden disolver sustancias aceitosas, grasas, resinas, o incluso caucho. Los Hidrocarburos alifáticos pueden causar lesiones o enfermedades tales como: trastornos mentales derivados de lesión y disfunción cerebral y de enfermedad

física, mareos, dolor de cabeza, náuseas, irritación en vías respiratorias, etc. (López, 2019)

### **2.3.1 Límites de exposición**

Los Límites de Exposición Profesional son valores tomados como referencias acordes a las evaluaciones, controles y seguimientos de los riesgos propios a las exposiciones, primordialmente por la inhalación de los agentes químicos consecuentes y presentes en el ambiente laboral (ISTAS, 2010).

En el presente documento se consideró los Límites de Exposición Profesional de los valores límite ambiental (VLA), y así también, complementándose a los indicadores de la exposición, y los Valores Límite Biológicos (VLB). Estos límites están estipulados en la norma INSST Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos (INSST, 2019).

#### **La exposición diaria (ED)**

“Se la considera como la concentración en los agentes químicos en las zonas o áreas de respiración de los trabajadores, considerando los controles bajo las medidas, o formulas calculadas de manera ponderada con respecto al tiempo, para las jornadas laborales reales y referidas a las jornadas estandarizadas de ocho horas diarias” (INSST, 2019).

$$ED = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot t_i)}{8}$$

Donde:

Ci: Es la concentración

Ti: Es el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor Ci

### **Las exposiciones de corta duración (EC)**

“Las concentraciones de exposición ante agentes químicos en las diferentes zonas de trabajo se enfoca a la respiración del trabajador bajo las medidas establecida en cualquier período de 15 minutos a lo largo de las jornadas laborales, excluido los agentes químicos que se especifiquen en un período de referencia inferior, establecida en la lista de Valores Límite” (INSST, 2019).

$$ED = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot t_i)}{15}$$

Donde:

Ci: Es la concentración dentro de cada periodo de 15 minutos

Ti: Es el tiempo de exposición, en minutos, asociado a cada valor Ci

### **2.3.2 Accidentes de Trabajo**

“Un accidente de trabajo es toda lesión física o corporal que los trabajadores sufren por ocasiones o por consecuencias del trabajo que se realice” (Instituto Sindical de Trabajo, 1996).

El Reglamento del Seguro General de Riesgo de Trabajo, (Resolución No. C.D. 513, 2011), define a un accidente de trabajo como, “todo suceso imprevisto y repentino que sobrevenga por causa, consecuencia o con consecución del trabajo producido por las actividades laborales relacionadas con los puestos de trabajo, que ocasionen en el afiliado lesiones corporales o perturbaciones funcionales, incapacidad, o la muerte inmediata o posterior del mismo”. (p. 65)

Existen varios factores para ser considerados como accidentes de trabajo dadas a conocer en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, calificados como accidentes de trabajo y accidentes que no son considerados de trabajo. (Ver anexo A)

## **2.4. Combustible de Aviación**

El combustible de avión o conocido también como combustible de turbina de aviación identificado con sus abreviaturas (ATF), este combustible es diseñado exclusivamente para el uso aeronáutico, es decir para motores de turbinas de gas. Los combustibles más utilizados en aviación comercial son los combustibles Jet A y Jet A-1, elaborados y producidos bajo unas especificaciones internacionales estandarizadas (Euclides, 2015).

### **2.4.1 Combustible Jet A-1**

El combustible Jet A-1 es un destilado de petróleo, siendo así una mezcla de hidrocarburos parafínicos, cicloparafínicos, aromáticos y olefínicos, es el combustible utilizado en motores a reacción en un intervalo de 8 moléculas de carbono a 16 moléculas de carbono. También pueden contener los siguientes aditivos: antioxidantes, desactivadores metálicos, disipadores de corriente estática, inhibidores de corrosión (Shell España, 2018).

### **2.4.2 Composición del Jet A-1**

“El combustible Jet A-1 es de naturaleza hidrocarbonada, está constituido por una mezcla diferentes tipos de hidrocarburos, también se compone de Carbono e Hidrógeno con un pequeño porcentaje de otros elementos como el Azufre, Nitrógeno y metales; en actividades de refinado, se transforma el crudo de petróleo en productos de

mayor valor añadido, siendo uno de ellos los combustibles de aeronaves” (Repsol, 2011).

El combustible Jet A-1 es una mezcla de hidrocarburos que van desde C8 (átomos de carbono) hasta C16, en la fabricación del queroseno utilizan:

- Fracciones primarias de la destilación del crudo
- Fracciones primarias hidrotratadas (eliminación del azufre)
- Fracciones de conversión (FCC, Visbreaking, etc.)

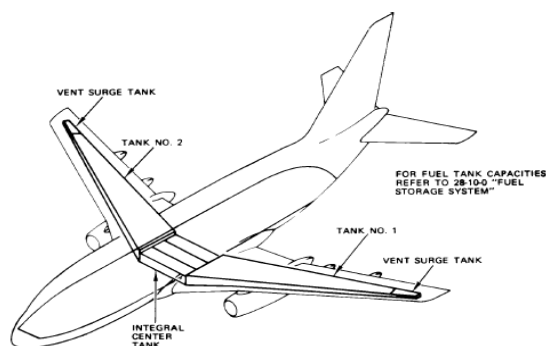
#### ***2.4.3 Tanques de combustible***

La forma del ala de una aeronave tiene estructuras que le otorgan su forma, estas estructuras dejan espacios vacíos y libres, convirtiéndose en el lugar indicado y apropiado para ubicar un tanque de combustible. Cada aeronave contiene su propio sistema para el número de depósitos o tanques y la capacidad, en este caso el Boeing 737 tiene la capacidad de presentar tres tanques de combustibles ubicados en las alas y en la parte inferior del fuselaje del avión; en vista que los tanques de combustible contienen demasiado volumen, es necesario almacenarlo en espacios no útiles dejando libres los espacios que pueden ser destinados para otras actividades como el equipaje y la carga. (LARENAS, 2019)



## Figura 1

Tanques de combustible de una aeronave



*Nota:* Esta figura indica la ubicación de los tanques de combustible de la aeronave Boeing 737.

Tomado de (MAINTENANCE MANUAL BOEING 737, 2017)

### **2.4.4 Riesgos generales en el mantenimiento de tanques de combustible**

La empresa Boeing está obligada a tener un programa de entrada a espacios confinados. Este programa ha sido establecido para controlar la entrada en espacios confinados y proteger la seguridad y salud de las personas que entran en los depósitos de combustible y otras áreas cerradas. Los requisitos importantes del programa incluyen:

- Colocación de identificación y la señal de peligro
- Comunicación - observador con personas dentro de espacios confinados
- Requisitos de permiso de entrada
- Procedimientos previos a la entrada
- Procedimientos de Entrada
- Servicio de Emergencia y Rescate
- Cierre del depósito de combustible
- Formación

Los vapores pueden llegar a formar mezclas explosivas con el aire, o pueden viajar a una fuente de ignición y regresar en llamas. El vapor más pesado se propaga por el suelo, lo cual puede producir una ignición en un lugar alejado del punto de emisión. Algunos productos de combustión pueden ser peligrosos, los cuales pueden contener monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos sin quemar (PEMEX, 2015).

## Figura 2

Clasificación de riesgos del combustible Jet A-1

CLASIFICACION DE RIESGOS		
	HMIS	NFPA
Riesgo para la Salud *	2	0
Riesgo de Incendio	2	2
Reactividad	0	0
* = Riesgo Crónico para la Salud		

*Nota: en esta imagen detalla la clasificación del riesgo en base a la norma NFPA del combustible Jet A-1. Tomado de (HOJA DE SEGURIDAD – MSDS – DIESEL 2, 2007)*

Figura 3

Diagrama NFPA



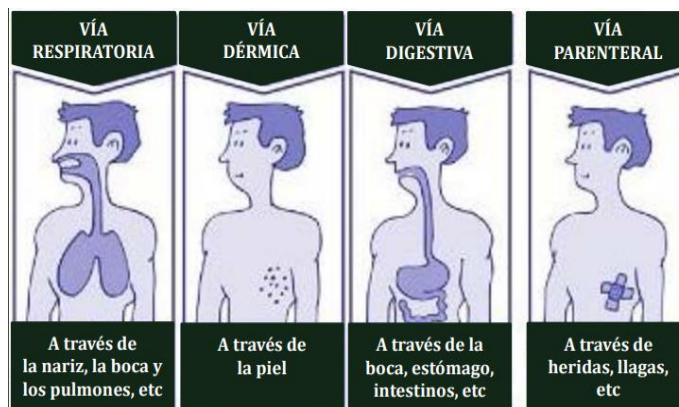
Nota: se observa las diferentes aéreas de los factores de riesgo. Tomado de (NFPA 704, 2012)

## 2.5 Efectos en la salud producidos por la emisión de gases del combustible

Existe un sinnúmero de gases emitidos por el combustible Jet A-1 los cuales pueden ser perjudiciales para la salud humana sean estos en un solo conjunto de gases, como a su vez pueden presentarse de manera individual y separada. Para este estudio se tomó en cuenta los efectos producidos por el combustible general, los gases benceno, tolueno, xileno, e Hidrocarburos alifáticos, y sus vías de ingreso como lo indica la siguiente figura.

Figura 4

Vías de ingreso de un contaminante químico



*Nota: Esta figura muestra las vías de ingreso de un contaminante químico. (Zamora, 2016)*

## Combustible Jet A-1

**Tabla 1**

Efectos producidos por el combustible Jet A-1

EFECTOS EN LA SALUD POR INHALACIÓN	
Exposición Breve	Exposición prolongada
Las exposiciones cortas a concentraciones muy altas (10.000 – 20.000 ppm) pueden causar la muerte.	La exposición prolongada a concentraciones de vapores superiores al permisible, pueden causar: aturdimiento, dolor de cabeza, vértigo, náuseas, irritación de los ojos y vías respiratorias altas, anomalías cardíacas, convulsiones, asfixia, inconsciencia e incluso la muerte
CONTACTO CON LOS OJOS / PIEL	
JET A-1	Sensación de severas quemaduras ocasionando irritación temporal e inflamación de los párpados. El contacto prolongado y repetido puede reseca la piel originando dermatitis. La exposición del líquido causa irritación y quemaduras, y puede ocasionar ampollas.
INGESTIÓN	
Causa irritación en las membranas de la mucosa de la garganta, esófago, y del estómago produciendo náuseas y vómitos.	
EFECTOS CRÓNICOS	
Puede ocurrir una depresión en el Sistema Nervioso Central. En condiciones normales de utilización no se espera que la presencia de estos productos pueda presentar peligros toxicológicos.	

*Nota: Esta tabla muestra las enfermedades producidas al cuerpo humano, por el contacto o por emisión de gases a causa del el combustible Jet A.-1. Tomado de (PETROECUADOR, 2007)*

## Benceno

**Tabla 2**

Efectos del Benceno en el cuerpo humano

EFECTOS EN LA SALUD POR INHALACIÓN	
Exposición Breve	Exposición prolongada
Las exposiciones cortas a las concentraciones muy altas (10.000 – 20.000 ppm) puede causar la muerte.	Bajo nivel de Benceno (700 – 3.000 ppm) en una exposición larga alcanzan la provocación de somnolencia, incrementos del ritmo cardiaco, mareos, temblores, dolores de cabeza, confusiones e inconsciencias.
BENCENO	

EFECTOS EN LA SALUD	
CONTACTO CON LOS OJOS / PIEL	
El contacto directo con el Benceno en los ojos causa irritaciones generales y daños en la córnea	
La generación de úlceras y enrojecimiento de la piel cutánea	
INGESTIÓN	
Puede causar somnolencias, convulsiones, vómitos, irritaciones estomacales, mareos, el incremento del ritmo cardíaco, e incluso la muerte.	
EFECTOS CRÓNICOS	
Las exposiciones crónicas de Benceno en el ambiente pueden causar cáncer de los órganos productores en la sangre; a esta condición se le considera leucemia.	
Así también, se produce anomalías neurológicas, de los efectos tóxicos en el sistema nervioso, que involucra a los nervios secundarios o la columna vertebral.	

*Nota:* Esta tabla muestra las enfermedades producidas al cuerpo humano, por el contacto o por emisión de gases a causa del Benceno.

## Tolueno

### Tabla 3

Efectos del Tolueno en el cuerpo humano

EFECTOS EN LA SALUD	
POR INHALACIÓN	
Exposición Breve	Exposición prolongada
Las exposiciones de 200 ppm por 8 horas presentan debilidad, confusiones, fatigas, lacrimación e irritaciones musculares	A 600 – 800 ppm por 8 horas se presentan dolores de cabeza, mareos, dilatación de pupilas, náuseas, euforias, fatiga muscular e insomnio por varios días.
CONTACTO CON LOS OJOS / PIEL	
TOLUENO	La irritación visual es causada por vapores de Tolueno que inicia a partir de concentraciones cerca de 300 ppm. La salpicadura ocular causa efectos generales como sensaciones de ardor, conjuntivitis, dolor, espasmos en los párpados e inflamación de la córnea
INGESTIÓN	
Se presenta irritación estomacal, náuseas, diarrea y deshidratación. Si el Tolueno ingresa al cuerpo y se distribuye por el organismo se produce depresión severa del sistema nervioso central que puede generar efectos cardiacos y como también la muerte en el individuo expuesto.	
EFECTOS CRÓNICOS	

---

 EFECTOS EN LA SALUD
 

---

La aspiración frecuente de vapores de Tolueno puede coaccionar diferentes daños significativos en el cerebro, y con esto ocasiona problemas de lenguaje, de oír, visual de olfato, pérdida del control muscular, pérdida de la memoria y disminución en las habilidades mentales.

Si se presenta de manera crónica se genera funciones cognoscitivas, auditivas, neuro musculares, y fallas en la discriminación del color en la visión.

---

*Nota:* Esta tabla muestra las enfermedades producidas al cuerpo humano, por el contacto o por emisión de gases a causa del Tolueno.

### Xileno

**Tabla 4**

Efectos del Xileno en el cuerpo humano

EFECTOS EN LA SALUD	
POR INHALACIÓN	
Exposición Breve	Exposición prolongada
A exposiciones bajas puede irritar las vías respiratorias.	Puede provocar daños en los órganos (sistema nervioso central, hígado, riñón) tras exposiciones prolongadas o repetidas.
CONTACTO CON LOS OJOS / PIEL	
XILENO	En contacto con la piel y los ojos, puede provocar irritación, enrojecimiento y dolores agudos. Una exposición continua a elevadas concentraciones, puede producir una depresión del sistema nervioso central, la pérdida del conocimiento y la muerte.
INGESTIÓN	
	En caso de ingestión puede llegar a causar diarrea, vómitos, peligro por aspiración
EFECTOS CRÓNICOS	
	Otros efectos adversos: Cefalea, Trastornos de la visión, Mareos, Vértigo, Náuseas, Ahogos, Pérdida de conciencia, Daños de hígado y riñones, Síntomas también se pueden mostrar horas después de la exposición

*Nota:* Esta tabla muestra las enfermedades producidas al cuerpo humano, por el contacto o por emisión de gases a causa del Xileno.

## Hidrocarburos alifáticos alcanos

**Tabla 5**

Enfermedades comunes producida por Hidrocarburos alifáticos alcanos

Enfermedades Comunes
Irritación en la piel
Neoplasia maligna de páncreas
Daño pulmonar
Depresión del Sistema Nervioso Central SNC
Irritación en los ojos
Lesiones oculares reversibles
Otros trastornos mentales derivados de lesión y disfunción cerebral y de enfermedad física
Trastornos de personalidad y del comportamiento derivados de enfermedad, lesión y de difusión de la personalidad
Disnea, tos persistente
Episodios depresivos
Fatiga, Dolor de cabeza, mareo
Latidos cardíacos irregulares
Náuseas y vómitos

*Nota:* Esta tabla muestra las enfermedades producidas al cuerpo humano, por el contacto o por emisión de gases a causa de los Hidrocarburos Alifáticos Alcanos.

### 2.5.1 Equipos de protección

Los productos químicos entran al cuerpo a través de:

- Ingestión, a través de la boca, accidental o deliberadamente
- A través de la piel
- Inhalación de pequeñas partículas o polvo durante la manipulación
- De las anteriores rutas, la exposición por la piel representa el riesgo más común.

Según el (MAINTENANCE MANUAL BOEING 737, 2017) designa los siguientes equipos de seguridad para el mantenimiento de tanques de combustible:

- Compresor de aire - a prueba de explosión, para su uso con el aire

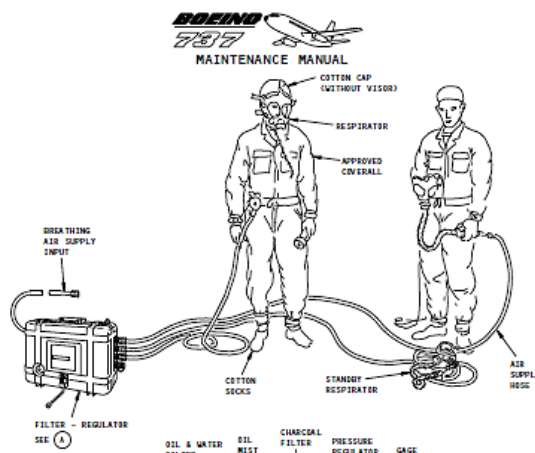
- Soplador - calentador de aire / soplador, a prueba de explosiones,
- Indicador de gas combustible - a prueba de explosiones, utiliza uno de estos indicadores o equivalente:
  - Monitor de aire con detector de fotoionización (PID)
  - Indicador de gas combustible.
  - Indicador de la serie GT Gastech
- Botas - neopreno, número de parte RB35 (o equivalente) Seguridad y Suministro
- Extintor - 150 libras, portátil, de ruedas. Utilice uno de estos tipos de extintores: - polvo extintor - dióxido de carbono
- Linterna - a prueba de explosiones
- Respirador - Airline capilla del Norte 85300 Serie desechable aerolínea
- Termómetro - Alcohol
- Sistema de ventilación - Fuel Cell

El Equipo de Protección Personal debe ser de una marca aprobada y confortable; el material empleado debe prevenir la penetración de sustancias al cuerpo humano, se deberá mantener correctamente, con el uso adecuado y cuidado. En el caso de que ocurra un daño en el equipo de protección, se debe llevar un mantenimiento del equipo y restaurarlo, de no ser esto posible, el equipo de protección debe ser reemplazado por uno nuevo (ONU, 2002)



## Figura 5

Equipos de protección para el mantenimiento de tanques de combustible



*Nota:* Esta figura muestra los equipos de protección personal (EPP) al momento de realizar el mantenimiento de tanques de combustible. Tomado de (MAINTENANCE MANUAL BOEING 737, 2017)

## 2.6 Salud Ocupacional

Es la ciencia que busca proteger y mejorar la salud física, mental y social de los trabajadores en sus puestos de trabajo. La Salud Ocupacional según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013), se define como, “una actividad multidisciplinaria que controla y realiza medidas de protección para cuidar la salud de los trabajadores. Esto incluye enfermedades de cualquier tipo de accidentes y todos los factores que pueden llegar a poner en peligro la vida, la salud o la seguridad de las personas en sus respectivos trabajos”.

### 2.6.1 Vigilancia a la salud

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS, 1996), define a vigilancia de la salud como, “es estar atentos para evitar que ocurran cosas indeseadas.

En el caso de la vigilancia de la salud de los trabajadores/as, significa estar atentos para evitar que ésta se vea dañada por las condiciones de trabajo”

La vigilancia a la salud se puede llevar a cabo mediante exámenes médicos, lo cual es lo más usual y recomendado en la vigilancia a la salud, también es posible aplicar encuestas de salud, controles, entrevistas y estadísticas de accidentes.

### **2.6.2 Enfermedades Profesionales**

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2010) dispuesto en el Protocolos del 2002 de los Convenios sobre la Seguridad y Salud en los Trabajadores (SST) se designa como enfermedades ocupacionales o profesional a, “toda enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgos que resulte de la actividad laborales” (p.54). Se recomienda que en las prestaciones de existir un accidentes de trabajo o de una enfermedades ocupacional o profesionales afirman que “todos los miembros deberían, en condiciones prescritas, considerar a las enfermedades ocupacionales en las provienen en de la exposición a sustancias o condiciones peligrosas inherentes a ciertos procesos, oficios del trabajo”

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO**

#### **3.1 Generalidades de la Empresa**

##### **Misión**

El Ala de Transporte N° 11 a través de sus Escuadrones Nro.1111, Nro. 1112, Nro. 1113 y Nro. 1114 cumplirán con orden, misiones de transporte aéreo, reconocimiento, búsqueda, transporte sanitario y lanzamiento vertical, desde el inicio de hostilidades hasta la finalización del conflicto en el Teatro de Operaciones Aéreas; y en tiempo de paz de manera permanente, dentro y fuera del país, con el fin de contribuir a la consecución de la misión del C.O 5 "Aérea" / Comando de Operaciones Aérea y Defensa.

##### **Visión**

"Ser una Fuerza Aérea disuasiva, respetada y aceptada por la sociedad; pionera en el desarrollo aeroespacial nacional"

##### **Función**

Institución del Estado Ecuatoriano encargada de realizar trabajos de mantenimiento aeronáutico y logística de transporte aéreo con personal militar altamente capacitado para realizar labores de mantenimiento de motores y fuselaje de aeronaves correspondientes a la Fuerza Aérea Ecuatoriana, el transporte de tropas a la frontera norte, transporte aéreo sanitario, evacuaciones aéreas de población, vuelos logísticos y de integración en beneficio del personal y de la comunidad civil.

### La ubicación Geográfica

- **País:** Ecuador
- **Región:** Sierra
- **Provincia:** Cotopaxi
- **Cantón:** Latacunga
- **Dirección:** Aeropuerto Internacional Cotopaxi, Hangar N° 2, Av. Amazonas y Miguel Iturralde

### Figura 6

Ubicación geográfica del Ala de Transporte N° 11



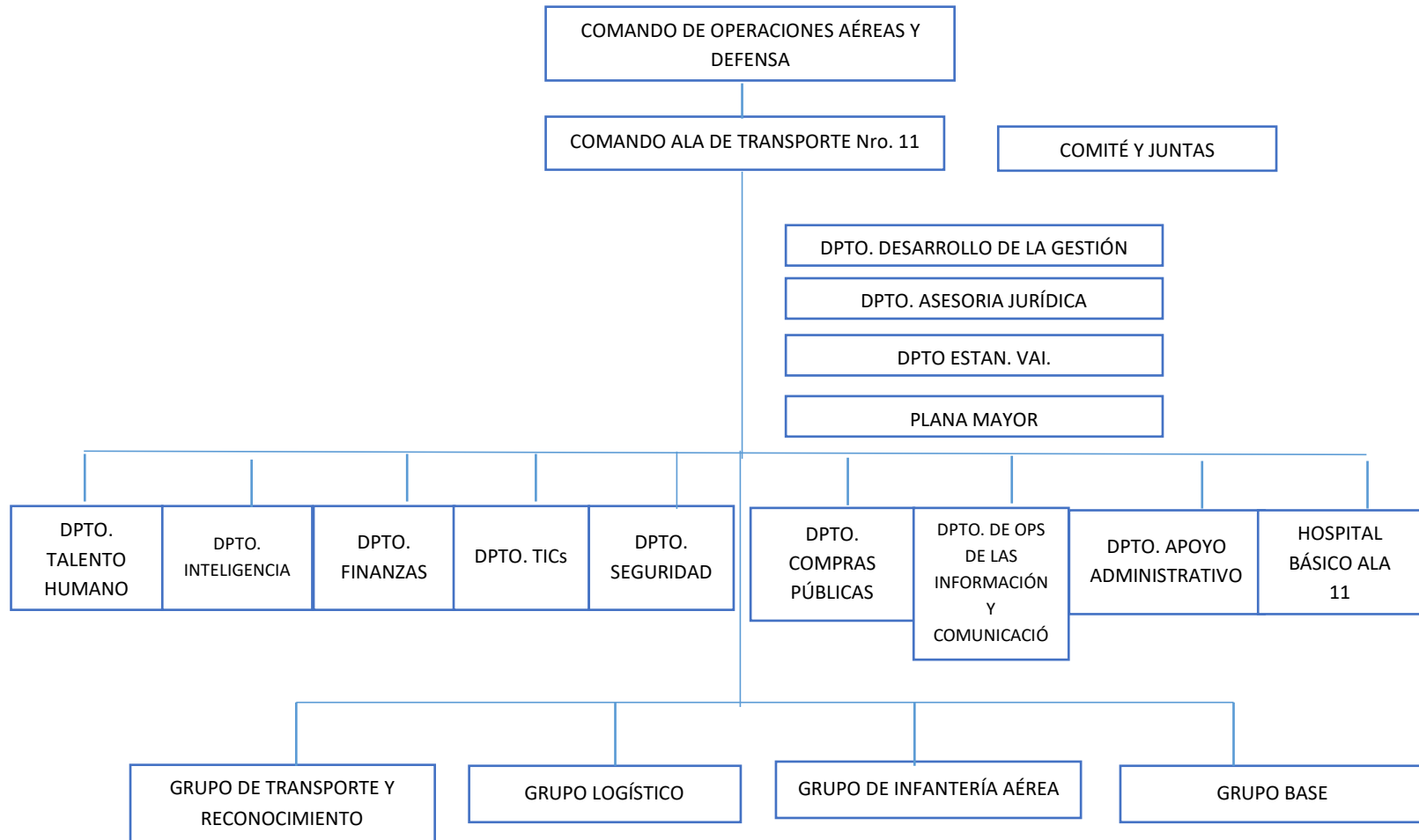
*Nota: Se observa la ubicación geográfica del Ala de Transporte N° 11. Tomando de Google Maps.*

### 3.2 Reseña Histórica del Ala de Transporte N° 11

EL 16 de Abril de 1956, la Base Aérea de Quito, toma el nombre de “GRUPO AÉREO QUITO”, siendo su Primer Comandante el señor TCrn. Jacinto Ochoa Merchán, nominación que se mantiene hasta 1961, año en el cual, ante la necesidad de determinar la fundación legal, administrativa y geográfica de los repartos, la Fuerza Aérea procede a dar una conformación a su estructura dividiéndolos en Zonas, Grupos,

Escuadrones y Escuadrillas. La creación de la I Zona Aérea, trajo consigo la necesidad imperiosa de jerarquizar sus Unidades y sus Repartos y es así como el “Grupo Aéreo Quito”, pasa a constituirse en el Ala de Transportes No. 11, implementada con los aviones DC-6B, AVRO, BUFFALO, TWIN OTTER, C-130 Y Sabreliner. (FUENTES, 2008)

### 3.3 Estructura Orgánica del Ala de Transporte Nro. 11



### 3.3.1 Cantidad de la población

**Tabla 6**

Número de trabajadores del Grupo Logístico 112

General	Área	Personal Expuesto
Oficiales Técnicos	18	5
Aerotécnicos	186	20

*Nota:* esta tabla permite conocer el número de trabajadores que conforman el grupo logístico Ala de Transporte N° 11.

### 3.4 Descripción de la aeronave Boeing 737

**Tabla 7**

Características del avión Boeing 737-400

Aeronave	Boeing 737
Modelo	400
Altura.	11.13 m
Envergadura	28.88 m
Peso en vacío	34270 kg
Superficie de las alas	105.40 m <sup>2</sup>
Velocidad de crucero	813 km/h
Velocidad máxima	912 km/h
Techo	11300 m
Rango de la carga máxima	3850 km
Motores	2 turboreactor CFM international CFM56-3B-2
Longitud de despegue:	2540 m
Longitud de la trayectoria	1540 m
N° de Tanques de combustible	3 tanques, ubicados en las alas de la aeronave y en el fuselaje
País Propietario	Venezuela
Actividad laboral	Cada una de las actividades realizadas en el mantenimiento de aeronaves son basadas en las tarjetas de tareas (Task Card) las cuales se las realizará en chequeos divididos en horas de vuelo y secciones, como es el caso de una inspección de los tanques de combustible siendo esta una inspección de tipo C, indicada por las Task card se la realizará a partir de las 3.000 horas de vuelo, llevando a cabo actividades como; inspección de fugas, sellamiento interno, cambio de masas de cableado, etc.
Frecuencias de la actividad	Se realizará una inspección a los tanques de combustible cada 3.000 horas de vuelo según lo

	indique las tarjetas de tarea, y la zona donde se realice el mantenimiento.
Abastecimiento	El abastecimiento de combustible se realiza según los vuelos realizados por la misma aeronave, en un promedio de 2 a 3 veces.
Capacidad de combustible	20.104 litros ( 5.311 US. gal)

*Nota:* En esta tabla se describen las características generales de la aeronave Boeing 7373 -400.

Tomado de (TODO EN AVIONES, 2000)

## Figura 7

*Aeronave Boeing 737*



*Nota:* En esta figura se muestra la aeronave Boeing 737. Tomando de (AEROMUNDO, 2014)

## 3.5 Metodología

### 3.5.1 Descripción del proceso de mantenimiento de una aeronave

Cada una de las actividades realizadas en el mantenimiento de aeronaves son basadas en las tarjetas de tareas (Task Card), las cuales se las realiza en chequeos o inspecciones divididas en horas de vuelo y secciones, como es el caso de una inspección de los tanques de combustible, siendo esta inspección de tipo C, indicada por las Task Card, se la realiza a partir de las 3.000 horas de vuelo, llevando a cabo actividades como; inspección de fugas, sellamiento interno, cambio de masas de cableado, etc.



### 3.5.2 Desarrollo del proyecto

El presente proyecto se realizó en la Institución ALA DE TRANSPORTE N° 11 en el hangar de mantenimiento. La toma de muestras y medición se realizó el día jueves 7 de Enero del 2021.

### 3.5.3 Descripción del método

Para una correcta toma de muestras y de medición, y según lo estipulado en el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en base a la exposición de agentes químicos se debe realizar por lo mínimo 3 mediciones o tomas de muestras.

#### Medición de los gases emitidos en el tanque de combustible Jet A-1

Debido a la presencia de los gases en los ambientes laborales, y el posible efecto nocivo de este contaminante, debe ser considerado en el marco de la acción tóxica que generalmente ejercerse las sustancias químicas.

#### Equipos utilizados para el muestreo

Para la toma de muestras de las emisiones de gases en los tanques de combustible de la aeronave Boeing 737 se utilizaron los siguientes equipos:

**Tabla 8**

*Equipos de medición*

Equipo	Número de serie
TUFF 4 PLUS	2734126
Tubos de Carbón Activo	

*Nota:* Esta tabla indica el equipo utilizado para la medición y toma de muestras de la emisión de gases.

### **Procedimiento para la toma de muestras**

Para el muestreo de las emisiones de gases emitidos en los tanques del combustible Jet A-1 se utilizó el equipo Tuff 4 plus. El cual contiene sus respectivas especificaciones técnicas y calibración correspondiente (Ver anexo B).

### **Figura 8**

#### *TUFF 4 PLUS*



*Nota:* Esta figura muestra el equipo de medición utilizado para la toma de muestra. Tomado de (Casella Tuff Personal Sampling Pumps, 2014)

### **Lugar y periodo de muestreo**

El muestreo se realizó el día jueves 7 de Enero a las 12:00 am del 2021 en el Ala de Transporte N° 11 de las Fuerza Aérea Ecuatoriana, en el área de mantenimiento de la aeronave (Hangar). La toma de cada muestra duró 20 minutos, donde se aplicó tanto en los tanque de combustible ubicados en el ala derecha e izquierda de la aeronave y al personal que se encontraba laborando en se momento. Se realizaron tres muestras.

El día viernes 5 Febrero a las 11:00 am del 2021, se realizó una cuarta muestra en la actividad de abastecimiento de la aeronave.

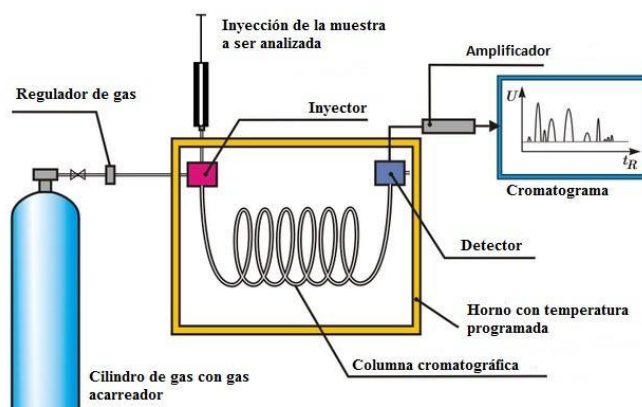
### 3.6 Técnicas de muestreo

Se utilizó el método “Determinación de hidrocarburos alifáticos (n-hexano, n-heptano, noctano, n-nonano), en el aire – Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases (MTA/MA-030/A92)”, el cual es un método aceptado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSST). (Ver anexo C)

La muestra se recogió pasando un caudal (Q) de aire a través de un tubo lleno de carbón activo (C), con el objeto de aumentar su porosidad mediante una bomba de muestreo personal, donde este emitió vapores orgánicos adsorbidos sobre el carbón. Posteriormente se disuelven con el sulfuro de carbono (CS<sub>2</sub>), y se analizó las disoluciones resultantes en una cromatografía de gases.

### Figura 9

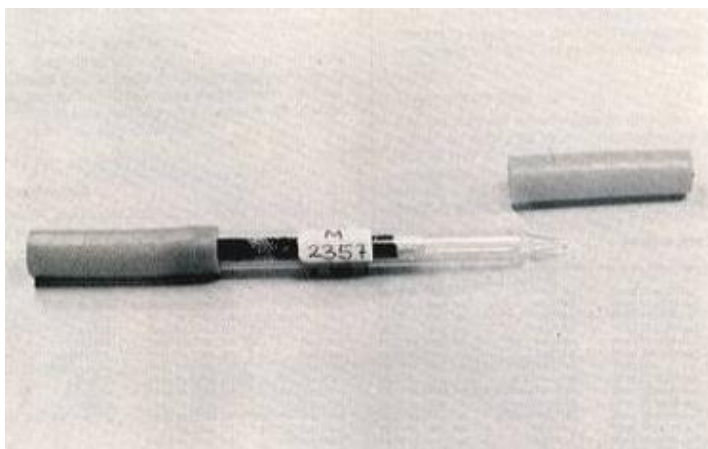
#### *Cromatografía de gases*



*Nota:* La imagen nos muestra el proceso de la cromatografía de gases. Tomando de (Bolívar, 2019)

## Figura 10

### *Tubo de carbón activo*



*Nota:* Esta figura nos muestra el tubo de carbón activo, El carbón activo es un material carbonizado que se ha sometido, a reacción con gases oxidantes (como CO<sub>2</sub> o aire) durante o después de un proceso de carbonización. Tomado (NTP 23 Toma de muestra de contaminantes mediante absorbentes sólidos, 1982)

### **Descripción de la muestra**

La bomba de muestreo portátil es capaz de mantener un funcionamiento continuo durante toda la jornada laboral (8 horas). El caudal de la bomba se conservó constante dentro del intervalo +/-5%.

Para la conexión de la bomba y el tubo de carbón se manipuló un tubo de goma (plástico) de una longitud de 50 cm y 10 mm de diámetro, a fin de evitar el estrangulamiento y fugas en las conexiones.

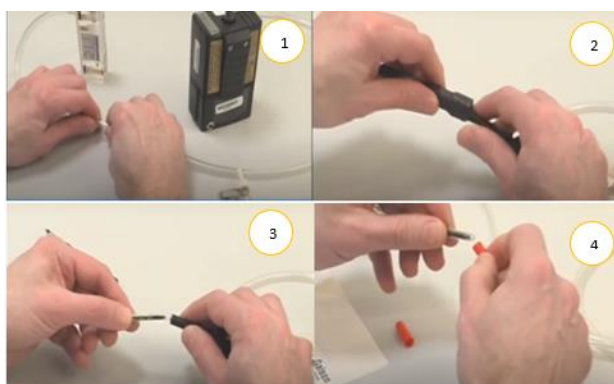
Se utilizaron los tubos de vidrio con los dos extremos cerrados, que contienen dos secciones de carbón activo separados por una porción de espuma de poliuretano.

Los tubos disponen de tapones de polietileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), que se ajustan bien para evitar las fugas durante el almacenamiento y el transporte de las muestras.

Al poner en marcha la bomba se controló la duración del muestreo (20 minutos cada muestra). El caudal no excede de 200 ml/min, con un volumen de muestra de 5 litros. Finalizado el muestreo, se desconectó la bomba, y se retiraron los tubos de muestreo.

### Figura 11

Procedimiento del equipo para toma de muestra



*Nota:* En esta figura se muestra el procedimiento de preparación del equipo TUFF 4 PLUS junto con los tubos de carbón activo para la toma de muestras. Tomado de (Casella Tuff Personal Sampling Pumps, 2014)

### 3.7 Valores de referencia

Para el presente estudio se toma en consideración los siguientes valores de referencia basados en los límites establecidos por la INSST (2019). (Ver Anexo D)

## Resultados Obtenidos

### Técnico de Mantenimiento

Encargados de realizar inspecciones, chequeos y mantenimiento de aeronaves acordes a las órdenes programadas y tarjetas de tareas (Task Card).

### Figura 12

*Técnicos de mantenimiento*



*Nota:* Esta figura muestra a los aerotécnicos de mantenimiento en operaciones. Tomado de (DIAF, 2019)

### Tabla 9

*Primera muestra / Aerotécnico*

Tipo de medición realizada:	Gases y vapores químicos
Área evaluada:	Hangar Aviones
Puesto de Trabajo:	Operador
Descripción del puesto de trabajo:	Encargado de chequeo y mantenimiento de aviones

Registro fotográfico del puesto de trabajo evaluado:



*Nota:* En esta tabla se describe los datos de la primera muestra

**Tabla 10**

*Resultados de la primera muestra*

VALORES  
CONCENTRACIÓN  
OBTENIDOS  
MUESTRA : 01  
OPERADOR

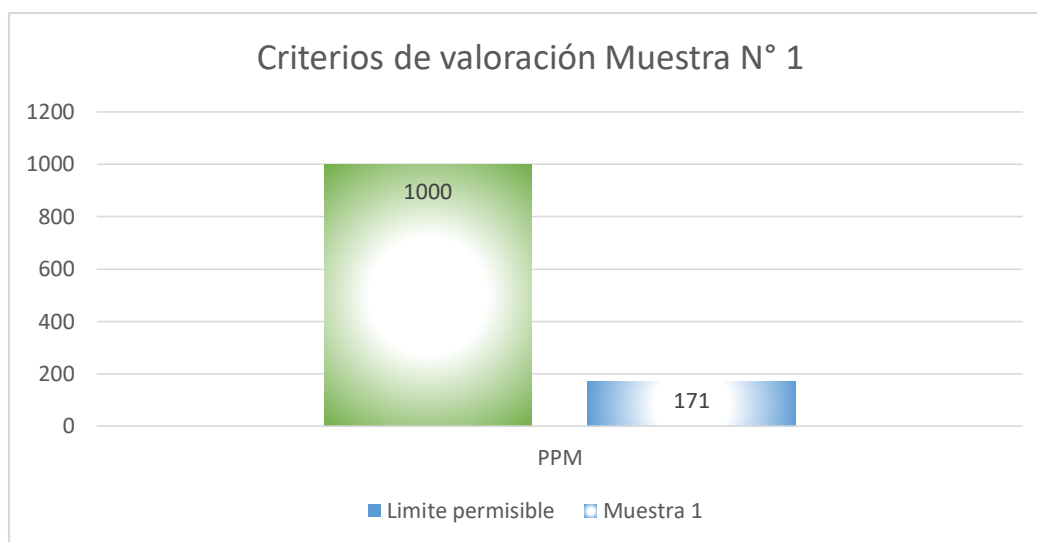


AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				VALOR OBTENIDO microgramo(ug)	Uexp K=2 (+/-)
	VLA-ED		VLA-EC			
	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3		
Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 - C4) y sus mezclas, gases	1000				171 ppm	0,1

*Nota:* Esta tabla describe los resultados en partículas por millón (ppm) de la primera muestra.

**Figura 13**

Diagrama primera muestra / Aerotécnico



*Nota: Esta figura muestra el criterio de valoración en partículas por millón de la primera muestra realizada al aerotécnico encargado del mantenimiento.*

**Interpretación:** Del criterio de valoración estudiada se puede determinar que la primera muestra (171 ppm) no sobrepasa los niveles establecidos.

**Análisis:** Respecto a los resultados obtenidos se puede concluir que el estudio no sobrepasa los límites permisibles de exposición establecidos por las INSST, por lo tanto, el riesgo por exposición a los gases inhalables es BAJO.

### **Tanque de combustible Ala derecha**

La forma del ala de una aeronave tiene estructuras que le otorgan su forma, estas estructuras dejan espacios vacíos y libres, convirtiéndose en el lugar indicado y apropiado para ubicar un tanque de combustible.



**Figura 14**

Tanque de combustible ubicado en ala derecha



*Nota:* En esta imagen nos muestra la ubicación del ataque de combustible en el ala derecha

**Tabla 11**

Segunda muestra / Tanque de combustible derecho

Tipo de medición realizada:	Gases y vapores químicos
Área evaluada:	Hangar Aviones
Puesto de Trabajo:	Tanque ala derecha
Descripción del puesto de trabajo:	Chequeo y mantenimiento de aviones

Registro fotográfico del puesto de trabajo evaluado:



*Nota:* En esta tabla se describe los datos de la segunda muestra

**Tabla 12**

*Resultados de la segunda muestra*

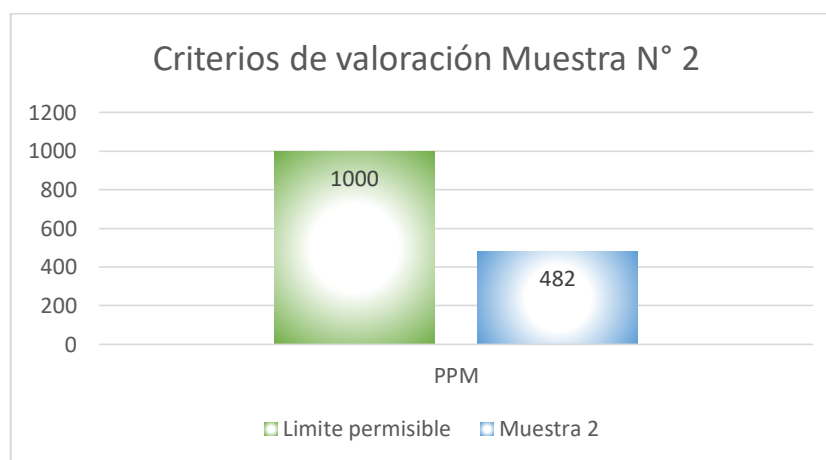
AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				VALOR OBTENIDO microgramo(ug)	Uexp K=2 (+/-)
	VLA-ED		VLA-EC			
	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3		
Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 - C4) y sus mezclas, gases	1000				482 ppm	0,1



*Nota:* Esta tabla describe los resultados en partículas por millón (ppm) de la segunda muestra

**Figura 15**

Diagrama segunda muestra / Tanque ala derecha



*Nota:* Esta figura muestra el criterio de valoración en partículas por millón de la primera muestra realizada en el tanque ubicado a en el ala derecha de la aeronave

**Interpretación:** De los criterios de valorización estudiadas se pueden determinar que los resultados obtenidos de la segunda muestra (482 ppm) son inferiores a los permitidos.

**Análisis:** Respecto a los resultados obtenidos de la muestra se concluye que no exceden los límites permisibles de exposición establecidos por las INSST, por lo tanto el riesgo por exposición a los gases inhalables es BAJO.

### Tanque de combustible Ala derecha

**Figura 16**

Tanque de combustible ubicado en ala izquierda



*Nota:* En esta figura nos muestra la ubicación del ataque de combustible en el ala izquierda

**Tabla 13**

*Resultados de la tercera muestra*

AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				VALOR OBTENIDO microgramo(ug)	Uexp K=2 (+/-)
	VLA-ED		VLA-EC			
	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3		
Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 - C4) y sus mezclas, gases	1000				501 ppm	0,1

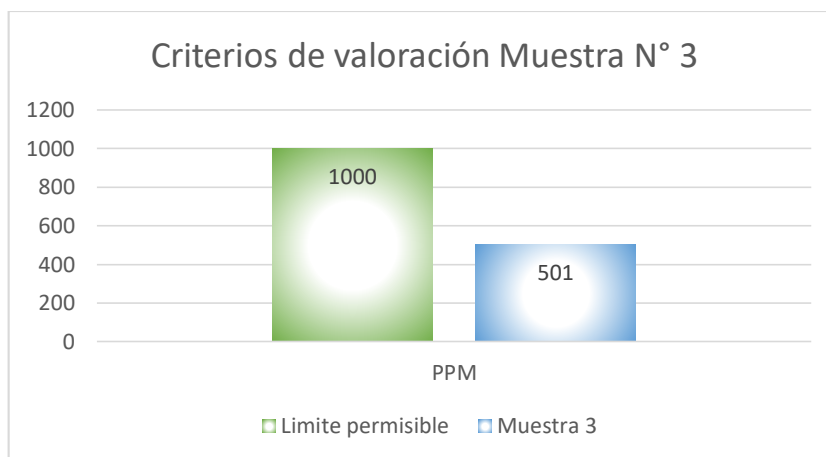
VALORES  
CONCENTRACIÓN  
OBTENIDOS  
MUESTRA : 03  
TANQUE IZQUIERDO



*Nota:* En esta tabla se describe los resultados en partículas por millón (ppm) de la tercera muestra

### Figura 17

Diagrama tercera muestra / Tanque ala izquierda



*Nota:* Esta figura muestra el criterio de valoración en partículas por millón de la primera muestra realizada en el tanque ubicado a en el ala izquierda de la aeronave

**Interpretación:** De los criterios de valoración estudiados se puede determinar que los resultados de la segunda muestra (501 ppm), en partículas por millón son inferiores a los límites permisibles.

**Análisis:** Respecto a los resultados obtenidos se puede concluir que no exceden los límites permisibles de exposición establecidos por las INSST, por lo tanto, el riesgo por exposición a los gases inhalables es BAJO.

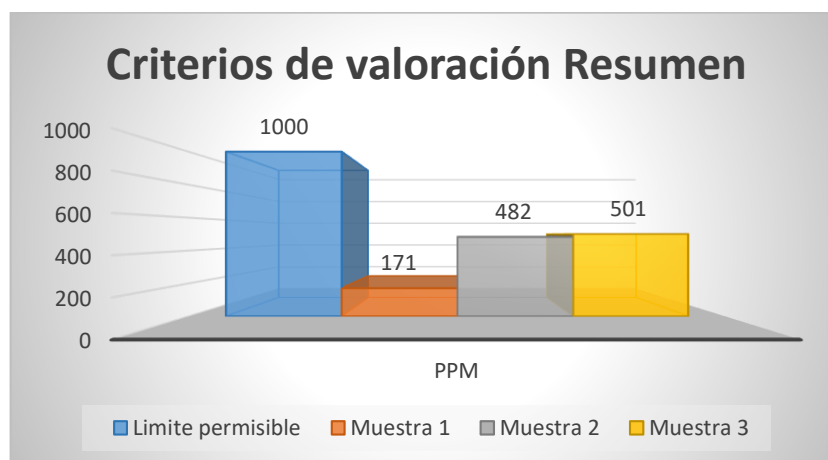
### RESUMEN

**Tabla 14**

Resumen general de los resultados de las mediciones

N°	AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				VALOR OBTENIDO microgramo(ug)	Uexp K=2 (+/-)	
		VLA-ED		VLA-EC				
		ppm	mg/m3	ppm	mg/m3			
1	Hidrocarburos alifáticos alcanos (primera muestra)	1000				171 ppm	17.1	0,1
2	Hidrocarburos alifáticos alcanos (segunda muestra)	1000				482 ppm	48.2	0,1
3	Hidrocarburos alifáticos alcanos (tercera muestra)	1000				501 ppm	50.1	0,1

*Nota:* Esta tabla muestra un resumen general de las tres muestras realizadas en el área de mantenimiento.

**Figura 18***Resumen general de las mediciones*

*Nota:* Esta figura muestra un resumen general de las mediciones realizadas

**Resumen**

De las mediciones realizadas el porcentaje nos indica que la primera medición realizada junto con el aerotécnico es de 171 ppm, el cual convirtiendo a porcentaje nos da un resultado de 17,1 %, el cual no tiene un incremento sobre el nivel límite permisible.

La segunda medición realizada en el tanque de combustible (ala derecha) es de 482 ppm, el cual convirtiendo a porcentaje nos da un resultado de 48,2 %, el cual no tiene un incremento sobre el nivel límite permisible.

La tercera medición realizada en el tanque de combustible (ala izquierda) es de 501 ppm, el cual convirtiendo a porcentaje nos da un resultado de 50,1 %, el cual no tiene un incremento sobre el nivel límite permisible.

**Interpretación:** Del criterio de valoración estudiado se puede determinar que las tres mediciones realizadas no sobrepasan los niveles de exposición establecidos por la INSST.

**Análisis:** Respecto a los resultados obtenidos, el promedio de la concentración de vapores orgánicos obtenidos en las tres muestras anteriores, presentan un valor de riesgo BAJO, es decir que no sobrepasan los límites permisibles establecidos según la normativa INSST.

Se debe considerar que la toma de las muestras se realizó en condiciones climáticas normales que no generan molestias a los trabajadores (Temperatura de 18 °C, Viento 6 Km/h, Humedad relativa al 70%, Presión atmosférica de 1018 hPa); además que la aeronave se encuentra en mantenimiento alrededor de 2 años, por lo que la última carga de combustible tiene esa fecha de marcación, por ende en los tanques solo quedan pequeños vestigios aromáticos del combustible.

### Toma de muestra adicional

En base a las primeras muestras tomadas en la aeronave Boeing 737 en las que se determinó que el valor de riesgo es Bajo; se decidió realizar una cuarta medición y toma de muestra en la actividad de abastecimiento de la aeronave cerca del tanque del ala derecha, ubicando el equipo a una distancia de 50 cm. Con el objetivo de poder determinar los valores exactos al momento de realizar la actividad de abastecimiento, es decir en el preciso momento de abrir los tanques de combustible para su mantenimiento, y compararlo con las primeras muestras realizadas en la aeronave que estuvo dos años en reparaciones.

### Figura 19

Actividad de abastecimiento de combustible



*Nota:* La imagen muestra la ubicación del aerotécnico encargado de realizar el abastecimiento de la aeronave. Tomando de (Terpel, 2011)

**Tabla 15***Resultados de la cuarta muestra*

AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				VALOR OBTENIDO microgramo (ug)	Uexp K=2 (+/-)	%
	VLA-ED		VLA-EC				
	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3			
Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 - C4) y sus mezclas, gases	1000				984 ppm	0,1	98.4 %

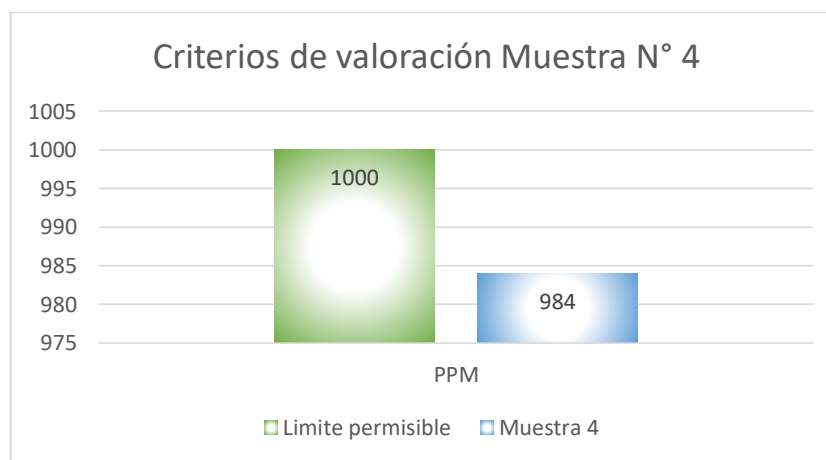
VALORES  
CONCENTRACIÓN  
OBTENIDOS  
MUESTRA : 04  
TANQUE ALA  
DERECHA  
ABASTECIMIENTO



*Nota:* En esta tabla se describen los resultados en partículas por millón (ppm) de la cuarta muestra, tomada en la actividad de abastecimiento de la aeronave.

**Figura 20**

Diagrama cuarta muestra abastecimiento



*Nota:* Esta figura muestra el criterio de valoración en partículas por millón de la cuarta muestra realizada en el tanque del ala derecha de la aeronave en la actividad de abastecimiento.



**Interpretación:** De los criterios de valoración estudiados se pueden determinar que los resultados de la cuarta muestra (984 ppm) en partículas por millón, están cerca de los límites de exposición permitidos.

**Análisis:** Respecto a los resultados obtenidos se puede concluir que estos se encuentran dentro de los límites permisibles de exposición establecidos por las INSST, por lo tanto, el riesgo por exposición a los gases inhalables es MEDIO.

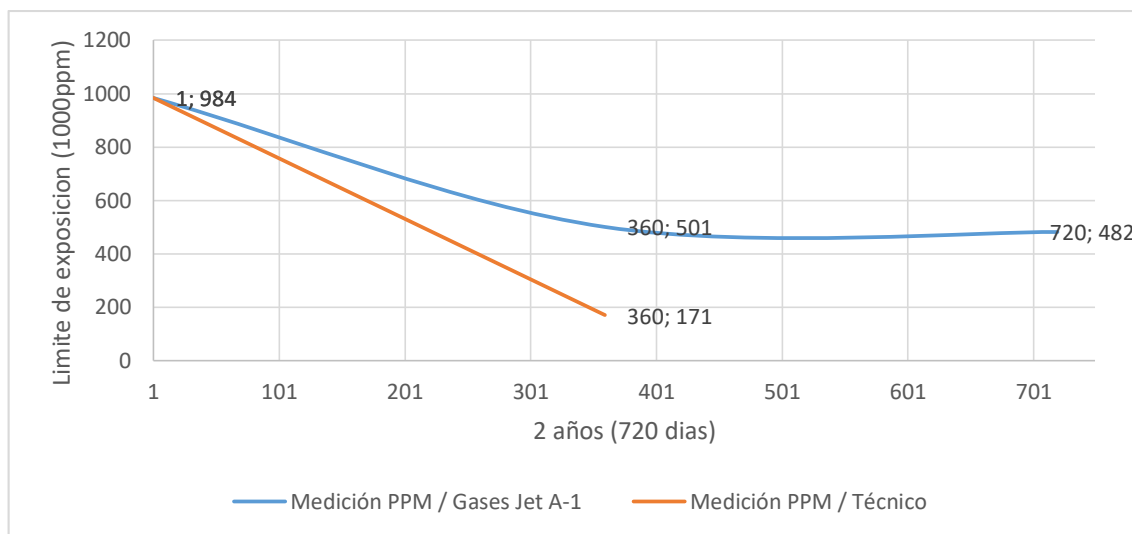
### **Conclusión de la medición**

En las primeras tres muestras no se detecta un índice de riesgo debido al tiempo de la aeronave en mantenimiento, En donde la aeronave Boeing 737 – 400 ha estado dos años en mantenimiento, por ende, en los tanques solo quedan pequeñas concentraciones de emisión de gases del combustible Jet A-1.

En el caso de la cuarta muestra se realizó en el preciso momento de abrir la tapa de los tanques de combustible para la actividad de abastecimiento de la aeronave, por lo cual el valor de medida de la concentración fue mayor. Llegando a la conclusión de que aun a pesar del tiempo, en este caso dos años (720 días) existe un índice del 50 % en base a la tercera muestra (501 ppm), y la cuarta muestra (984 ppm) en el abastecimiento.

**Figura 21**

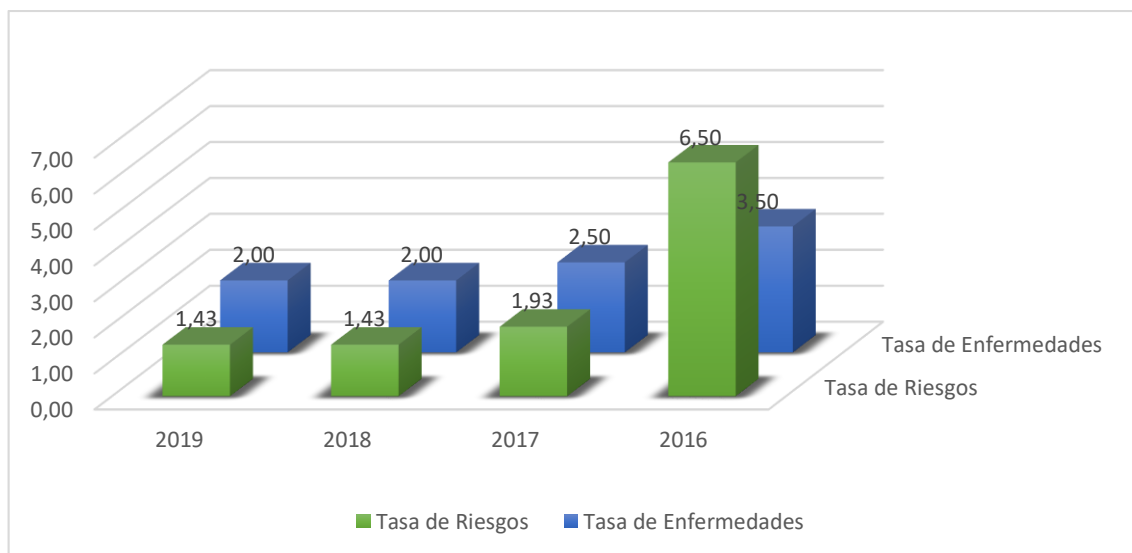
Índice de tiempo y resultados en las toma de muestra



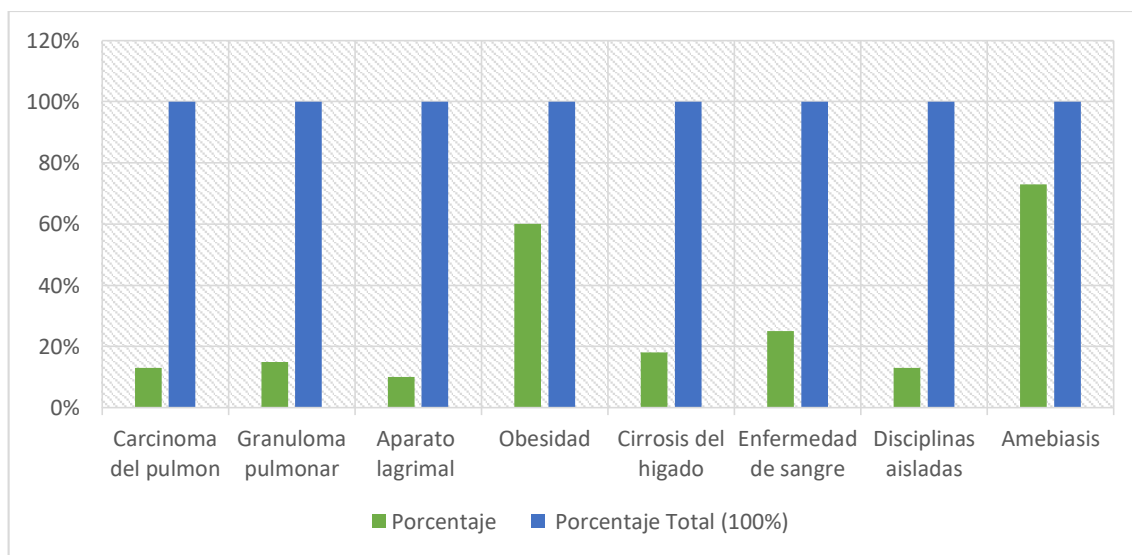
*Nota: Esta figura muestra el índice de variación de las tomas de muestra de una aeronave que lleva en mantenimiento dos años a una aeronave en la actividad de abastecimiento.*

### 3.8 Tasa de Riesgos y Morbilidad

De acuerdo a la información emitida (figura 16 y 17) por el Centro de Mantenimiento DIAF y el centro médico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana en relación al grupo Ala de Transporte N° 11 quien conjuntamente llevan operaciones de mantenimiento, conlleva a analizar la tasa de Riesgo presentados en años anteriores y la tasa de morbilidad ocasionadas por las patologías que mantengan cada uno de los aerotécnicos que realizan el mantenimiento y se los codifica de acuerdo a los códigos de diagnóstico de enfermedades CIE 10 y fichas médicas establecida por el departamento de salud de la institución. Dicho informe médico es de mucha confidencialidad por lo cual no puede ser divulgado o expuesto a terceros, por ese motivo se ha tomado solamente los valores de referencia.

**Figura 22***Tasa de Riesgos*

*Nota:* En esta figura se muestra el índice de tasa de riesgos presentada en años anteriores

**Figura 23***Tasa de morbilidad*

*Nota:* En esta figura se muestra el índice de enfermedades presentada en los aerotécnicos.

Según Constanza Aguilera (2019), concluye que, “la obesidad coexiste los componentes de una enfermedad primaria y un factor de riesgo, de acuerdo a su relación con otras patologías, ha sido cada vez más reconocida como tal enfermedad por diversas entidades académicas, médicas, científicas e instituciones de salud, logrando un consenso mayoritario a nivel mundial”.

## Entrevista

En base a entrevistas a los aerotécnicos encargados del mantenimiento de aeronaves, sus experiencias, y juntamente con la información brindada en la ficha técnica del combustible Jet A-1, se ha realizado la siguiente lista de los síntomas o enfermedades a la hora del mantenimiento de los tanques.

- Dolor de cabeza
- Irritación en los ojos
- Irritación vías respiratorias
- Resequedad en manos / piel
- Náuseas

## Tabla 16

Entrevista a aerotécnico encargado del mantenimiento

Pregunta	Respuesta
1. ¿ Ha sufrido dolor de cabeza a la hora del mantenimiento de los tanques de combustible	Si en varias ocasiones
2. ¿ Ha sufrido irritación en los ojos a la hora del mantenimiento de tanques de combustible	No frecuentemente, pero si se ha presentado
3. ¿ Ha sufrido irritación en la garganta a la hora del mantenimiento de los tanques de combustible	Se presenta un ardor en la garganta
4. ¿ Ha sufrido resequedad en mano a la hora del mantenimiento de los tanques de combustible	No muy a menudo, pero se ha presentado resequedad
5. ¿ Ha sufrido náuseas o vómitos a la hora del mantenimiento de los tanques de combustible	Normalmente se produce náuseas dentro de los tanques

*Nota:* En esta tabla se muestran las preguntas que se realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento de tanques de combustible con el objetivo de verificar si ha sufrido alguno de los síntomas o molestias a la hora del mantenimiento.

### 3.9 Encuesta aplicada a los aerotécnicos

#### Población y muestra

Tomando en cuenta la fórmula de cálculo para el tamaño de muestra siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

- N = tamaño de la población = 186
- Z = nivel de confianza = 90% = 1.645
- P = probabilidad de éxito, o proporción esperada = 0.5
- Q = probabilidad de fracaso = 90 %
- D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción) = 10%

Como resultado se obtuvo que se encuesta a 50 personas.

#### Encuesta

1. ¿Conoce usted las características y propiedades del combustible Jet A-1?

**Tabla 17**

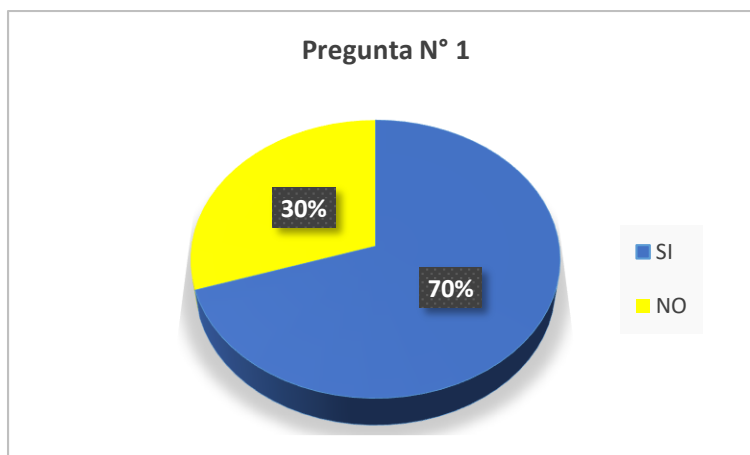
Resultado de encuesta pregunta N° 1

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	35	70 %
No	15	30 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

## Figura 24

Porcentaje de resultado pregunta N°1



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 70 % conocen las características y propiedades que está formado el combustible Jet A-1, consiguiente, el 30 % aduce que no conocen de las características del compuesto estudiado, Por ende, la necesidad de que se dé a conocer las propiedades y físicas y químicas, así como sus características del combustible Jet A-1 a todo el personal de aerotécnicos.

- ¿Conoce los factores y niveles de riesgos químicos que existen al momento de realizar el mantenimiento en los tanques de combustible?

### Tabla 18

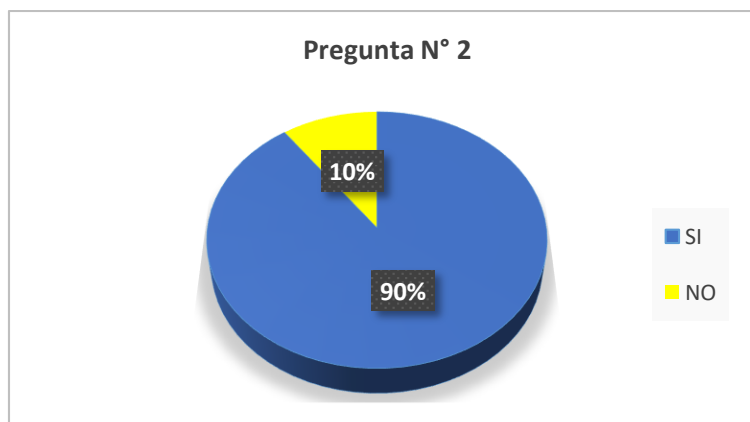
Resultado de encuesta pregunta N° 2

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	45	90 %
No	5	10 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

**Figura 25**

Porcentaje de resultado pregunta N°2



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 90 % conocen los factores y niveles de riesgos químicos que existen al momento de realizar el mantenimiento en los tanques de combustible, así mismo el 10 % menciona que no tienen conocimiento de los niveles de riesgos asociados con el mantenimiento en los tanques de combustible. Por ende es necesario que se dé a conocer a través de charlas de seguridad los factores de riesgos asociados con el mantenimiento dentro y cerca de los tanques de combustible. .

- ¿Con qué frecuencia realiza actividades laborales dentro o cerca de los tanques de combustible de la aeronave?

**Tabla 19**

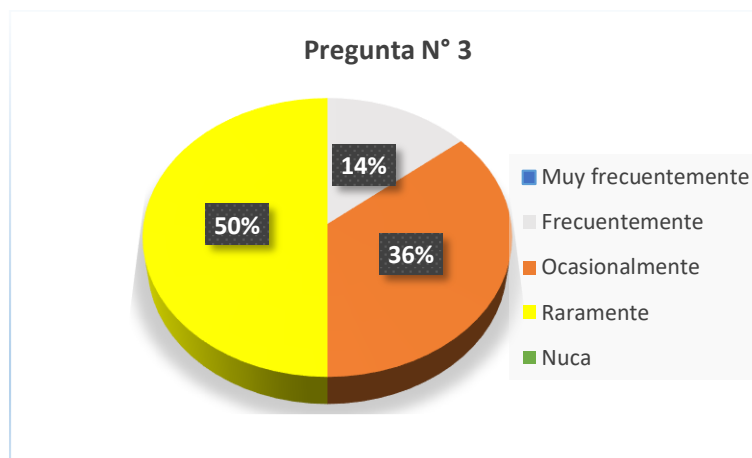
Resultado de encuesta pregunta N° 3

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	0	0 %
Frecuentemente	7	14 %
Ocasionalmente	18	36 %
Raramente	25	50 %
Nunca	0	0 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

### Figura 26

*Porcentaje de resultado pregunta N°3*



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 36 % menciona que ocasionalmente realizan actividades laborales dentro o cerca de los tanques de combustible de la aeronave, mientras que el 50 % menciona que se lo realiza raramente, y por último el 14 % da a conocer que realizan inspecciones frecuentemente cerca de la zona de tanques de combustible. De esta manera se da a conocer que los aerotécnicos si realizan actividades, inspecciones o chequeos dentro o cerca de los tanques de combustible.

4. ¿Conoce usted que gases se concentran en los tanques de combustible?

### Tabla 20

Resultado de encuesta pregunta N° 4

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	8 %
No	46	92 %
Total	50	100 %

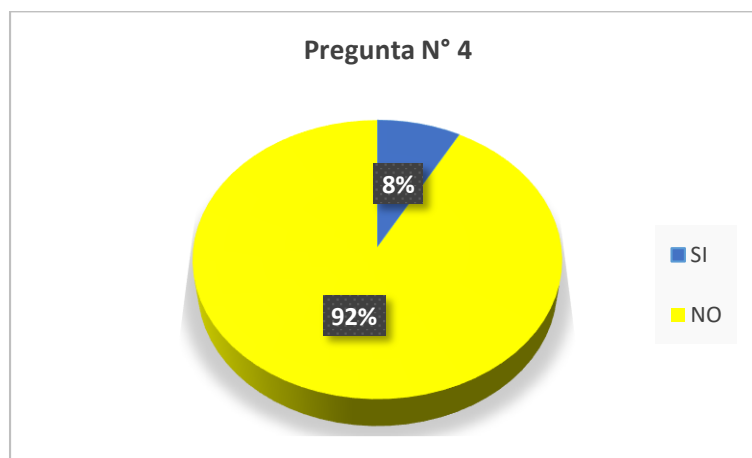
*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico



encargado del mantenimiento

### Figura 27

Porcentaje de resultado pregunta N°4



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 92 % no conocen sobre los gases que se emiten en los tanques de combustible, mientras que el 8 % de encuestados menciona que si están familiarizados con los gases emitidos en los tanques de combustible. Por esa razón es importante que se dé a conocer a los aerotécnicos cada uno de los gases que pueden estar expuestos a lo hora de realizar un mantenimiento dentro o alrededor del área de tanques de combustible.

5. ¿Conoce usted las medidas de seguridad que se deben emplear al momento de realizar el mantenimiento de los tanques de combustible?

### Tabla 21

Resultado de encuesta pregunta N° 5

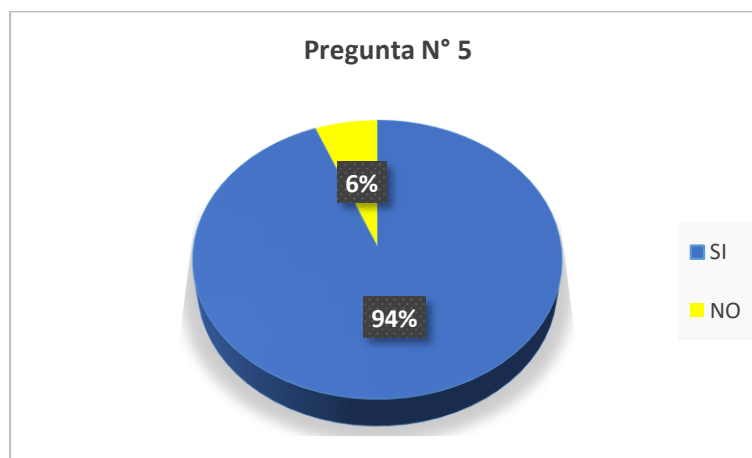
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	47	94 %
No	3	6 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico

encargado del mantenimiento

### Figura 28

Porcentaje de resultado pregunta N°5



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 94 % si tienen conocimiento de las medidas de seguridad que se debe emplear al momento de realizar el mantenimiento de los tanques de combustible, a su vez existe que el 6 % de encuestados no tienen relación con las medidas de seguridad que se deben emplear en el mantenimiento de tanques de combustible. Los encuestados están relacionados con las medidas de seguridad en inspecciones, chequeos o mantenimiento, se debe seguir con las medidas de seguridad en un mantenimiento de tanques y sus respectivos equipos de protección personal.

6. ¿Ha recibido capacitaciones acerca de los riesgos y enfermedades profesionales por exposición de gases de combustible?

**Tabla 22**

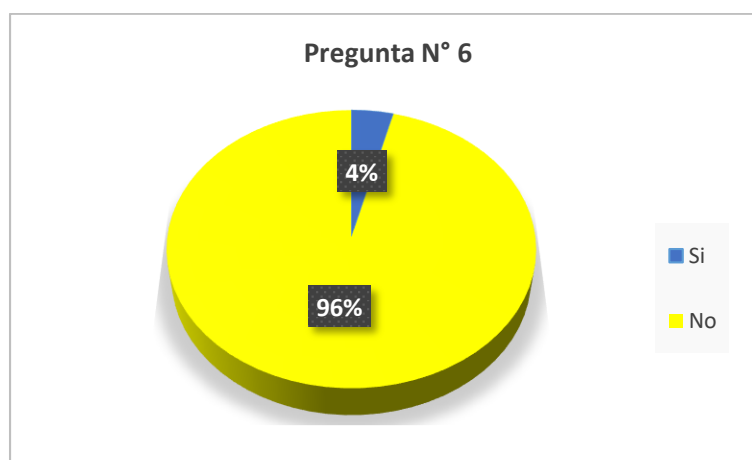
Resultado de encuesta pregunta N° 6

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	2	4 %
No	48	96 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

**Figura 29**

Porcentaje de resultado pregunta N°6



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 96 % de encuestados no han recibido capacitaciones acerca de los riesgos y enfermedades profesionales en base a la exposición de gases de combustible, así mismo el 4 % mencionan que han recibido una charla acerca del tema de riesgos químicos. Por ende es necesario que se dé a conocer cada uno de los riesgos y enfermedades que pueden producirse por la exposición a los gases emitidos en los tanques de combustible.

- ¿Es importante realizar una medición de los gases emitidos por el combustible antes de realizar una actividad de mantenimiento?

**Tabla 23**

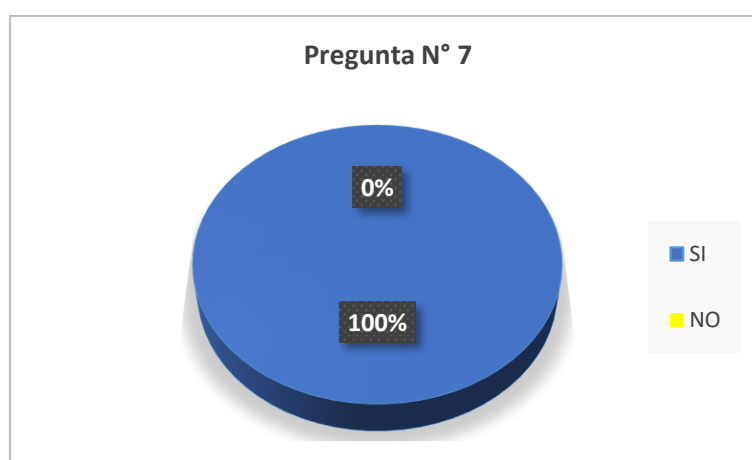
Resultado de encuesta pregunta N° 7

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	50	100%
No	0	0 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

**Figura 30**

Porcentaje de resultado pregunta N°7

**Interpretación y análisis**

Del total de encuestados se deduce que el 100% de los aerotécnicos están de acuerdo en que se debe realizar una medición de los gases emitidos por el combustible antes de realizar una actividad de mantenimiento. Por esa razón el personal técnico de seguridad debe realizar mediciones de gases para dar a conocer a qué posibles niveles de gases están expuestos los aerotécnicos de mantenimiento.

- ¿Ocupa el equipo de protección personal (EPP) al momento de realizar el mantenimiento dentro o fuera de los tanques de combustible?

**Tabla 24**

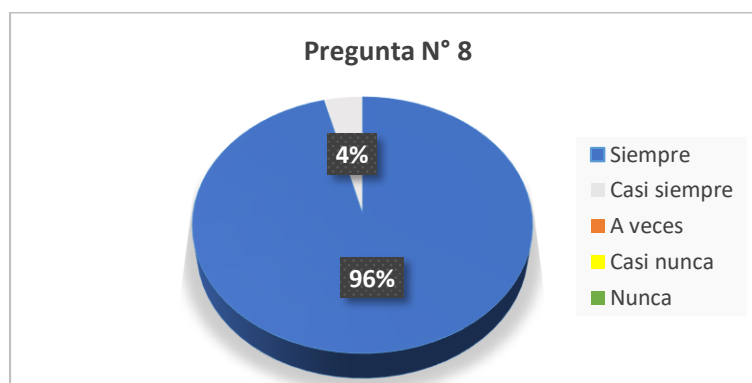
Resultado de encuesta pregunta N° 8

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	48	96 %
Casi siempre	2	4 %
A veces	0	0 %
Casi nunca	0	0 %
Nunca	0	0 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

**Figura 31**

Porcentaje de resultado pregunta N°8

**Interpretación y análisis**

Del total de encuestados se deduce que el 96 % de aerotécnicos ocupan el equipo de protección personal al momento de realizar el mantenimiento dentro o fuera de los tanques de combustible, así mismo el 4 % de encuestados menciona que casi siempre utilizan los equipos debido a que no realizan actividades dentro los tanques de combustible. Así también, se considera que todo el personal que se mantenga expuesto de forma directa con las sustancias químicas en este caso el combustible Jet A-1, debe utilizar el equipo de protección adecuado para la manipulación o desarrollo de la actividad de mantenimiento.

9. ¿Utiliza los manuales y procedimientos de seguridad al momento de realizar el mantenimiento cerca o dentro de los tanques de combustible?

**Tabla 25**

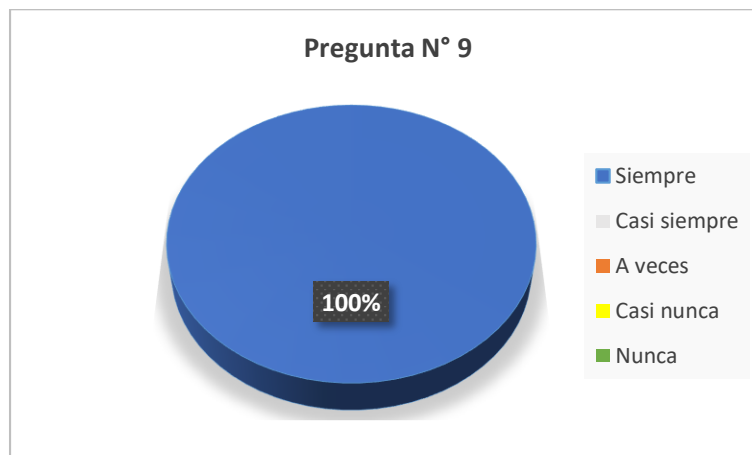
Resultado de encuesta pregunta N° 9

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	50	100 %
Casi siempre	0	0 %
A veces	0	0 %
Casi nunca	0	0 %
Nunca	0	0 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico

**Figura 32**

Porcentaje de resultado pregunta N°9



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 100% de los aerotécnicos conocen y utilizan los procedimientos de seguridad al momento de realizar la actividad de mantenimiento cerca o dentro de los tanques de combustible, o inspecciones, los cuales son expuestos en los mismos manuales de cada aeronave. Por ende todo el personal de aerotécnicos debe estar capacitados para cualquier actividad de mantenimiento

conforme a sus procedimientos se refiere.

10. ¿Estaría usted de acuerdo en ser capacitado mensualmente en seguridad para conocer los riesgos producidos por la emisión de gases del combustible?

**Tabla 26**

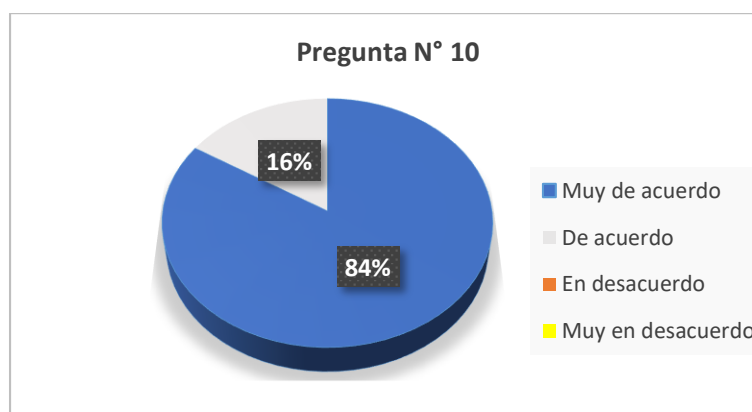
Resultado de encuesta pregunta N° 10

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	42	84 %
De acuerdo	8	16 %
En desacuerdo	0	0 %
Muy en desacuerdo	0	0 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

**Figura 33**

Porcentaje de resultado pregunta N°10



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 84 % de aerotécnicos están muy de acuerdo en ser capacitados en seguridad para conocer los riesgos producidos por la emisión de gases del combustible, por otro lado, el 16 % de encuestados están solo de acuerdo en ser capacitado en seguridad para conocer los riesgos producidos por la

emisión de gases del combustible. Con estos resultados es necesario que el personal encargado de a conocer sobre los riesgos producidos a la exposición de gases emitidos en los tanques de combustible.

11. ¿Se incluyen adentro de las capacitaciones los hábitos de prevención a la salud y de los factores de riesgos asociados al área de trabajo?

**Tabla 27**

Resultado de encuesta pregunta N° 11

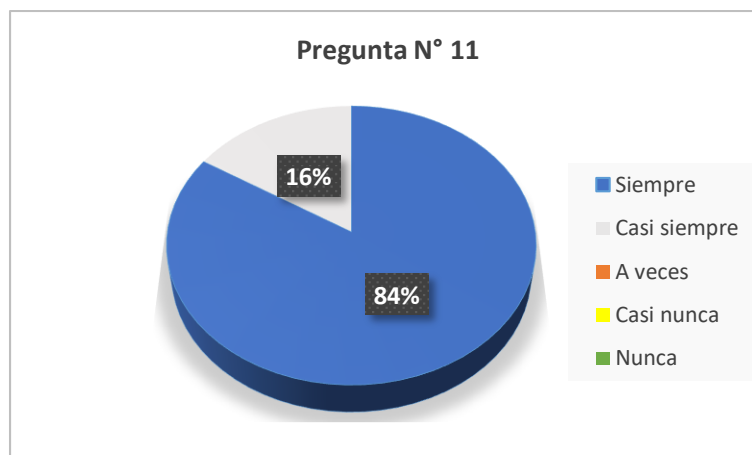
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	42	84 %
Casi siempre	8	16 %
A veces	0	0 %
Casi nunca	0	0 %
Nunca	0	0 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento.



**Figura 34**

Porcentaje de resultado pregunta N°11



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 84 % de aerotécnicos afirman que siempre se menciona dentro de las capacitaciones los hábitos de prevención a la salud y de los factores de riesgos asociados al área de trabajo, por otro lado el 16 % de encuestados afirman que casi siempre se abarcan temas en prevención de salud y factores de riesgos. Se llevará a cabo con el fin de evitar enfermedades a futuro que pueden producirse en cada área de trabajo.

12. ¿Conoce cuáles son las enfermedades profesionales que pueden causar la exposición a los gases del combustible?

**Tabla 28**

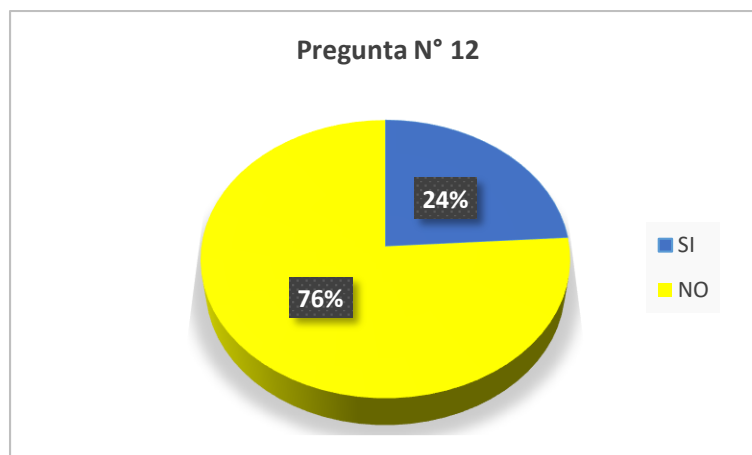
Resultado de encuesta pregunta N° 12

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	12	24 %
No	38	76 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

### Figura 35

Porcentaje de resultado pregunta N°12



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 76 % desconoce cuáles son las enfermedades profesionales que pueden causar la exposición a los gases del combustible, así mismo el 24 % afirman que han leído informes, artículos, etc. en base al tema, es decir que podrían estar familiarizados con el tema. Por ende es necesario que se realice un estudio con las enfermedades producidas en técnicos o trabajadores expuestos a emisiones de gases producidos por los tanques de combustible, para poder impartir la información a los aerotécnicos y puedan tener conocimiento de dicho tema.

13. ¿Le han realizado exámenes médicos preventivos en los últimos meses o años?

### Tabla 29

Resultado de encuesta pregunta N° 13

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	50	100 %
No	0	0 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

**Figura 36**

Porcentaje de resultado pregunta N°13



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 100% que si se les ha realizado exámenes médicos anuales para llevar un control periódico y evitar problemas, molestias o enfermedades a futuro. Estos exámenes médicos se llevan a cabo del personal médico de la Base Aérea Cotopaxi (BACO) quienes realizan chequeos periódicos a todo el personal del Grupo Logístico N° 112.

14. ¿Estaría de acuerdo en que se desarrolle un programa de prevención en Riesgos Químicos?

**Tabla 30**

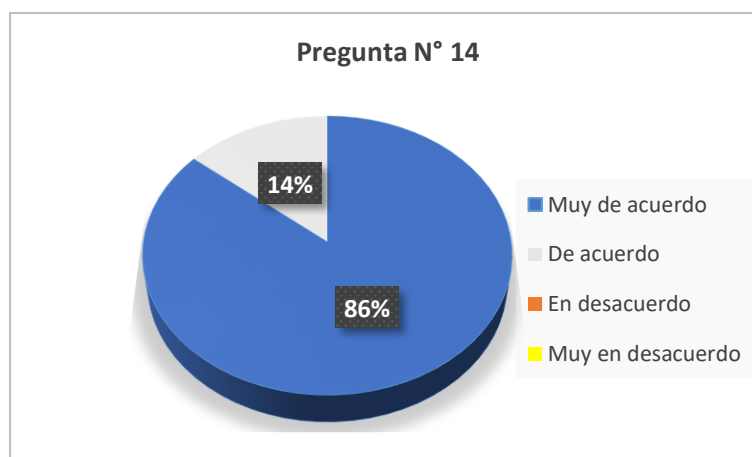
Resultado de encuesta pregunta N° 14

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	43	86 %
De acuerdo	7	14 %
En desacuerdo	0	0 %
Muy en desacuerdo	0	0 %
Total	50	100 %

*Nota:* En esta tabla se muestran los resultados de los cuestionamientos realizó a aerotécnico encargado del mantenimiento

### Figura 37

Porcentaje de resultado pregunta N°14



### Interpretación y análisis

Del total de encuestados se deduce que el 86 % está muy de acuerdo en que se desarrolle un programa de prevención en riesgos químicos, donde se abarque temas de seguridad frente a las emisiones de gases, mientras que el 14 % está de acuerdo en que se realice el programa, con normas de prevención ante los riesgos químicos, y capacitaciones en base a las enfermedades producidas por el combustible Jet A-1.

### 3.10 Análisis Costo Beneficio

A continuación, se presenta el estudio de factibilidad económico en base a la realización del programa misma que consta de capacitaciones, dotación de equipos de protección personal (EPP`s), y mediciones.

### Tabla 31

*Inversión para el programa*

Presupuesto del programa de prevención				
Actividad	Descripción	Valor Unitario	Cantidad	Valor total

Presupuesto del programa de prevención					
Equipo de Protección Personal EPP	Protector auditivo 3m	\$	30,00	20	\$ 600,00
	Gafas 3m	\$	1,50	20	\$ 30,00
	mascarilla respirador	\$	54,00	5	\$ 270,00
	Guantes	\$	8,00	20	\$ 160,00
	Trabaje de protección	\$	25,00	5	\$ 125,00
Capacitaciones	Uso adecuado de Epp	\$	20,00	3	\$ 60,00
	Orden y aseo	\$	20,00	3	\$ 60,00
	Riesgos químicos del combustible	\$	20,00	3	\$ 60,00
Mediciones	tubo de carbón activo	\$	200,00	3	\$ 600,00
<b>Total</b>					<b>\$ 1,965.00</b>

*Nota:* Esta tabla muestra el valor en dólares para la implementación del programa de prevención en riesgos químicos.

En base a la Normativa aplicable a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución C.D 513 (2011), la cual expone la indemnización por muerte de \$6.000 dólares americanos, tomando en cuenta que la exposición a los gases del combustible según la ficha técnica del producto puede ocasionar la muerte del trabajador. (Ver anexo E)

### Tabla 32

Costo de enfermedad producida o muerte

	Cantidad	Costo de valor unitario
Enfermedades producidas (muerte)	2	\$12.000
costo total		\$12.000

*Nota:* La tabla muestra el valor a pagar en caso de producirse una enfermedad profesional (muerte).

En la siguiente tabla comparamos el valor de la implementación del programa de prevención en riesgos químicos, y el valor en caso de producirse una enfermedad profesional a causa de un agente químico; en este caso se tomó como referencia el valor por muerte en caso de un accidente o enfermedad tomado de la normativa de Seguridad y Salud en el trabajo. Resolución. C.D.513.

**Tabla 33**

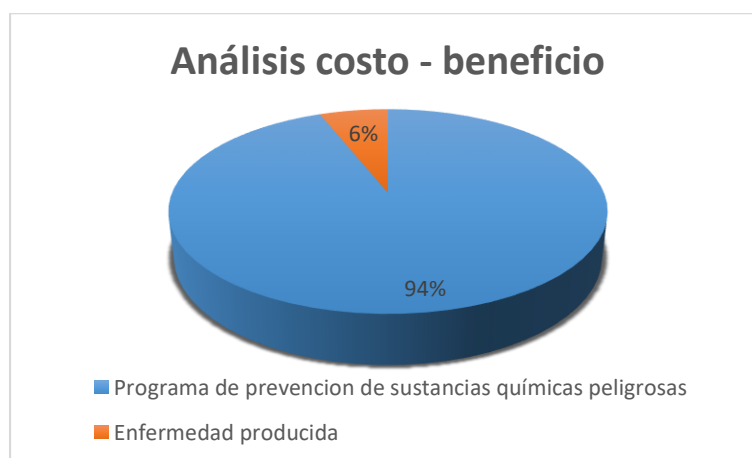
*Análisis de costo*

	Cantid ad	Costo de valor unitario	Costo total
Presupuesto del programa de prevención en riesgos químicos	1	\$1.965,00	\$1.965,00
Enfermedad producida (muerte)	2	\$12,000	\$12,000

*Nota:* Esta tabla indica el costo de una enfermedad profesional (muerte) y el costo a implementar el programa de prevención en riesgos químicos.

**Figura 38**

*Análisis costo beneficio*



*Nota:* La figura muestra los porcentajes de los beneficios que se deberá obtener la implementación de los programas de prevención en riesgos químicos.

### **Análisis e interpretación:**

Se establece que los beneficios de la implementación del programa de prevención de riesgos químicos son mayores de los valores de la inversión estudiada. En consecuencia, el implementar el programa de prevención en riesgos químicos traerá un beneficio económico al Ala de Transporte N° 11, además de obtener un beneficio en la seguridad de los aerotécnicos encargados del mantenimiento de aeronaves presentando un ambiente laboral que garantice su salud y bienestar.

### **3.11 Elaboración del programa de prevención en Riesgos Químicos**

El siguiente programa de prevención de Riesgos Químicos comprende en establecer parámetros, pautas y métodos a la exposición de los gases emitidos por el combustible Jet A-1 en el Ala de Transporte N°11; Esto implica el contacto directo que tienen los aerotécnicos con el químico, en este caso con el combustible Jet A-1 y la emisión de gases del mismo.

El programa de prevención de riesgos químicos quedará como una propuesta, para que el Ala de Transporte N° 11 pueda implementarla debido a su importancia, esto con el fin de evitar posibles enfermedades o riesgos a la salud de los aerotécnico, a la hora del mantenimiento de los tanques, ya sea esté por contacto directo con el químico o por la emisión de gases que se produce al abrir los tanques de la aeronave para su respectivo mantenimiento, brindando medidas preventivas, correctivas, y capacitaciones (Ver anexo H).

El programa comprende de la siguiente lista de actividades mostradas a continuación

- Introducción
- Objetivo
- Alcance
- Marco Referencial
- Definiciones Generales
- Niveles de Responsabilidad
- Generalidades de la empresa
- Organigrama
- Intervenciones y procedimientos
- Dotación de Equipos de Protección Personal (EPP)
- Uso obligatorio de EPP
- Entrega de EPP (Equipos de Protección Personal)
- Capacitación de seguridad e higiene industrial
- Medidas preventivas, correctivas y de control
- Exámenes ocupacionales
- Previsión de la Evaluación
- Resultados de la revisión
- Conclusiones
- Recomendaciones

El programa de prevención en riesgos químicos también contiene un cronograma estipulado con cada una de las actividades y periodo de tiempo, para llevar a cabo la correcta implementación. (Ver Anexo I)



## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se evaluó las emisiones de vapores utilizando el equipo TUFF 4 PLUS en los tanques de combustible de la aeronave Boeing 737, en el cual se determinó los criterios de valoración de Hidrocarburos alifáticos alcanos (ppm 1000), donde la primera muestra obtenida en el aerotécnico de mantenimiento fue 171 ppm en un 17,1 %, en la segunda muestra del tanque ubicado en el ala derecha fue de 482 ppm en un 48,2%, la tercera muestra del tanque ubicado en el ala izquierda fue de 501 ppm en un 50,1 %y la cuarta muestra tomada en la actividad de abastecimiento de la aeronaves fue de 984 ppm en un 98,4 % en referencia al valor límite permisible.
- Se determinó los efectos en la salud de los aerotécnicos tales como; dolor de cabeza, irritación en los ojos y vías respiratorias, resequedad en manos / piel, inflamación en garganta y náuseas, en donde la tasa de enfermedades profesionales y riesgos ha permanecido constante al 2%, en los dos últimos periodos.
- Se realiza el programa de prevención en riesgos químicos el cual contiene información de riesgos y enfermedades profesionales a causa de las emisiones de gases del combustible, medidas preventivas, correctivas, y capacitaciones, las cuales deben ser implementadas en el Ala de transporte No.11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

## 4.2 Recomendaciones

- Al presentarse niveles medios en la actividad de abastecimiento de una aeronave y en mantenimiento de tanques en el momento que se abren los tanques de combustible, se recomienda implementar la propuesta programada y entregada al Ala de Transporte N° 11 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.
- Se recomienda utilizar los equipos de protección personal y realizar exámenes médicos periódicos determinados por el médico ocupacional de acuerdo a los químicos a los que los trabajadores se encuentran expuestos de manera que se tenga un control sobre los niveles de toxicidad que han absorbido y realizar planes de prevención de enfermedades ocupacionales debido a la absorción de contaminantes químicos ya sea por vía dérmica o respiratoria en coordinación con el área de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Se recomienda aplicar las medidas preventivas y de control expuestas en el programa de prevención en riesgos químicos, dar revisión, seguimiento, actualización y mejora continua del programa propuesto.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Seguridad ocupacional: es una disciplina en asuntos de protección, seguridad, salud y bienestar de las personas involucradas en el trabajo. Los programas de seguridad e higiene industrial buscan fomentar un ambiente de trabajo seguro y saludable.
- Higiene industrial: es la ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por el lugar de trabajo, que puede ocasionar enfermedades.
- Riesgo químico: es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades.
- Enfermedad profesional: es aquella contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena o por cuenta propia en las actividades que se especifiquen en el cuadro de Enfermedades Profesionales.
- Prevención: Se refiere a la preparación con la que se busca evitar, de manera anticipada, un riesgo, un evento desfavorable o un acontecimiento dañoso.
- Control del riesgo: es analizar el funcionamiento, la efectividad y el cumplimiento de las medidas de protección, para determinar y ajustar sus deficiencias.

- Sustancias: Se entiende por sustancia química o especie química a un tipo de materia que es químicamente homogénea y definida, o sea, que posee una composición química fija.
- Concentración: es la magnitud que mide la cantidad de soluto (o solvente) que está presente en una disolución.
- Manipulación: es la acción y efecto de manipular, operar con las manos o con un instrumento, manosear algo.
- Muestreo: es el proceso de seleccionar un conjunto de individuos de una población con el fin de estudiarlos y poder caracterizar el total de la población.
- Destilación: Proceso por el que la sustancia volátil de una mezcla se separa de otra que no lo es mediante evaporación y posterior condensación de la misma.
- Kerosene: Es el derivado de la destilación del petróleo, de un color azulado o amarillento transparente, su estado intermedio de densidad va entre la gasolina y el diésel es de un olor fuerte.
- Parafínicos: Compuesto orgánico cuya estructura molecular es una cadena abierta.

## BIBLIOGRAFÍA

- AEROMUNDO*. (2014). Recuperado el 21 de Enero de 2021, de <https://www.aeromundomagazine.com/2014/01/31/el-boeing-737-200-fae-630-de-la-fuerza-aerea-ecuatoriana/>
- Aguilera, C. (Abril de 2019). *SCIELO*. Recuperado el 28 de Enero de 2021, de Revista médica de Chile: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872019000400470](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872019000400470)
- Bolivar, G. (2019). *Lifeder.com*. Recuperado el 5 de Febrero de 2021, de <https://www.lifeder.com/cromatografia-de-gases/>
- Bolívar, G. (2019). *Lifeder.com*. Recuperado el 10 de Febrero de 2021, de <https://www.lifeder.com/cromatografia-de-gases/>
- Casella Tuff Personal Sampling Pumps*. (2014). Recuperado el 5 de Febrero de 2021, de <http://innotechi.com/files/Casella/TUFF.pdf>
- CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008*. (13 de julio de ultima modificacion 2011). Recuperado el 7 de Enero de 2021, de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008*. (13 de julio de última modificación 2011). Recuperado el 6 de Enero de 2021, de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Council, N. R. (1996). *Permissible Exposure Levels for Selected Military Fuel*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2020, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK207617/>
- Decisión 584*. (2004). Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo: <https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/12/decision584.pdf>

*DECRETO EJECUTIVO 2393*. (1986). Recuperado el 12 de Enero de 2021, de Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

Decreto, R. (12 de Junio de 1997). *Real Decreto 773*. Recuperado el 18 de Enero de 2021, de disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-12735-consolidado.pdf>

DGAC. (4 de 12 de 2013). *Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2020, de [https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/REGLAMENTO-SEGURIDAD-Y-SALUD-2013\\_compressed.pdf](https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/REGLAMENTO-SEGURIDAD-Y-SALUD-2013_compressed.pdf)

DIAF. (2019). *DIAF.gob*. Recuperado el 11 de Febrero de 2021, de <https://diaf.gob.ec/>

Euclides, R. S. (Enero de 2015). *ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS: RECEPCIÓN, TRATAMIENTO Y DESPACHO DE COMBUSTIBLE JET FUEL DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS BEATERIO*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2020, de Repositorio Digital UTE: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6119/1/59218\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6119/1/59218_1.pdf)

FUENTES, V. H. (2008). *Repositorio ESPE*. Recuperado el 9 de Febrero de 2021, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2360/1/T-ESPE-017049.pdf>

Hincapie, C. A. (1994). *Clasificación general de los Riesgos*. Cali: Universidad del Quindío. Recuperado el 15 de Enero de 2021, de <https://books.google.com.ec/books?id=idw3DgAAQBAJ&pg=PA631&dq=Clasificaci%C3%B3n+General+de+Riesgos+restrepo&hl=es->

419&sa=X&ved=0ahUKEwimoL6\_0e3nAhUIRKwKHeLHCwoQ6AEIMDAB#v=onpage&q=Clasificaci%C3%B3n%20General%20de%20Riesgos%20restrepo&f=false

IESS. (2011). *Resolución No. C.D. 513*. Recuperado el 16 de Enero de 2021, de [file:///C:/Users/user/Downloads/IESS\\_Normativa.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/IESS_Normativa.pdf)

INSST. (1989). *NTP 244 Criterios de valorización en Higiene Industrial*. Recuperado el 19 de Enero de 2021, de [https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_244.pdf/b853aaf2-955b-41d7-b021-7bd702ecdd9d](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_244.pdf/b853aaf2-955b-41d7-b021-7bd702ecdd9d)

INSST. (1992). *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. Recuperado el 16 de Enero de 2021, de <https://www.insst.es/documents/94886/162038/6.+Hidrocarburos+arom%C3%A1ticos++Hidrocarburos+arom%C3%A1ticos+halogenados++Hidrocarburos+poliarom%C3%A1ticos++Isocianatos++Cetonas>

INSST. (200). *Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos NTP 749*. Recuperado el 17 de Enero de 2021, de Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo: [https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp\\_749.pdf/be5ce6b4-7f70-49af-84f3-057bd3ab23f8](https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_749.pdf/be5ce6b4-7f70-49af-84f3-057bd3ab23f8)

INSST. (2008). *Determinación de hidrocarburos alifáticos (n-hexano, n-heptano, noctano, n-nonano) en aire - Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases (MTA/MA-029/A92)*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2020, de [https://www.insst.es/documents/94886/359043/MA\\_029\\_A92.pdf/192454a9-52ed-40e6-a212-3e0b9a4b8f42](https://www.insst.es/documents/94886/359043/MA_029_A92.pdf/192454a9-52ed-40e6-a212-3e0b9a4b8f42)

- INSST. (2011). *Seguridad en el Trabajo*. Recuperado el 19 de Enero de 2021, de <https://www.insst.es/documents/94886/599872/Seguridad+en+el+trabajo/e34d1558-fed9-4830-a8e3-b0678c433bb1>
- INSST. (2012). *Evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación. Metodo basado en el INRS*. Recuperado el 16 de Enero de 2021, de Notas tecnicas de prevencion: <https://www.insst.es/documents/94886/326879/937w.pdf/9f3ff227-acfa-46b2-8613-355f5d057ad7>
- INSST. (2014). *Evaluación de Riesgos Químicos*. Recuperado el 17 de Enero de 2021, de <https://www.insst.es/subhome-riesgo-quimico>
- INSST. (Febrero de 2019). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España*. Recuperado el 17 de Enero de 2021, de <https://www.insst.es/documents/94886/188493/L%C3%ADmites+de+exposici%C3%B3n+profesional+para+agentes+qu%C3%ADmicos+2019/7b0b9079-d6b5-4a66-9fac-5ebf4e4d83d1>
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion INEN, N. 2. (2006). *PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. JET A-1*. Recuperado el 19 de Enero de 2021, de <https://archive.org/stream/ec.nte.2070.1996#mode/2up>
- Instituto Sindical de Trabajo, A. y. (1996). *ISTAS*. Recuperado el 8 de Febrero de 2021, de Evaluación de riesgos laborales: <https://istas.net/salud-laboral/actividades-preventivas/evaluacion-de-riesgos-laborales>
- ISSFA. (1992). *Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas*. Recuperado el 12 de Enero de 2021, de <https://www.issfa.mil.ec/descargas/2020/agosto/presentacion.html>
- ISTAS. (Julio de 2010). *Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX*. Recuperado el 12 de Enero de 2021, de <https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=621>



LARENAS, N. (13 de 04 de 2019). *Aviones – Tanques de combustible*. Recuperado el 23 de Enero de 2021, de <https://www.nlarenas.com/2019/02/aviones-tanques-de-combustible/>

López, A. C. (2019). *Hidrocarburos asociados a la Enfermedad Laboral*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2020, de <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/3873/HIDROCARB UROS%20ASOCIADOS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Machado, D. A. (2014). *LOS RIESGOS QUÍMICOS PRODUCIDOS POR COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN LA ZONA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE DEL GRUPO AÉREO N° 44 PASTAZA,*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2020, de [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8094/1/Tesis\\_t913mshi.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8094/1/Tesis_t913mshi.pdf)

Machado, E. T. (2019). *SciELO*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2021, de Evaluación de riesgos químicos por isómeros de dimetil benceno en pintores: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362019000200123](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000200123)

Macias, J. R. (2013). *Diseño conceptual de un Sistema Experto Informático, como herramienta de apoyo en el proceso de elaboracion de nuevas leyes*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2020, de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3189/1/T1171-MGD-Reyes-Dise%C3%B1o.pdf>

MAINTENANCE MANUAL BOEING 737. (2017). En BOEING, *MAITENANCE MANUAL BOEING 737* (pág. 402). Recuperado el 10 de Diciembre de 2020

MAITENANCE MANUAL BOEING 737. (2017). En BOEING, *MAITENANCE MANUAL BOEING 737* (pág. 402). Recuperado el 101 de Diciembre de 2020

- Medina, J. d. (2013). *ESTRATEGIAS DE MONITORIZACIÓN DE CO<sub>2</sub> Y OTROS GASES EN LOS ESTUDIOS DE ANÁLOGOS NATURALES*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2020, de [http://oa.upm.es/22541/1/Javier\\_de\\_Elio\\_Medina\\_1.pdf](http://oa.upm.es/22541/1/Javier_de_Elio_Medina_1.pdf)
- NFPA 704. (2012). Recuperado el 15 de Enero de 2021, de National Fire Protection Association: <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Norma-NFPA-704.pdf>
- NIOSH. (2004). *Pocket Guide to Chemical Hazards, NIOSH Publications*,. Recuperado el 2 de Enero de 2021, de <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2005-149/pdfs/2005-149.pdf>
- NTP 23 *Toma de muestra de contaminantes mediante absorbentes sólidos*. (1982). Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de <https://www.insst.es/documents/94886/195574/NTP+23+Toma+de+muestra+de+contaminantes+mediante+absorbentes+s%C3%B3lidos.+Norma+general.pdf/85e0c907-b4ca-4750-97c4-370476154e5f>
- OACI. (2017). *CONFERENCIA SOBRE LA AVIACIÓN Y LOS COMBUSTIBLES*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2020, de DESARROLLO DE COMBUSTIBLES PARA LA AVIACIÓN: <https://www.icao.int/Meetings/CAAF2/Documents/CAAF.2.WP.023.4.es.pdf>
- OHSAS, 1. (2007). *SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO*. Madrid - España: AENOR INTERNACIONAL. Recuperado el 17 de Enero de 2021
- OIT. (2010). *Organización Internacional del Trabajo*. Recuperado el 17 de Enero de 2021, de Lista de enfermedades profesionales: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_150327.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_150327.pdf)
- OMS. (2013). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 17 de Enero de 2021

- ONU. (2002). *Guías sobre Buenas Prácticas para la Aplicación Aérea de Plaguicidas*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2020, de <http://www.fao.org/3/Y2766S/Y2766S00.htm#3.6>
- Osses, S. J. (2010). *EQUIPOS PORTÁTILES DE MEDICIÓN DE ATMÓSFERAS UTILIZADOS EN BUQUES MERCANTES*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2020, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfciu.76e/doc/bmfciu.76e.pdf>
- PEMEX. (09 de 10 de 2015). *Hoja de Datos de Seguridad Turbosina*. Recuperado el 18 de Enero de 2021, de <https://www.pemex.com/comercializacion/productos/HDS/refinados/HDS%20SA C%20Turbosina%20TRI%206.pdf>
- PETROECUADOR. (Marzo de 2007). *HOJA DE SEGURIDAD – MSDS – DIESEL 2*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2020, de <http://www.actiweb.es/tydco/archivo1.pdf>
- RAE Systems by Honeywell. (01 de 05 de 2004). *PID y entrada a Tanques en las alas de los Aviones*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2020, de [https://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Nota-de-aplicaci%C2%A2n-AP-200\\_PID-y-entrada-a-tanques-en-las-alas-de-los-aviones\\_01-05.pdf](https://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Nota-de-aplicaci%C2%A2n-AP-200_PID-y-entrada-a-tanques-en-las-alas-de-los-aviones_01-05.pdf)
- REPSOL. (2007). *Instrucciones básicas de operaciones de suministro de aeronaves*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2020, de [https://www.repsol.com/comunes/archivos/cap6mod\\_\\_71243.pdf](https://www.repsol.com/comunes/archivos/cap6mod__71243.pdf)
- Repsol. (2011). *Ficha técnica Jet A-1*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2020, de [https://www.repsol.com/imagenes/global/es/composicion-jet-a1\\_tcm13-160200.pdf](https://www.repsol.com/imagenes/global/es/composicion-jet-a1_tcm13-160200.pdf)

- RESOLUCIÓN C.D 513*. (10 de Noviembre de 2011). Recuperado el 3 de Enero de 2021, de REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE TRABAJO:  
[https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma\\_interactiva/IESS\\_Normativa.pdf](https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf)
- Restrepo, J. E. (2016). El concepto de riesgo: avances hacia un modelo de percepción de riesgo. *"PSICOESPACIOS"*, 27. Recuperado el 13 de Enero de 2021
- Shell España, S. (99 de Agosto de 2018). *FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD JET A-1*. Recuperado el 14 de Enero de 2021 , de  
<https://www.ecosmep.com/cabecera/upload/fichas/4903.pdf>
- SHIROKOVA. (s.f.). *Propiedades del Jet Fuel*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2020, de Propiedades del Jet Fuel.
- Specification-103, A. (2006). *Jet Fuel Quality Control at Airports*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2020, de  
<http://www.filtrypaliwalotnicze.pl/files/BazaInformacji/887918498/lib/ata-103.pdf>
- Terpel*. (2011). Recuperado el 4 de Febrero de 2021, de  
<https://www.terpel.com/en/home-Productos-y-Servicios/Aviacion/Aviacion-Terpel/>
- TODO EN AVIONES*. (2000). Recuperado el 5 de Febrero de 2021, de [http://www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha\\_737.htm](http://www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha_737.htm)
- Trabajo, I. G. (s.f.). *Determinación de hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, etilbenceno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenceno) en aire - Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases*. Recuperado el 2 de Enero de 2021, de Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales:  
[https://www.insst.es/documents/94886/359043/MA\\_030\\_A92.pdf/ac88773d-81a9-4408-854d-d2451d16a2c7](https://www.insst.es/documents/94886/359043/MA_030_A92.pdf/ac88773d-81a9-4408-854d-d2451d16a2c7)
- Trabajo, R. d. (10 de Febrero de 2016). *Resolución C.D.513*. Recuperado el 11 de Febrero de 2021, de REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DEL TRABAJO:  
[https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma\\_interactiva/IESS\\_Normativa.pdf](https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf)

VERNIER, J. (1992). *El Medio Ambiente*. Mexico: Lito Arte S.A. Recuperado el 25 de  
Noviembre de 2020

Zamora, L. (2016). *Sliderplayer*. Recuperado el 25 de Enero de 2021, de

CLASIFICACION DE LOS QUIMICOS: <https://slideplayer.es/slide/3758503/>

# ANEXOS