



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Repotenciación del sistema de iluminación de la plataforma de aterrizaje de helicópteros del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha” mediante tecnología led amparado en normativas y estándares técnicos.

Ochoa Zambrano, Leonardo Daniel

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de tecnólogo en Electrónica mención Instrumentación & Aviónica

ING. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

02 de marzo del 2021



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Repotenciación del sistema de iluminación de la plataforma de aterrizaje de helicópteros del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha” mediante tecnología led amparado en normativas y estándares técnicos”**. Fue realizado por el señor **Ochoa Zambrano Leonardo Daniel**, la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad mediante la iluminación led de la plataforma de aterrizaje de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 02 de marzo del 2021

Ing. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

C.C.: 0503497604

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Document Information

Analyzed document	OCHOA LEONARDO CAPÍTULO 2 AL 4.pdf (D96739914)
Submitted	2/28/2021 12:25:00 AM
Submitted by	
Submitter email	llochoa@espe.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	mlcajas.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS TAIPE DIEGO.docx Document TESIS TAIPE DIEGO.docx (D63066320)		1
W	URL: https://www.boe.es/buscar/act.php?lang=en&id=BOE-A-2009-9043&tn=1&p=20110726 Fetched: 12/15/2019 9:25:11 PM		1
W	URL: https://www.boe.es/diario_boe/xml.php?id=BOE-A-2011-12867 Fetched: 5/14/2020 4:20:37 PM		1
SA	GUÍA TRÁFICO AÉREO 2020_version2.docx Document GUÍA TRÁFICO AÉREO 2020_version2.docx (D77334195)		1
SA	INSTALACIONES 2 DOCUMENTO DOCENTE JUNIO 2020.pdf Document INSTALACIONES 2 DOCUMENTO DOCENTE JUNIO 2020.pdf (D76830325)		1
W	URL: https://www.srvsop.aero/site/wp-content/uploads/2019/12/00-RPEAGA15-Informe-Provis... Fetched: 2/26/2021 7:04:31 AM		1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS NARVAEZ REV9..docx Document TESIS NARVAEZ REV9..docx (D78164296) Submitted by: leguerrero6@espe.edu.ec Receiver: leguerrero6.espe@analysis.arkund.com		1

Ing. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

C.C.: 0503497604



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Ochoa Zambrano Leonardo Daniel**, con cédula de ciudadanía 1722060413, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Repotenciación del sistema de iluminación de la plataforma de aterrizaje de helicópteros del Grupo de Aviación del Ejército Nº 45 “Pichincha” mediante tecnología led amparado en normativas y estándares técnicos”**. Es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 02 de marzo del 2021

Ochoa Zambrano, Leonardo Daniel

C.C.: 1722060413



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Ochoa Zambrano Leonardo Daniel** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Repotenciación del sistema de iluminación de la plataforma de aterrizaje de helicópteros del Grupo de Aviación del Ejército Nº 45 “Pichincha” mediante tecnología led amparado en normativas y estándares técnicos”** en el Repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 02 de marzo del 2021



Ochoa Zambrano, Leonardo Daniel

C.C.: 1722060413

DEDICATORIA

La presente monografía quiero iniciar dedicándosela efusivamente a mi Dios todopoderoso quien me ha bendecido cumpliendo esta anhelada etapa en mi vida, por ser el inspirador y guía permitiéndome culminar esta carrera de manera satisfactoria y con valiosos conocimientos profesionales.

A mis padres por hacer de mí una persona de bien, por estar conmigo en todo momento, por su cariño, por extenderme sus manos y brindarme su apoyo incondicional durante todo este proceso.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi amada esposa Cecilia por ayudarme cuando más la necesito, a mis hijos Leonardo Matheo y José Daniel, quienes son el pilar fundamental en todos mis sueños y metas.

OCHOA ZAMBRANO, LEONARDO DANIEL

AGRADECIMIENTO

Al finalizar esta monografía quiero iniciar expresando mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena de felicidad cada día de mi vida, es mi luz incondicional y guía al permitirme haber llegado hasta esta importante etapa de mi formación profesional.

Mi profundo agradecimiento a toda mi familia quienes son mi motor y mayor inspiración en cada etapa de mi vida, por sus consejos brindados y apoyo fundamental siempre estarán en mi corazón.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a todos los docentes del departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, quienes durante todo este tiempo han compartido su conocimiento en las aulas, por todo su apoyo y conocimiento impartido muchas gracias.

OCHOA ZAMBRANO, LEONARDO DANIEL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
CERTIFICACIÓN	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN.....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	12
ÍNDICE DE FIGURAS	13
RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
Problema de investigación	18
Tema	18
Justificación	18
Antecedentes	20
Planteamiento del problema	21
Objetivos	22
<i>Objetivo general</i>	<i>22</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>22</i>

	9
Alcance	22
Marco teórico	24
Historia de la Aviación del Ejército	24
<i>Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”</i>	25
<i>Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha”</i>	25
Plataforma de aterrizaje para helicópteros	26
Manual de helipuertos OACI	27
<i>Características físicas</i>	28
<i>Ayudas visuales</i>	28
<i>Señales</i>	29
<i>Ayudas luminosas</i>	30
Regulación N° 155 de la DGAC: Diseño y operaciones de helipuertos	32
<i>Características físicas</i>	33
<i>Ayudas visuales</i>	34
<i>Señal luminosa del perímetro del área</i>	34
Elementos eléctricos y electrónicos de una plataforma de aterrizaje	35
<i>Interruptor</i>	35
<i>Disyuntor</i>	36
<i>Lámpara led</i>	37
<i>Baliza led</i>	38
<i>Reflector led</i>	39

	10
Clasificación de helicópteros.....	40
Plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 “Pichincha”	42
Mantenimientos aplicados a la plataforma del G.A.E. N° 45 “Pichincha”	43
<i>Mantenimiento preventivo.....</i>	43
<i>Mantenimiento correctivo.....</i>	44
<i>Mantenimiento restaurativo.....</i>	44
Desarrollo del tema	46
Preliminares	46
Simulación del sistema de iluminación.....	47
Desmontaje del sistema de iluminación.....	48
Mantenimiento del cableado del sistema de iluminación	51
Análisis y selección de dispositivos a utilizarse	53
Readecuación del sistema de iluminación.....	60
<i>Instalación de interruptores y luz piloto.....</i>	64
<i>Instalación de lámparas y balizas led.....</i>	65
<i>Instalación de tomacorrientes y disyuntor.....</i>	66
<i>Instalación de reflectores led.....</i>	68
<i>Implementación de señalética para el sistema de iluminación.....</i>	69
Procedimientos de operación y comprobación del sistema de iluminación ..	70
Lista de registro de inspección para el sistema de iluminación	74
Conclusiones y recomendaciones	75

	11
Conclusiones	75
Recomendaciones	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Señales diurnas de un helipuerto</i>	29
Tabla 2 <i>Ayudas luminosas de un helipuerto</i>	31
Tabla 3 <i>Tamaño de los helicópteros</i>	42
Tabla 4 <i>Características de la plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 “Pichincha”</i>	43
Tabla 5 <i>Características de la lámpara led marca Fokua</i>	54
Tabla 6 <i>Baliza led color verde</i>	55
Tabla 7 <i>Disyuntor Schneider Domae</i>	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Plataforma de operaciones aéreas estándar</i>	27
Figura 2	<i>Luces de área de un helipuerto</i>	29
Figura 3	<i>Baliza plástica de ruta de desplazamiento aérea</i>	32
Figura 4	<i>FATO y área de seguridad operacional</i>	33
Figura 5	<i>Señales y luces – TLOF</i>	35
Figura 6	<i>Interruptor de palanca</i>	36
Figura 7	<i>Disyuntor Schneider</i>	37
Figura 8	<i>Lámpara led</i>	38
Figura 9	<i>Baliza led</i>	39
Figura 10	<i>Reflector led</i>	40
Figura 11	<i>Helicóptero mediano Super Puma AS-332B</i>	41
Figura 12	<i>Plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 “Pichincha”</i>	45
Figura 13	<i>Circuito de iluminación simulado</i>	47
Figura 14	<i>Circuito de iluminación simulado en estado ON</i>	48
Figura 15	<i>Caja luminaria obsoleta</i>	49
Figura 16	<i>Caja luminaria sin elementos</i>	50

	14
Figura 17 <i>Desmontaje de elementos eléctricos y electrónicos</i>	51
Figura 18 <i>Conductos de cableado soterrado</i>	52
Figura 19 <i>Sistema de cableado trifásico aislado</i>	53
Figura 20 <i>Lámpara led Fokua</i>	55
Figura 21 <i>Baliza led color verde</i>	56
Figura 22 <i>Disyuntor Schneider electric</i>	58
Figura 23 <i>Interruptor palanca dos posiciones</i>	59
Figura 24 <i>Luz piloto</i>	59
Figura 25 <i>Reflector led</i>	60
Figura 26 <i>Mantenimiento de caja luminaria</i>	61
Figura 27 <i>Modificación a caja luminaria</i>	62
Figura 28 <i>Lijado de caja luminaria</i>	62
Figura 29 <i>Caja luminaria pintada</i>	63
Figura 30 <i>Riel Din</i>	64
Figura 31 <i>Instalación de interruptores y luz piloto</i>	65
Figura 32 <i>Luminarias led ensambladas en la caja luminaria</i>	66
Figura 33 <i>Instalación de dispositivos eléctricos y electrónicos al disyuntor</i>	67

	15
Figura 34 <i>Sellado de cajas luminarias</i>	67
Figura 35 <i>Reflectores leds instalados en la torre de control</i>	68
Figura 36 <i>Caja luminaria instalada</i>	69
Figura 37 <i>Señalética de la caja luminaria</i>	70
Figura 38 <i>Comprobación del encendido de la lámpara led</i>	72
Figura 39 <i>Comprobación del encendido de la baliza led</i>	72
Figura 40 <i>Comprobación del funcionamiento de tomacorrientes</i>	73
Figura 41 <i>Iluminación de la plataforma en la noche</i>	74

RESUMEN

La presente monografía consiste en la repotenciación del sistema de iluminación mediante tecnología led a la plataforma de helicópteros pertenecientes al Grupo de Aviación del Ejército (G.A.E) N° 45 “Pichincha”; para modernizar este sistema se realizó la readecuación y comprobación del correcto funcionamiento del cableado soterrado existente, este suministra energía eléctrica en 110 y 220 Voltios de Corriente Alterna (VAC) al sistema luminario. El sistema de iluminación cuenta con seis cajas luminarias, estas se encuentran dotadas en su interior con disyuntores de 400 VAC y 16 Amperios (A) para prevenir de sobrevoltajes o cortes de energía inesperados; también las cajas luminarias cuenta con seis lámparas led y seis balizas led selladas herméticamente para iluminar el helipuerto en vuelos realizados durante la noche por las tripulaciones de las aeronaves, finalmente el sistema de iluminación posee un contactor principal que se encarga de encender y apagar todo el sistema luminario de la pista y doce interruptores en cada caja eléctrica para el control luminario de las mismas, de esta manera se logró solventar una de las necesidades del G.A.E N° 45 “Pichincha”, contribuyendo a la seguridad de las personas involucradas y a las operaciones aéreas.

Palabras clave:

- **REPOTENCIACIÓN**
- **TECNOLOGÍA LED**
- **PLATAFORMA**
- **ILUMINACIÓN**
- **OPERACIONES AÉREAS**

ABSTRACT

This monograph consists of the repowering of the lighting system using LED technology to the helicopter platform belonging to the Army Aviation Group (G.A.E) No. 45 "Pichincha"; to modernize this system the readjustment and verification of the correct operation of the existing underground wiring was carried out, this supplies electrical energy in 110 and 220 Volts of Alternating Current (VAC) to the lighting system. The lighting system has six light boxes, which are equipped with 400 VAC and 16 Amp circuit breakers to prevent overvoltage or unexpected power outages; The lighting boxes also have six LED lamps and six hermetically sealed LED beacons to illuminate the heliport during night flights by aircraft crews. Finally, the lighting system has a main contactor that is responsible for turning on and off the entire runway lighting system and twelve switches in each electrical box for the lighting control of the G.A.E N° 45 "Pichincha", contributing to the safety of the people involved and to the aerial operations.

Key words:

- **REPOWERING**
- **LED TECHNOLOGY**
- **PLATFORM**
- **LIGHTING**
- **AERIAL OPERATIONS**

CAPÍTULO I

1. Problema de investigación

1.1 Tema

“Repotenciación del sistema de iluminación de la plataforma de aterrizaje de helicópteros del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha” mediante tecnología led amparado en normativas y estándares técnicos”.

1.2 Justificación

Todas las operaciones que realizan los Grupos Aéreos pertenecientes a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha” están reguladas acorde a las exigencias de la industria aérea nacional y mundial como por ejemplo la regulación N° 155 (diseño y operación de helipuertos) de la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC) y el manual para helipuertos de la Organización de aviación Civil Internacional (OACI), lo que implica que la iluminación en plataforma es uno de los principales puntos para garantizar la seguridad de las operaciones, paralelamente a esto es necesario una buena capacitación y prácticas de trabajo que garantizan la seguridad en la transportación aérea. (*31-RDAC-Parte-155-Nueva-Edición-Rev.-Original-18-Jul-2017....pdf*, s. f.; *Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf*, s. f.-a; User, s. f.)

El presente proyecto de titulación permitirá a los técnicos encargados del equipo de apoyo en tierra realizar señales aéreas nocturnas de manera segura, el operador de tráfico aéreo contara con una mejor visibilidad de la plataforma para guiar a las tripulaciones de vuelo permitiendo que se pueda realizar despegues y aproximaciones con mejor visibilidad, de forma precisa segura y confiable; es decir, prevalecerá la

seguridad en las operaciones aéreas nocturnas, puesto que el sistema de iluminación aporta armónicamente una correcta visualización de la plataforma de aterrizaje durante la noche. (*MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DE LA 15-BAE PAQUISHA. GENERALIDADES CAPITULO I - PDF Free Download*, s. f., p. 75)

El sistema de iluminación se basa en una tecnología led, esta tecnología ofrece iluminación artificial con menos espacio, una mejor resolución y colores más nítidos. Es decir, aportará un conjunto de ventajas y beneficios interesantes, como el bajo consumo de electricidad que se verá reflejado en la reducción de costos de la planilla eléctrica, alta duración y compatibilidad con la energía renovable; por lo tanto, esta tecnología cumple con normas y estándares técnicos de alta calidad como reducir el consumo de energía entre el 60 y 85% en comparación a las lámparas tradicionales (bombillos) y una vida útil de 60000 horas, además de brindar un alumbrado completo, potente, más seguro y menos contaminante a la plataforma y al personal operativo de la unidad. (*4_Conceptos_Basicos_del_LED.pdf*, s. f., p. 5)

Los beneficiarios directo del proyecto son las tripulaciones de vuelo, personal de apoyo a las operaciones en tierra y el operador de tráfico aéreo del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 "Pichincha", el personal de mantenimiento serán los encargados de mantener la operatividad del sistema de iluminación de la plataforma. Todo el personal en conjunto permitirá que las aeronaves cumplan con misiones de defensa interna y de apoyo a las diferentes instituciones del Estado, en beneficio de toda la población ecuatoriana. (*Manual General De Mantenimiento De La 15-Bae Paquisha. Generalidades Capítulo I - Pdf Free Download*, s. f., p. 74)

1.3 Antecedentes

El Ejército Ecuatoriano o también conocido como Fuerza Terrestre, es una de las tres ramas pertenecientes a las Fuerzas Armadas. En la actualidad posee personal altamente capacitado y medios tecnológicos acorde a las diversas exigencias que el país requiere; esta respuesta de necesidades que presenta el país debe ser rápida y eficaz en los campos de apoyo administrativo, logístico y aeronáutico; es decir, el Comando General de la Fuerza Terrestre debe alcanzar a completar todas sus tareas encomendadas en apoyos a entidades del estado de manera satisfactoria con sus medios y personal disponibles, siendo la flexibilidad y cohesión de su organización lo que le permita seguir creciendo como institución. (T-ESFORSE-002008-R.pdf, s. f.)

La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “Paquisha”, tiene como principal fin el brindar servicios de transporte aéreo y abastecimientos a todas las unidades del Ejército, proporcionando su apoyo aéreo a todas las unidades ubicadas en las distintas regiones del País, por lo cual cuenta con Grupos Aéreos y bases de operaciones con sus propias aeronaves de ala fija y rotativa en las ciudades de Guayaquil, Portoviejo, La Shell, El Coca y Quito en donde se encuentra localizado el control y mando, para la coordinación de operatividad y demás funciones que sus helicópteros requieren para mantener a las mismas en condiciones operables. (User, s. f.)

El Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha”, es un grupo perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército, actualmente y gracias a la preparación, capacitación profesional, experiencia y conocimientos del personal de aerotécnicos han permitido desarrollar las diversas funciones encomendadas por el escalón superior con sus aeronaves de ala rotativa en las distintas regiones del país. (Villalba Yerovi Jorge.pdf, s. f.)

La plataforma del G.A.E N° 45 “Pichincha” es el lugar donde se realiza la ejecución de despegues y aterrizajes de sus aeronaves de ala rotativa, estas tareas son realizadas de manera diaria, diurna y nocturna. Se ha podido evidenciar mediante las operaciones aéreas realizadas por los helicópteros la falta de iluminación en la plataforma, para ello se deduce la necesidad imperiosa y urgente de realizar la repotenciación del área de iluminación, implementado mediante la aplicación de conocimientos y aptitudes técnicas para mitigar el problema detectado. (MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DE LA 15-BAE PAQUISHA. GENERALIDADES CAPITULO I - PDF Free Download, s. f.)

1.4 Planteamiento del problema

Los diversos factores climatológicos y atmosféricos por los que ha atravesado el sistema de iluminación de la plataforma perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha” han deteriorado el sistema de iluminación, lo cual pone en riesgo la correcta operación de las aeronaves en la noche, mismas que se realizan para mantener entrenadas a las tripulaciones de vuelo, personal de apoyo en tierra y operadores de tráfico aéreo en actividades nocturnas. Estas operaciones aéreas deben estar enmarcadas en un ámbito de seguridad acorde a las exigencias del campo aeronáutico. Puesto que, como exige el Manual General de Mantenimiento de la 15 BAE “Paquisha” en su capítulo III “Infraestructura y facilidades”, en el tema Plataforma del Grupo Aéreo N° 45 “Pichincha” indica que esta plataforma (helipuerto) debe contar con todas las facilidades para las operaciones aéreas diurnas y nocturnas, enmarcadas en un ámbito laborable seguro y confiable, con una correcta iluminación que asegure la calidad de todas las operaciones aéreas nocturnas, por lo que es necesario realizar la

repotenciación de dicho sistema. (*MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DE LA 15-BAE PAQUISHA. GENERALIDADES CAPITULO I - PDF Free Download*, s. f., p. 92)

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Repotenciar la iluminación de la plataforma perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha” mediante tecnología led.

1.5.2 Objetivos específicos

Analizar la información sobre las características técnicas de la iluminación que posee la plataforma de despegues y aterrizajes para aeronaves de ala rotativa del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha”, basándose en el Manual General de Mantenimiento.

Seleccionar los dispositivos de iluminación led que se utilizaran en la repotenciación de la plataforma del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha”, de acuerdo a normativas nacionales e internacionales.

Implementar la repotenciación de un sistema de iluminación led para la plataforma del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha” con su respectiva verificación de funcionamiento y registros técnicos.

1.6 Alcance

El propósito de este proyecto es repotenciar y modernizar el sistema de iluminación que posee la plataforma del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha” lo que permitirá mantener tripulaciones de vuelo y personal técnico

entrenado para la ejecución de actividades asociadas al ámbito aeronáutico, de esta manera asegurar operaciones aéreas nocturnas fiables.

La repotenciación de la iluminación mediante tecnología led en la plataforma para aeronaves de ala rotativa permitirá disminuir el tiempo y esfuerzo en las tripulaciones de vuelo al realizar despegues y aterrizajes nocturnos, además de volar en condiciones seguras, lo cual reflejará una eficiencia en las operaciones aéreas.

Se entregará un registro técnico del sistema de iluminación completo que evidencie el trabajo realizado, además de transmitir la información técnica implementada en la plataforma y que sirva de respaldo para futuras reparaciones, modificaciones y mantenimiento en el mismo.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1 Historia de la Aviación del Ejército

El ejército a nivel mundial realiza esfuerzos constantes en la evolución de su poder de combate para las diferentes operaciones terrestres, esta evolución también prevalece en el Ejército Ecuatoriano, mismo que posee en la actualidad dentro de sus diferentes especialidades técnicas el arma de Aviación del Ejército, la cual nació independiente de la fuerza Aérea con la finalidad de brindar servicio aéreo a las diferentes unidades militares acantonadas en todo el país. (*Historia Del Ejército Del Ecuador*, s. f., p. 13)

La primera misión de una aeronave del Ejército, con tripulación y aeronave propia la realizó en 1954 cumpliendo misiones administrativas en la zona austral del Ecuador. El alto mando militar de aquel entonces observó el éxito de esta primera experiencia aérea, para lo cual dispuso la adquisición de otras aeronaves tipo avioneta y la inmediata creación del Servicio Aéreo del Ejército, misma que cumplió misiones militares – administrativas a todas las unidades militares del país hasta 1978, año en el cual pasa a llamarse definitivamente Aviación del Ejército Ecuatoriano integrada por aviones de transporte y helicópteros militares tácticos de asalto y combate. (*Villalba Yerovi Jorge.pdf*, s. f., p. 2)

La Aviación del Ejército es el arma de la decisión en la guerra moderna, misma que posee personal técnico profesional; así como una constante renovación de material y equipo de vuelo acorde a las exigencias aéreas del mundo actual. (*Villalba Yerovi Jorge.pdf*, s. f., p. 7)

2.1.1 Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”

La Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha” fue creada en el año 1984 integrada en aquel entonces por personal y los medios, tanto aéreos como terrestres para cumplir misiones de combate, apoyo de combate y apoyo de servicios de combate en el aire, en la actualidad su base de operaciones se encuentra ubicada en la Balbina, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, cuenta con toda la infraestructura técnica y administrativa que la aviación militar lo exige; es decir, posee personal técnico calificado en el ámbito aeronáutico y un igual o mayor número de aeronaves que la Fuerza Aérea para cumplir las diferentes misiones asignadas por el escalón superior, que es de suma importancia en la toma de decisiones del comando de operaciones del Ejército Ecuatoriano. (*Villalba Yerovi Jorge.pdf*, s. f., p. 13)

2.1.2 Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha”

En la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui (Sangolquí), Campamento Militar “Marco A. Subía” se encuentra ubicado el Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha”, mismo que posee un escuadrón de asalto aéreo conformado por personal aerotécnico y los helicópteros SÚPER PUMA AS-332B, LAMA AS-315B, MI 171-E y ECUREUIL B3 para cumplir funciones de servicio de transporte aéreo y abastecimiento a todas las unidades del Ejército, además de brindar y desplegar su apoyo a las diversas instituciones del estado, cumpliendo así las diferentes misiones encomendadas por el escalón superior militar. (*Manual General De Mantenimiento De La 15-Bae Paquisha. Generalidades Capítulo I - Pdf Free Download*, s. f., p. 78)

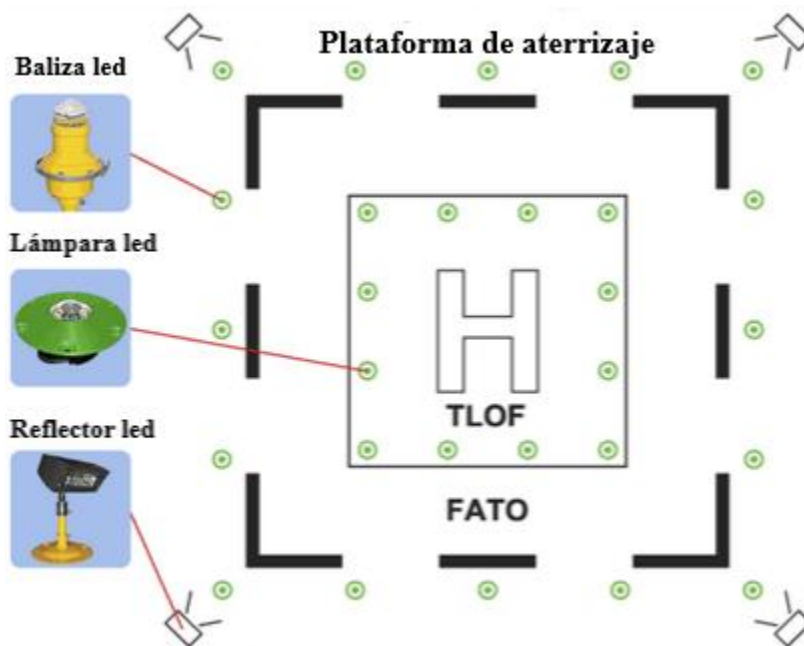
2.2 Plataforma de aterrizaje para helicópteros

Un aeródromo o plataforma de operaciones aéreas para helicópteros (helipuerto), es un área de tierra o agua definida y emplazada certificada por la Autoridad Aeronáutica a un operador, la cual debe poseer principalmente un área de aproximación final y de despegue de aeronaves FATO (Final Approach and Take Off area) y un área de toma de contacto y elevación final TLOF (Touchdown and Lift-Off area), estas áreas se encuentran destinada total o parcialmente para el movimiento, rodaje, despegues y aterrizajes en superficie de aeronaves. (*3_Clasificación Helipuertos OACI.pdf*, s. f., p. 3)

El aeródromo utilizado por el operador debe cumplir con normas aplicables y estándares aeronáuticos dispuestos por la Autoridad Aeronáutica; para que, realice la explotación comercial, administrativa, mantenimiento y operacional de la misma. Estas normas que ya están estandarizadas por las diferentes entidades aeronáuticas internacionales como la Administración Federal de Aviación, la Organización de Aviación Civil Internacional entre otras, permiten que las operaciones aéreas se desarrollen en condición normal, ayudándose de sistemas técnicos funcionales que proporcionen seguridad al piloto y este sea capaz de maniobrar la aeronave durante las operaciones aéreas de manera segura de principio a fin. (*3_Clasificación Helipuertos OACI.pdf*, s. f., p. 5)

Figura 1

Plataforma de operaciones aéreas estándar



Nota: Recuperado de los archivos del manual de helicópteros OACI.

2.3 Manual de helipuertos OACI

Según el (*Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf*, s. f.-b) de la OACI un helipuerto es un aeródromo que está destinado exclusivamente para helicópteros, existiendo tres tipos principales de helipuertos a saber, helipuertos de superficie, helipuertos elevados y heliplataformas; es decir, la OACI mediante este manual brinda información necesaria referente a planificación, diseño y operaciones en helipuertos.

El diseño de la plataforma del helipuerto debe evitar que las operaciones aéreas se realicen sobre obstáculos, elevaciones y reducir a un nivel mínimo el ruido ocasionado por sus motores, permitiendo realizar una conveniente operación de elevación inicial, de despegue, de aproximación, toma de contacto y rodaje, en un área

en la cual el helicóptero realiza la manobra de aproximación hacia un vuelo estacionario o hacia el aterrizaje; por lo tanto, la misma debe estar correctamente señalada e iluminada para realizar aproximaciones finales y todos los despegues por parte del piloto de la aeronave. (*Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf*, s. f.-a)

2.3.1 Características físicas

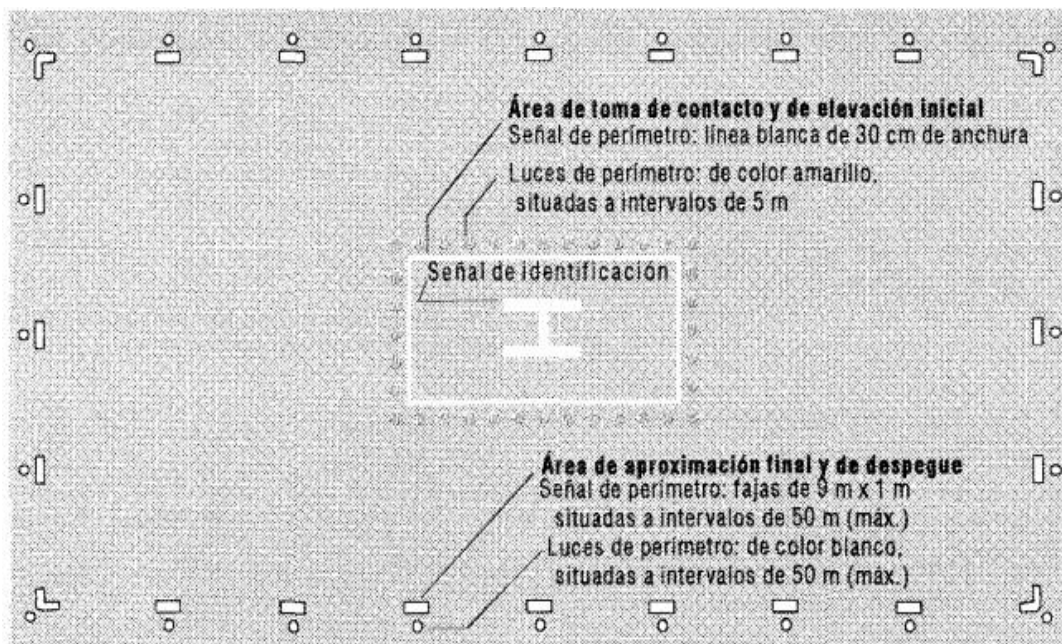
El helipuerto de superficie estará despejado de cualquier obstáculo natural y artificial, proporcionando la máxima protección a todas las partes de un helicóptero principalmente protegiendo a las palas del rotor principal y rotor de cola; también la FATO estará iluminada y señalizada mediante la letra H de color blanco en una superficie de hormigón plana para simplificar las maniobras de operación por parte del piloto, para discernir cualquier inseguridad durante las operaciones aéreas contara con un Controlador de Tráfico Aéreo ATC (Air Traffic Control) el cual monitoreara lo que ocurra en la plataforma prevaleciendo la seguridad en la misma. (*Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf*, s. f.-a, p. 16)

2.3.2 Ayudas visuales

Cuando el helipuerto es utilizado durante el día y en excelentes condiciones de visibilidad podrá contar únicamente con señales. Por el contrario, si el mismo es utilizado durante la noche o condiciones visuales limitadas debe estar iluminado, primordialmente por indicadores de ruta en la pista de color verde, rojo y/o amarillo según la disponibilidad en el mercado donde se encuentre la plataforma de operaciones aéreas, balizas en los extremos de la pista de color verde con una luminosidad superior a los 15 metros de diámetro y un ATC para guía en despegues y aterrizajes de la aeronave. (*Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf*, s. f.-a, p. 56)

Figura 2

Luces de área de un helipuerto



Nota: Recuperado del capítulo 5 ayudas visuales manual de helipuertos OACI.

2.3.3 Señales

Las señales de identificación de un helipuerto tienen como fin indicar y dar a conocer el mismo como tal. Las siguientes señales son útiles para cada helipuerto de superficie que realice operaciones aéreas diurnas: (*Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf*, s. f.-a, p. 64)

Tabla 1

Señales diurnas de un helipuerto

Orden	Descripción de la señal
a)	Señal de identificación del helipuerto.
b)	Señal o baliza de área de aproximación final y de despegue.

Orden	Descripción de la señal
c)	Señal de designación de área de aproximación final y de despegue.
d)	Señal de área de toma de contacto y elevación inicial.
e)	Señal de punto de visada.
f)	Señal de punto de toma de contacto.
g)	Señal de calle de rodaje.
h)	Balizas de calle de rodaje aéreo.
i)	Balizas de ruta de desplazamiento aéreo.
j)	Señal de nombre de helipuerto.
k)	Señal de obstáculo.

Nota: En la tabla se detallan las señales que debe poseer un helipuerto. Recuperado de la página 56 lista de señales del Manual de helipuertos OACI.

2.3.4 Ayudas luminosas

Las ayudas luminosas en las plataformas de aterrizaje para helicópteros permiten a las tripulaciones de vuelo realizar diversas operaciones aéreas de manera nocturna o diurna en condiciones de visibilidad limitada de forma segura. A continuación, en la tabla 2 se describen las siguientes ayudas luminosas que son de gran beneficio durante el día o durante la noche en el despegue y/o aterrizaje de aeronaves en la plataforma: (*Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf*, s. f.-a, p. 58)

Tabla 2*Ayudas luminosas de un helipuerto*

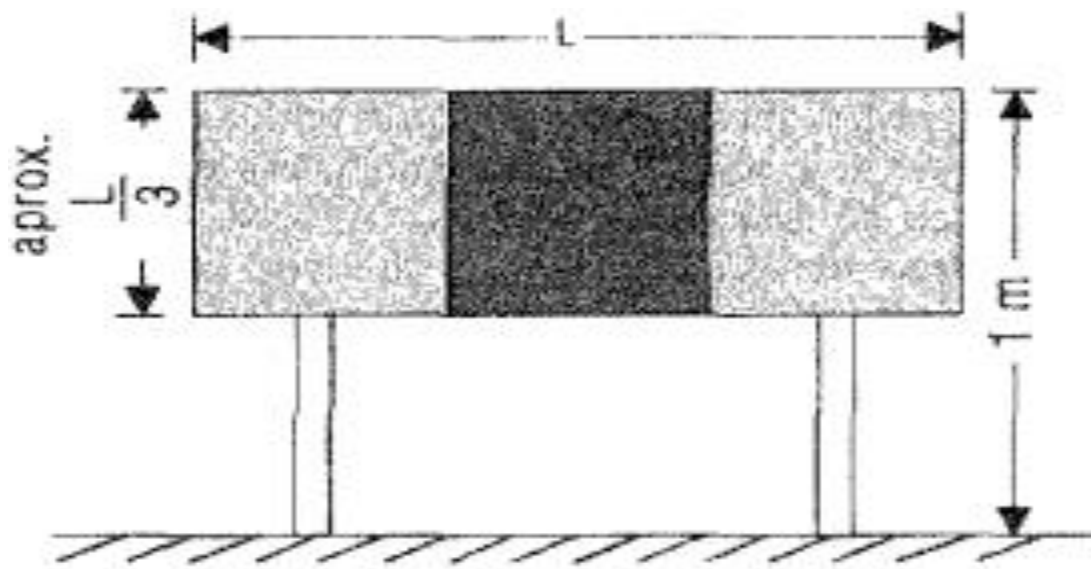
Orden	Descripción de la señal
a)	Faro de helipuerto.
b)	Sistema de iluminación de aproximación.
c)	Sistema de guía de alineación.
d)	Indicador de pendiente de aproximación.
e)	Luces de área de aproximación final y de despegue.
f)	Iluminación de punto de visada.
g)	Iluminación de área de toma de contacto y de elevación inicial.
h)	Iluminación de calle de rodaje.
i)	Iluminación de calle de rodaje aéreo.
j)	Iluminación de ruta de desplazamiento aéreo.
k)	Iluminación de obstáculos.

Nota: En la tabla se detallan las ayudas luminosas para un helipuerto. Recuperado de la página 58 lista de ayudas luminosas del Manual de helipuertos OACI.

Una vez descrita la tabla 2 de ayudas luminosas para las plataformas de despegues y aterrizajes, se puede visualizar que para el correcto funcionamiento luminoso de la plataforma existen más de una decena de elementos a utilizarse; pero la utilización de todos estos elementos en un helipuerto depende de la capacidad de utilización de la pista; puesto que, la inversión a realizarse en la iluminación total de una plataforma es considerable y la misma puede funcionar con los elementos esenciales de iluminación como son: faro de helipuerto, lámparas y balizas led de señalización de fin de pista. (*Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf*, s. f.-a, p. 59)

Figura 3

Baliza plástica de ruta de desplazamiento aérea



Nota: Recuperado del ejemplo A figura 5-7 del Manual de helipuertos OACI.

2.4 Regulación N° 155 de la DGAC: Diseño y operaciones de helipuertos

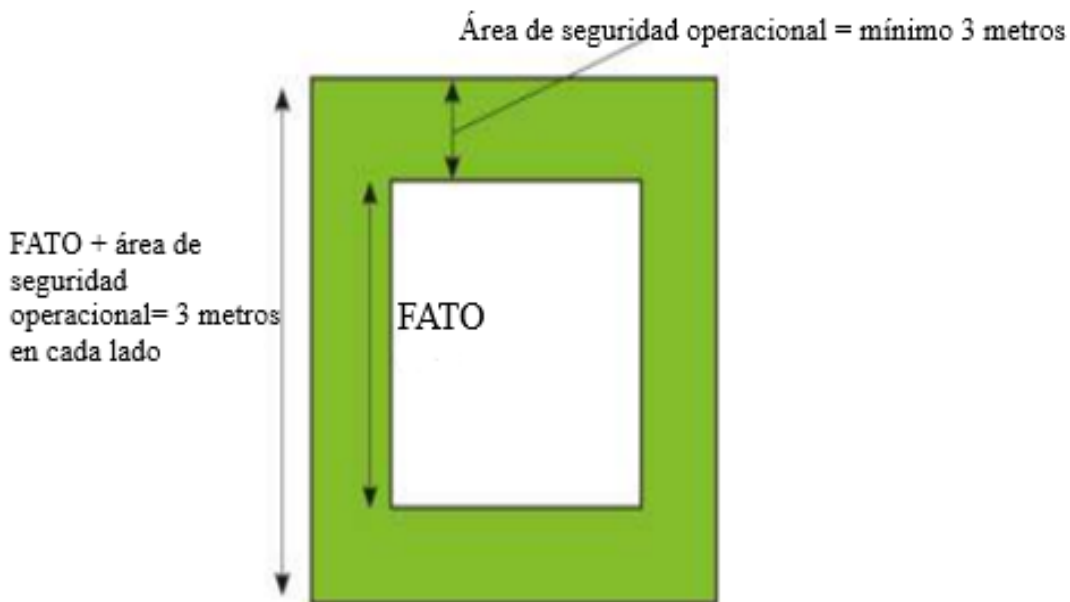
La Dirección General de Aviación Civil de conformidad con su RDAC vigente numero 155 indica que, un helipuerto es un aeródromo o área definida sobre una estructura destinada a ser utilizada, total o parcialmente, para la llegada, la salida o el movimiento en superficie de los helicópteros. Es decir, son estructuras terrestres diseñadas con áreas definidas destinadas a dar cabida a las aeronaves y que le permitan realizar diversas operaciones aéreas en condiciones de seguridad. (31-RDAC-Parte-155-Nueva-Edición-Rev.-Original-18-Jul-2017....pdf, s. f., p. 14)

2.4.1 Características físicas

El diseño del helipuerto o plataforma de aterrizaje de superficie debe tener como mínimo un área de aproximación final y de despegue (FATO). Físicamente el helipuerto debe estar despejado de obstáculos naturales y artificiales, asimismo la pista debe estar libre de irregularidades que puedan afectar adversamente las diversas operaciones aéreas de los helicópteros, finalmente el piso debe ser diseñado y acondicionado con la suficiente resistencia para que operen las diversas clases de performance de helicópteros existentes en la actualidad. (31-RDAC-Parte-155-Nueva-Edición-Rev.-Original-18-Jul-2017....pdf, s. f., p. 15)

Figura 4

FATO y área de seguridad operacional



Nota: Recuperado de la figura A-3-1 RDAC 1555

2.4.2 Ayudas visuales

Los diversos procedimientos aplicados por algunos helicópteros en condiciones climatológicas adversas o en operaciones aéreas nocturnas, exigen a las plataformas de aterrizaje que se utilicen ayudas visuales durante el vuelo de la aeronave. Para tales casos, donde lo primordial es la seguridad de todas las personas inmersas en el helipuerto, el mismo debe disponer de luces, balizas y demás ayudas visuales indicadoras del perímetro del área, dirección y aproximación a la FATO apropiadas al lugar emplazado para estas operaciones aéreas. (*31-RDAC-Parte-155-Nueva-Edición-Rev.-Original-18-Jul-2017....pdf*, s. f., p. 42)

2.4.3 Señal luminosa del perímetro del área

Para una mejor visibilidad del perímetro del área TLOF, el perímetro se debe definir mediante una línea de trazo, esta línea de trazo debe estar proporcionada de señales luminosas de color blanco y balizas de color anaranjado, rojo o verde espaciadas con un intervalo no mayor a 15 metros y con 10 centímetros de ancho, además se deben ubicar tres señales luminosas de preferencia lámparas y balizas led a cada lado de la plataforma de helicópteros, incluso con una señal luminosa o baliza en cada esquina indicando el fin de la pista a las tripulaciones de vuelo y personal técnico aeronáutico que se encuentra inmerso en las operaciones aéreas de la plataforma, para que las mismas se realicen en condiciones seguras. (*31-RDAC-Parte-155-Nueva-Edición-Rev.-Original-18-Jul-2017....pdf*, s. f., p. 56)

Figura 5

Señales y luces – TLOF



Nota: Recuperado de la figura A-5-20 del apéndice 5 RDAC 155.

2.5 Elementos eléctricos y electrónicos de una plataforma de aterrizaje

A continuación, se describen los principales elementos eléctricos y electrónicos para que pueda operar una plataforma de aterrizaje, mismos que permiten mediante luz artificial realizar operaciones aéreas en condiciones de visibilidad segura.

2.5.1 Interruptor

Es un dispositivo eléctrico con dos posiciones destinado a conectar o desconectar la energía en un circuito eléctrico según su posición, funcionan generalmente con corriente alterna de tipo monofásica, bifásica y en algunos casos trifásica, se puede afirmar que donde hay electricidad debe existir necesariamente un interruptor. (*5a1f0c34-8aae-4f96-a05b-489d7a295852.pdf*, s. f., p. 93)

Figura 6*Interruptor de palanca*

Nota: Vista lateral de un interruptor de palanca de dos posiciones (ON/OFF), tomado del Manual básico de seguridad en las instalaciones eléctricas de baja tensión.

2.5.2 Disyuntor

Es un elemento que de manera automática interrumpe el flujo de electricidad en un circuito eléctrico, esto sucede cuando la intensidad máxima permitida o establecida en el disyuntor es superada por el flujo de corriente eléctrica. Por lo tanto, este dispositivo sirve para proteger a los dispositivos eléctricos del circuito como a las personas de tensiones de trabajo o intensidades nominales inauditas, la principal ventaja de utilizar este elemento es que se puede volver a poner en funcionamiento de manera inmediata si las causas que lo activaron fueron resueltas. (Gwiazda, s. f.; *MANUAL COMPLETO SHCNEIDER.pdf*, s. f.)

Figura 7

Disyuntor Schneider



Nota: Disyuntor miniatura Multi 9 – C60N – 3 polos – 50A, tomado de la página Schneider/ disyuntores eléctricos.

2.5.3 Lámpara led

Es una lámpara de estado sólido que utiliza diodos emisores de luz como fuente lumínica. En su interior los diodos funcionan con energía eléctrica continua, de modo que estas lámparas en su interior poseen circuitos internos para transformar la corriente alterna normal en continua, permitiendo iluminar de manera eficaz un área determinada; puesto que, las luces led son más eficientes en convertir la energía en luz artificial aunque esta no se irradie intensamente, para alcanzar la irradiación luminosa similar a las lámparas tradicionales existentes, se agrupan varios diodos led compactados para brindar la intensidad luminosa cálida deseada, mejorando la luminosidad en el área donde estas están lámparas estén ubicadas. (*Guía sobre tecnología LED en el alumbrado*, s. f., p. 57)

Figura 8*Lámpara led*

Nota: La figura muestra una lámpara led que se utiliza para exteriores en los helipuertos. Tomado de la pág. 57 Guía sobre tecnología led en el alumbrado

2.5.4 Baliza led

Este dispositivo funciona con conexión a corriente eléctrica, puesto que no posee autonomía en caso de corte eléctrico, de igual manera que las lámparas led utilizan diodos emisores de luz con la particularidad que genera destellos de luz (intermitencia) en intervalos de 0,5 y 1,5 segundos. Este dispositivo emite una luz intermitente que permite disponer de visibilidad a una distancia y altura considerable señalando espacios o áreas limitantes. (*Volumen I_MEMORIA.pdf*, s. f., p. 53)

Figura 9*Baliza led*

Nota: Baliza intermitente color verde para señalización perimetral para pista de helicópteros. Tomado de la página 53 Volumen I Memoria.pdf.

2.5.5 Reflector led

Es un dispositivo lumínico eléctrico que trabaja con 110 o 220 VCA y proporciona una alta visualización del helipuerto gracias a su alta intensidad luminosa. Típicamente, si el reflector led es de baja potencia se instala en un pedestal de baja altura cerca al piso de hormigón de la plataforma de aterrizaje; por el contrario, si el faro led es de alta potencia se instala en la parte más alta de la plataforma con el patrón de dirección hacia la H para permitir un correcto aterrizaje de una aeronave durante la noche o en condiciones de poca visibilidad. (*BROCHURE_HELIPUERTOS_2013.pdf*, s. f.)

Se debe tomar en cuenta que, todos los dispositivos eléctricos y electrónicos a utilizarse en la iluminación de una plataforma de aterrizaje, deben cumplir con la norma IP (Ingress Protection) Grado de Protección; esta norma especifica el grado de protección que elementos, materiales y dispositivos proporcionan y resguardan sobre

polvo y agua (filtración de agua en el interior de los mismos); por lo tanto, para identificar el nivel de defensa se utiliza una escala de números, que van desde el número 1 (con menor nivel de protección) hasta el número 9 (mayor nivel de protección).

Figura 10

Reflector led



Nota: Reflector utilizado para la iluminación de helipuertos, cuenta con protección IP 65 y trabaja con 110 VAC. Tomado de la pág. 28 faro fijo del helipuerto del manual iluminación de helipuertos.

2.6 Clasificación de helicópteros

Para poder diseñar, construir o emplazar un helipuerto, se necesita conocer la gama muy diversificada de configuraciones y tamaños de helicópteros que existen en la actualidad. Por lo tanto, su clasificación puede hacerse de diversos aspectos tales como: número de rotores sustentadores, modo de accionamiento del motor, tipo de motor, número de motores y tamaño. (*Helicopters*, s. f.)

Figura 11*Helicóptero mediano Super Puma AS-332B*

Nota: Helicóptero de origen francés bimotor mediano Super Puma AS332B. Recuperado del Ministerio de Defensa Nacional del Ecuador.

En lo referente al tamaño de los helicópteros, la clasificación es amplia, existen diversos tipos de clasificaciones según la región donde estas aeronaves se empleen. En Ecuador, el Ejército Ecuatoriano posee diversos modelos de helicópteros para cumplir sus misiones de trabajo en el territorio nacional, por tal motivo para clasificar sus aeronaves de ala rotativa suele tomar en cuenta la masa máxima permitida de despegue del helicóptero. Los cuales se detallan a continuación: (Rivadeneira, 2020)

Tabla 3*Tamaño de los helicópteros*

Clase de performance	Categoría de helicóptero	Acrónimo	Peso máximo de despegue
I	Ligero.	LTH	<2.700 Kg.
II	Mediano.	MTH	2.700 kg. – 7.000 Kg.
III	Pesado.	HLH	>7.000 Kg.

Nota: En la tabla se detallan los tipos de helicópteros por su tamaño. Recuperado apéndice 2 del Manual de helipuertos OACI.

2.7 Plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 “Pichincha”

La base principal de operaciones del Grupo Aéreo del Ejército N° 45 “Pichincha” está ubicada en la Balbina, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, cuenta con infraestructura técnica y administrativa, garantizando desde su plataforma de vuelo la aeronavegabilidad y seguridad que la aviación militar así lo exige. (*Manual General De Mantenimiento De La 15-Bae Paquisha. Generalidades Capítulo I - Pdf Free Download*, s. f., p. 66)

La plataforma posee un pavimento de hormigón armado rígido, correctamente señalizado con una vía principal de acceso, dispone de un espacio verde entre la vía y la plataforma libre de obstáculos, posee una torre de control de tránsito aéreo para guiar los despegues y aterrizajes de las aeronaves además de vigilar el correcto desempeño de las operaciones aéreas, está diseñada para helicópteros ligeros y medianos que el Grupo Aéreo posee. En la plataforma se realizan actividades de mantenimiento, despacho, recepción y carga diurna y nocturnamente, sus principales características

son: (*Manual General De Mantenimiento De La 15-Bae Paquisha. Generalidades Capitulo I - Pdf Free Download*, s. f., p. 75)

Tabla 4

Características de la plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 “Pichincha”

Detalle	Descripción
Dimensión	40 x 300 mts.
Superficie	12000 mts.2
Piso	Pavimento de hormigón rígido.

Nota: En la tabla se detallan las principales características de la plataforma del G.A.E N°45 “Pichincha”. Recuperado del Manual General de Mantenimiento de la 15 B.A.E.

2.8 Mantenimientos aplicados a la plataforma del G.A.E. N° 45 “Pichincha”

Para preservar la vida útil de la plataforma de despegues y aterrizajes se conoce de la existencia de tres tipos de mantenimiento para realizar los diversos trabajos a sus equipos e instalaciones para alargar la vida útil de sus equipos e instalaciones, los cuales se describen a continuación:

2.8.1 Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de acciones programadas realizadas de forma diaria en la plataforma de helicópteros, mismas que permiten comprobar y mantener un correcto estado de funcionamiento dado. Un ejemplo de este tipo de mantenimiento en la plataforma es la caminata para detectar objetos extraños FOD (Foreign Object Damage) realizada diariamente por el personal técnico de apoyo en tierra, consiste en visualizar que no existan objetos extraños que puedan ocasionar algún daño a las aeronaves,

personal e instalaciones durante las operaciones aéreas realizadas diariamente en la plataforma. (*Manual General De Mantenimiento De La 15-Bae Paquisha. Generalidades Capítulo I - Pdf Free Download*, s. f., p. 89)

2.8.2 Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de acciones que se realizan posteriormente a la aparición de un desperfecto o fallo en la plataforma, este práctico mantenimiento permite instaurar de manera expedita el estado de funcionamiento inicial de un elemento. Un ejemplo de este tipo de mantenimiento es la ágil renovación de un reflector al constatarse que el mismo se encuentra defectuoso en su potencia luminosa. (*Manual General De Mantenimiento De La 15-Bae Paquisha. Generalidades Capítulo I - Pdf Free Download*, s. f., p. 90)

2.8.3 Mantenimiento restaurativo

Es el conjunto de acciones que permite corregir definitivamente una anomalía o situación previamente identificada como inadmisibles en la plataforma, a pesar de que anteriormente se hallan aplicado acciones de mantenimiento preventivas y correctivas.

Un ejemplo de este tipo de mantenimiento es la repotenciación del sistema de iluminación de la plataforma de helicópteros mediante tecnología led, proporcionando a las tripulaciones de vuelo durante la noche y en condiciones meteorológicas adversas una excelente iluminación de la pista. Brindando así, un mayor confort de visualidad y nivel de seguridad a las operaciones aéreas nocturnas. (*Manual General De Mantenimiento De La 15-Bae Paquisha. Generalidades Capítulo I - Pdf Free Download*, s. f., p. 90)

Figura 12

Plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 "Pichincha"



Nota: Plataforma de hormigón del G.A.E N° 45 "Pichincha" ubicada en el cantón Rumiñahui. Tomado de la pág. 90 del manual general de mantenimiento.

CAPÍTULO III

3. Desarrollo del tema

El presente proyecto técnico tiene como finalidad solucionar las necesidades de iluminación de la plataforma de aterrizaje para helicópteros del G.A.E N° 45 “Pichincha” perteneciente a La Brigada de Aviación del Ejército N°15 “Paquisha”, mediante la modernización del sistema luminario con tecnología led, el cual servirá para realizar operaciones aéreas nocturnas y en condiciones climatológicas adversas por parte de las diferentes tripulaciones de vuelo.

3.1 Preliminares

El Grupo de Aviación del Ejército N° 45 “Pichincha” es una unidad subordinada a la Brigada de Aviación del Ejército N°15 “Paquisha”, tiene como función principal mediante sus aeronaves de alas rotativas abastecer de personal y recursos a las unidades del Ejército Ecuatoriano, además de brindar apoyo aéreo a las diferentes instituciones del estado, función que es de vital importancia en el desarrollo del país.

Expuesto lo anterior, en este capítulo se detallan los procedimientos utilizados en la repotenciación del sistema de iluminación mediante tecnología led de la plataforma de aterrizaje de helicópteros del G.A.E N°45 “Pichincha” e instrucciones para alargar la vida útil del sistema implementado, amparados en normas y estándares técnicos aeronáuticos.

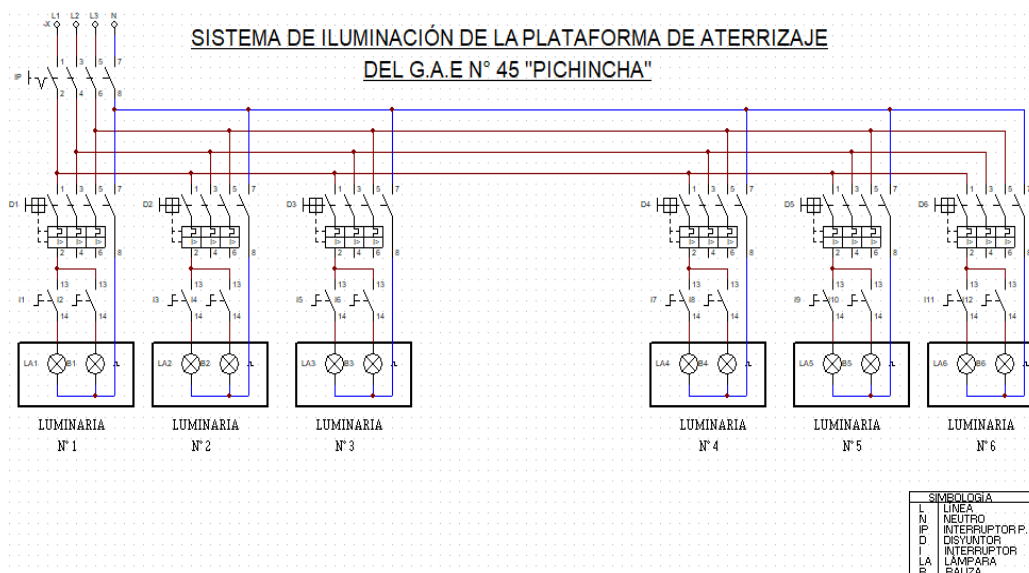
Igualmente se cumplió con todas las normas de seguridad en el desarrollo proyecto técnico tales como, equipo de protección personal, correcta manipulación e instalación de elementos eléctricos y electrónicos, seguridad en plataforma entre otros.

3.2 Simulación del sistema de iluminación

El diseño del sistema de iluminación para la plataforma de aterrizaje del Grupo de Aviación del Ejército N° 45 "Pichincha" se realizó mediante el software Cade Simu, puesto que permite diseñar el esquema de control eléctrico de manera práctica, verificando el proceso de control de encendido de manera general de la pista e individual de cada caja luminaria, depurando así errores del proyecto luminario. A continuación, se visualiza los elementos utilizados en la simulación del circuito para la iluminación de la plataforma de aterrizaje del G.A.E N°45 "Pichincha" mediante tecnología led, en las figuras N° 7 y 8 se observa el circuito simulado a implementarse en un estado OFF (apagado) y en estado ON (encendido) para su posterior implementación en la plataforma de aterrizaje. (02_MEMORIA%2F02_MEMORIA04.pdf, s. f.; CADe-SIMU.pdf, s. f.)

Figura 13

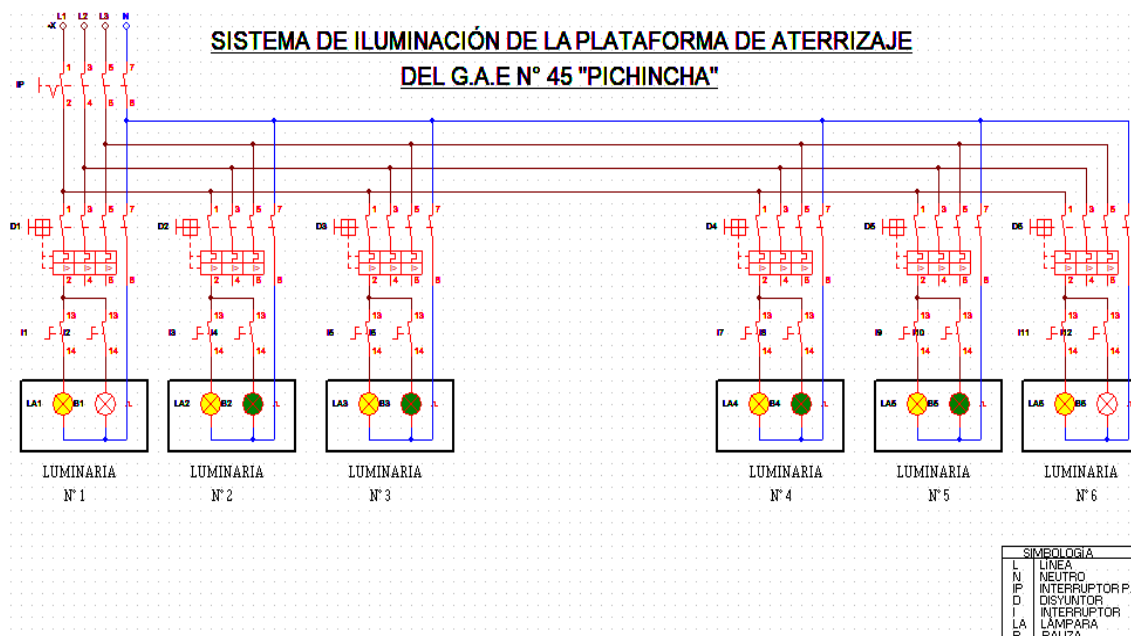
Circuito de iluminación simulado



Nota: El gráfico muestra que el sistema luminario simulado en estado OFF.

Figura 14

Circuito de iluminación simulado en estado ON



Nota: El software Cade Simu permite proyectar una simulación de los elementos eléctricos y electrónicos del sistema luminario implementado en la plataforma de aterrizaje del G.A.E 45 “Pichincha”.

3.3 Desmontaje del sistema de iluminación

Un primer aspecto del sistema luminario de la plataforma de aterrizaje del G.A.E N°45 “Pichincha” da a notar que se encuentra en un estado obsoleto como muestra la figura N° 15, no solo por la falta de uso sino también la falta de mantenimiento preventivo periódico. Las lámparas y balizas (principales elementos del sistema de iluminación) se quemaron debido a las malas condiciones climatológicas y por lo tanto no fueron reemplazadas; en consecuencia las cajas eléctricas con todos sus componentes deben ser desmontados aplicando todas las medidas de seguridad y con

la utilización del EPP (Equipo de Protección Personal) acorde para realizar el trabajo técnico, de modo que puedan recibir un mantenimiento restaurativo de ser el caso y reemplazar todos los dispositivos eléctricos y electrónicos de manera estandarizada, y así por consiguiente repotenciar el sistema luminario para consolidar la realización de vuelos nocturnos.

Figura 15

Caja luminaria obsoleta



Nota: Las seis cajas luminarias de la plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 “Pichincha” se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento preventivo, desuso y las condiciones climatológicas del lugar

Teniendo en cuenta que el sistema luminario no se encontraba en óptimas condiciones, se realizó la suspensión de energía eléctrica al sistema luminario de la plataforma para poder realizar el desmontaje de todos los elementos con los que cuenta el sistema para su respectivo mantenimiento y repotenciación, una vez realizado el corte de energía eléctrica como se puede observar en la figura N° 16 las distintas cajas

luminarias se encuentran sucias, oxidadas y con falta de algunos elementos eléctricos y electrónicos, mismos que serán reemplazados en la instalación (montaje) final del sistema luminoso.

Figura 16

Caja luminaria sin elementos



Nota: Las diferentes cajas luminarias del sistema se encuentran sucias y con falta de elementos eléctricos y electrónicos al no existir un control y mantenimiento preventivo en el sistema de iluminación.

Una vez realizado el corte de energía, como se puede observar en la figura N° 17 se procedió a desconectar el disyuntor, aislar (con cinta adhesiva aislante) las tres fases que alimentan de energía eléctrica a cada caja luminaria, consiguientemente se realizó el retiro de la lámpara, baliza led y luz piloto (en las cajas luminarias que aún existían las mismas), posterior se realizó el retiro de interruptores, tomacorrientes de 110 VAC y 220 VAC; finalmente se desacoplo las cajas luminarias empotradas en el piso para su respectivo mantenimiento restaurativo.

Figura 17

Desmontaje de elementos eléctricos y electrónicos



Nota: El desmontaje de cada luminaria se realizó con las herramientas y EPP necesario, aplicando todas las normas de seguridad.

3.4 Mantenimiento del cableado del sistema de iluminación

Por lo que se refiere al sistema de cableado soterrado que abastece de energía eléctrica a las seis cajas luminarias, este sistema posee conductos y cajas de distribución por donde se conecta el cableado a las distintas cajas luminarias, mismas que se encontraban inundadas en ciertos tramos, por lo que inicialmente se realizó el drene de estas aguas estancadas para realizar el posterior mantenimiento al cableado existente en el sistema luminoso.

Figura 18*Conductos de cableado soterrado*

Nota: El sistema de conductos del cableado soterrado se encontraba inundado, mismo que necesito drenar en su totalidad para realizar un mantenimiento preventivo y preservar su vida útil.

Una vez realizado el drenaje total de agua en los conductos del cableado soterrado, posteriormente se realizó el mantenimiento preventivo y en ciertos tramos la implementación de cableado nuevo número 10 AWG (American Wire Gauge) trifásico quedando hermetizado y aislado hasta que nuevamente se instalen las repotenciadas cajas luminarias; es necesario recalcar que, al realizarse este mantenimiento técnico a todo el cableado del sistema luminoso se preservó y alargo la vida útil del mismo.

Figura 19*Sistema de cableado trifásico aislado*

Nota: El cableado existente en el sistema lumínario expuesto a la superficie, fue aislado y hermetizado para evitar corrosión o sulfato en los cables.

3.5 Análisis y selección de dispositivos a utilizarse

Todos los elementos eléctricos y electrónicos que se utilizaron en la repotenciación del sistema de iluminación de la plataforma de despegues y aterrizajes de helicópteros para operaciones en vuelos nocturnos, se desempeñan o trabajan amparados en la norma IP, lo cual significa que tales elementos y dispositivos eléctricos y electrónicos están protegidos contra polvo e ingreso de agua a los mismos, siendo estos óptimos para trabajar en lugares externos y condiciones climatológicas adversas.

En primer lugar, la figura N° 20 muestra que el dispositivo a utilizarse es la lámpara led de marca Fokua, la cual tiene un cuerpo en acero inoxidable y acabado pulido, también aporta un toque de resistencia y calidad además de una importante iluminación cónica hacia el exterior, sus principales características técnicas son:

Tabla 5*Características de la lámpara led marca Fokua*

Especificaciones lámpara led Fokua	
Modelo	LD1021155
Potencia eléctrica	6 vatios
Frecuencia	50 a 60 Hertz
Alimentación	100 hasta 240 VAC
Amperios	0.08 Amperios
Ángulo de apertura	30°
Flujo luminoso	600 lúmenes.
Vida útil	35000 horas
Número de leds	6 leds
Temperatura de color	3000 kelvin
Temperatura de trabajo	-35° hasta 55°
Protección IP	IP67
Interior / exterior	Exterior
Peso del producto	0.6 Kilogramos
Dimensiones del producto	12 X 9.4 X 9 centímetros

Nota: En la tabla se detallan las especificaciones técnicas, normas y estándares que cumple la lámpara led a implementarse en el sistema luminario de la plataforma de aterrizaje del G.A.E N°45 "Pichincha".

Figura 20*Lámpara led Fokua*

Nota: Las lámparas leds Fokua cumplen con la norma IP67, permitiendo que la misma trabaje en condiciones climatológicas pluviosas y nubladas con total normalidad.

Otros de los dispositivos a utilizarse es la baliza led de color verde, para indicar la zona perimetral permitida a ser ocupada por la aeronave, sus características se detallan a continuación:

Tabla 6*Baliza led color verde*

Baliza led perimetral verde	
Modelo	DWSN301G
Potencia eléctrica	3 vatios
Frecuencia	50 a 60 Hertz
Alimentación	100 hasta 240 VAC
Amperios	0.02 Amperios
Tipo de baliza	Destellante intermitente
Vida útil	25000 horas

Baliza led perimetral verde	
Número de leds	3 leds
Temperatura de trabajo	-20° hasta 55°
Protección IP	IP65
Dimensiones del producto	9 X 8 X 7.2 centímetros

Nota: En la tabla se detallan las especificaciones técnicas, normas y estándares que cumple la baliza led perimetral verde a implementarse en el sistema luminario de la plataforma de aterrizaje del G.A.E N°45 "Pichincha".

Figura 21

Baliza led color verde



Nota: La baliza led color verde cumple con la norma IP65, permitiendo que la misma trabaje en condiciones climatológicas pluviosas y nubladas con total normalidad.

También para proteger de alguna sobrecarga o cortocircuito interno al sistema luminario de la pista se utilizó un disyuntor marca Schneider que cumple con normas estandarizadas IEC, cuyas características técnicas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7*Disyuntor Schneider Domae*

Baliza led perimetral verde	
Marca	Schneider electric
Modelo	Domae
Tipo de disyuntor	Termomagnético
Polos	3P
Voltaje nominal	400 V
Tipo AC/DC	AC
Frecuencia	50 / 60 Hertz
Con luz led	No
Norma estándar IEC	60898-1
Color	Blanco
Corriente nominal	16 A
Peso del producto	0,12 kilogramos
Cantidad de patas	3
Es inflamable	No
Carcaza	Plástica
Tipo	Mando y protección
Montaje	Riel Din

Nota: En la tabla se detallan las especificaciones del dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica del sistema lumínico cuando este sobrepase ciertos valores máximos permitidos.

Figura 22

Disyuntor Schneider electric



Nota: Este disyuntor basa su funcionamiento en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente en un circuito, el magnético y el térmico; el dispositivo consta de dos partes un electroimán y la lámina bimetálica para proteger al sistema luminario contra sobrecargas y cortocircuito.

Cómo últimos dispositivos utilizados para repotenciar las cajas luminarias, se instaló en las mismas elementos de control y accionamiento de las lámparas led, como fueron los interruptores palanca de dos posiciones ON/OFF (encendido / apagado) para el control individual de cada luminaria led (lámpara y baliza led) y una luz piloto en cada caja luminaria para que cualquier persona pueda comprender visualmente que el sistema se encuentra encendido y funcionando correctamente, los dispositivos descritos se pueden apreciar en las figuras N° 23 y 24 respectivamente.

Figura 23*Interruptor palanca dos posiciones*

Nota: Este dispositivo que permite o no el paso de corriente eléctrica a cada luminaria led, el cual permite el paso hasta de 6 Amperios y 240 Voltios, es de fácil uso para el control de las luminarias.

Figura 24*Luz piloto*

Nota: Este dispositivo indica visualmente mediante un haz de luz que el sistema luminario de una caja se encuentra energizado y listo para su funcionamiento.

Por último, con el propósito de ayudar lumínicamente al sistema de iluminación perimetral de la plataforma de aterrizaje en vuelos nocturnos, el ATC desde la torre de control posee 4 reflectores led para iluminar ampliamente la plataforma de aterrizaje.

Figura 25*Reflector led*

Nota: Este dispositivo permite una amplia iluminación de la plataforma de aterrizaje, su funcionamiento permite al controlador de tráfico aéreo guiar a la aeronave durante su carreteo en la plataforma hasta aterrizar.

3.6 Readecuación del sistema de iluminación

Para la repotenciación del sistema luminario, se inició con la limpieza de las cajas luminarias, estas se encontraban en un estado deteriorado, oxidadas y con suciedad en su interior; cómo se puede observar en la figura N° 26, continuamos con un restregado total de cada caja luminaria con ayuda de agua y jabón para que se libere de todas las impurezas externas e internas, quedando en un estado aceptable para posteriores trabajos de mantenimiento preventivo.

Figura 26*Mantenimiento de caja luminaria*

Nota: Limpieza de las cajas luminarias para continuar con las modificaciones de mejora del sistema luminario de la plataforma de helicópteros.

Las cajas luminarias N° 1, 2 y 3 del lado izquierdo de la plataforma de despegues y aterrizajes, no cuentan con suficiente espacio en su parte superior para albergar a la lámpara y baliza led simultáneamente, para lo cual se realiza una modificación de aumento con material de aluminio galvanizado en cada caja para realizar la ubicación de la baliza led color verde; compactando ambas luces en la parte superior, además de brindar a los tomacorrientes de 110 y 220 VAC protección contra la lluvia; brindando así una mejor y unificada estética luminaria a toda la plataforma de aterrizaje que posee el grupo aéreo.

Figura 27*Modificación a caja luminaria*

Nota: La modificación realizada en las cajas luminarias permite el acoplamiento de la baliza led color verde, unificando todo el sistema lumínico de la plataforma de aterrizaje.

Posterior a la modificación de aumento en las tres cajas luminarias, se realiza un lijado total de las seis cajas luminarias, para eliminar la corrosión y el óxido generado por la falta de mantenimiento en dichas cestas metálicas.

Figura 28*Lijado de caja luminaria*

Nota: Lijado realizado manualmente para eliminar corrosión en cajas luminarias.

Una vez realizado el lijado de las cajas luminarias, se procedió a realizar una limpieza de todo el polvo generado por el trabajo realizado, quedando listas para ser pintadas.

Al realizar el matizado de las cajas luminarias se inició con una primera capa de pintura anticorrosiva Premiere, para prevenir el óxido y fácil deterioro por las condiciones climáticas a las que se encuentran expuestas; consiguiente se matizó con dos capas de pintura aislante de color plomo a las cajas luminarias para su posterior montaje de luces luminarias y demás dispositivos eléctricos y electrónicos a ensamblarse.

Figura 29

Caja luminaria pintada



Nota: Las cajas luminarias fueron tratadas con materiales de pintura anticorrosivas y aislantes de primera calidad, para asegurar y preservar su vida útil en el sistema de iluminación de la plataforma de aterrizaje.

Posteriormente en cada caja luminaria se acoplo una plancha metálica de color anaranjado, en la cual se encuentra empotrado un riel din, este riel permite la correcta sujeción del disyuntor al interior de la caja luminaria.

Figura 30*Riel Din*

Nota: Cada caja luminaria en su interior cuenta con un riel, mismo que permite la sujeción del disyuntor para proteger el sistema luminario de sobrevoltajes y cortocircuitos.

3.6.1 Instalación de interruptores y luz piloto

El control de las luminarias led se lo realizaba con un solo interruptor tanto para la baliza y lámpara led; por lo tanto, en el trabajo técnico de repotenciación realizado en cada caja se instaló dos interruptores palanca para el encendido y apagado de cada luminaria led; es decir, a la lámpara led se le instaló su interruptor propio y a la baliza led de igual manera, modificando su funcionamiento anterior donde un interruptor controlaba ambas luminarias. Se añadió también una luz piloto para la indicación visual de que cada caja luminaria se encuentra energizada.

Figura 31*Instalación de interruptores y luz piloto*

Nota: La instalación de estos dispositivos sin encontrarse la caja luminaria energizada, permitió una fácil ejecución del trabajo técnico realizado.

3.6.2 Instalación de lámparas y balizas led

Como se puede divisar en la figura N° 32 cada caja luminaria fue perfilada para que cada lámpara y baliza led se acople perfectamente en la misma, abarcando en su parte superior conformemente ambas luminarias para su posterior funcionamiento luminario en la plataforma de aterrizaje. Es decir, la instalación de las luminarias led en las cajas se realizó sin menor contratiempo, puesto que los diámetros que posee cada caja, abarcan afinadamente las luminarias led.

Figura 32

Luminarias led ensambladas en la caja luminaria



Nota: Las luminarias led encajan armónicamente en las cajas luminarias, asegurando el correcto funcionamiento luminario e impermeabilización interno de las cajas.

3.6.3 Instalación de tomacorrientes y disyuntor

Las cajas luminarias aparte de brindar iluminación a la plataforma de aterrizaje, poseen enchufes para diversos dispositivos eléctricos y electrónicos en 110 y 220 VAC, estos fueron instalados en la parte lateral de las cajas y articulados al disyuntor de cada caja luminaria. El disyuntor instalado en el riel din de cada caja luminaria es el corazón eléctrico de las mismas; puesto que, este dispositivo eléctrico se alimenta de tres fases de corriente alterna que se encuentran soterradas en la plataforma de despegues y aterrizajes, brinda energía eléctrica a los diversos dispositivos como por ejemplo las luminarias led e interruptores que requieren de la misma y primordialmente el disyuntor es un dispositivo que protege al sistema luminario de algún sobrevoltaje, cortocircuito u otro desperfecto inesperado.

Figura 33

Instalación de dispositivos eléctricos y electrónicos al disyuntor



Nota: La instalación de los dispositivos al disyuntor se realizó de manera estandarizada en todas las cajas luminarias para una mejor comprensión del sistema luminoso.

Al respecto de todo lo anterior conviene decir que, una vez instalado los diversos dispositivos eléctricos en cada caja luminaria, se procedió a utilizar un sellador elástico de poliuretano para la correcta impermeabilización de las seis cajas luminarias que se encuentran expuestas al exterior en la plataforma de aterrizaje.

Figura 34

Sellado de cajas luminarias



Nota: Se impermeabilizo cada caja luminaria con el sellador Sikaflex color negro.

3.6.4 *Instalación de reflectores led*

Para una mayor iluminación de las áreas de toma de contacto y elevación inicial que se utiliza en la plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 “Pichincha” en vuelos nocturnos, se colocó en la parte superior de la torre de control 4 faros led que se controlan mediante un interruptor desde la cabina del ATC, mismos que servirán para iluminar el área de inicio a fin en las operaciones de vuelo del helicóptero.

Figura 35

Reflectores leds instalados en la torre de control



Nota: Los reflectores leds fueron ubicados con dirección al área de elevación inicial y toma de contacto para un control luminoso nocturno en despegues y aterrizajes de helicópteros en la plataforma.

Instalados los faros leds en la torre de control y las seis cajas luminarias ensambladas con sus dispositivos para su posterior funcionamiento, enseguida se procedió a instalar cada caja en su respectivo lugar, acoplando las tres fases (cables #10 con AC) que alimentan al disyuntor para que proporcione energía. Posteriormente

se sujetó cada caja luminaria al piso de hormigón mediante pernos de acero inoxidable para asegurar que no sufran algún percance por el viento generado por el giro de las palas de los helicópteros.

Figura 36

Caja luminaria instalada



Nota: Las cajas luminarias fueron energizadas e instaladas en su lugar de origen para iluminar la plataforma de aterrizaje del G.A.E N° 45 “Pichincha”.

3.6.5 Implementación de señalética para el sistema de iluminación

Por lo que se refiere a la señalética, esta fue realizada con un material adhesivo bondadoso y resistente para las condiciones a las que se encuentran expuestas las cajas luminarias, estas indicaciones impregnadas en cada caja permiten identificar y manipular las mismas de manera acertada e intuitiva. A continuación, se describe las indicaciones que posee cada caja luminaria:

- Tablero luminario N°
- Interruptor de baliza led

- Interruptor de lámpara led
- Tomacorriente de 110 VAC
- Tomacorriente de 220 VAC

Figura 37

Señalética de la caja luminaria



Nota: La señalética implementada en cada caja luminaria permite realizar el encendido, apagado y conectar un dispositivo al enchufe requerido de manera intuitiva.

3.7 Procedimientos de operación y comprobación del sistema de iluminación

En relación a lo que compete sobre los correctos procedimientos a seguir para el encendido, apagado y utilización de tomacorrientes del sistema luminario de la plataforma, se deben seguir los siguientes pasos para poner en puesta se servicio la iluminación en cada caja luminaria:

- Ubicar en la posición ON el contactor IP, mismo que permite energizar todo el sistema luminario de la plataforma de aterrizaje.

- Ubicar en la posición ON el disyuntor en cada caja luminaria, esto permite el paso de la energía eléctrica a todos los dispositivos existentes en la caja.
- Ubicar en la posición ON el interruptor de lámpara led, este permite el encendido de la lámpara led.
- Verificar que la luz piloto se encuentre encendida, esta indica que el sistema luminario de la caja entró en funcionamiento.
- Ubicar en la posición ON el interruptor de baliza led, este permite el encendido de la baliza led
- Para energizar un dispositivo externo a la caja luminaria, se debe enchufar según la necesidad de voltaje (110 o 220 VAC).
- Para el apagado de las luminarias leds se debe regresar a la posición OFF los interruptores que permiten el funcionamiento de las mismas.

Adicionalmente cabe mencionar que, una vez realizado los dos primeros pasos descritos anteriormente, se deben mantener energizados el contactor IP y los disyuntores de cada caja luminaria en la posición ON, para que el uso de las luminarias y enchufes sea ágil y seguro.

Descritos los pasos a seguir, se realizó la comprobación del correcto funcionamiento del sistema luminario, iniciando con la energización del sistema luminario. Posterior como se observa en la figura N° 38 se ubicó en la posición ON el interruptor de lámpara led, verificando que la lámpara led y luz piloto se encontraban encendidas.

Figura 38

Comprobación del encendido de la lámpara led



Nota: En la figura se puede visualizar que la lámpara led y luz piloto se encuentran encendidas, indicando que el sistema se encuentra en condición operable.

A continuación, se ubicó el interruptor de la baliza led color verde en posición ON, se comprobó que la baliza led se enciende y funciona correctamente.

Figura 39

Comprobación del encendido de la baliza led



Nota: En la imagen se puede visualizar que la baliza led se encuentra encendida.

No cabe duda que, como muestra la figura N° 39 el sistema luminoso se encuentra totalmente impermeabilizado; no obstante, como todo material creado por el ser humano, requiere de un mantenimiento preventivo y periódico para asegurar y alargar la vida útil de este indispensable sistema luminoso.

Comprobado el sistema luminoso, se procedió a verificar que los tomacorrientes de 110 y 220 VAC que posee cada caja luminaria, suministren energía eléctrica a los dispositivos eléctricos y electrónicos externos conectados en los enchufes de cada caja luminaria.

Figura 40

Comprobación del funcionamiento de tomacorrientes



Nota: Los tomacorrientes proporcionan energía eléctrica a los diversos dispositivos eléctricos y electrónicos que funcionan con 110 y 220 VAC.

Finalmente se comprobó el potencial de luminosidad de las cajas luminarias en horas nocturnas, quedando demostrado que el sistema luminoso repotenciado en la plataforma de despegue y aterrizajes, se encuentra en seguras y óptimas condiciones para que las tripulaciones de vuelo conjuntamente con sus helicópteros, Controlador de Tráfico Aéreo y equipo de apoyo en tierra que posee el Grupo Aéreo realicen operaciones aéreas en la noche de manera segura y fiable.

Figura 41

Iluminación de la plataforma en la noche



Nota: La luminosidad que irradia cada caja luminaria es cálida y óptima para la realización de vuelos nocturnos.

3.8 Lista de registro de inspección para el sistema de iluminación

Preservar la vida útil del sistema luminario es de suma importancia; por lo tanto, se debe realizar chequeos diarios de manera visual y un mantenimiento mensual de manera técnica, para así alargar el funcionamiento de todos sus dispositivos, de esta manera se asegura que la repotenciación realizada al sistema luminario de la plataforma del G.A.E N° 45 "Pichincha" seguirá funcionando normalmente.

Como se detalla en el anexo "B" los controles se deben realizar por parte del personal técnico de equipo de tierra que trabaja de línea de vuelo en la plataforma a la caja luminaria, cables, luminarias leds, disyuntores, interruptores, tomacorrientes y luz piloto; para asegurar su funcionamiento y en el caso de ser necesario realizar un mantenimiento preventivo al dispositivo defectuoso.

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se analizó la información obtenida del Manual General de Mantenimiento acerca de las características técnicas que debe cumplir la plataforma de despegues y aterrizajes del G.A.E N° 45 “Pichincha” como la señalización del piso de hormigón e iluminación del área de despegue y toma de contacto; con la cual se basó la repotenciación técnica del alumbrado para realizar operaciones aéreas nocturnas con los helicópteros pertenecientes al grupo aéreo.
- Todos los elementos eléctricos y electrónicos utilizados en el sistema de iluminación led repotenciado, cumplen especificaciones y normas técnicas tales como IP e IEC que certifican la calidad de los dispositivos implementados al sistema luminario, también cada caja luminaria se encuentra impermeabilizada con un sellado elástico de poliuretano para trabajar en condiciones climatológicas desfavorables sin presentar ningún deterioro durante su funcionamiento.
- Mediante tecnología led se habilitó las seis cajas luminarias en la plataforma de despegues y aterrizajes del G.A.E N° 45 “Pichincha”, las cuales brindan facilidades lumínicas a las tripulaciones de vuelo en operaciones aéreas nocturnas, también se comprobó el efectivo grado de protección que los elementos luminarios con norma IP brindan contra polvo e infiltración de agua al sistema, funcionando correctamente y quedando en condición operable.

4.2 Recomendaciones

- Ejecutar el control diario de la lista de chequeo (ANEXO B) por personal técnico calificado, para mantener operable el sistema luminario.
- Realizar un chequeo visual diario de las seis cajas luminarias y un mantenimiento técnico preventivo mensual al sistema de cableado, dispositivos eléctricos y electrónicos que se encuentran ubicados en cada caja luminaria de la plataforma, de esta manera se podrá seguir preservando la vida útil de los dispositivos.
- Al quedar un dispositivo inoperable, asegurarse de realizar el cambio del elemento a la brevedad posible, puesto que así no se pierde la operatividad nocturna de la plataforma de despegues y aterrizaje del G.A.E N° 45 "Pichincha".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 02_MEMORIA%2F02_MEMORIA04.pdf*. (s. f.). Recuperado 14 de diciembre de 2020, de
http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4768/fichero/02_MEMORIA%252F02_MEMORIA04.pdf
- 3_Clasificación Helipuertos OACI.pdf*. (s. f.). Recuperado 14 de diciembre de 2020, de
https://www.icao.int/SAM/Documents/H-SAFETY-EFF/3_Clasificaci%C3%B3n%20Helipuertos%20OACI.pdf
- 4_Conceptos_Basicos_del_LED.pdf*. (s. f.). Recuperado 12 de enero de 2021, de
http://www.premiumlightpro.es/fileadmin/es/4_Conceptos_Basicos_del_LED.pdf
- 5a1f0c34-8aae-4f96-a05b-489d7a295852.pdf*. (s. f.). Recuperado 16 de diciembre de 2020, de
https://www.diba.cat/documents/467843/118493136/manual_instalaciones_electricas_web.pdf/5a1f0c34-8aae-4f96-a05b-489d7a295852
- 31-RDAC-Parte-155-Nueva-Edición-Rev.-Original-18-Jul-2017....pdf*. (s. f.). Recuperado 3 de noviembre de 2020, de <https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/31-RDAC-Parte-155-Nueva-Edicio%CC%81n-Rev.-Original-18-Jul-2017....pdf>
- BROCHURE_HELIPUERTOS_2013.pdf*. (s. f.). Recuperado 13 de enero de 2021, de
http://www.crouse-hindslatam.com/uploads/pdfs/digital-resources/catalogs/BROCHURE_HELIPUERTOS_2013.pdf
- CADe-SIMU.pdf*. (s. f.). Recuperado 14 de diciembre de 2020, de
<http://tutoriales.mejorqueperdereltiempo.es/CADe-SIMU/CADe-SIMU.pdf>
- Guia sobre tecnologia LED en el alumbrado*. (s. f.). 440.
- Gwiazda, M. (s. f.). *El disyuntor o interruptor diferencial*. 7.

Helicopters. (s. f.). Airbus. Recuperado 14 de diciembre de 2020, de

<https://www.airbus.com/helicopters.html>

Historia del Ejército del Ecuador. (s. f.). Recuperado 14 de diciembre de 2020, de

<https://www.cehist.mil.ec/index.php/historia-del-ejercito-del-ecuador>

MANUAL COMPLETO SHCNEIDER.pdf. (s. f.). Recuperado 24 de febrero de 2021, de

https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/MANUAL%20COMPLETO%20SHCNEIDER.pdf

Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf. (s. f.-a). Recuperado 14 de diciembre de 2020, de

https://www.icao.int/SAM/Documents/H-SAFETY-EFF/Manual%20de%20Helipuertos_Doc9261.pdf

Manual de Helipuertos_Doc9261.pdf. (s. f.-b). Recuperado 31 de octubre de 2020, de

https://www.icao.int/SAM/Documents/H-SAFETY-EFF/Manual%20de%20Helipuertos_Doc9261.pdf

MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DE LA 15-BAE PAQUISHA.

GENERALIDADES CAPITULO I - PDF Free Download. (s. f.). Recuperado 5 de noviembre de 2020, de <https://docplayer.es/86141990-Manual-general-de-mantenimiento-de-la-15-bae-paquisha-generalidades-capitulo-i.html>

Manual General De Mantenimiento De La 15-Bae Paquisha. Generalidades Capitulo I -

Pdf Free Download. (s. f.). Recuperado 6 de noviembre de 2020, de <https://docplayer.es/86141990-Manual-general-de-mantenimiento-de-la-15-bae-paquisha-generalidades-capitulo-i.html>

Rivadeneira, C. (2020, mayo 25). *Aviación del Ejército.* Ejército Ecuatoriano.

<https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito>

User, S. (s. f.). *Aviación del Ejército*. Recuperado 14 de diciembre de 2020, de

<https://www.cehist.mil.ec/index.php/aviacion-del-ejercito>

Villalba Yerovi Jorge.pdf. (s. f.). Recuperado 14 de diciembre de 2020, de

<https://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/24000/4312/1/Villalba%20Yerovi%20Jorge.pdf>

Volumen I_MEMORIA.pdf. (s. f.). Recuperado 16 de diciembre de 2020, de

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/117719/Volumen%20I_MEMORIA.pdf

ANEXOS