



## RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 079

La Paz, 13 de marzo de 2017

### VISTOS:

El Informe Técnico INF/MOPSV/VMT/DGTA/UTA N° 0491/2016, de fecha 23 de diciembre de 2016, emitido por el equipo de supervisión para el proyecto "Actualización, complementación, validación y socialización de Tres Guías para Aeropuertos en Bolivia", del Viceministerio de Transportes, y Legal N° 1185/2016 de 29 de diciembre de 2016, emitido por la Dirección General de Asuntos Jurídicos del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, todo lo que se tuvo presente y;

### CONSIDERANDO:

Que la Constitución Política del Estado, establece en el numeral 14 del párrafo I del Artículo 298, como competencia privativa del nivel central del Estado, el *control del espacio y tránsito aéreo, en todo el territorio nacional. Construcción, mantenimiento y administración de aeropuertos internacionales y de tráfico departamental.*

Que el párrafo II, numeral 32 de la norma fundamental, establece como competencia exclusiva del nivel central del Estado, *"...el transporte, terrestre, aéreo, fluvial y otros cuando alcance a más de un departamento".*

Que el Artículo 96 de la Ley N° 031 de 19 de julio de 2012, Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Babiñez", define en el marco de la competencia exclusiva del nivel central del Estado en materia de transporte, entre otros los siguientes numerales respecto a competencias exclusivas: "2. *Proponer iniciativas normativas y ejercer y ejecutar mecanismos de financiamiento para proyectos en el sector.* 4. *Regular el transporte de acuerdo al Plan General de Desarrollo, establecer los parámetros o estándares técnicos mínimos y referenciales del transporte.* 7. *Ejercer competencias de control y fiscalización para los servicios de transportes de alcance interdepartamental e internacional".*

Que la Ley N° 165, Ley General de Transporte, establece en su Artículo 3 que el *"Sistema de Transporte Integral – STI, se rige por la Constitución Política del Estado, los Tratados, Convenios e Instrumentos Internacionales, la Ley Marco de Autonomías y Descentralización, normas sectoriales y otras normas específicas del ordenamiento jurídico del Estado Plurinacional".*

Que el Artículo 16 de la misma disposición normativa establece en su párrafo *"I. que el Sistema de Transporte Integral – STI, en las actividades de planificación y operación de todos sus componentes (infraestructura, servicios de transporte y servicios complementarios) y modalidades de transporte (aéreo, terrestre, ferroviario y acuático), deberá promover la protección del medio ambiente, resguardando los derechos de la Madre Tierra".* Asimismo, su párrafo II señala: *"II. Se deberá promover que la infraestructura y los servicios de transporte, tengan el menor costo ambiental y social posible, considerando las modalidades de transporte menos contaminantes y más eficientes en términos energéticos".*

Que los párrafos II y III del Artículo 24 de la Ley N°165, establece *"II. Sin perjuicio del ejercicio pleno de competencias en materia de regulación de los diferentes niveles de gobierno, el nivel central del Estado emitirá la normativa específica, para conformar el Sistema Nacional de Regulación. III. Cada modalidad de transporte contará con normativa específica, que establezca las condiciones del sistema de transporte de acuerdo a los lineamientos establecidos en la presente Ley".*

Que conforme establece el Artículo 138, párrafo I de la Ley antes señalada, *"I. El Estado Plurinacional de Bolivia ejerce soberanía completa y privativa sobre el espacio aéreo que cubre su territorio. II. Es competencia privativa del nivel central del Estado el control del espacio aéreo y tránsito aéreo, en todo el territorio nacional. Construcción,*





Que el artículo 71 del Decreto Supremo N° 29894 Organización del Órgano Ejecutivo, establece en su inciso dentro de las atribuciones del Viceministerio de Transportes, entre otras, las siguientes: "c) Proponer políticas y normas, y aplicar los planes sectoriales de transporte terrestre, marítimo, fluvial, lacustre, ferroviario y aéreo, en el marco de las estrategias nacionales del desarrollo nacional, que garanticen el acceso de la población a un sistema de transporte integral en sus diversas modalidades. d) Promover en el marco de las políticas, estrategias y planes viales la construcción, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura caminera, ferroviaria, portuaria, fluvial, lacustre, marítima y aérea, en el marco del interés y soberanía nacional. g) Proponer y promover políticas y normas para el control del espacio y tránsito aéreo a nivel nacional, así como para la construcción y el mantenimiento de aeropuertos internacionales y de tráfico interdepartamental. j) Proponer y aplicar normas y estándares internacionales en infraestructura de transporte".

Que el Decreto Supremo N° 29894 del 07 de febrero de 2009, que determina la Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional, reconoce en su Artículo 14 numeral 22) la facultad de los Ministros y Ministras, en el marco de las competencias asignadas al nivel central en la Constitución Política del Estado, a emitir resoluciones ministeriales en el marco de sus competencias.

Que por Informe Técnico INF/MOPSV/VMT/DGTA/UTA N° 0491/2016 de fecha 23 de diciembre de 2016, el Comité de Supervisión Interinstitucional con aquiescencia del Coordinador de la Unidad de Transporte Aéreo - UTA y el Organismo Sectorial competente de Transportes en materia Ambiental, todos dependientes del Viceministerio de Transportes, ha calificado, aprobado y justificado técnicamente la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES", por ser una herramienta técnica para la Modalidad de Transporte Aéreo, que permite normar, proponer metodologías, instrumentos y actividades en aspectos relacionados con la infraestructura, seguridad y medio ambiente, a fin de, mejorar y prolongar la vida útil de las infraestructuras y equipamiento de aeropuertos.

Que siendo el Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, la autoridad competente en materia de transporte terrestre, aéreo y fluvial, corresponde, a fin de dar viabilidad a la aplicación de la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES", proceder a su aprobación mediante la emisión de la correspondiente Resolución Ministerial.

#### POR TANTO:

El Ministro de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, en ejercicio de sus atribuciones,

#### RESUELVE:

**PRIMERO.-** Aprobar la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES" cuyo texto en anexo forma parte integrante e indivisible de la presente Resolución Ministerial.

**SEGUNDO.-** Disponer que a través de la Dirección General de Transporte Aéreo del Viceministerio de Transportes, se comunique la aprobación oficial de la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES" a las entidades bajo tuición del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, que se relacionan a la actividad aeronáutica, a efectos de su cumplimiento y aplicación.

**TERCERO.-** Se dispone la vigencia de la presente Resolución a partir de su publicación, conforme a las normas vigentes.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Milton Claros Hinojosa  
MINISTRO  
Min. Obras Públicas, Servicios y Vivienda





**RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 079**  
La Paz, 13 de marzo de 2017

**VISTOS:**

El Informe Técnico INF/MOPSV/VMT/DGTA/UTA N° 0491/2016, de fecha 23 de diciembre de 2016, emitido por el equipo de supervisión para el proyecto "Actualización, complementación, validación y socialización de Tres Guías para Aeropuertos en Bolivia", del Viceministerio de Transportes, y Legal N° 1185/2016 de 29 de diciembre de 2016, emitido por la Dirección General de Asuntos Jurídicos del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, todo lo que se tuvo presente y;

**CONSIDERANDO:**

Que la Constitución Política del Estado, establece en el numeral 14 del párrafo I del Artículo 298, como competencia privativa del nivel central del Estado, el *control del espacio y tránsito aéreo, en todo el territorio nacional. Construcción, mantenimiento y administración de aeropuertos internacionales y de tráfico departamental.*

Que el párrafo II, numeral 32 de la norma fundamental, establece como competencia exclusiva del nivel central del Estado, "*...el transporte, terrestre, aéreo, fluvial y otros cuando alcance a más de un departamento*".

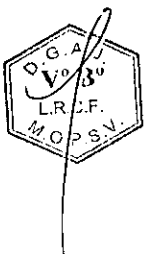
Que el Artículo 96 de la Ley N° 031 de 19 de julio de 2012, Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Baez", define en el marco de la competencia exclusiva del nivel central del Estado en materia de transporte, entre otros los siguientes numerales respecto a competencias exclusivas: "2. *Proponer iniciativas normativas y ejercer y ejecutar mecanismos de financiamiento para proyectos en el sector.* 4. *Regular el transporte de acuerdo al Plan General de Desarrollo, establecer los parámetros o estándares técnicos mínimos y referenciales del transporte.* 7. *Ejercer competencias de control y fiscalización para los servicios de transportes de alcance interdepartamental e internacional*".

Que la Ley N° 165, Ley General de Transporte, establece en su Artículo 3 que el "*Sistema de Transporte Integral – STI, se rige por la Constitución Política del Estado, los Tratados, Convenios e Instrumentos Internacionales, la Ley Marco de Autonomías y Descentralización, normas sectoriales y otras normas específicas del ordenamiento jurídico del Estado Plurinacional*".

Que el Artículo 16 de la misma disposición normativa establece en su párrafo "I. *que el Sistema de Transporte Integral – STI, en las actividades de planificación y operación de todos sus componentes (infraestructura, servicios de transporte y servicios complementarios) y modalidades de transporte (aéreo, terrestre, ferroviario y acuático), deberá promover la protección del medio ambiente, resguardando los derechos de la Madre Tierra*". Asimismo, su párrafo II señala: "II. *Se deberá promover que la infraestructura y los servicios de transporte, tengan el menor costo ambiental y social posible, considerando las modalidades de transporte menos contaminantes y más eficientes en términos energéticos*".

Que los párrafos II y III del Artículo 24 de la Ley N°165, establece "II. *Sin perjuicio del ejercicio pleno de competencias en materia de regulación de los diferentes niveles de gobierno, el nivel central del Estado emitirá la normativa específica, para conformar el Sistema Nacional de Regulación.* III. *Cada modalidad de transporte contará con normativa específica, que establezca las condiciones del sistema de transporte de acuerdo a los lineamientos establecidos en la presente Ley*".

Que conforme establece el Artículo 138, párrafo I de la Ley antes señalada, "I. *El Estado Plurinacional de Bolivia ejerce soberanía completa y privativa sobre el espacio aéreo que cubre su territorio.* II. *Es competencia privativa del nivel central del Estado el control del espacio aéreo y tránsito aéreo, en todo el territorio nacional. Construcción,*





Que el artículo 71 del Decreto Supremo N° 29894 Organización del Órgano Ejecutivo, establece en su inciso dentro de las atribuciones del Viceministerio de Transportes, entre otras, las siguientes: "c) Proponer políticas y normas, y aplicar los planes sectoriales de transporte terrestre, marítimo, fluvial, lacustre, ferroviario y aéreo, en el marco de las estrategias nacionales del desarrollo nacional, que garanticen el acceso de la población a un sistema de transporte integral en sus diversas modalidades. d) Promover en el marco de las políticas, estrategias y planes viales la construcción, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura caminera, ferroviaria, portuaria, fluvial, lacustre, marítima y aérea, en el marco del interés y soberanía nacional. g) Proponer y promover políticas y normas para el control del espacio y tránsito aéreo a nivel nacional, así como para la construcción y el mantenimiento de aeropuertos internacionales y de tráfico interdepartamental. j) Proponer y aplicar normas y estándares internacionales en infraestructura de transporte".

Que el Decreto Supremo N° 29894 del 07 de febrero de 2009, que determina la Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional, reconoce en su Artículo 14 numeral 22) la facultad de los Ministros y Ministras, en el marco de las competencias asignadas al nivel central en la Constitución Política del Estado, a emitir resoluciones ministeriales en el marco de sus competencias.

Que por Informe Técnico INF/MOPSV/VMT/DGTA/UTA N° 0491/2016 de fecha 23 de diciembre de 2016, el Comité de Supervisión Interinstitucional con aquiescencia del Coordinador de la Unidad de Transporte Aéreo - UTA y el Organismo Sectorial competente de Transportes en materia Ambiental, todos dependientes del Viceministerio de Transportes, ha calificado, aprobado y justificado técnicamente la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES", por ser una herramienta técnica para la Modalidad de Transporte Aéreo, que permite normar, proponer metodologías, instrumentos y actividades en aspectos relacionados con la infraestructura, seguridad y medio ambiente, a fin de, mejorar y prolongar la vida útil de las infraestructuras y equipamiento de aeropuertos.

Que siendo el Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, la autoridad competente en materia de transporte terrestre, aéreo y fluvial, corresponde, a fin de dar viabilidad a la aplicación de la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES", proceder a su aprobación mediante la emisión de la correspondiente Resolución Ministerial.

**POR TANTO:**

El Ministro de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, en ejercicio de sus atribuciones,

**RESUELVE:**

**PRIMERO.-** Aprobar la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES" cuyo texto en anexo forma parte integrante e indivisible de la presente Resolución Ministerial.

**SEGUNDO.-** Disponer que a través de la Dirección General de Transporte Aéreo del Viceministerio de Transportes, se comunique la aprobación oficial de la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES" a las entidades bajo tuición del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, que se relacionan a la actividad aeronáutica, a efectos de su cumplimiento y aplicación.

**TERCERO.-** Se dispone la vigencia de la presente Resolución a partir de su publicación, conforme a las normas vigentes.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Original Firmado Por:  
*Milton Obras Hinojosa*  
Min. Obras Públicas, Servicios y Vivienda



**RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 079**  
La Paz, 13 de marzo de 2017

**VISTOS:**

El Informe Técnico INF/MOPSV/VMT/DGTA/UTA N° 0491/2016, de fecha 23 de diciembre de 2016, emitido por el equipo de supervisión para el proyecto "Actualización, complementación, validación y socialización de Tres Guías para Aeropuertos en Bolivia", del Viceministerio de Transportes, y Legal N° 1185/2016 de 29 de diciembre de 2016, emitido por la Dirección General de Asuntos Jurídicos del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, todo lo que se tuvo presente y;

**CONSIDERANDO:**

Que la Constitución Política del Estado, establece en el numeral 14 del párrafo I del Artículo 298, como competencia privativa del nivel central del Estado, el *control del espacio y tránsito aéreo, en todo el territorio nacional. Construcción, mantenimiento y administración de aeropuertos internacionales y de tráfico departamental.*

Que el párrafo II, numeral 32 de la norma fundamental, establece como competencia exclusiva del nivel central del Estado, "*...el transporte, terrestre, aéreo, fluvial y otros cuando alcance a más de un departamento*".

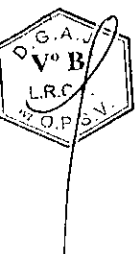
Que el Artículo 96 de la Ley N° 031 de 19 de julio de 2012, Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Babiáñez", define en el marco de la competencia exclusiva del nivel central del Estado en materia de transporte, entre otros los siguientes numerales respecto a competencias exclusivas: "*2. Proponer iniciativas normativas y ejercer y ejecutar mecanismos de financiamiento para proyectos en el sector. 4. Regular el transporte de acuerdo al Plan General de Desarrollo, establecer los parámetros o estándares técnicos mínimos y referenciales del transporte. 7. Ejercer competencias de control y fiscalización para los servicios de transportes de alcance interdepartamental e internacional*".

Que la Ley N° 165, Ley General de Transporte, establece en su Artículo 3 que el "*Sistema de Transporte Integral – STI, se rige por la Constitución Política del Estado, los Tratados, Convenios e Instrumentos Internacionales, la Ley Marco de Autonomías y Descentralización, normas sectoriales y otras normas específicas del ordenamiento jurídico del Estado Plurinacional*".

Que el Artículo 16 de la misma disposición normativa establece en su párrafo "*I. que el Sistema de Transporte Integral – STI, en las actividades de planificación y operación de todos sus componentes (infraestructura, servicios de transporte y servicios complementarios) y modalidades de transporte (aéreo, terrestre, ferroviario y acuático), deberá promover la protección del medio ambiente, resguardando los derechos de la Madre Tierra*". Asimismo, su párrafo II señala: "*II. Se deberá promover que la infraestructura y los servicios de transporte, tengan el menor costo ambiental y social posible, considerando las modalidades de transporte menos contaminantes y más eficientes en términos energéticos*".

Que los párrafos II y III del Artículo 24 de la Ley N°165, establece "*II. Sin perjuicio del ejercicio pleno de competencias en materia de regulación de los diferentes niveles de gobierno, el nivel central del Estado emitirá la normativa específica, para conformar el Sistema Nacional de Regulación. III. Cada modalidad de transporte contará con normativa específica, que establezca las condiciones del sistema de transporte de acuerdo a los lineamientos establecidos en la presente Ley*".

Que conforme establece el Artículo 138, párrafo I de la Ley antes señalada, "*I. El Estado Plurinacional de Bolivia ejerce soberanía completa y privativa sobre el espacio aéreo que cubre su territorio. II. Es competencia privativa del nivel central del Estado el control del espacio aéreo y tránsito aéreo, en todo el territorio nacional. Construcción,*





Que el artículo 71 del Decreto Supremo N° 29894 Organización del Órgano Ejecutivo, establece en su inciso dentro de las atribuciones del Viceministerio de Transportes, entre otras, las siguientes: "c) Proponer políticas y normas, y aplicar los planes sectoriales de transporte terrestre, marítimo, fluvial, lacustre, ferroviario y aéreo, en el marco de las estrategias nacionales del desarrollo nacional, que garanticen el acceso de la población a un sistema de transporte integral en sus diversas modalidades. d) Promover en el marco de las políticas, estrategias y planes viales la construcción, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura caminera, ferroviaria, portuaria, fluvial, lacustre, marítima y aérea, en el marco del interés y soberanía nacional. g) Proponer y promover políticas y normas para el control del espacio y tránsito aéreo a nivel nacional, así como para la construcción y el mantenimiento de aeropuertos internacionales y de tráfico interdepartamental. j) Proponer y aplicar normas y estándares internacionales en infraestructura de transporte".

Que el Decreto Supremo N° 29894 del 07 de febrero de 2009, que determina la Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional, reconoce en su Artículo 14 numeral 22) la facultad de los Ministros y Ministras, en el marco de las competencias asignadas al nivel central en la Constitución Política del Estado, a emitir resoluciones ministeriales en el marco de sus competencias.

Que por Informe Técnico INF/MOPSV/VMT/DGTA/UTA N° 0491/2016 de fecha 23 de diciembre de 2016, el Comité de Supervisión Interinstitucional con aquiescencia del Coordinador de la Unidad de Transporte Aéreo - UTA y el Organismo Sectorial competente de Transportes en materia Ambiental, todos dependientes del Viceministerio de Transportes, ha calificado, aprobado y justificado técnicamente la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES", por ser una herramienta técnica para la Modalidad de Transporte Aéreo, que permite normar, proponer metodologías, instrumentos y actividades en aspectos relacionados con la infraestructura, seguridad y medio ambiente, a fin de, mejorar y prolongar la vida útil de las infraestructuras y equipamiento de aeropuertos.

Que siendo el Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, la autoridad competente en materia de transporte terrestre, aéreo y fluvial, corresponde, a fin de dar viabilidad a la aplicación de la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES", proceder a su aprobación mediante la emisión de la correspondiente Resolución Ministerial.

#### POR TANTO:

El Ministro de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, en ejercicio de sus atribuciones,

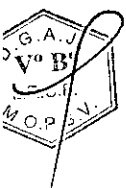
#### RESUELVE:

**PRIMERO.-** Aprobar la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES" cuyo texto en anexo forma parte integrante e indivisible de la presente Resolución Ministerial.

**SEGUNDO.-** Disponer que a través de la Dirección General de Transporte Aéreo del Viceministerio de Transportes, se comunique la aprobación oficial de la "GUÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES" a las entidades bajo tuición del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, que se relacionan a la actividad aeronáutica, a efectos de su cumplimiento y aplicación.

**TERCERO.-** Se dispone la vigencia de la presente Resolución a partir de su publicación, conforme a las normas vigentes.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Original Firmado Por:  
Milton Claros Hinojosa  
Ministro  
Min. Obras Públicas, Servicios y Vivienda



# Obras

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, SERVICIOS Y VIVIENDA

VICEMINISTERIO DE TRANSPORTES



# GUÍA

DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO  
SOSTENIBLE DEL ÁREA DE  
MOVIMIENTO DE AERONAVES







VICEMINISTERIO DE TRANSPORTES

# GUÍA

DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO  
SOSTENIBLE DEL ÁREA DE  
**MOVIMIENTO DE AERONAVES**

## GESTIÓN

**Ing. Milton Claros Hinojosa**

Ministro de Obras Públicas, Servicios y Vivienda

**Galo Silvestre Bonifaz**

Viceministro de Transportes

**Ing. Andy Rocabado Goitia**

Director General de Transporte Aéreo

**Lic. Luis Yujra Segales**

Coordinador PIA

**Ing. Juan Pablo Gonzales Solares**

Coordinador PDA

## SUPERVISIÓN INTERINSTITUCIONAL

Ing. Leticia Flores Calle

Ing. Vanessa Melgarejo Avila

Ing. Carlos Villegas Portal

Ing. Lia Peñarrieta Venegas

**Equipo Técnico Viceministerio de Transportes**

Dirección General de Aeronáutica Civil - DGAC

Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea - AASANA

Servicios de Aeropuertos Bolivianos - SABSA Nacionalizada

**Apoyo Técnico Interinstitucional**

## EQUIPO TÉCNICO

CONSULTRANS, S.A.U.

c/ Serrano, 6 – Madrid (España)

## PRODUCCIÓN EDITORIAL

Comunicación Conceptual

## FINANCIAMIENTO

Banco Interamericano de Desarrollo - BID en el marco del Contrato de Préstamo 2951/BL-BO.

“Las afirmaciones, resultados u opiniones expresadas en esta publicación no reflejan la posición oficial del BID o de sus países miembros.”

La Paz - Bolivia, 2017

Av. Mariscal Santa Cruz y Calle Oruro

Edificio Centro de Comunicaciones, 10° Piso

Teléfonos: (591) 2 119999 - 2 156600

[www.oopp.gob.bo](http://www.oopp.gob.bo)

# PRESENTACIÓN

La *Guía de Gestión del Mantenimiento Sostenible del Área de Movimiento de Aeronaves* tiene como objetivo mejorar el sistema de transporte a partir de la gestión de las actividades de mantenimiento en el área de movimiento de los aeropuertos del Estado Plurinacional de Bolivia.

Contiene criterios y recomendaciones necesarios para la planificación y gestión de las actividades de mantenimiento para asegurar la seguridad en los aeropuertos del Estado.

En este sentido, el Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda pone a disposición del sector aeronáutico la *Guía de Gestión del Mantenimiento Sostenible del Área de Movimiento de Aeronaves*.



Milton Claros Hinojosa  
**Ministro de Obras Públicas, Servicios y Vivienda**



# CONTENIDO

<b>SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b> .....	<b>9</b>
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>11</b>
1.1. Alcance de la Guía.....	11
1.2. Claves del mantenimiento aeroportuario.....	11
1.3. Organización de los medios disponibles para los trabajos de mantenimiento.....	13
1.4. Herramientas de gestión para el mantenimiento de aeropuertos.....	14
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
2.1. Alcance de la Guía.....	15
2.2. Tipologías y claves del mantenimiento aeroportuario.....	15
2.2.1. Inventario inicial.....	16
2.2.2. Manual de Mantenimiento.....	16
2.2.3. Programación o Plan de Mantenimiento y conservación del aeropuerto.....	17
2.3. Registro de los trabajos de mantenimiento.....	17
<b>3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES EN MATERIA DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AEROPUERTOS</b> .....	<b>19</b>
<b>4. TIPIFICACIÓN DE LOS AEROPUERTOS DE BOLIVIA</b> .....	<b>21</b>
<b>5. ESTRATEGIAS DE ESTANDARIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b> .....	<b>23</b>
<b>6. ESTRUCTURA DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO</b> .....	<b>25</b>
6.1. Infraestructura.....	27
6.1.1. Lado aire.....	27
6.1.2. Lado tierra.....	28
6.2. Equipamiento.....	28
<b>7. PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO Y FRECUENCIAS MÍNIMAS</b> .....	<b>29</b>
<b>8. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO</b> .....	<b>37</b>
8.1. Conservación y mantenimiento de los pavimentos.....	37
8.1.1. Generalidades.....	37
8.1.2. Evaluación del estado de los pavimentos.....	38
8.2. Mantenimiento de los edificios aeroportuarios.....	49
8.3. Mantenimiento de la red de alcantarillado, pluviales y drenaje.....	50
8.4. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas y electromecánicas.....	53
8.5. Mantenimiento de zonas no pavimentadas y zonas verdes.....	55
8.5.1. Generalidades.....	55
8.5.2. Equipos para el mantenimiento de la hierba.....	56
8.5.3. Tratamiento de la hierba cortada.....	57

8.6. Mantenimiento de vehículos y equipos .....	57
8.6.1. Generalidades .....	57
8.6.2. Organización del mantenimiento de los vehículos.....	57
8.6.3. Programa de mantenimiento de vehículos y equipos.....	58
8.7. Conservación y mantenimiento de las ayudas visuales y la señalética .....	58
8.8. Mantenimiento de cerramientos perimetrales.....	62
8.9. Coordinación de las actividades de mantenimiento con la prestación de los servicios aéreos	
8.10. Organización de los recursos humanos y materiales .....	63
8.11. <i>Software</i> de planificación y gestión del mantenimiento.....	65
8.12. Metodologías y herramientas de gestión del mantenimiento de aeropuertos.....	67
<b>9. PLAN DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>69</b>
<b>10. PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL PARA MANTENIMIENTO .....</b>	<b>71</b>
10.1. Identificación del estado ambiental en la intervención de mantenimiento .....	71
10.2. Buenas prácticas ambientales en la intervención de mantenimiento.....	73
<b>11. RECOMENDACIONES PARA EL MOMENTO DE LA INTERVENCIÓN .....</b>	<b>77</b>
<b>12. PROPUESTA METODOLÓGICA DE EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y TOMA DE DECISIONES .....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b>	CLASIFICACIÓN DE LOS AEROPUERTOS DE BOLIVIA .....	21
<b>TABLA 2.</b>	FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES COMUNES A TODAS LAS CATEGORÍAS DE AEROPUERTOS.....	29
<b>TABLA 3.</b>	FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES PARA AEROPUERTOS CATEGORÍA I.....	33
<b>TABLA 4.</b>	FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES PARA AEROPUERTOS CATEGORÍA II.....	34
<b>TABLA 5.</b>	FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES PARA AEROPUERTOS CATEGORÍAS III Y IV.....	35
<b>TABLA 6.</b>	RANGOS DE CLASIFICACIÓN PCI .....	39
<b>TABLA 7.</b>	RANGOS DE VALORES PCI.....	39
<b>TABLA 8.</b>	DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES .....	43
<b>TABLA 9.</b>	DETERIOROS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	45
<b>TABLA 10.</b>	ACTIVIDADES DE REPARACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	48
<b>TABLA 11.</b>	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO AEROPORTUARIO Y SUS AFECCIONES AMBIENTALES.....	72
<b>TABLA 12.</b>	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LA OBRA CIVIL Y SUS AFECCIONES AMBIENTALES .....	73
<b>TABLA 13.</b>	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO AEROPORTUARIO Y SUS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN.....	74

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

<b>ESQUEMA 1.</b>	ORGANIGRAMA DE EJEMPLO .....	26
<b>ESQUEMA 2.</b>	DIAGRAMA GENERAL DE PROCESOS-GMAO.....	66
<b>ESQUEMA 3.</b>	PLAN AMBIENTAL.....	76
<b>ESQUEMA 4.</b>	EJEMPLO DE DIAGRAMA BÁSICO DE PLAN DE MANTENIMIENTO.....	79
<b>ESQUEMA 5.</b>	DIAGRAMA BÁSICO DE PLAN DE MANTENIMIENTO (EJEMPLO) .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b>	INTERFAZ DEL MÓDULO DE MANTENIMIENTO DEL PROGRAMA MANTTEST.....	67
------------------	---	----





## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

**AASANA:** Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea.

**ABC:** Administradora Boliviana de Carreteras.

**ACN:** Aircraft Classification Number.

**AESA:** Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

**AIP:** Aeronautical Information Publication.

**DGAC:** Dirección General de Aeronáutica Civil.

**FAA:** Federal Aviation Administration.

**FOD:** Foreign object damage.

**GMAO:** Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador.

**IRI:** Índice de regularidad internacional.

**KPI:** Key Performance Indicator.

**MTD:** Profundidad media de textura.

**OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional.

**PCI:** Pavement Condition Index.

**PCN:** Pavement Classification Number.

**RAB:** Reglamentación Aeronáutica Boliviana.

**SLA:** Service Level Agreement.

**UPS:** Uninterruptible Power Supply.



# 1. RESUMEN EJECUTIVO

## 1.1. Alcance de la Guía

El alcance de la Guía es el de definir los tipos de mantenimiento que hay que llevar a cabo, así como los criterios y las recomendaciones que se consideran necesarios para la correcta planificación y gestión de las actividades de mantenimiento. Estos criterios servirán como referencia para la redacción de los Manuales de Mantenimiento específicos para cada aeropuerto, al igual que sus posteriores Planes de Mantenimiento.

Es importante destacar que la presente Guía no tiene por objeto sustituir, tiene carácter enunciativo y no limitativo, y no reemplaza ninguna disposición de la Reglamentación Aeronáutica Boliviana (RAB).

## 1.2. Claves del mantenimiento aeroportuario

El objetivo de cualquier sistema de mantenimiento es asegurar la máxima disponibilidad y eficiencia de una instalación determinada con la incorporación de los recursos humanos y los medios materiales necesarios.

En el caso de los aeropuertos, la disponibilidad de determinados sistemas está directamente relacionada no ya con la regularidad de las operaciones, sino también con la seguridad operacional, cuyo aspecto es fundamental en este tipo de infraestructura.

La correcta planificación y gestión de las actividades de mantenimiento contribuirá a mantener en óptimas condiciones la infraestructura aeroportuaria, lo que se traduce en eficiencia operacional y en rentabilidad de la misma.

Los aeropuertos, siendo una parte fundamental de la infraestructura aeronáutica, tienen que cumplir con una serie de normas y requisitos exigentes, con el fin de garantizar la seguridad de las operaciones y la rentabilidad operacional.

Para conseguir la máxima eficiencia en el mantenimiento del aeropuerto es necesario establecer una estrategia que permita una correcta planificación. Los puntos más importantes que se deben desarrollar en la estrategia de cada aeropuerto son los siguientes:

- Inventario inicial.
- Manual de Mantenimiento.
- Programación o Plan de Mantenimiento.

### Inventario inicial

Para realizar un mantenimiento eficiente es indispensable conocer qué instalaciones son las que se deben mantener. Para ello, es necesario realizar un inventario de las instalaciones, las infraestructuras y los equipos existentes que servirá para llevar el control de las actuaciones posteriores durante el proceso de mantenimiento.

El inventario consistirá en la recopilación de todos los datos y las características técnicas de los elementos que componen las instalaciones, las infraestructuras y los equipos, así como su ubicación exacta. Estos datos serán, entre otros, proyectos constructivos o de rehabilitación, planos, manuales de fabricantes.

### Manual de Mantenimiento. Tipos de mantenimiento

Conociendo las instalaciones que componen el aeropuerto, deberá redactarse un Manual de Mantenimiento específico para cada aeropuerto en el que se tengan en cuenta las necesidades y los recursos disponibles, ya sean humanos, materiales o económicos, con el fin de que se adapte a la situación real del aeropuerto. Para la redacción del Manual de Mantenimiento se tomará como referencia el documento Doc. 9137 de Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), Manual de Servicios de Aeropuertos-Métodos de Mantenimiento de Aeropuertos.

Dentro de los tipos de mantenimiento a realizar en los elementos aeroportuarios se pueden diferenciar dos tipos:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

### **Mantenimiento preventivo**

Mantenimiento preventivo son las actividades programadas de mantenimiento que se han de llevar a cabo para evitar fallos en las instalaciones y la reducción de la eficiencia de los mismos.

Las actividades de mantenimiento preventivo consisten principalmente en inspecciones periódicas de las instalaciones y la reposición menor de ciertos elementos como consecuencia del desgaste durante la explotación por el propio uso. Las reparaciones importantes serán incluidas en el mantenimiento correctivo.

De forma general, el objetivo del mantenimiento preventivo se resume de la siguiente manera:

- Catalogar el estado general de la instalación mediante inspecciones periódicas.
- Conservación de la infraestructura y los elementos de instalaciones con el fin de mantenerlos en óptimas condiciones de uso.
- Obtención de una mayor rentabilidad operacional al disminuir los costes asociados con los tiempos de parada de la instalación.
- Obtener una vida útil mayor de los elementos que comprende la instalación.

Este tipo de mantenimiento es fácilmente planificable, ya que puede adaptarse a los medios económicos, humanos y materiales disponibles.

### **Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo se puede definir como aquellas acciones puntuales necesarias para reparar las instalaciones y los equipos como consecuencia de fallas imprevistas.

En este caso, el mantenimiento es no planificado, ya que su reparación no puede ser planeada en el tiempo por el carácter imprevisto de la falla.

Las fases del mantenimiento correctivo se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Identificación y análisis de las causas de la avería.
- Reparación de la avería o desperfectos en el equipo, instalación o infraestructura.
- Restitución y testeo del correcto funcionamiento del equipo, instalación o infraestructura.
- Elaboración del informe de la incidencia o parte de trabajo: causas de la avería y solución adoptada.
- Definición de mejoras, si procede, para evitar nuevas averías

### **Programación o Plan de Mantenimiento**

De acuerdo a las instalaciones identificadas y una vez que se han establecido los procedimientos de mantenimiento en el Manual de Mantenimiento, se deberán planificar de forma anual las actividades a realizar.

En la planificación se elaborará un cronograma en el que se programarán las actividades y las tareas rutinarias que deberán realizarse de forma continuada o en los periodos de tiempo definidos.

Igualmente, la Programación de Mantenimiento incluirá una previsión de costos anual en la que se contemplarán los recursos humanos, materiales y de equipamiento necesarios para la realización de las labores de mantenimiento.

### **Registro de los trabajos de mantenimiento**

La gestión de los trabajos de mantenimiento debe contemplar un registro, tanto en formato digital como físico, de todas las operaciones de mantenimiento, indicándose todos los aspectos reseñables de las actividades realizadas.

Durante dichas actividades de mantenimiento se realizarán partes de trabajo o de inspección, en los que se indicarán los siguientes datos:

- Instalación, infraestructura o equipamiento objeto del mantenimiento.
- Fecha en la que se realiza el mantenimiento.
- Personal que realiza los trabajos.
- Estado general de la instalación, la infraestructura o el equipamiento.
- Actividades realizadas durante los trabajos de mantenimiento (si lo hubiera).
- Planos o croquis en el que se muestre la instalación definitiva una vez realizados los trabajos de mantenimiento (si lo hubiera).

Estos datos serán incluidos en el *software* de gestión de mantenimiento, cuya base de datos servirá como histórico para la planificación y el control de costos.

### 1.3. Organización de los medios disponibles para los trabajos de mantenimiento

Las labores de mantenimiento deben ser realizadas por equipos cualificados que aseguren la correcta ejecución de los planes de mantenimiento, tanto correctivos como preventivos, de las instalaciones aeroportuarias.

La organización del mantenimiento se dividirá en:

- Gestión y planificación general.
- Grupos de mantenimiento.
- Medios materiales mínimos.
- Mantenimiento de la operatividad.

#### Gestión y planificación general

A nivel general, para toda la red de aeropuertos, se deberá contar con un responsable, Director Técnico de la Institución, que coordine de manera global todos los aeropuertos. Este será el que implante el plan de gestión de mantenimiento en toda la red de aeropuertos.

El Director Técnico de la Institución asumirá las funciones de toma de decisiones y asignación de recursos humanos y materiales a cada uno de los aeropuertos. Estará asesorado por un grupo reducido de colaboradores con perfiles de ingenieros técnicos. Este director también se encargará de la gestión presupuestaria asignada de los aeropuertos, teniendo influencia en la toma de decisiones y derecho de voto a nivel global para la asignación presupuestaria del conjunto de la red de aeropuertos.

A nivel local, existirán jefes de mantenimiento para cada uno de los aeropuertos, así como encargados específicos para cada grupo de mantenimiento dentro de los mismos.

Para cada uno de los aeropuertos se dividirán los grupos de mantenimiento, dimensionándose estos con los recursos humanos y materiales en función del volumen de tráfico aéreo y las necesidades particulares de los mismos. La optimización de los recursos humanos, se realizará aprovechando las sinergias entre los grupos para el mejor aprovechamiento y eficacia de todos los procesos.

Los grandes grupos de mantenimiento a los que se hace referencia pueden estructurarse en las siguientes áreas:

- Mantenimiento de infraestructuras:
  - Obra civil y pavimentos.
  - Señalización horizontal.
  - Zonas verdes.
  - Cerrajería y señalización vertical.
  - Alcantarillado y drenaje.

- Mantenimiento de instalaciones:
  - Instalaciones eléctricas.
  - Instalaciones electromecánicas.
- Operaciones especiales.

Dentro de estos grupos se asignarán unos medios materiales mínimos para la realización de todas las actividades, entre los que destacan: maquinaria y equipos de trabajo mínimos y reservas o *stock* de materiales.

### **Mantenimiento de la operatividad**

La operatividad del aeropuerto viene condicionada por la disposición y el funcionamiento de lo descrito en el punto anterior. Las medidas propuestas para que la influencia de los trabajos de mantenimiento sea mínima son las siguientes:

- Plan previo de posibles incidencias de los trabajos en la operativa del aeropuerto, para cada una de las actividades y zonas de actuación. Se valorarán las interferencias causadas entre el aeropuerto, así como sus usuarios, con las diferentes divisiones del aeropuerto.
- Sistemas de comunicación de los responsables de mantenimiento para los trabajos en el área de movimientos. Estos sistemas podrán ser emisoras o teléfonos móviles.
- Instalación de luces anticolisión en los vehículos que circulen en el área de movimientos.
- Cumplimiento de las medidas de seguridad del aeropuerto.
- Cursos de formación para el personal de mantenimiento.
- Sistemas de señalización de las zonas del trabajo en el campo de vuelo.
- Los trabajadores, en el mantenimiento, deberán estar uniformados, llevando prendas de alta reflectancia.
- Las zonas de trabajo deberán estar limpias y en buen estado, lo que facilitará las operaciones de mantenimiento llevadas a cabo en cada una de ellas.
- Puntos de reunión que sirvan de base para operaciones especiales que impliquen mayor despliegue de medios o como base para casos de emergencia.

### **1.4. Herramientas de gestión para el mantenimiento de aeropuertos**

Para una correcta identificación y ejecución en el sistema de mantenimiento preventivo, se debe realizar una base metodológica que permita la correcta ejecución del Programa de Mantenimiento. Esta base permitirá la identificación de los problemas y la más rápida y correcta ejecución de las acciones a realizar.

Para la gestión del mantenimiento de aeropuertos se emplearán sistemas que permitan la evaluación de los procesos de mantenimiento y su periodicidad, así como la gestión económica de los mismos. Para ello se recomienda la utilización de programas específicos (GMAO, Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador).

La función de esta clase de programas es la de elaborar planes integrales de mantenimiento que permitan minimizar los costes y optimizar los rendimientos.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Alcance de la Guía

El alcance de la presente Guía es el de definir los tipos de mantenimiento que hay que llevar a cabo, así como los criterios y las recomendaciones que se consideran necesarios para una correcta planificación y gestión de las actividades de mantenimiento. Estos criterios servirán como referencia para la redacción de los Manuales de Mantenimiento específicos para cada aeropuerto, así como sus posteriores Planes de Mantenimiento.

Es importante destacar que la presente Guía no tiene por objeto sustituir, tiene carácter enunciativo y no limitativo, y no reemplaza ninguna disposición de la Reglamentación Aeronáutica Boliviana (RAB).

### 2.2. Tipologías y claves del mantenimiento aeroportuario

El objetivo de cualquier sistema de mantenimiento es asegurar la máxima disponibilidad y eficiencia de una instalación determinada con la incorporación de los recursos humanos y los medios materiales necesarios.

En el caso de los aeropuertos, la disponibilidad de determinados sistemas está directamente relacionada no ya con la regularidad de las operaciones, sino también con la seguridad operacional, cuyo aspecto es fundamental en este tipo de infraestructura.

La correcta planificación y gestión de las actividades de mantenimiento contribuirá a mantener en óptimas condiciones la infraestructura aeroportuaria, lo que se traduce en eficiencia operacional y en rentabilidad de la misma.

Los aeropuertos, siendo una parte fundamental de la infraestructura aeronáutica, tienen que cumplir con una serie de normas y requisitos exigentes para garantizar la seguridad de las operaciones y la rentabilidad operacional.

De acuerdo con el documento de la OACI, Doc. 9137, Manual de Servicios de Aeropuertos. Métodos de Mantenimiento de Aeropuertos: "El mantenimiento comprende las medidas necesarias para conservar o restaurar el funcionamiento operacional y también las medidas para verificar y evaluar el funcionamiento actual de un elemento". Para ello es necesaria una correcta planificación, con el fin obtener un máximo rendimiento operacional, así como la optimización de los costos.

Para llegar a conseguir la máxima eficiencia en el mantenimiento del aeropuerto es necesario establecer una estrategia que permita una correcta planificación. A continuación se describen los puntos más importantes que se deben desarrollar en la estrategia de cada aeropuerto:

- Inventario inicial.
- Manual de Mantenimiento.
- Programación o Plan de Mantenimiento.

### 2.2.1. Inventario inicial

Para poder realizar un mantenimiento eficiente es indispensable conocer qué instalaciones son las que se deben mantener. Para ello es necesario realizar un inventario de las instalaciones, las infraestructuras y los equipos existentes. Este inventario servirá para llevar el control de las actuaciones posteriores durante el proceso de mantenimiento.

El inventario consistirá en la recopilación de todos los datos y las características técnicas de los elementos que componen las instalaciones, las infraestructuras y los equipos, así como su ubicación exacta y los elementos que lo conforman. Estos datos serán, entre otros, proyectos constructivos o de rehabilitación, planos, manuales de fabricantes.

### 2.2.2. Manual de Mantenimiento

Conociendo las instalaciones que componen el aeropuerto, deberá redactarse un Manual de Mantenimiento específico para cada aeropuerto en el que se tengan en cuenta las necesidades y los recursos disponibles, ya sean humanos, materiales o económicos, con el fin de que se adapte a la situación real del aeropuerto. Para la redacción del Manual de Mantenimiento se tomará como referencia el documento Doc. 9137 de la OACI, Manual de Servicios de Aeropuertos-Métodos de Mantenimiento de Aeropuertos.

Dentro de los tipos de mantenimiento a realizar en los elementos aeroportuarios se pueden diferenciar dos tipos:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

#### Mantenimiento preventivo

Se entiende por mantenimiento preventivo a las actividades programadas de mantenimiento que se han de llevar a cabo para evitar fallos en las instalaciones, así como la reducción de la eficiencia de los mismos.

Las actividades de mantenimiento preventivo consisten principalmente en inspecciones periódicas de las instalaciones y la reposición menor de ciertos elementos como consecuencia del desgaste durante la explotación por el propio uso. Las reparaciones importantes serán incluidas en el mantenimiento correctivo.

De forma general, el objetivo del mantenimiento preventivo se resume de la siguiente forma:

- Catalogar el estado general de la instalación mediante inspecciones periódicas.
- Conservación de la infraestructura y los elementos de las instalaciones con el fin de mantenerlos en óptimas condiciones de uso.
- Obtención de una mayor rentabilidad operacional al disminuir los costes asociados con los tiempos de parada de la instalación.
- Obtener una vida útil mayor de los elementos que comprenden la instalación.

Este tipo de mantenimiento es fácilmente planificable, ya que puede adaptarse a los medios económicos, humanos y materiales disponibles.

#### Mantenimiento correctivo

Se puede definir el mantenimiento correctivo como aquellas acciones puntuales necesarias para reparar las instalaciones y los equipos como consecuencia de fallas imprevistas.

En este caso, el mantenimiento es no planificado, ya que su reparación no puede ser planeada en el tiempo por el carácter imprevisto de la falla.

Las fases del mantenimiento correctivo se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Identificación y análisis de las causas de la avería.
- Reparación de la avería o los desperfectos en el equipo, la instalación o la infraestructura.
- Restitución y testeo del correcto funcionamiento del equipo, la instalación o la infraestructura.



- Elaboración del informe de la incidencia o parte de trabajo: causas de la avería y solución adoptada.
- Definición de mejoras, si procede, para evitar nuevas averías.

### Desarrollo del Manual de Mantenimiento

El manual deberá definir y desarrollar todas las actividades y los procedimientos a realizar en ambos tipos de mantenimiento, siendo las principales actividades las siguientes:

- Inspección.
- Servicio y revisión.
- Reparación.

#### **Inspección**

Las operaciones de inspección contemplan las medidas de verificación y evaluación del estado operacional de las instalaciones, tanto en los casos puntuales como en los planificados. Estas inspecciones servirán para establecer las operaciones y la urgencia del mantenimiento a realizar.

#### **Servicio y revisión**

Comprende todas las medidas necesarias para mantener una instalación o dispositivo al estado operacional requerido. Estas actuaciones son propias del mantenimiento preventivo.

#### **Reparación**

En caso de que se detecten deficiencias durante las actividades de revisión, se procederá con las actividades de reparación.

### 2.2.3. Programación o Plan de Mantenimiento y conservación del aeropuerto

De acuerdo a las instalaciones identificadas y una vez que se han establecido los procedimientos de mantenimiento en el Manual de Mantenimiento, se deberán planificar de forma anual las actividades a realizar.

En la planificación se elaborará un cronograma en el que se programarán las actividades y tareas rutinarias que se realizarán de forma continuada o en los periodos de tiempo definidos.

Igualmente, la Programación de Mantenimiento incluirá una previsión de costos anual en la que se contemplarán los recursos humanos, materiales y de equipamiento necesarios para la realización de las labores de mantenimiento.

### 2.3. Registro de los trabajos de mantenimiento

La gestión de los trabajos de mantenimiento debe contemplar un registro, tanto en formato digital como físico, de todas las operaciones de mantenimiento, indicándose todos los aspectos reseñables de las actividades realizadas.

Durante dichas actividades de mantenimiento se realizarán partes de trabajo o de inspección en los que se indicarán los siguientes datos:

- Instalación, infraestructura o equipamiento objeto del mantenimiento.
- Fecha en la que se realiza el mantenimiento.
- Personal que realiza los trabajos.
- Estado general de la instalación, la infraestructura o el equipamiento.
- Actividades realizadas durante los trabajos de mantenimiento (si lo hubiera).
- Planos o croquis en el que se muestre la instalación definitiva una vez realizados los trabajos de mantenimiento (si lo hubiera).

Estos datos serán incluidos en el *software* de gestión de mantenimiento, cuya base de datos servirá como histórico para la planificación y el control de costos.



### 3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES EN MATERIA DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AEROPUERTOS

A continuación se indican las normativas y referencias técnicas relativas al mantenimiento y la conservación de infraestructuras aeroportuarias.

#### **FAA**

- AC 150/5220-20A Airport Snow and Ice Control Equipment.
- AC 150/5320-5D Airport Drainage Design.
- AC 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation.
- AC 150/5320-12C Measurement, Construction And Maintenance of Skid-Resistant Airport Pavement Surfaces.
- AC 150/5320-15A Management of Airport Industrial Waste.
- AC 150/5320-17 Airfield pavement surface evaluation and rating manuals.
- AC 150/5340-26C Maintenance of Airport Visual Aid Facilities.
- AC 150/5370-2F Operational Safety on Airports during Construction.
- AC 150/5370-10G Standards for Specifying Construction of Airports.
- AC 150/5370-11B Use of Nondestructive Testing in the Evaluation of Airport Pavements.
- AC 150/5370-13A Off-Peak Construction of Airport Pavements Using Hot-Mix Asphalt.
- AC 150/5380-6C Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements.
- AC 150/5380-7 Pavement Management System.

#### **OACI**

- Anexo 6. Operaciones de aeronaves.
- Anexo 14. Diseño y operaciones de aeródromos.
- Anexo 15. Servicios de información aeronáutica.
- Anexo 16. Protección del medio ambiente.
- Anexo 17. Seguridad.
- Doc. 9157. Manual de diseño de aeródromos. Pistas. Parte 1.
- Doc. 9157. Manual de diseño de aeródromos. Calles de rodaje. Parte 2.
- Doc. 9157. Manual de diseño de aeródromos. Pavimentos. Parte 3.
- Doc. 9157. Manual de diseño de aeródromos. Ayudas Visuales. Parte 4.
- Doc. 9157. Manual de diseño de aeródromos. Sistemas eléctricos. Parte 5.
- Doc. 9157. Manual de diseño de aeródromos. Planificación de emergencia de los aeropuertos. Parte 7.
- Doc. 9184. Manual de planificación de aeropuertos. Planificación general. Parte 1.
- Doc. 9137. Manual de servicios de aeropuertos. Estado de la superficie de aeropuertos. Parte 2.
- Doc. 9137. Manual de servicios de aeropuertos. Control y reducción del peligro que representa la fauna silvestre. Parte 3.
- Doc. 9137. Manual de servicios de aeropuertos. Métodos de mantenimiento de aeropuertos. Parte 9.

### ***Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)***

- RAB 137 Reglamento sobre Diseño de Aeródromo.
  - RAB 137 Reglamento sobre Diseño de Aeródromo. Apéndices.
  - RAB 137 Reglamento sobre Diseño de Aeródromo. Adjunto.
- RAB 138 Reglamento sobre Operación de Aeródromo.
- RAB 139 Reglamento sobre Certificación de Aeródromo.
- RAB 140 Reglamento sobre Helipuerto.

### ***Otras instrucciones, normativas y recomendaciones***

- Determinación de las características superficiales de la pista. Instrucción técnica AESA.
- Instrucción técnica específica sobre el programa de mantenimiento del área de movimiento. Instrucción técnica AESA.
- Realización de inspecciones del área de movimiento. Instrucción técnica AESA.
- Instrucción técnica para la evaluación del coeficiente de rozamiento en la superficie de la pista. Instrucción técnica AESA.
- Instrucción técnica: Recrecido de pista. Instrucción técnica AESA.
- Norma Boliviana NB 686. Tuberías de hormigón para alcantarillado.
- Norma Boliviana NB 687. Tuberías de hormigón armado para alcantarillado.
- Norma Boliviana NB 688. Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.
- Norma Boliviana NB 1070. Especificaciones para tuberías y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado.
- Manual de carreteras ABC (Administración Boliviana de Carreteras)-Manual de hidrología y drenaje.
- Pliego de Prescripciones Técnicas generales para obras de Carreteras y Puentes. PG3.

## 4. TIPIFICACIÓN DE LOS AEROPUERTOS DE BOLIVIA

La clasificación de la red de aeropuertos de Bolivia establecida por AASANA<sup>1</sup> determina, entre otras cuestiones, las condiciones de mantenimiento a satisfacer por cada uno de los grupos o categorías de aeropuertos consideradas.

A tal efecto, se adjunta, a continuación, la tabla de clasificación indicando los aeropuertos y su categoría.

**TABLA 1.**  
**CLASIFICACIÓN DE LOS AEROPUERTOS DE BOLIVIA**

CIUDAD	AERÓDROMO	CATEGORÍA
La Paz (SLLP)	El Alto	I
Santa Cruz de la Sierra (SLVR)	Viru Viru	I
Cochabamba (SLCB)	Jorge Wilstermann	I
Bermejo (SLBJ)	Bermejo	II
Trinidad (SLTR)	Tte. Av. Jorge Henrich	II
Santa Cruz de la Sierra (SLET)	El Trompillo	II
Sucre (SLSU)	Juana Azurduy de Padilla	II
Tarija (SLTJ)	Cap. Av. Oriel Lea Plaza	II
Puerto Suárez (SLPS)	Tte. Av. Salvador Ogaya	II
Cobija (SLCO)	Cap. Av. Civil Aníbal Arab Fadul	II
Yacuiba (SLYA)	Yacuiba	II
Santa Ana del Yacuma (SLSA)	Santa Ana del Yacuma	II
Guayaramerín (SLGM )	Cap. Av. Emilio Beltrán	II
Riberalta (SLRI)	Cap. Av. Selin Zeitun López	II
Potosí (SLPO)	Cap. Nicolás Rojas	II
Oruro (SLOR)	Juan Mendoza	II
Villamontes (SLVM)	Tcnl. Rafael Pabón	II
Uyuni (SLUY)	La Joya Andina	II
San Borja (SLSB)	Cap. Av. Germán Quiroga	III
Rurrenabaque (SLRQ)	Rurrenabaque	III
San Joaquín (SLJO)	San Joaquín	III
Monteagudo (SLAG)	Monteagudo	III

<sup>1</sup> AIP. Gen 4,1. "Derechos por el uso de Aeródromos". Régimen tarifario de AASANA - Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea.

CIUDAD	AERÓDROMO	CATEGORÍA
Camiri (SLCA)	Camiri	IV
Apolo (SLAP)	Apolo	IV
San Ignacio de Velasco (SLSI)	Cap. Av. Juan Cochamanidis	IV
San Ignacio de Moxos (SLSM)	San Ignacio de Moxos	IV
Roboré (SLRB)	Roboré	IV
San Javier (SLJV)	San Javier	IV
San José de Chiquitos (SLJE)	San José de Chiquitos	IV
Magdalena (SLMG)	Magdalena	IV
Reyes (SLRY)	Reyes	IV
San Matías (SLTI)	San Matías	IV
San Ramón (SLRA)	San Ramón	IV
Vallegrande (SLVG)	Cap. Av. Vidal Villagómez	IV
Ascensión de Guarayos (SLAS)	Ascensión de Guarayos	IV
Concepción (SLCP)	Concepción	IV
Copacabana (SLCC)	Copacabana	IV
Santa Rosa del Yacuma SLSR	Santa Rosa del Yacuma	IV

FUENTE: Elaboración propia.

## 5. ESTRATEGIAS DE ESTANDARIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Es importante establecer una estrategia de mantenimiento basada en la evaluación completa de todos los subsistemas que componen el aeropuerto. Esta estrategia debe contemplar la estandarización de las actividades de mantenimiento, con el fin de crear una metodología de trabajo que optimice el rendimiento de las actividades a realizar y la planificación de los trabajos una vez que se han definido.

Los documentos que abarcan tanto la metodología como la planificación, tal y como se definió en el punto 2.2. Tipologías y claves del mantenimiento aeroportuario, son los siguientes:

- Manuales de Mantenimiento específicos de cada aeropuerto.
- Programa de Mantenimiento y conservación de cada aeropuerto.

### Manuales de Mantenimiento específicos de cada aeropuerto

Los Manuales de Mantenimiento se prepararán en base a la experiencia y a las instalaciones, los equipos y las infraestructuras inventariadas. Estos deberán incluir la metodología para la inspección y el mantenimiento de los subsistemas aeroportuarios.

Los puntos más importantes que deben indicarse en el manual son los siguientes:

- Inventario de instalaciones, equipos e infraestructuras existentes.
- Mantenimiento de infraestructura.
- Mantenimiento de instalaciones.
- Mantenimiento de equipamiento.
- Mantenimiento de edificaciones.

### Programa de Mantenimiento y Conservación de cada aeropuerto

En base al Manual de Mantenimiento elaborado para cada aeropuerto se establecerá un Programa o Plan de Mantenimiento que sirva para planificar y cuantificar la inversión de las actividades de mantenimiento a realizar.

Este Programa se realizará anualmente, teniendo en cuenta el mantenimiento periódico o preventivo de los subsistemas que deberá ser realizado por personal cualificado.

Los principales puntos a incluir en el Programa de Mantenimiento serán los siguientes:

- Definición de los trabajos de mantenimiento a realizar.
- Planificación de los trabajos de mantenimiento a realizar (cronograma).
- Definición de los equipos de trabajo y los responsables (organigrama).
- Estimación de costos de mantenimiento.





## 6. ESTRUCTURA DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO

El siguiente punto tiene como objetivo definir los principales subsistemas aeronáuticos que deben ser definidos en los Planes de Mantenimiento.

Es importante mencionar que no todos los subsistemas indicados serán de aplicación a todos los aeropuertos, ya que dependerá de la tipología del aeropuerto y de sus instalaciones existentes.

El Manual deberá incluir como mínimo la definición de los siguientes puntos que se consideran fundamentales:

- Descripción del aeropuerto.
- Organización del mantenimiento (definición de áreas funcionales y organigrama).
- Inventario de la infraestructura, las instalaciones y los equipos del aeropuerto.
- Definición de los subsistemas y metodología para su mantenimiento.

### Descripción del aeropuerto

Deberán describirse de forma general los siguientes puntos:

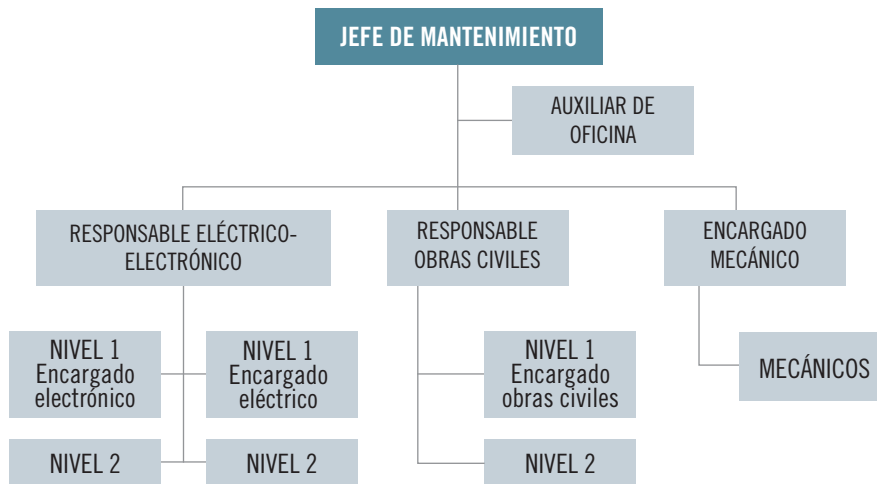
- Localización del aeropuerto.
- Análisis del entorno.
- Configuración actual del aeropuerto.
- Zonas de servicio del aeropuerto.

### Organización del mantenimiento

Se definirá la forma en la que se organiza el mantenimiento en el aeropuerto. Esto incluye las áreas funcionales en las que se distribuye el mantenimiento y el organigrama correspondiente a dichas áreas funcionales.

A modo de ejemplo, se incluye el siguiente organigrama. No obstante, este puede ser variable conforme a las necesidades del propio aeropuerto.

**ESQUEMA 1.**  
**ORGANIGRAMA DE EJEMPLO**



FUENTE: Elaboración propia.

**Inventario de la infraestructura, las instalaciones y los equipos del aeropuerto**

El inventario servirá para identificar todos y cada uno de los subsistemas existentes en el aeropuerto. En el Manual de Mantenimiento se incluirán la definición y las características técnicas de la infraestructura, las instalaciones y los equipamientos, identificándose además en planos generales o de detalle según se requiera.

Para cada aeropuerto, los subsistemas pueden variar según su tipología, por lo que los puntos comunes mínimos a desarrollar serán los siguientes:

**Lado aire**

- Pistas de vuelo.
- Calles de rodaje.
- Plataformas.
- Redes de drenaje.
- Cerramientos perimetrales.
- Caminos perimetrales y de acceso.
- Edificaciones auxiliares.

**Lado tierra**

- Edificio terminal y hangares.
- Talleres y edificios auxiliares.
- Urbanización y parqueo.

**Equipamiento**

- Equipamiento para el mantenimiento del aeropuerto.
- Equipamiento existente en terminales y edificios auxiliares.

**Definición de los subsistemas y metodología para su mantenimiento**

Deberán definirse todos los elementos del aeropuerto que son objeto de mantenimiento, siendo los subsistemas los que se indican en el punto 5 del presente documento.

La definición comprende la identificación de los elementos correspondientes a cada subsistema, la descripción de los posibles fallos que puedan darse y la metodología a emplear para su inspección y reparación, así como el equipamiento y el personal necesarios en las operaciones de mantenimiento.

## 6.1. Infraestructura

Las infraestructuras aeroportuarias se dividen en dos partes principalmente, el área de movimiento o lado aire y el área terminal o lado tierra, siendo los elementos que componen cada una de ellas los que se indican a continuación.

### 6.1.1. Lado aire

#### Zonas pavimentadas

Las zonas pavimentadas del lado aire comprenden:

- Pistas de vuelo.
- Calles de rodaje.
- Apartaderos de espera, puntos de espera de la pista, puntos de espera intermedios.
- Plataformas.
- Puestos de estacionamiento aislados de aeronaves.

#### Zonas no pavimentadas

Incluye aquellas zonas no pavimentadas que se encuentran dentro del lado aire del aeropuerto como:

- Franjas, márgenes y zonas de seguridad.
- Pistas y calles de rodaje no pavimentadas.
- Instalaciones meteorológicas.
- Zonas verdes en plataforma.
- Zonas inundables.
- Caminos de servicio perimetrales.
- Jardines y otras áreas verdes.

#### Ayudas visuales

Las ayudas visuales son aquellas que contribuyen a las operaciones de las aeronaves en condiciones de seguridad, ya sea en tierra o en aproximación al aeropuerto, por lo que su exigencia en cuanto a mantenimiento debe ser alta.

Las ayudas visuales son las siguientes:

- Señales.
- Luces.
- Letreros.
- Balizas.
- Ayudas visuales indicadoras de obstáculos.
- Ayudas visuales indicadoras de uso restringido.

#### Sistemas de drenaje

Se refiere a la red de drenaje de las pistas y las plataformas del lado aire, siendo los principales elementos que la componen los que a continuación se indican:

- Canales o cunetas de desagüe.
- Sumideros.
- Tuberías.
- Arroyos y acequias.
- Obras de drenaje transversal.
- Instalaciones separadoras de hidrocarburos.

## Instalaciones eléctricas

Comprende aquellas instalaciones eléctricas asociadas a las ayudas visuales luminosas, la iluminación y los equipos de radioayudas aeronáuticas, tales como:

- Fuentes de alimentación.
- Instalaciones de distribución eléctrica.
- Circuitos de iluminación.
- Ayudas para la radionavegación.
- Canalizaciones eléctricas.
- Cajas de registro.

## Vallado y cerramientos

Corresponde a los cerramientos perimetrales y las puertas de acceso al recinto aeroportuario.

### 6.1.2. Lado tierra

#### Edificios terminales y generales

Las edificaciones a las que se refiere son básicamente edificios terminales, hangares para aeronaves, edificios de control de tránsito aéreo, talleres y plantas de mantenimiento, edificios de administración y oficinas, edificios de servicios, edificios de emergencias y todos aquellos que se encuentren en el recinto aeroportuario del lado tierra.

A continuación se indican las instalaciones de los edificios a las que habrá que realizar trabajos de mantenimiento:

- Iluminación de edificios.
- Instalaciones eléctricas y grupos electrógenos.
- Sistemas de información de vuelo.
- Instalaciones de comunicación.
- Instalación de aire acondicionado y calefacción.
- Apertura de puertas automáticas.
- Cintas transportadoras.
- Ascensores.
- Escaleras mecánicas.
- Instalaciones fijas de protección contra incendio.
- Salidas de emergencia.

#### Urbanización y viales de acceso

Dentro de este subsistema se incluyen:

- Viales de acceso al tráfico rodado.
- Viales perimetrales y accesos a instalaciones.
- Señalización.
- Redes de drenaje, alcantarillado, abastecimiento y red de riego.
- Sistemas contra incendios en urbanización.
- Iluminación e instalaciones eléctricas en urbanización.

### 6.2. Equipamiento

Se refiere a aquel equipamiento necesario para realizar las labores de mantenimiento y seguridad del aeropuerto, quedando el resto de equipamiento englobado en el subsistema correspondiente. El equipamiento referido es el siguiente:

- Vehículos de salvamento y extinción de incendios.
- Dispositivos para la eliminación de nieve y hielo.
- Dispositivos para enarenado y agentes de descongelamiento.
- Dispositivos de medición del rozamiento en la superficie de los pavimentos.
- Barredoras para eliminar contaminantes en zonas de circulación de aeronaves.
- Cortadoras de césped y vegetación en zonas no pavimentadas.

## 7. PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO Y FRECUENCIAS MÍNIMAS

En este punto se indican aquellas operaciones relacionadas con los elementos aeroportuarios en los que haya que realizar el mantenimiento de acuerdo a alguno de los siguientes tipos:

- Mantenimiento preventivo: Revisiones y trabajos programados.
- Mantenimiento correctivo: Trabajos no programados pero que requieren actuación urgente o no por producirse algún tipo de avería.
- Otras operaciones programadas que suponen una cantidad adicional de recursos.

**TABLA 2.**  
FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES COMUNES A TODAS LAS CATEGORÍAS DE AEROPUERTOS

ELEMENTO	CLASE DE OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Red de abastecimiento	Revisión de la red de abastecimiento (arquetas, válvulas, etc.) y del sistema informático de llenado de depósitos	Mensual
	Limpieza certificada completa de los depósitos de agua potable	Semestral
	Revisión de los grupos de bombeo	Semanal
Zonas verdes y forestales	Revisión de las zonas verdes	Semanal
	Limpieza de las zonas verdes	Semanal
	Siega de las áreas críticas en época de lluvias	Quincenal
	Siega de las áreas críticas el resto del año	Mensual
	Siega de recuadros verdes	Trimestral
	Limpieza de canales	Trimestral
Evacuación de agua	Revisión y limpieza de arroyos	Trimestral
	Revisión y limpieza de la red de alcantarillado	Mensual
	Revisión y limpieza de los pozos de la red de alcantarillado	Semanal
	Revisión y limpieza de las arquetas de la red de alcantarillado	Semanal
	Revisión y limpieza de los sumideros de la red de alcantarillado	Semanal
	Revisión y limpieza de la red de pluviales de la plataforma	Semestral

ELEMENTO	CLASE DE OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Cuadros eléctricos	Verificación del estado estado de fusibles y pilotos de señalización y alarma	Mensual
	Verificación de la tensión de alimentación	Mensual
	Verificación del funcionamiento de contactores	Mensual
	Verificación del funcionamiento y la maniobra de interruptores (diferenciales y disyuntores)	Mensual
	Comprobación de la adecuación de las secciones de cableado a la intensidad nominal por fase	Semestral
	Contrastación y ajuste de aparatos de medida	Semestral
	Verificación de la conexión a tierra (medición)	Semestral
	Verificación del aislamiento eléctrico (medición)	Semestral
	Verificación y reapriete de las conexiones eléctricas en las regletas de conexión	Semestral
	Inspección del cableado interior	Semestral
	Limpieza general del cuadro	Semestral
	Verificación y ajuste del equilibrado de fases	Semestral
Tomas de tierra	Revisión de las conexiones	Semestral
	Regado de la toma, para facilitar la conducción del electrodo	Trimestral
	Inspección ocular del estado de la toma, y limpieza de la misma	Semestral
Canalizaciones	Revisión de las canalizaciones constituidas por tubería de plástico rígido de PVC, comprobando el estado de las mismas y sus fijaciones	Semestral
	Revisión de las canalizaciones constituidas por tubería de acero, verificando su estado, el grado de oxidación y sus fijaciones	Semestral
	Revisión de las canalizaciones constituidas por tubería de PVC corrugado, verificando su estado	Semestral
	Revisión de las líneas de bandejas, verificando sus soportes y estado de oxidación	Semestral
	Revisión de las cajas de conexiones, comprobando el estado de los bornes y la presión de las conexiones	Semestral
	Revisión de las tomas de corriente, comprobando su estado y conexiones	Trimestral
Grupo electrógeno	Ensayo y arranque del grupo electrógeno Comprobación de la tensión entre fases	Semanal
	Revisión de los niveles (radiador, aceite, combustible, baterías, anticongelante, etc.)	Mensual
	Revisión del estado del depósito de combustible	Mensual
	Cambio de filtros	Anual
	Verificación del sistema de carga de baterías	Mensual
	Verificación del estado general de baterías	Mensual
	Verificación general del estado del motor	Semestral
	Limpieza general	Semestral
Verificación de fijaciones, ruidos y vibraciones anómalas con el equipo en marcha	Semestral	
Alumbrado exterior	Limpieza de chasis, lámpara y difusor Verificación de la puesta a tierra y del aislamiento, reposición si procede	Anual
	Inspección del estado de las reactivancias y los equipos de arranque	Semestral
	Inspección del estado de las fijaciones y verificación del estado de las conexiones	Anual

ELEMENTO	CLASE DE OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Alumbrado de interior	Limpieza de chasis, lámpara y difusor Verificación de la puesta a tierra y del aislamiento, reposición si procede	Semestral
	Inspección del estado de las fijaciones y verificación del estado de las conexiones	Semestral
	Inspección del estado de las reactancias y carga de las mismas	Semestral
Alumbrado de emergencia	Comprobación del funcionamiento, actuando en el interruptor correspondiente Verificación de la visibilidad del rótulo	Mensual
	Limpieza de chasis, lámpara y difusor, verificación de la puesta a tierra y del aislamiento, reposición si procede	Semestral
	Inspección del estado de las fijaciones y verificación del estado de las conexiones	Semestral
	Comprobación del funcionamiento durante 30 minutos y verificación de que no se pierde intensidad	Semestral
Sistema de Extinción de Incendios	Comprobación de la accesibilidad, la señalización y el buen estado aparente de conservación	Trimestral
	Inspección ocular de los seguros, los precintos, las inscripciones, etc.	Trimestral
	Inspección ocular del estado de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.) Comprobación del peso y de la presión	Anual
Bocas de Incendio Equipadas (BIES)	Comprobación de la accesibilidad, la señalización y el buen estado aparente de conservación	Trimestral
	Inspección ocular de todos los componentes, procediendo a desenrollar la manguera en toda su extensión, y accionamiento de la boquilla en todas sus posiciones	Anual
	Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras de armario	Anual
	Inspección ocular del estado de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.) Comprobación del peso y de la presión	Anual
Motobombas	Comprobación de la ausencia de ruidos extraños	Semanal
	Inspección visual	Semanal
	Comprobación de los desagües	Mensual
	Comprobación de goteos en prensas y reapriete en caso de que sea necesario	Mensual
	Lubricación y engrase de cojinetes y rodamientos	Mensual
	Comprobación del calentamiento en cojinetes	Mensual
	Comprobación de la alienación del grupo	Mensual
	Verificación del estado de los acoplamientos	Mensual
	Comprobación de la ausencia de fugas por juntas, prensas y racores	Mensual
	Comprobación de las vibraciones y del estado de los anclajes	Mensual
	Limpieza de los filtros	Mensual
	Medición del consumo eléctrico	Mensual
	Detección de posibles desgastes en ejes y cojinetes	Anual
	Comprobación del aislamiento eléctrico del motor	Anual
Renovación de filtros	Anual	

ELEMENTO	CLASE DE OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Unidades climatizadoras	Comprobación de la ausencia de ruidos extraños	Semanal
	Comprobación de la ausencia de fugas de agua	Semanal
	Comprobación de que los desagües de la bandeja de condensación no estén obstruidos	Semanal
	Limpieza o sustitución de los filtros de aire	Mensual
	Revisión de la pintura	Bianual
	Comprobación de las juntas de registro y de las puertas	Bianual
	Comprobación de la circulación de las baterías, purgando si es preciso	Mensual
	Comprobación del estado de los filtros de aire	Semanal
	Revisión y tensado de correas	Trimestral
	Revisión y alineación de poleas	Trimestral
	Análisis de control del funcionamiento	Mensual
	Limpieza y verificación de la estanqueidad de las baterías	Bianual
	Limpieza y verificación de la estanqueidad de las bandejas	Bianual
	Verificación general de la estanqueidad de las juntas de unión	Bianual
	Inspección de aislamiento térmico	Bianual
	Inspección de los soportes antivibratorios	Anual
	Revisión y limpieza del ventilador	Mensual
	Lubricación de cojinetes	Trimestral
	Revisión de la velocidad de giro del ventilador	Anual
	Revisión de la velocidad de giro del motor	Anual
Sistema de Megafonía	Revisión y limpieza	Anual
Sistema de Comunicaciones	Revisión	Anual

FUENTE: Elaboración propia.



**TABLA 3.**  
**FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES PARA AEROPUERTOS CATEGORÍA I**

ELEMENTO	CLASE DE OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Pistas de vuelo	Revisión de los pavimentos	*(1)
	Revisión de la red de drenaje	Semanal
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Diaria
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones eléctricas	Mensual
	Limpieza de caucho	2 veces al año
	Limpieza de la red de drenaje	Semestral
	Repintado de la señalización horizontal	Anual
Calles de rodaje	Revisión de los pavimentos	*(1)
	Revisión de la red de drenaje	Semanal
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Diaria
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones eléctricas	Mensual
	Limpieza de la red de drenaje	Semestral
	Revisión de los pavimentos	*(1)
Plataforma de estacionamiento	Revisión de la red de drenaje	Semestral
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Diaria
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones eléctricas	Mensual
	Limpieza de los puestos de estacionamiento	Mensual
	Limpieza de contaminantes	Semestral
	Urbanización y accesos	Revisión de los pavimentos
Revisión de la red de drenaje		Mensual
Revisión de los cerramientos		Semanal
Revisión de la señalización horizontal		Mensual
Revisión de la señalización vertical		Mensual
Revisión de los Acerados		Mensual
Revisión del mobiliario urbano		Mensual
Caminos de servicio perimetrales	Revisión de los pavimentos	Diaria
	Revisión de la red de drenaje	Mensual
	Revisión de la señalización	Mensual
Cerramientos	Revisión de los vallados exteriores e interiores	*(3) Diaria/Mensual

\*(1) Las revisiones de los pavimentos se realizarán diaria, mensual, semestral o anualmente, dependiendo del alcance de la inspección y de los medios disponibles en el aeropuerto.

\*(2) La inspección de las luces/balizas será diaria, trimestral o anual,

\*(3) La revisión de los cerramientos se realizará de forma diaria y mensual, dependiendo del alcance de la inspección y de los medios disponibles en el aeropuerto.

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 4.**  
**FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES PARA AEROPUERTOS CATEGORÍA II**

ELEMENTO	CLASE DE OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Pistas de vuelo	Revisión de los pavimentos	*(1)
	Revisión de la red de drenaje	Mensual
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Semanal
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones eléctricas	Trimestral
	Limpieza de caucho	Anual
	Limpieza de la red de drenaje	Anual
Calles de rodaje	Repintado de la señalización horizontal	Bi-anual
	Revisión de los pavimentos	*(1)
	Revisión de la red de drenaje	Mensual
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Semanal
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones eléctricas	Trimestral
	Limpieza de la red de drenaje	Anual
Plataforma de estacionamiento	Revisión de los pavimentos	*(1)
	Revisión de la red de drenaje	Semestral
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Diaria
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones	Trimestral
	Limpieza de los puestos de estacionamiento	Trimestral
	Limpieza de contaminantes	Anual
Urbanización y accesos	Revisión de los pavimentos	Trimestral
	Revisión de la red de drenaje	Trimestral
	Revisión de los cerramientos	Mensual
	Revisión de la señalización horizontal	Trimestral
	Revisión de la señalización vertical	Trimestral
	Revisión de los acerados	Trimestral
	Revisión del mobiliario urbano	Trimestral
Caminos de servicio perimetrales	Revisión de los pavimentos	Semanal
	Revisión de la red de drenaje	Trimestral
	Revisión de la señalización	Trimestral
Cerramientos	Revisión de los vallados exteriores e interiores	*(3) Diaria/Mensual

\*(1) Las revisiones de los pavimentos se realizarán diaria, mensual, semestral o anualmente, dependiendo del alcance de la inspección y de los medios disponibles en el aeropuerto.

\*(2) La inspección de las luces/balizas será diaria, trimestral o anual.

\*(3) La revisión de los cerramientos se realizará de forma diaria y mensual, dependiendo del alcance de la inspección y de los medios disponibles en el aeropuerto.

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 5.**  
**FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES PARA AEROPUERTOS CATEGORÍAS III Y IV**

ELEMENTO	CLASE DE OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Pistas de vuelo	Revisión de los pavimentos	*(1)
	Revisión de la red de drenaje	Trimestral
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Mensual
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones eléctricas	Semestral
	Limpieza de caucho	1 vez cada 2 años
	Limpieza de la red de drenaje	Anual
	Repintado de la señalización horizontal	Bi-anual
Calles de rodaje	Revisión de los pavimentos	*(1)
	Revisión de la red de drenaje	Trimestral
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Mensual
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones eléctricas	Semestral
	Limpieza de la red de drenaje	Anual
	Revisión de los pavimentos	*(1)
Plataforma de estacionamiento	Revisión de la red de drenaje	Semestral
	Revisión de la señalización horizontal/vertical	Diaria
	Revisión de luces/balizas	*(2)
	Revisión de las canalizaciones eléctricas	Semestral
	Limpieza de los puestos de estacionamiento	Semestral
	Limpieza de los contaminantes	Anual
	Urbanización y accesos	Revisión de los pavimentos
Revisión de la red de drenaje		Trimestral
Revisión de los cerramientos		Mensual
Revisión de la señalización horizontal		Semestral
Revisión de la señalización vertical		Semestral
Revisión de los acerados		Semestral
Revisión del mobiliario urbano		Semestral
Caminos de servicio perimetrales	Revisión de los pavimentos	Semestral
	Revisión de la red de drenaje	Trimestral
	Revisión de la señalización	Trimestral
Cerramientos	Revisión de los vallados exteriores e interiores	*(3) Diaria/Mensual

\*(1) Las revisiones de los pavimentos se realizarán diaria, mensual, semestral o anualmente, dependiendo del alcance de la inspección y de los medios disponibles en el aeropuerto.

\*(2) La inspección de las luces/balizas será diaria, trimestral o anual

\*(3) La revisión de los cerramientos se realizará de forma diaria y mensual, dependiendo del alcance de la inspección y de los medios disponibles en el aeropuerto.

FUENTE: Elaboración propia.

De acuerdo al tipo de aeropuerto del que se trate, se realizarán las labores de mantenimiento que correspondan, siendo las más generales las que se indican a continuación.



## 8. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

### 8.1. Conservación y mantenimiento de los pavimentos

#### 8.1.1. Generalidades

Los pavimentos del lado aire son una parte fundamental dentro de las operaciones aeroportuarias, ya que son los que permiten el despegue, el aterrizaje, el rodaje y el estacionamiento de las aeronaves en condiciones óptimas de seguridad.

Su mantenimiento por tanto se exige necesario, no solo para lograr un óptimo rendimiento de las operaciones, sino para obtener un nivel de seguridad acorde con el tipo de instalación de la que se trata, puesto que el uso continuado por parte del tráfico aéreo y las condiciones meteorológicas hacen que se deteriore de forma significativa.

Por tanto, las superficies de las pistas deben mantenerse sin irregularidades que puedan perjudicar las operaciones y limpias de materiales o elementos que puedan representar un peligro para el funcionamiento de las aeronaves.

De acuerdo con la RAB 138 Reglamento sobre Operación de Aeródromos, deberá realizarse un control del mantenimiento de los pavimentos. Este control se implementará dentro de la propia gestión del mantenimiento del aeropuerto.

El control de los pavimentos se desarrollará mediante un Programa de Gestión del Mantenimiento, el cual desarrollará los procedimientos a seguir tanto en el mantenimiento preventivo como correctivo. Este procedimiento debe incluir:

#### ***Inventario de los pavimentos***

El inventario incluirá la localización de pistas, calles de rodaje y plataformas, sus dimensiones y los tipos de pavimento, principalmente.

#### ***Programación de las inspecciones***

Las inspecciones de los pavimentos podrán ser diarias, mensuales, semestrales, anuales o trianuales, dependiendo del alcance considerado, definiéndose cada una de ellas de la siguiente forma.

#### ***Inspecciones diarias***

Estas inspecciones se realizarán diariamente desde un vehículo para detectar deficiencias importantes o identificar y retirar FOD's que puedan afectar la operación de las aeronaves.

#### ***Inspecciones mensuales***

Inspecciones realizadas desde un vehículo que circula lentamente con el fin de identificar deficiencias con mayor detalle.

**Inspecciones semestrales**

Inspecciones a pie con las que se verifican los trabajos de mantenimiento realizados y los daños no identificados en inspecciones anteriores.

**Inspecciones anuales**

Inspecciones a pie para evaluar los daños típicos con mayor detalle.

**Inspecciones trianuales**

Los pavimentos se evaluarán de forma más exhaustiva con el fin de actualizar el Pavement Condition Index (PCI). Para ello se tendrán en cuenta las deficiencias y el grado de severidad.

**Mantenimiento de registros**

Se llevará un registro de toda la información de las inspecciones y el mantenimiento realizado en los pavimentos. Dicha información deberá implementarse dentro de la gestión del mantenimiento del aeropuerto.

**Tipos de pavimentos**

Los pavimentos de los aeropuertos son principalmente de dos tipos: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, siendo los deterioros más comunes para cada tipo los que se indican a continuación:

**Pavimentos flexibles:**

- Desprendimientos.
- Alisamientos.
- Exposición de agregados.
- Deformaciones.
- Agrietamientos.
- Falta de textura superficial.

**Pavimentos rígidos:**

- Deformaciones (escalonamientos y asientos).
- Roturas y agrietamientos.
- Desintegración.
- Falta de textura superficial.
- Deficiencias en juntas.

**8.1.2. Evaluación del estado de los pavimentos**

El área responsable de mantenimiento deberá realizar inspecciones preventivas conforme a las frecuencias indicadas en el apartado 7. Programación de la ejecución del mantenimiento y frecuencias mínimas.

Los métodos de evaluación del estado de los pavimentos más frecuentes son:

- Evaluación del estado del pavimento por medio del Pavement Condition Index (PCI).
- Evaluación de la capacidad portante del pavimento (ACN-PCN).
- Evaluación del estado superficial.

**Evaluación del estado del pavimento por medio del Pavement Condition Index (PCI)**

El PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el cual se establecen la clase, la severidad y la cantidad de cada daño presentado.

El PCI ha sido desarrollado para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o el clima.

Según el tipo de pavimento e identificadas y clasificadas las deficiencias observadas, según su severidad y extensión, se realizará una ficha de cada deficiencia. Dicha ficha incluirá los siguientes datos:

- Causas de la posible deficiencia.
- Consecuencias y evolución.
- Dimensiones del daño.
- Niveles de severidad de los daños.
- Cantidad de la deficiencia.

Al completar la inspección de campo, la información de los daños se utilizará para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los valores deducidos de cada daño. La clasificación del pavimento según el PCI será:

**TABLA 6.**  
RANGOS DE CLASIFICACIÓN PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

FUENTE: Elaboración propia.

A continuación se resumen los valores de PCI para los cuales hay que realizar algún tipo de mantenimiento.

**TABLA 7.**  
RANGOS DE VALORES PCI

PCI	CARACTERÍSTICAS
70	El pavimento comienza a mostrar síntomas menores de deterioro que requieren el inicio de labores de mantenimiento rutinario menor. Las acciones menores correctivas son importantes para controlar el deterioro.
55	El deterioro comienza a crecer rápidamente, puede requerirse algún tipo de acción mayor. Este punto está dentro de la zona denominada “óptima de rehabilitación”, en la que inversiones relativamente pequeñas producen grandes beneficios. La estructura del pavimento y su calidad de rodaje no se han deteriorado severamente, el pavimento aún conserva buena parte de su resistencia original, y una adecuada acción de rehabilitación mejorará considerablemente su condición y estructura.
40	La condición del pavimento ha caído en un estado crítico, tanto desde el punto de vista funcional como estructural. En este punto, normalmente, se requieren costosos trabajos de mantenimiento mayor, rehabilitación o reconstrucción.

FUENTE: Elaboración propia.

### Evaluación de la capacidad portante del pavimento (ACN-PCN)

El método ACN-PCN es el método establecido por la OACI para evaluar la capacidad portante de las pistas de los aeropuertos.

Mediante equipos de auscultación se miden las deflexiones producidas bajo la acción de las cargas. Estas mediciones permiten determinar el valor PCN que es el número que expresa la capacidad de un pavimento para soportar carga en operaciones sin restricciones.

El ACN se define como el número que expresa el efecto relativo de una aeronave de un peso dado sobre una estructura de pavimento para una resistencia de subrasante específica.

Mediante el método ACN-PCN se podrá establecer la clasificación del pavimento según su PCN y la aeronave que puede soportar (ACN) sin restricciones. El PCN de un pavimento se indica como un número de cinco partes en los que se aporta la siguiente información:

- Valor numérico del PCN.
- Tipo de pavimento.
- Categoría de la subrasante.
- Presión de llantas permisible.
- Método utilizado para obtener el PCN.

Una vez establecida la resistencia del pavimento mediante el método ACN-PCN se actualizará la publicación AIP del aeropuerto.

El equipo habitual para la auscultación de las pistas es el deflectómetro de impacto, cuyo ensayo consiste en la aplicación de una carga y la medición de la deformación producida en su superficie por efecto de la misma.

En pavimentos rígidos, los ensayos se realizarán siguiendo las diagonales de las losas y aplicando las cargas en las esquinas y el centro. En pavimentos flexibles, se realizarán mediciones por perfiles paralelos al eje de las pistas o las calles de rodaje.

### Evaluación del estado superficial

El estado superficial de un pavimento se caracteriza por varios parámetros que son:

#### **Coeficiente de rozamiento**

Los incidentes/accidentes más habituales relacionados con las salidas de pistas, por un extremo o lateral a ellas, son producidos principalmente por las características de rozamiento de las pistas y la eficacia de frenado del avión.

Las características de rozamiento de la superficie de una pista deberán evaluarse tanto principalmente para verificar las características de rozamiento de las pistas repavimentadas como periódicamente para determinar en qué medida las pistas son resbaladizas.

El valor del coeficiente de rozamiento se medirá mediante un equipo Grip Tester, por lo que se recomienda que la red de aeropuertos de Bolivia disponga de este equipo.

Se estima necesario establecer dos valores de coeficiente de mantenimiento:

- Nivel mínimo previsto de mantenimiento: Es el nivel de rozamiento por debajo del cual deben iniciarse medidas correctivas de mantenimiento (0,50).
- Nivel mínimo de rozamiento: Es el nivel de rozamiento por debajo del cual debe facilitarse información referida a que la pista es resbaladiza en caso de estar mojada (0,40).

Equipo Grip Tester para medir el coeficiente de rozamiento de una pista.





### ***Textura superficial***

La textura superficial en un pavimento muestra de una forma somera el grado de desgaste de un firme, además de estar ligado con los fenómenos de adherencia entre el neumático y el pavimento (microtextura, que es la textura representada por las partículas individuales de los áridos) y con los de hidropneumático (macrotextura, que es la textura gruesa constituida por ranuras y surcos que favorecen el drenaje).

Es conveniente que el pavimento sea rugoso y grueso, lo que favorece la adherencia entre neumático-pavimento y la evacuación del agua superficial.

En lo que se refiere a equipos para la medición de la textura superficial, existen varios dispositivos reconocidos para este fin:

- Circular Track Meter (CTmeter).
- Texturómetro láser (LTS).
- Road Surface Analyser.
- Perfilómetro láser de alta velocidad.

El método del monitoreo y la medición de la textura superficial de la pista consiste en una serie de procedimientos estándar que deberán ser realizados por personal adecuado. El proceso de monitoreo se puede realizar mediante dos técnicas distintas:

#### ***Técnicas volumétricas***

Consisten en los procedimientos basados en la determinación de los volúmenes asociados a un área y la correspondiente altura, siendo esta última la profundidad media de la textura. Al grupo de técnicas volumétricas pertenece el ensayo de la mancha de arena.

Las técnicas volumétricas únicamente permiten hacer mediciones puntuales y tienen el inconveniente de ser lentas y, en cierto modo, subjetivas, dependiendo de la exactitud con la que se realiza el ensayo. Por este motivo se tiende a la realización de la monitorización mediante técnicas perfilométricas.

El procedimiento consiste en la toma de muestras representativas de toda la longitud de la superficie de la pista, realizándose al menos tres mediciones en cada tercio de la pista.

Es recomendable realizar mediciones alternadas a derecha e izquierda del eje cada 150 m y a unos 3 m del eje. Cada 500 m se deberían medir los valores en puntos situados a 18 m del eje para utilizarlos como valores de comparación.

Posteriormente se calculará la profundidad media de la textura (MTD) de la superficie del pavimento mediante las ecuaciones habituales de cálculo.

#### ***Técnicas perfilométricas***

Consisten en los procedimientos basados en la determinación de la geometría del perfil o la superficie, donde destaca el uso de perfilómetros láser de medida continua.

Al igual que en las técnicas volumétricas, es recomendable realizar mediciones alternadas a derecha e izquierda del eje cada 150 m y a unos 3 m del eje. Cada 500 m se medirán los valores en puntos situados a 18 m del eje para utilizarlos como valores de comparación.

Independientemente del tipo de técnica utilizado, la monitorización de la textura superficial se realizará teniendo en cuenta las instrucciones de los fabricantes de los equipos y en estrecha coordinación con los implicados del aeropuerto y del control de tráfico aéreo.

Una vez realizada la medición de la textura superficial se realizará un registro con la información más relevante:

- Operario que realiza la medición.
- Fecha y hora de la medición.
- Pista evaluada y técnica utilizada.
- Condiciones de la pista y temperatura.
- Numero de mediciones (medición puntual) o recorridos (medición continua).
- Distancia de la medición al eje de la pista y longitud cubierta.
- Resultados de la textura superficial.

### **Regularidad longitudinal**

La regularidad longitudinal del firme se cuantificará de acuerdo al índice de regularidad internacional (IRI), el cual servirá para la definición del tipo de actuación en rehabilitaciones superficiales. Los valores máximos de IRI deberán ser siempre inferiores a 2 mm/m.





El perfilógrafo longitudinal es el equipo más utilizado para la medición del índice de regularidad IRI que, mediante un sistema gráfico o computarizado, determina la magnitud de las irregularidades en el punto medio del perfilógrafo, respecto a los dos extremos. También se utilizan otros, como el analizador dinámico del perfil longitudinal (APL, equipo francés), el analizador de la regularidad superficial (ARS, equipo español) y el Mays Ride Meter (equipo americano).




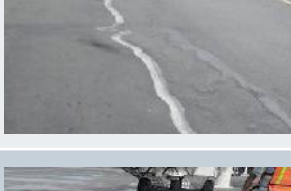



Para corregir las deficiencias de regularidad superficial en cualquier tipo de pavimento se utilizarán técnicas de eliminación mediante cepillado o fresado, recrecimiento o una combinación de ambas.

### **Catálogo de deterioros en pavimentos**

A continuación se describen los habituales deterioros que se pueden producir tanto en los pavimentos flexibles como en los rígidos.

**TABLA 8.**  
**DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**

TIPO DE DETERIORO		DESCRIPCIÓN	
DETERIOROS DE SUPERFICIE	Desprendimientos	Pérdida de agregados	Pérdida parcial del agregado dejando expuestas áreas aisladas de la capa de apoyo 
		Pérdida de la capa de rodadura	Desprendimiento de la última capa delgada, de tratamientos superficiales 
		Pérdida de la base	Desprendimiento del material de la base en la que se apoya la capa de rodadura (carpeta) después de la pérdida de ésta 
	Alisamientos	Exudación del asfalto	Presencia de asfalto sin agregado (árido) en la superficie 
		Desgaste de los áridos	Presencia de agregados (áridos) que presentan una cara plana en la superficie, generalmente embebidos en el ligante (asfalto) 
		Exposición del agregado	Presencia de agregados parcialmente expuestos fuera del mortero ligante (asfalto) – arena 

TIPO DE DETERIORO		DESCRIPCIÓN		
DETERIOROS DE LA ESTRUCTURA	Deformaciones	Rodera	Deformación del perfil transversal por hundimiento a lo largo de las rodadas, con la aparición de cordones laterales a cada lado de la rodera	
		Blandones	Deformación del perfil transversal, tanto por hundimiento a lo largo de las rodadas como por elevación de las áreas vecinas adyacentes a las rodadas; las deformaciones presentan una configuración más amplia que las roderas	
		Baches profundos	Hundimiento local del pavimento, con agrietamiento en malla cerrada y generalmente con pérdida parcial de bloques de la capa de la rodadura (carpeta)	
		Ondulaciones	Deformaciones del perfil longitudinal con crestas y valles regularmente espaciados a distancias cortas; generalmente están acompañadas, en los sitios críticos, por grietas semicirculares	
	Agrietamientos	Grietas longitudinales/transversales	Rotura longitudinal o transversal, con abertura mayor a 3 mm	
		Fisuras en retícula	Rotura longitudinal o transversal, con abertura menor que 3 mm, y separación mayor que 15 cm	
		Piel de cocodrilo (malla cerrada)	Roturas longitudinales y transversales, con separación menor que 15 cm y con abertura creciente según avanza el deterioro; generalmente presenta hundimiento del área afectada	
OTROS	Contaminación por caucho	Formación de depósitos de caucho por el contacto entre las ruedas de las aeronaves y el pavimento		

FUENTE: Elaboración pro pia.

**TABLA 9.**  
**DETERIOROS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS**

TIPO DE DETERIORO		DESCRIPCIÓN	
Deformaciones	Escalonamiento	Desnivel entre dos superficies del pavimento, separadas por una junta transversal o grieta	
	Asientos	Asiento de una parte de la losa	
Roturas	Grietas longitudinales/transversales	Rotura longitudinal o transversal debido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de junta</li> <li>• Anchura excesiva de losa o espesor insuficiente</li> <li>• Asiento de losa</li> <li>• Retracción térmica</li> </ul>	
	Roturas de esquina	Grieta que se produce entre las juntas longitudinales y transversales, debido normalmente a la falta de apoyo de la losa o a sobrecargas en las esquinas	
	Fisuras en retícula	Fisuraciones en forma reticulada con desniveles de los fragmentos rotos debido principalmente a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de capacidad portante en la base</li> <li>• Falta de espesor de la losa por sobrecarga</li> </ul>	
	Decascarillado	Desintegración progresiva de la superficie; en primer lugar se desprende el mortero y posteriormente los áridos	

TIPO DE DETERIORO		DESCRIPCIÓN	
Roturas	Desconchado	Desintegración del borde de la junta o grieta provocando la remoción del hormigón de buena calidad	
	Bache	Cavidades de forma redondeada de diversos tamaños en el pavimento	
	Falta de textura superficial	Pérdida de textura superficial ocasionado por falta de microtextura y/o macrotextura	
Otros	Deficiencia en las juntas	Desintegración de las aristas de una junta longitudinal o transversal con pérdida de trozos	
	Contaminación por caucho	Formación de depósitos de caucho por el contacto entre las ruedas de las aeronaves y el pavimento	

FUENTE: Elaboración propia.

### Reparación de pavimentos

De forma general, durante las actuaciones de mantenimiento de pavimentos, además de las actuaciones propias de reparación descritas en los siguientes puntos, deberán realizarse las siguientes labores:

- Señalización de las zonas afectadas.
- Replanteo de las áreas objeto de reparación.
- Recogida de productos sobrantes de la reparación y transporte al vertedero autorizado.

A continuación se describen las actuaciones más comunes de reparación según el tipo de deficiencia.

#### Reparación de pavimentos flexibles

Las principales reparaciones a realizar durante los trabajos de mantenimiento de pavimentos flexibles son:

### **Sellado de fisuras**

El sellado de grietas consiste principalmente en la limpieza de las grietas suficientemente anchas y el sellado de las mismas con productos asfálticos, lechada o mezcla asfáltica, a fin de prevenir la entrada de agua y de otros materiales en la estructura del pavimento.

Esta acción es conveniente y efectiva para grietas aisladas, especialmente de tipo longitudinal, transversal, de borde, de reflexión y en algunos casos de contracción o bloque. Su aplicación es por lo general poco efectiva, además de costosa, en el caso de grietas generalizadas, piel de cocodrilo y de deslizamiento.

Su objetivo principal es evitar la entrada de agua a la subrasante y a las bases granulares, con la consecuente pérdida de soporte. Por sí sola, esta acción tiene poco o ningún beneficio estructural, sin embargo, es aceptado que reduce el deterioro del pavimento siendo recomendable su ejecución antes del comienzo de la época de lluvias.

### **Bacheo**

Las acciones de bacheo son las más comunes en la reparación de deficiencias localizadas en los pavimentos. El bacheo es generalmente entendido como la remoción y reposición de un área localizada severamente dañada o el relleno de huecos producidos por disgregación. Así mismo, se realiza para corregir fallas estructurales manifestadas por la aparición de grietas del tipo piel de cocodrilo de severidad media y alta, ahuellamiento profundo, grietas de deslizamiento y fallas puntuales como huecos, quiebres, hundimientos, etc.

### **Tratamiento superficial localizado**

Esta acción consiste en la aplicación de un sello asfáltico o tratamiento superficial en áreas localizadas. La acción consiste en el extendido de un riego con material asfáltico cubierto con agregados o lechada asfáltica (*slurry seal*). Su ejecución es conveniente sobre pavimentos envejecidos y oxidados que presenten grietas finas y/o pérdida de agregado por disgregación menor. Así mismo, puede ser utilizada para corregir problemas de textura y mejorar la resistencia al deslizamiento en puntos críticos.

### **Nivelación localizada**

Esta acción es básicamente igual en su ejecución al bacheo. Es adecuada para corregir fallas de poca gravedad como: hundimientos, ahuellamientos, zanjas, etc.

Su ejecución requiere barrido y riego asfáltico de la superficie a tratar. Posteriormente la mezcla es extendida a mano o con la ayuda de equipos de construcción (minicargadores, motoniveladoras, etc., según sea el caso). Finalmente la mezcla es compactada, empleando equipos de rodillo liso, hasta obtener una densificación adecuada.

### **Fresado y texturización localizada**

El fresado en frío es un proceso por el cual un equipo provisto de un cilindro rotatorio, con dientes de especial dureza, remueve pavimentos de concreto asfáltico hasta una profundidad especificada. Estos equipos cuentan con sistemas de nivelación automática y son capaces de operar con buena precisión.

El equipo remueve el material sin dañar las capas inferiores, deja una superficie rugosa y nivelada que facilita la colocación de nuevas capas de espesor uniforme, además de mejorar la adherencia.

### **Limpieza de caucho**

El caucho generado en la toma de contacto de las aeronaves con la superficie se eliminará mediante distintos métodos según las características del pavimento, la cantidad de caucho acumulado y las condiciones meteorológicas. Los métodos son los siguientes:

- Granallado metálico, mediante la utilización de máquinas granalladoras con las que el abrasivo y los contaminantes son absorbidos por medio de un sistema de aspiración.
- Sistema de agua a presión y sistema de aspiración que permite recoger la totalidad del agua vertida junto con los residuos de caucho.

**Reparación de pavimentos rígidos**

La metodología para la reparación de los pavimentos de hormigón dependerá del tipo de deficiencia identificada.

Las reparaciones más frecuentes se pueden resumir de la siguiente forma:

**TABLA 10.**  
**ACTIVIDADES DE REPARACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Reparaciones profundas	Reparación de losas fisuradas y juntas severamente deterioradas
Reparaciones superficiales	Reparación de juntas y fisuras severamente deterioradas, así como deterioros superficiales
Pulido de pavimentos	Mejora de la serviciabilidad del pavimento, mejorando también el confort de marcha y las características de fricción
Recolocación de pasadores en losas	Mejora de la transferencia de carga en juntas y fisuras
Sellado de juntas y fisuras	Evita la infiltración de agua y de materiales incompresibles
Estabilización de losas	Relleno de huecos en el apoyo de las losas
Limpieza de depósitos de caucho	Evita la posibilidad de que las aeronaves resbalen en la pista

FUENTE: Elaboración propia.

**Reparaciones profundas y estabilización de losas**

La reparación de baches profundos comprende la eliminación y el reemplazo de al menos un área de la losa en todo su espesor, con el fin de restaurar las áreas deterioradas.

La longitud mínima será de 2 m (en pavimentos con pasadores) y de 2,5 m en pavimentos sin pasadores. Se recomienda reemplazar el ancho total. En caso de reemplazar un ancho parcial, la reparación debe extenderse de junta a junta.

Cuando la deficiencia esté motivada por una falta de apoyo en la losa, el método es el de la reparación profunda al que se le suma el relleno del apoyo mediante material granular u hormigón, según proceda, con el fin de proporcionar apoyo a la losa descalzada.



Despostillamientos y fisuras en la plataforma de estacionamiento de aeronaves.

**Reparaciones superficiales y sellado de fisuras y juntas**

La reparación superficial comprende la eliminación y reposición de un área de losa superficial, con el fin de reparar daños no profundos.

La ejecución de reparaciones en profundidad parcial se aplica en la mayoría de los casos a despostillamientos o quebraduras en juntas, fisuras o en las zonas interiores de las losas.

La mayoría de las quebraduras ocurren como consecuencia de un mal mantenimiento de juntas, ya que al no estar debidamente selladas permiten el ingreso de materiales incompresibles en su interior en la época de menores temperaturas.



Si las fisuras son muy superficiales, estas se pueden rellenar mediante mortero de resinas asfálticas.

### ***Pulido de pavimentos de hormigón***

El pulido con discos de diamante permite eliminar una delgada capa de la superficie del pavimento de hormigón (de 4 a 6 mm) mediante el empleo de discos diamantados y ensamblados con pequeñas separaciones.

El pulido permite corregir de una forma eficiente los siguientes problemas:

- Escalonamiento de juntas y fisuras.
- Elevada rugosidad del pavimento (generada en la construcción, en el servicio o por las tareas de rehabilitación).
- Macrotextura inadecuada, texturado insuficiente u originado por el desgaste del pavimento en servicio.



Pavimento pulido con discos de diamante.

### ***Recolocación de pasadores***

Es un método de rehabilitación que permite la colocación de pasadores en una junta o fisura con el objetivo de incrementar la eficiencia en la transferencia de las cargas.

### ***Limpieza de caucho***

El caucho generado en la toma de contacto de las aeronaves con la superficie se eliminará mediante distintos métodos según las características del pavimento, la cantidad de caucho acumulado y las condiciones meteorológicas. Los métodos son los siguientes:

- Granallado metálico, mediante la utilización de máquinas granalladoras con las que el abrasivo y los contaminantes son absorbidos mediante un sistema de aspiración.
- Sistema de agua a presión y sistema de aspiración que permite recoger la totalidad del agua vertida junto con los residuos de caucho.



Colocación de pasadores.

## **8.2. Mantenimiento de los edificios aeroportuarios**

El mantenimiento de los edificios aeroportuarios debe comprender las siguientes instalaciones:

- Iluminación y equipo eléctrico.
- Comunicaciones.
- Aire acondicionado.
- Calefacción.
- Abastecimiento de agua.
- Equipamientos.
- Instalaciones contraincendios.

Deberán examinarse visualmente de forma periódica, conforme a la frecuencia indicada en puntos anteriores, todas las instalaciones indicadas, con el fin de asegurar el funcionamiento de cada una de ellas y reducir de esta forma la posibilidad de avería o deficiencias en el rendimiento.

En cuanto al equipamiento, hay que destacar las revisiones exhaustivas de:

- Sistemas de información de vuelos.
- Cintas transportadoras.
- Balanzas de equipajes.
- Puertas automáticas.
- Ascensores.
- Máquinas de Rayos X.
- Arcos detectores de metal.
- Generadores de energía.
- Puentes de abordaje.
- Escaleras mecánicas.



Cinta transportadora y paneles de información en aeropuertos.

Se planificará el mantenimiento preventivo de todos los elementos que componen la instalación, basándose en la normativa y la reglamentación vigente, así como en los manuales de los fabricantes.

Deberá llevarse un registro de todas las operaciones de mantenimiento, plasmándose todas las deficiencias encontradas y las tareas realizadas. Es muy importante realizar el mantenimiento preventivo, ya que cualquier deficiencia grave podría poner en riesgo la seguridad de los pasajeros, en el caso de la terminal, o la actividad operacional del aeropuerto, en el caso de los edificios auxiliares.

Se deberá disponer en el taller de mantenimiento de todos los elementos necesarios para la correcta labor de mantenimiento.

### 8.3. Mantenimiento de la red de alcantarillado, pluviales y drenaje

Se entiende por mantenimiento de las redes la función a la que se encomienda su control constante, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento y buen estado de conservación de dichas redes y de sus elementos. Las acciones más normales que la explotación ha de realizar son las de efectuar intervenciones de limpieza, reparación, renovación y control.

Las operaciones que debe comprender cualquier sistema de limpieza pueden definirse como aquellas labores que permiten mantener la red sin obstrucciones y sus conductos exentos de suciedades que dificulten la evacuación de los residuos líquidos que por ellos circulan.

#### Red de alcantarillado y pluviales

La red de alcantarillado comprende principalmente las acometidas, las arquetas o las cámaras, los colectores, los depósitos de oxidación y las fosas sépticas, debiendo ser revisados de forma periódica y prestando mayor atención a los siguientes puntos:

- Existencia de fugas o roturas.
- Corrosión de elementos metálicos.
- Capacidad insuficiente de la red de alcantarillado, lo que puede provocar roturas y vertidos incontrolados y daños colaterales en otras instalaciones.
- Depósitos de sedimentos en colectores, cámaras y rejillas en bocas de entrada y salida de tubos.
- Vertidos ilegales o no contemplados en la red de alcantarillado.

### **Actuaciones de mantenimiento**

#### *Limpieza de la red*

La limpieza se realiza según dos principios:

- Limpieza no programada: Se interviene en el momento en que la red está obstruida.
- Limpieza programada o sistemática: Se efectúan los trabajos de limpieza con una periodicidad determinada, limitando de esta forma las intervenciones de urgencia y obteniendo otros beneficios.

Habitualmente se realizan los dos sistemas, ya que siempre es necesario atender incidencias aisladas, para lo cual es preciso disponer de los equipos necesarios.

Las operaciones de limpieza se inician siempre desde aguas abajo hacia aguas arriba y las operaciones básicas son:

- Señalización de la zona a efectos de tráfico rodado y peatonal.
- Reconocimiento de la alcantarilla desde el punto de vista de seguridad personal y magnitud de las obstrucciones.
- Limpieza propiamente dicha.
- Extracción de lodos y transporte al vertedero.
- Toma de datos.
- Anotación de personal y medios utilizados.

En función de los medios utilizados, se distingue:

- Limpieza manual por arrastre y extracción posterior:  
Consiste en arrastrar manualmente la suciedad mediante una serie de útiles hasta el pozo de registro más próximo y extraer allí los residuos con baldes. Su aplicación óptima es para red visitable, grados de suciedad bajos y elevadas pendientes.
- Limpieza hidrodinámica:  
Son los procedimientos más modernos y se emplean básicamente para la limpieza de la red de alcantarillado.

En esencia el procedimiento consiste en:

- Desobstrucción y arrastre de los materiales y suciedades mediante la impulsión de agua a alta presión a lo largo del conducto y a través de una manguera en cuyo extremo aloja una tobera (puede ser de distintos tipos) con orificios, por donde sale el agua que produce el avance de la manguera.
- Arrastre y depósito de lodos, en los pozos de registro, aprovechando la maniobra de retirada de la manguera mientras se sigue inyectando agua a presión por los taladros posteriores de la tobera.
- Extracción de los lodos acumulados en los pozos de registro mediante succión de los mismos, con mangueras adecuadas, que los deposita en cisternas acondicionadas para tal fin.
- Transporte de los lodos al vertedero una vez repleta la cisterna o terminada la limpieza.

Para realizar este tipo de limpieza se utiliza un vehículo impulsor y otro aspirador o bien vehículos mixtos impulsores-aspiradores.



Red de alcantarillado.

### **Reparaciones en la red**

Comprenden todo tipo de reparaciones, rehabilitaciones y reformas que se realicen en la red de alcantarillado a objeto de solucionar los problemas surgidos durante la explotación, y no eliminables con la limpieza.

Dichos problemas pueden ser, entre otros:

- Problemas de obturaciones:
  - Producidos por la entrada en la red de alcantarillado de paños, bolsas, plásticos, que junto con las arenas y demás detritus que lleva el agua pueden llegar a formar un tapón en el conducto que impida o dificulte la circulación del caudal.
  - Producidos por la entrada de raíces en los conductos, que los obturan parcialmente, provocando un aumento de sedimentación hasta formar un tapón.
  - Acción sobre los colectores de otros servicios que los cruzan disminuyendo su sección.
- Problemas de estanqueidad:
  - En las juntas.
  - Por tubos fisurados.
- Problemas de estructuras:
  - Elementos de la red rotos, dislocados o deformados a causa de movimientos del terreno, sobrecargas puntuales, mala colocación del conducto, puesta en carga de la red o simplemente envejecimiento del material.
  - Elementos corroídos interiormente por efluentes agresivos y exteriormente por la agresividad del terreno o las aguas subterráneas.
- Problemas de acometidas mal conectadas, a veces penetrantes, que obstruyen la red, presentando a menudo problemas de estanqueidad.
- Problemas de los sumideros y sus acometidas, a menudo obstruidas por el vertido de cemento de las obras de pavimentación o rotas por el cruce de otros servicios.
- Problemas de los pozos de registro:
  - Infiltraciones en las paredes.
  - Infiltraciones en la solera.
  - Mala conexión de los ramales con encuentros inadecuados.
  - Escalones rotos o en mal estado, cuyo fallo puede ser causa de accidentes graves.
  - Tapas rotas.

### **Mantenimiento de lagunas de oxidación**

Suele ser habitual en algunos de los aeropuertos bolivianos la existencia de lagunas de oxidación para el tratamiento de las aguas antes de su vertido a los arroyos o los cauces naturales próximos.

El mantenimiento requerido para las lagunas de oxidación es el siguiente:

- Limpieza de sedimentos y lodos en los vasos y elementos de entrada y salida.
- Limpieza de flotantes.
- Limpieza de maleza y hierbas que faciliten la reproducción de insectos.
- Revisión de filtraciones en los vasos.
- Estudio de calidad de las aguas durante el proceso de tratamiento.

La frecuencia de la limpieza de los sedimentos y lodos dependerá del caudal aportado por la red de alcantarillado.

Tanto la limpieza como el control de la calidad de las aguas deberán coordinarse con las actividades medioambientales.

### Red de drenaje

La red de drenaje se puede componer principalmente de los canales revestidos o no y los tubos de drenaje. La red deberá ser revisada de forma periódica, prestando mayor atención a los siguientes puntos:

- Existencia de fugas o roturas.
- Corrosión de elementos metálicos.
- Capacidad insuficiente de la red, lo que puede provocar inundaciones y daños colaterales en otras instalaciones.
- Depósitos de sedimento en tuberías, cámaras, rejillas en bocas de entrada y salida de tubos, así como la existencia de vegetación en canales.



Obras de drenaje transversal mediante tubos.

### Actuaciones de mantenimiento

- Comprobación de la existencia de vegetación en los canales no revestidos, ya que imposibilitaría la correcta circulación de agua. En caso contrario, se segar la vegetación existente.
- Comprobación de la existencia de fisuras y roturas en los canales revestidos de concreto para evitar filtraciones al terreno que podrían provocar descalces de los canales.

Comprobación y limpieza de los tubos de drenaje para evitar el depósito de sedimentos que disminuyan la sección eficaz.



Canales de drenaje.

## 8.4. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas y electromecánicas

El mantenimiento de las instalaciones eléctricas y electromecánicas debe contemplar aquellas instalaciones necesarias para explotación, tanto de la zona destinada a pasajeros como de las instalaciones puramente aeronáuticas. El estado de servicio de las instalaciones eléctricas aeroportuarias solo se conseguirá si hay una fuente de energía constante, siendo parte fundamental el mantenimiento preciso de los elementos de distribución de energía primaria.

La planificación de los trabajos, por tanto, debe ser exhaustiva por la importancia y el perjuicio que supone el mal funcionamiento de estas instalaciones. Se realizarán inspecciones periódicas en las que se harán las comprobaciones indicadas en el Manual de Mantenimiento y planificadas en el Plan de Mantenimiento.

Los trabajos de mantenimiento de las instalaciones eléctricas serán realizados por técnicos electricistas especialistas en trabajos en alta y baja tensión que dispondrán de protecciones de seguridad acordes al trabajo realizado.

Las operaciones de mantenimiento, tanto las inspecciones como las reparaciones, deberán registrarse de forma ordenada, con el fin de obtener un historial preciso con las incidencias relacionadas con cada instalación o equipo.

Durante las operaciones se seguirán los manuales específicos de mantenimiento de los fabricantes, así como la normativa actual vigente.

Los principales elementos de las instalaciones eléctricas a mantener son:

- Fuentes de alimentación.
- Instalaciones de distribución eléctrica.
- Circuitos de iluminación.
- Ayudas para la radionavegación.
- Canalizaciones eléctricas.
- Cajas de registro.

### Fuentes de alimentación

Se incluyen dentro de esta parte los transformadores para suministro de energía eléctrica y las fuentes de energía secundaria, como los generadores y UPS.

El mantenimiento será realizado por técnicos especialistas de acuerdo a los manuales de los fabricantes.

Las principales actividades a realizar serán:

- Inspecciones visuales del estado general.
- Verificación de fusibles.
- Verificación de conexiones eléctricas.
- Verificación de los arranques en vacío de los generadores.

### Instalaciones de distribución eléctrica

Comprende la verificación y reparación de los conductores eléctricos de distribución desde las fuentes de alimentación hasta los equipos eléctricos correspondientes, ya sea dentro de los edificios, las pistas de vuelo o la urbanización.

El mantenimiento se realizará de acuerdo a la normativa actual vigente y teniendo en cuenta las características y recomendaciones de los fabricantes.

### Circuitos de iluminación

Comprende la verificación y reparación de los conductores eléctricos correspondientes a los circuitos de iluminación, tanto en las distintas edificaciones como en las pistas de vuelo y las plataformas o la urbanización.

El mantenimiento se realizará de acuerdo a la normativa actual vigente y teniendo en cuenta las características y recomendaciones de los fabricantes.

### Canalizaciones eléctricas

Se realizarán inspecciones y reparaciones de las canalizaciones donde se alojan los conductores eléctricos, asegurando la seguridad de dichos conductores y la posibilidad de mantenimiento.

## Cajas de registro

Se realizarán inspecciones y mantenimiento de las cajas de registro y arquetas. El mantenimiento consistirá principalmente en la limpieza de las cajas de registro o arquetas.

## Ayudas para la radionavegación

Comprende la verificación y reparación de los conductores eléctricos correspondientes a las radioayudas y los equipos aéreos del aeropuerto.

## 8.5. Mantenimiento de zonas no pavimentadas y zonas verdes

### 8.5.1. Generalidades

El mantenimiento de las zonas no pavimentadas es indispensable, ya que con ello se aseguran las operaciones de las aeronaves en las zonas de movimiento como son:

- Zonas verdes dentro de franjas y zonas de seguridad.
- Zonas verdes fuera de franjas y zonas de seguridad.
- Pistas y calles de rodaje no pavimentadas.
- Caminos de servicio perimetrales.

Deberán realizarse siegas periódicas para evitar crecimientos incontrolados que favorezcan:

- Posibilidad de generación de incendios.
- Asentamiento o generación de hábitat para aves y/o animales.
- Imposibilidad de visualizar las ayudas visuales.

### Mantenimiento de zonas verdes dentro de franjas y zonas de seguridad

Es importante mantener las nivelaciones y pendientes de los márgenes y franjas de pista, así como la capacidad portante conforme al Anexo 14. Diseño y operaciones de aeródromos.

En los puntos en los que haya disminuido la capacidad superficial, se la deberá mejorar mediante la compactación del terreno, debiendo eliminarse además las protuberancias y las depresiones

En cuanto a la hierba, esta no debe tener una altura mayor de 10 cm, por lo que se la deberá segar periódicamente y recoger para evitar que pueda ser aspirada por los motores de las aeronaves. La sega se realizará de acuerdo a la climatología de la zona y el tipo de vegetación.

### Mantenimiento de zonas verdes fuera de franjas y zonas de seguridad

La principal razón para el mantenimiento de las zonas verdes del aeropuerto, fuera de las franjas, es el control de la fauna dentro del perímetro y de la estética en el caso de la urbanización.

Se deberán hacer inspecciones constantes que serán las que condicionarán los trabajos de mantenimiento, además de las condiciones climáticas de la zona.

Los trabajos de mantenimiento en las zonas verdes fuera de los márgenes servirán para evitar la formación de charcos y acumulaciones de agua, así como para mantener la altura máxima de la vegetación de 20 cm. Con ello se evitará perder la capacidad portante del terreno.

Los árboles y arbustos no requieren mantenimiento especial salvo el control de su altura, siendo necesario cortarlos en caso de que estos penetren en las superficies de limitación de obstáculos. Los matorrales que produzcan frutos deberán eliminarse para evitar que las aves se asienten.

## Pistas y calles de rodaje no pavimentadas

En los casos de aeropuertos con pistas y calles de rodaje no pavimentados, la hierba deberá mantenerse a la menor altura posible, con el fin de minimizar la resistencia al rodamiento debido a la altura de la hierba.

## Caminos de servicio perimetrales

La red de caminos de servicio perimetrales, necesarios para el control de seguridad en accesos y para su uso en caso de emergencias, de los aeropuertos bolivianos son en general de tierra, por lo que el mantenimiento a realizar está basado en:

- Adición de material granular para su nivelación y mejora.
- Perfilado y compactado.
- Sega de vegetación para facilitar el tránsito.
- Mantenimiento de la señalización (si la hubiera).



Caminos de servicio perimetrales en los aeropuertos Viru Viru (Santa Cruz de la Sierra) y Jorge Wilstermann (Cochabamba).

### 8.5.2. Equipos para el mantenimiento de la hierba

Para el segado de las franjas de seguridad se utilizará cualquier equipo que cumpla con los requerimientos exigidos. No obstante, es habitual la utilización de tractores agrícolas que arrastren segadoras de uno o dos cuerpos.

Adicionalmente se utilizarán segadoras y/o desbrozadores manuales para el corte de la vegetación en los bordes de pistas, los cercos perimetrales y los taludes de las canaletas de drenaje.



Tractor y equipo manual para el segado de la vegetación.



### 8.5.3. Tratamiento de la hierba cortada

La hierba cortada deberá ser retirada después de ser cortada para evitar que pueda ingresar en los motores de los aviones y para eliminar la posibilidad de que puedan aparecer aves en las inmediaciones del aeropuerto.

## 8.6. Mantenimiento de vehículos y equipos

### 8.6.1. Generalidades

El Manual de Mantenimiento y su planificación deben contemplar las operaciones de mantenimiento de maquinaria y equipos, con el fin de mantenerlos en óptimas condiciones de seguridad y operación.

Los vehículos y equipos referidos en este punto son los siguientes:

- Vehículos y equipos para las labores de mantenimiento.
- Vehículos de salvamento y extinción de incendios.

Es necesario establecer un mantenimiento preventivo conforme a las instrucciones de los fabricantes para evitar su deterioro o averías de importancia que imposibiliten su utilización en caso de ser requeridos.



Camión de AASANA para labores contra incendios y retroexcavadora para labores de mantenimiento.

### 8.6.2. Organización del mantenimiento de los vehículos

El mantenimiento de los vehículos del aeropuerto podrá organizarse de diferentes formas, entre las que se encuentran:

- Mantenimiento de los vehículos en talleres propios con personal propio.
- Mantenimiento de los vehículos en talleres propios con personal ajeno.
- Mantenimiento de los vehículos en talleres ajenos con personal ajeno.

Es importante destacar la importancia de que los aeropuertos dispongan de talleres propios, ya que se minimizan los tiempos de mantenimiento al no existir desplazamiento hasta lugares exteriores al aeropuerto. Además, se evita el desplazar vehículos especiales, en algunos casos de gran tamaño, que carecen de licencia para circular por la vía pública.

En el caso de que los talleres se encuentren en los aeropuertos, estos deberán estar concentrados formando un centro de talleres.

En el caso de que el taller cuente con personal de mantenimiento de vehículos y equipos propio, se facilitaría la supervisión y la planificación de los trabajos requeridos.

### 8.6.3. Programa de mantenimiento de vehículos y equipos

El programa de mantenimiento de vehículos es el programa que debe ser preparado por el Departamento de Mantenimiento y en el que se establecen los servicios requeridos y sus intervalos de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

El programa de inspección se establecerá según los kilómetros recorridos o las horas de funcionamiento, según se hable de vehículos o equipos. No obstante, deberán revisarse y probarse de forma periódica.

Cada vehículo o equipo dispondrá de una hoja de control de kilómetros u horas en la que el operador, al final de la jornada de trabajo, anotará la lectura final de ese día.

El programa de mantenimiento será individual para cada tipo de vehículo o equipo y dependerá de su función, las características de desgaste, su utilización y las recomendaciones del fabricante. En caso de que se identifiquen deficiencias o fallas, el vehículo o equipo será retirado para ser intervenido mediante mantenimiento correctivo.

### 8.7. Conservación y mantenimiento de las ayudas visuales y la señalética

La función de las instalaciones de ayudas visuales es contribuir a las operaciones de las aeronaves en condiciones de seguridad. Por tanto, se requiere seguir unas normas de mantenimiento exigentes.

Los principales elementos que se incluyen dentro de las ayudas visuales son:

- Señalización horizontal.
- Señalización vertical.
- Luces.
- Ayudas visuales indicadoras de objetos.
- Ayudas visuales indicadoras de uso restringido.



Ayudas visuales habituales en los aeropuertos (señalización horizontal).

#### Señalización horizontal

Debe inspeccionarse de forma periódica, conforme al plan de mantenimiento, toda la señalización horizontal de las pistas, las calles de rodaje y las plataformas, y en caso necesario, repintarlas.

La señalización horizontal comprende las siguientes señales:

##### Generales

- Indicadores de la dirección del viento.
- Indicador de la dirección de aterrizaje.
- Lámparas de señales.
- Paneles de señalización y área de señales.

**Pistas**

- Señal designadora de pista.
- Señal de eje de pista.
- Señal de umbral.
  - Faja transversal (umbral desplazado).
  - Flechas (umbral desplazado).
- Señal de punto de visada.
- Señal de zona de toma de contacto.
- Señal de faja lateral de pista.

**Calles de rodaje**

- Señal de eje de calle de rodaje.
- Señal de plataforma de viraje en la pista.
- Señal de punto de espera de la pista.
- Señal de punto de espera intermedio.

**Plataforma**

- Señal de eje de calle de rodaje en plataforma.
- Señal de borde de plataforma.
- Línea de seguridad en plataforma.
- Línea de delimitación de equipos.
- Señal de área de espera de equipos.
- Señal de área de estacionamiento de equipos.
- Señal de área de prohibición de estacionamiento de equipos.
- Señal de entrada al puesto de estacionamiento.
- Identificación del puesto de estacionamiento en la señal de entrada.
- Barra de viraje.
- Barra de parada.
- Señal de designación de puesto de estacionamiento.
- Letrero de designación de puesto de estacionamiento.
- Señal de barra de alineación.
- Señal de barra de morro e indicación del tipo de aeronave.
- Señal de instalación.
- Señal de punto de reunión.
- Señal de senda peatonal.
- Señal de margen y eje de vía de servicio.
- Señal de margen de vía de servicio al cruzar calles de rodaje en plataforma.
- Señal de ceda el paso.
- Señal de parada por paso de aviones.
- Señal de peligro de chorro de aviones.
- Señal de velocidad máxima restringida.
- Señal de paso de peatones.
- Señal de parada de bus y designación de islas de protección.
- Señal de dirección en vías de servicio.

Como medidas a considerar en las operaciones de señalización horizontal se tendrá en cuenta lo siguiente:

- En caso de tener que realizar números, letras o símbolos, se emplearán plantillas y/o elementos necesarios para la correcta ejecución de la señalización, cumpliendo en todo caso con la normalización expuesta en el Anexo 14 de la OACI.

- Durante la aplicación de los materiales de señalización, se comprobará que la superficie del pavimento esté limpia y saneada, sin fragmentos sueltos ni polvo o manchas de elementos contaminantes (grasa, aceite, combustible) que puedan llegar a disminuir la adhesividad y la permanencia de la pintura.
- No se aplicará pintura acrílica en emulsión acuosa cuando las temperaturas mínimas de la superficie del pavimento y del ambiente sea inferior a 7°C o cuando la temperatura máxima sea de 40°C o mayor. También se evitará el pintado cuando la humedad relativa se encuentre por encima del 60% o con velocidad del viento superior a 10 km/h.

### Señalización vertical. Letreros

Los letreros de señalización vertical son los encargados de proporcionar a los pilotos información direccional en su movimiento por el lado aire. El mantenimiento asegurará la integridad y legibilidad de la información proporcionada por las señales.

La señalización vertical comprende las siguientes señales:

- Letreros con instrucciones obligatorias.
- Letreros de información.
- Letrero de identificación de los puestos de estacionamiento de aeronaves.
- Letrero de punto de espera en la vía de vehículos.



Letrero de señalización vertical en aeropuertos.

### Luces

Las luces a las que se refiere el siguiente punto son:

#### **Pistas**

- Luces de identificación de umbral de pista.
- Luces de borde de pista.
- Luces de umbral de pista y de barra de ala.
- Luces de extremo de pista.
- Luces de eje de pista.
- Luces de zona de toma de contacto en la pista.
- Luces simples de toma de contacto.

#### **Calles de rodaje**

- Luces indicadoras de calle de salida rápida.
- Luces de zona de parada.
- Luces de eje de calle de rodaje.
- Luces de borde de calle de rodaje.
- Sistemas de luces de entrada a la pista.
- Luces de plataforma de viraje en la pista.
- Barras de parada.
- Luces de punto de espera intermedio.
- Luces de salida de la instalación de deshielo/antihielo.
- Luces de protección de pista.

## **Plataforma**

- Iluminación de plataforma con proyectores.
- Sistema de guía visual para el atraque.
- Luces de guía para maniobras en los puestos de estacionamiento de aeronaves.
- Luces de punto de espera en la vía de vehículos.
- Sistema avanzado de guía visual para el atraque.

Deberán realizarse inspecciones visuales de la totalidad de las luces de pistas, calles de rodaje y plataforma, reparando aquellos equipos que estén dañados o defectuosos y verificando el correcto funcionamiento de todos los sistemas.

Deberán realizarse mediciones de luminosidad de forma regular, estableciéndose estos intervalos en los Manuales de Mantenimiento para detectar reducciones de luminosidad. Aquellas lámparas que acusen una reducción de luminosidad inferior al 50% de la luminosidad requerida deberán ser sustituidas.

Es conveniente disponer en el taller de lámparas de repuesto suficientes para poder satisfacer la reposición de un número mínimo de luces para que, en caso de avería simultánea, no peligren las operaciones.



Luces de bordes de calles de rodaje.

También deberán realizarse comprobaciones del ángulo correcto de haz, para lo cual las luces llevan normalmente marcas de alineación. Cualquier desajuste en la alineación deberá corregirse.

La frecuencia de las inspecciones a realizar en las luces/balizas aeroportuarias será la siguiente:

### **Inspecciones diarias**

- Inspección en pista de vuelo, calles de rodaje y plataforma de todas las balizas en funcionamiento.
- Verificación visual de la luminosidad de las luces.
- Sustitución de elementos, en caso de ser necesario.

### **Inspecciones trimestrales**

- Verificación de la estructura de los soportes.
- Verificación y limpieza de las condiciones de la pantalla de vidrio.
- Verificación y limpieza de difusores, filtros y protectores.
- Limpieza y reparación o sustitución de elementos.

### **Inspecciones anuales**

- Verificación en vuelo y registro de los resultados.
- Medición de la intensidad de luminosidad con luxómetro en base a los parámetros del fabricante

## Ayudas visuales indicadoras de obstáculos

La señalización indicadora de obstáculos tiene la finalidad de reducir los peligros para las aeronaves indicando la presencia de los obstáculos, pero no reduce forzosamente las limitaciones de operación que pueda imponer su presencia.

Durante las inspecciones, deberá comprobarse su correcto funcionamiento y deberán sustituirse, en caso necesario.

### 8.8. Mantenimiento cerramientos perimetrales

Los cerramientos perimetrales y accesos se inspeccionarán de forma diaria y mensual, siendo las comprobaciones las que se indican a continuación:

#### *Inspecciones diarias*

Se realizará como mínimo una inspección visual diaria en la que se comprobará la continuidad del vallado y el correcto cierre de las puertas de acceso.

#### *Inspecciones mensuales*

Se comprobará el correcto funcionamiento de puertas y candados, así como de los distintos dispositivos en canalizaciones y túneles que cruzan el área de movimiento.

### 8.9. Coordinación de las actividades de mantenimiento con la prestación de los servicios aéreos

La realización de la tarea de mantenimiento en cada una de las áreas del aeropuerto, en especial en el lado aire, no debe interferir en el correcto funcionamiento de las actividades tanto de tráfico aéreo, para los trabajos en pista, como en las actividades en terminal, que suponga un inconveniente para cargas, viajeros y empleados.

Aunque la coordinación del mantenimiento debe ser gestionada para ocasionar las menores molestias posibles en los servicios aéreos, dada la naturaleza de las mismas, se diferenciará entre los dos tipos de mantenimiento a realizar.

#### *Mantenimiento preventivo*

Las tareas de mantenimiento preventivo deben planificarse para que no interfieran con la actividad, en los casos que sea posible. Esto se debe llevar a cabo mediante una correcta organización y adecuación con los servicios del aeropuerto. Para ello, los responsables de mantenimiento deben estar coordinados con los responsables de las áreas de operación.

Por tanto, se debe contar con una planificación que tome como base fundamental la seguridad en los servicios aéreos y la mínima molestia para el tráfico. Esto será básico para los trabajos de mantenimiento de la pista de vuelo, las calles de rodaje y las plataformas de estacionamiento, que deberán realizarse cuando el impacto en los vuelos sea mínimo.

En el lado tierra, los servicios de mantenimiento preventivo deben realizarse de forma que el impacto sobre los trabajadores de la terminal, viajeros y cargas, sea mínimo. Si dichos trabajos se prolongaran, se deberá contar con unos servicios sustitutivos que garanticen la prestación de los servicios.

#### *Mantenimiento correctivo*

Las tareas de mantenimiento correctivo no pueden planificarse ni pueden preverse, por tanto, se deben realizar una serie de procedimientos basados en la mejor y más rápida solución de los problemas, permitiendo de esta forma afrontar las tareas de mantenimiento de la manera más eficiente posible.

En cualquier caso y como aspecto fundamental, se debe señalar convenientemente la actividad de mantenimiento y darle máxima prioridad para su corrección. Para asegurar las operaciones del tráfico aéreo, es necesario que los trabajos de pista y calles de rodaje se coordinen con los vuelos, dada la peligrosidad tanto para los operarios de mantenimiento como para las operaciones de vuelo. Si el incidente que requiere mantenimiento afectara de manera grave al funcionamiento, se deberán tomar las decisiones de cancelación o desvío del tráfico aéreo con la mayor celeridad posible.

### 8.10. Organización de los recursos humanos y materiales

Se dotará de un equipo cualificado que asegure la correcta ejecución de los Planes de Mantenimiento, tanto correctivos como preventivos, de las instalaciones aeroportuarias.

La organización del mantenimiento se dividirá en:

- Gestión y planificación general.
- Grupos de mantenimiento.
- Medios materiales mínimos.
- Mantenimiento de la operatividad.

#### ***Gestión y planificación general***

A nivel general, para toda la red de aeropuertos, se deberá contar con un responsable, Director Técnico de la Institución, que coordine de manera global todos los aeropuertos. Este será el que implante el plan de gestión de mantenimiento en toda la red de aeropuertos.

El Director Técnico de la Institución asumirá las funciones de toma de decisiones y asignación de recursos humanos y materiales a cada uno de los aeropuertos. Estará asesorado por un grupo reducido de colaboradores con perfiles de ingenieros técnicos. Este director también se encargará de la gestión presupuestaria asignada de los aeropuertos, teniendo influencia en la toma de decisiones y derecho de voto a nivel global para la asignación presupuestaria del conjunto de la red de aeropuertos.

A nivel local, existirán jefes de mantenimiento para cada uno de los aeropuertos, así como encargados específicos para cada grupo de mantenimiento dentro de los mismos.

Para cada uno de los aeropuertos, se dividirán los grupos de mantenimiento, dimensionándose estos con los recursos humanos y materiales en función del volumen de tráfico aéreo y las necesidades particulares de los mismos. La optimización de los recursos humanos se realizará aprovechando las sinergias entre los grupos, para el mejor aprovechamiento y la eficacia de todos los procesos.

La realización de las siguientes actividades se llevará a cabo con una óptima asignación de medios y el tiempo necesario para su desarrollo desde la dirección de mantenimiento:

- Estructuración de las operaciones de mantenimiento.
- Inventario de los activos e inicialización de los Planes de Mantenimiento según se vayan entregando las obras de los Planes Maestros
- Reducción de costes con una correcta gestión del stock del conjunto de aeropuertos.
- Monitorizar y gestionar las operaciones de mantenimiento.
- Control de costes mediante una contabilidad analítica.
- Revisión y actualización de los Planes de Mantenimiento y sus indicadores de operación.
- Canalizar los flujos de información de cada aeropuerto y la gestión global, para analizar las acciones de mantenimiento futuro o de carácter especial y específico.
- Prioridades de gasto y toma de decisiones para la inversión y la gestión presupuestaria.
- Programas de formación para la capacitación y mejora del personal de mantenimiento.

- Elección y análisis de los programas informáticos de gestión aeroportuaria, así como de los posibles acuerdos comerciales para toda la red de aeropuertos.

### **Grupos de mantenimiento**

Los grandes grupos de mantenimiento podrán estructurarse en las siguientes áreas:

- Mantenimiento de infraestructuras:
  - Obra civil y pavimentos.
  - Señalización horizontal.
  - Zonas verdes.
  - Cerrajería y señalización vertical.
  - Alcantarillado y drenaje.
- Mantenimiento de instalaciones:
  - Instalaciones eléctricas.
  - Instalaciones electromecánicas.
- Operaciones especiales.

Cada una de estas áreas podrá contar con mantenimientos correctivos y preventivos, debiéndose asignar los medios humanos y materiales que aseguren la correcta subsanación del problema o cumplan con el Plan de Mantenimiento previsto.

Dentro de estos grupos se asignarán unos medios materiales mínimos para la realización de todas las actividades.

### **Medios materiales mínimos**

Para una correcta ejecución de las operaciones de mantenimiento hay que tener en cuenta unos factores iniciales que permitan dichos trabajos:

- Identificación y estudio de las operaciones de mantenimiento a realizar.
- Medios materiales mínimos para la correcta ejecución del mantenimiento, en especial para operaciones urgentes de mantenimiento correctivo.

Para cada aeropuerto se deberá disponer de los siguientes elementos:

- Maquinaria mínima necesaria para cada aeropuerto, para las operaciones previstas en el mantenimiento preventivo, así como las supuestas para un mantenimiento correctivo previsible. Además de la maquinaria, se consideran necesarios equipos de medición eléctrica y de presión.
- Equipos necesarios para operaciones especiales de mantenimiento, como equipos de auscultación, coeficiente de rozamiento, evaluación de pavimentos, etc. Estos pueden conseguirse mediante la subcontratación de empresas especializadas o la compra de los equipos, realizándose una formación del personal en su uso.
- Reservas o *stock* de materiales para una correcta gestión del mantenimiento. Se dispondrá el control de reservas en el almacén. Estas reservas estarán dimensionadas en función del Plan de Mantenimiento, previendo que las acciones de mantenimiento correctivo puedan incrementar el consumo de esos materiales. Se realizará un control de entradas y salidas que permita su optimización y la previsión de gasto.



## **Mantenimiento de la operatividad**

La operatividad del aeropuerto viene condicionada por la disposición y el funcionamiento de lo descrito en el punto anterior. Las medidas propuestas para que la influencia de los trabajos de mantenimiento sea mínima son las siguientes:

- Plan previo de posibles incidencias de los trabajos en la operativa del aeropuerto, para cada una de las actividades y las zonas de actuación. Se valorarán las interferencias causadas entre el aeropuerto, así como sus usuarios, con las diferentes divisiones del aeropuerto.
- Sistemas de comunicación de los responsables de mantenimiento para los trabajos en el área de movimientos. Estos sistemas podrán ser emisoras o teléfonos móviles.
- Instalación de luces anticollisión en los vehículos que circulen en el área de movimientos.
- Cumplimiento de las medidas de seguridad del aeropuerto.
- Cursos de formación para el personal de mantenimiento.
- Sistemas de señalización de las zonas del trabajo en el campo de vuelo.
- Los trabajadores en el mantenimiento deberán estar uniformados, llevando prendas de alta reflectancia.
- Las zonas de trabajo deberán estar limpias y en buen estado, lo que facilitará las operaciones de mantenimiento que se lleven a cabo en cada una de ellas.
- Puntos de reunión que sirvan de base para operaciones especiales que impliquen mayor despliegue de medios o como base para casos de emergencia.

### **8.11. Software de planificación y gestión del mantenimiento**

En la actualidad, existen diversos programas informáticos para la planificación y la gestión del mantenimiento (GMAO, Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador). Esta clase de programas permiten la gestión de mantenimientos de equipos e instalaciones, organizándola según el tipo de mantenimiento a realizar.

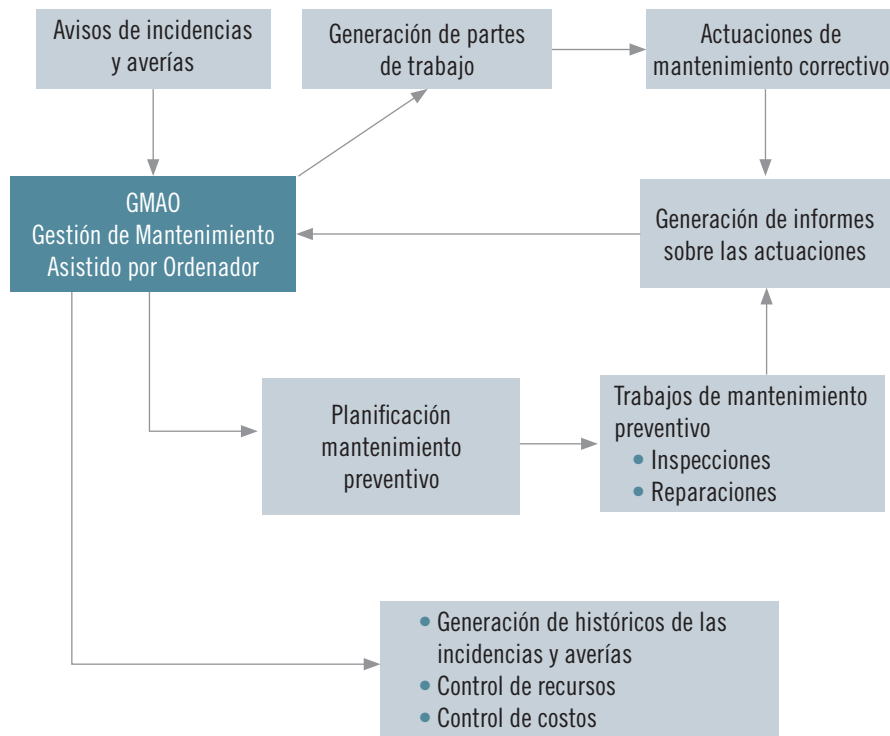
La función de esta clase de programas es la de elaborar un plan integral de mantenimiento que permita minimizar los costes optimizando los resultados. Para ello, se definen cada uno de los aspectos involucrados en la actividad de una infraestructura: zonificación, activos, sistemas, recursos materiales y personales, riesgos laborales, etc.

Mediante la organización y la gestión de distintos tipos de mantenimiento (preventivo y correctivo) aplicados sobre activos y zonas, o la definición de rutas de trabajo, se consigue alargar la vida útil de las instalaciones, optimizar su eficiencia y rendimiento, minimizar las paradas por averías y sus tiempos de resolución, así como un control exhaustivo del inventario y los costes de mantenimiento asociados.

Las características principales de este tipo de *software* son:

- Creación de base de datos de mantenimiento preventivo y actualizaciones automáticas según la normativa vigente.
- Generación de inventarios completos de zonas e instalaciones.
- Gestión de recursos y control de *stock* en almacenes.
- Gestión eficiente de órdenes de trabajo con flujos de trabajo personalizables.
- Sistema de peticiones integrado y personalizable.
- Control de calidad mediante indicadores de acuerdos de nivel de servicio (SLA's y KPI's).
- Posibilidad de exportación de datos y creación de informes mediante plantillas Excel.
- Posibilidad de gestión documental para la plena adhesión de estándares de calidad.

**ESQUEMA 2.**  
**DIAGRAMA GENERAL DE PROCESOS-GMAO**



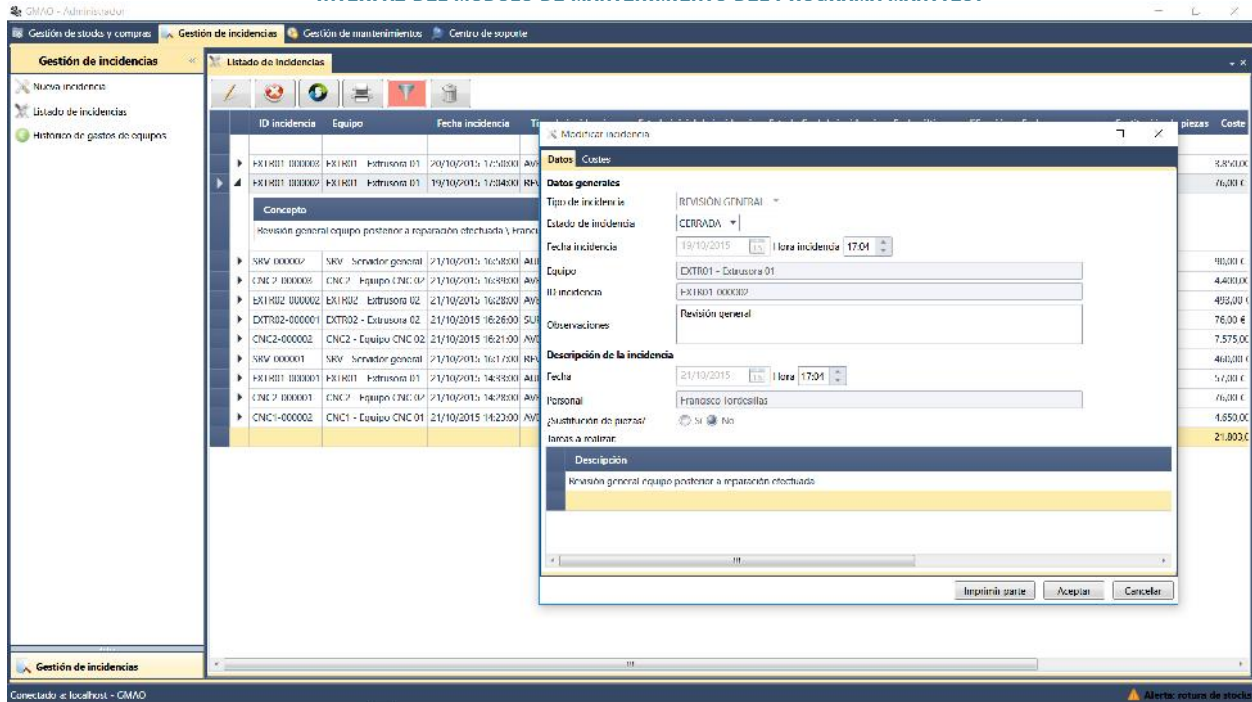
FUENTE: Elaboración propia.

Una de las cualidades de esta clase de *software* es su capacidad para ser personalizado conforme a las necesidades del usuario.

Los usuarios responsables de la utilización de este tipo de *software* tienen la posibilidad de crear nuevos metadatos que definan a las entidades y los objetos que conforman la aplicación. Así, pueden ser ejemplos de nuevos atributos, características de tipo texto, numérico (asociados a magnitudes y unidades), documentos, sí/no, color, etc., aplicables a las personas, las órdenes y las solicitudes, así como a nuevas entidades (vehículos, polígonos, empresas asociadas, etc.). De este modo, se pueden relacionar todos los objetos, ya definidos o nuevos, y establecer reglas de negocio sencillas, como valores mínimos y máximos, validaciones de texto, listas de valores admitidos, valores requeridos y otros.

También suele permitir al usuario redefinir los informes preexistentes y crear nuevos utilizando hojas de cálculo habituales con los datos introducidos durante la definición de proyecto o creados durante la explotación de las instalaciones.

**FIGURA 1.**  
**INTERFAZ DEL MÓDULO DE MANTENIMIENTO DEL PROGRAMA MANTTEST**



FUENTE: Página Web del software MantTest.

A continuación se indican diferentes programas dentro del mercado actual GMAO:

- PRISMA GMAO-Sistplant.
- MantTest.
- Primavera Maintenance.
- MANSIS XXI ASSET management.

### 8.12. Metodologías y herramientas de gestión del mantenimiento de aeropuertos

Para una correcta identificación y ejecución en el sistema de mantenimiento preventivo, se debe realizar una base metodológica que permita la correcta ejecución del programa de mantenimiento. Esta base permitirá la identificación de los problemas y la más rápida y correcta ejecución de las acciones a realizar.

Para un mantenimiento preventivo, la metodología básica pudiera basarse en:

- Identificación de la operación de mantenimiento.
- Procesos para la realización del mantenimiento.
- Medios materiales y humanos requeridos.
- Periodicidad del proceso.
- Análisis de su interferencia con otros elementos aeroportuarios en la correcta prestación de los servicios aéreos.
- Tiempo requerido para su realización.
- Proceso de realización del mantenimiento preventivo.
- Informes y partes de trabajo.
- Inicio del intervalo de mantenimiento.

Para un mantenimiento correctivo pudiera ser:

- Identificación de la operación de mantenimiento.
- Procesos para la realización del mantenimiento e implementación de una ficha de acción, si es un mantenimiento correctivo nuevo.
- Medios materiales y humanos requeridos.
- Disponibilidad de los medios para la ejecución del mantenimiento.
- Análisis de su interferencia con otros elementos aeroportuarios en la correcta prestación de los servicios aéreos.
- Tiempo requerido para su realización.
- Proceso de realización del mantenimiento correctivo.
- Informes y partes de trabajo.
- Registro del mantenimiento y análisis de recurrencia, para analizar la posibilidad de incluirlo en la Guía de Mantenimiento preventivo.

Para la gestión del mantenimiento de aeropuertos, se emplearán sistemas que permitan la evaluación de los procesos de mantenimiento, su periodicidad, así como una gestión económica de los mismos. Para ello se podrán utilizar los programas descritos anteriormente, así como herramientas básicas, como hojas de cálculo para tareas específicas o para la planificación o la elaboración de documentación. Estas últimas no formarán parte del plan general de mantenimiento, ya que no permiten la integración global de todas las actividades.

Se realizará un proceso de selección de estas herramientas, en especial de los complejos programas y *software* de gestión, mediante la evaluación de programas de prueba, generalmente aportados de manera gratuita por las firmas comerciales. Así se podrá evaluar de manera global su adaptación al sistema de mantenimiento aeroportuario.

La utilización de estas herramientas debe ser continua, ya que si estuviera incompleta en la introducción de datos, no sería eficiente en el programa de mantenimiento. Para ello, la herramienta seleccionada debe ser de interface sencilla para el operador y el tiempo de utilización debe ser el menor posible.

El programa informático deberá ser adaptable y proporcionar datos en tiempo real de las operaciones de mantenimiento, estando todas las tareas integradas, desde las órdenes de mantenimiento, preventivo y correctivo, como la generación de informes y partes de trabajo.

## 9. PLAN DE MANTENIMIENTO

De acuerdo a la clasificación de los aeropuertos establecida en el punto 4. Tipificación de los aeropuertos de Bolivia, y teniendo en cuenta las operaciones a realizar y sus frecuencias, según el Manual de Mantenimiento específico para cada aeropuerto, se establecerá un Plan de Mantenimiento que deberá actualizarse anualmente.

Los Planes de Mantenimiento servirán para establecer las prioridades de mantenimiento, la planificación de las actividades preventivas y los costos previstos, así como los recursos humanos y materiales necesarios para mantener cada subsistema. Su elaboración se hará conforme a los criterios establecidos en puntos anteriores de esta Guía.



# 10. PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL PARA MANTENIMIENTO

## 10.1. Identificación del estado ambiental en la intervención de mantenimiento

En la gestión del mantenimiento aeroportuario, se deben tener en cuenta los posibles impactos en la realización de las actividades. Se debe realizar una acción conjunta que implique el menor deterioro o actuación sobre el terreno y su entorno. Para ello, hay que disponer de un plan de actuaciones para que pueda reponerse la acción realizada.

De acuerdo con lo descrito en el apartado de Operaciones de mantenimiento, las principales actividades de mantenimiento aeroportuario son las siguientes:

- Adecuación de las zonas pavimentadas.
- Mantenimiento de las zonas no pavimentadas.
- Mantenimiento de los cerramientos perimetrales.
- Mantenimiento de la red de alcantarillado y drenaje.
- Mantenimiento de los edificios aeroportuarios.
- Mantenimiento de las instalaciones eléctricas y electromecánicas.
- Conservación y mantenimiento de las ayudas visuales y la señalética.
- Mantenimiento de los vehículos y equipos.

Para cada una de estas actividades, los impactos identificados son los que se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 11.**  
**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO AEROPORTUARIO Y SUS AFECCIONES AMBIENTALES**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS
Adecuación de zonas pavimentadas (pistas, calles de rodaje y plataforma)	Limpieza de pavimentos (contaminación de caucho) mediante granallado o sistema de agua a presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación de cauces naturales</li> <li>Generación de residuos procedentes de la limpieza</li> </ul>
	Reparaciones superficiales (baches, desprendimientos y agrietamientos) mediante la excavación superficial, el relleno y la pavimentación	Generación de residuos procedentes del fresado y la excavación
	Reparaciones profundas (blandones, baches profundos y ondulaciones) mediante la excavación superficial, el relleno y la pavimentación	Generación de residuos procedentes del fresado y la excavación
Mantenimiento de zonas no pavimentadas (franjas de seguridad, zonas verdes y pistas no pavimentadas, caminos de servicio perimetrales)	Siega de vegetación existente	Generación de residuos procedentes de la siega
	Adición de material granular, perfilado y compactado en caminos de servicio y pistas no pavimentadas	Contaminación atmosférica
Mantenimiento de cerramientos perimetrales	Reparación localizada de vallados	Generación de residuos procedentes de la demolición o sustitución del cerramiento
Mantenimiento de la red de alcantarillado y drenaje	Limpieza manual o hidrodinámica de las redes de alcantarillado, pozos sépticos y red de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación de cauces naturales</li> <li>Generación de residuos procedentes de la limpieza</li> </ul>
	Reparaciones de las canalizaciones	Generación de residuos procedentes de la reparación
Mantenimiento de los edificios aeroportuarios	Reparaciones de las distintas instalaciones de los edificios aeroportuarios	Generación de residuos procedentes de la sustitución de los elementos que componen las diferentes instalaciones
Mantenimiento de las instalaciones eléctricas y electromecánicas	Reparaciones de las distintas instalaciones eléctricas y electromecánicas	Generación de residuos procedentes de la sustitución de los elementos que componen las instalaciones
Conservación y mantenimiento de las ayudas visuales y la señalética	Reparaciones de las ayudas visuales y su limpieza	Generación de residuos procedentes de la sustitución de los elementos que componen las ayudas visuales
Mantenimiento de vehículos y equipos	Reparación de vehículos y equipos	Contaminación de suelos por el vertido de aceites
		Contaminación de cauces naturales por el vertido de líquidos y aceites
		Generación de residuos procedentes de la sustitución de los elementos

FUENTE: Elaboración propia.



A continuación, también se incluyen los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento de la obra civil que forman parte de las actividades de mantenimiento aeroportuario indicadas en la tabla anterior:

**TABLA 12.**  
**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LA OBRA CIVIL Y SUS AFECCIONES AMBIENTALES**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS
Desbroce y desencape	Desbroce: Eliminación de los obstáculos presentes en el área (árboles, arbustos, remoción de troncos, raíces y otra vegetación y material)	Suelo Aire Agua Ecología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de la capa vegetal</li> <li>• Incremento de los niveles de emisiones de material particulado</li> <li>• Afectación a los sistemas de drenaje existentes</li> <li>• Modificación del paisaje</li> <li>• Generación de residuos sólidos</li> </ul>
	Desencape: Remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos en áreas donde se proyecta construir el proyecto		
Excavaciones y rellenos	Excavación: Proceso de remover y retirar volúmenes de tierra u otros materiales para la conformación de espacios donde será ejecutado el proyecto	Suelo Agua Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactación de suelos</li> <li>• Afectación a la calidad del suelo</li> <li>• Deterioro de la calidad de aire como consecuencia de la circulación de maquinaria y la operación de equipos</li> <li>• Incremento de los niveles sonoros</li> <li>• Generación de residuos sólidos</li> </ul>
	Relleno: Nivelación, conformación y compactación del terreno de acuerdo con las especificaciones del proyecto		
Transporte de materiales de construcción	Transporte y almacenamiento de los materiales requeridos para la construcción y/o el mantenimiento de la obra	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de los niveles de emisiones de material particulado</li> <li>• Generación de residuos sólidos</li> </ul>
Conformación de terraplén y pavimentación	Terraplén: Tierra con la que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra	Aire Suelo Ecología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de los niveles de emisión de partículas a la atmósfera</li> <li>• Incremento de los niveles de emisión de contaminantes atmosféricos</li> <li>• Incremento en los niveles sonoros</li> <li>• Desestructuración y compactación de suelos</li> <li>• Afectación al paisajismo</li> <li>• Generación de residuos sólidos</li> </ul>
	Pavimentación: Capa constituida por materiales que se colocan sobre el terreno natural nivelado para aumentar su resistencia		
Disposición de materiales sobrantes	Habilitación de áreas de almacenamiento temporal de material sobrante	Suelo Agua Aire Ecología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación a la calidad de suelo</li> <li>• Afectación a la calidad de cuerpos de agua</li> <li>• Emisión de material particulado</li> <li>• Afectación al paisaje</li> <li>• Generación de residuos sólidos</li> </ul>

FUENTE: Elaboración propia.

## 10.2. Buenas prácticas ambientales en la intervención de mantenimiento

Una vez identificada la afección de la realización del mantenimiento sobre el aeropuerto y su entorno, se debe realizar una serie de acciones que asegure la realización de la actividad de una manera correcta, eficiente y segura.

Para ello, se describe un conjunto de acciones en función de cada una de las actividades. Estas acciones serán iniciales o posteriores a la realización de la actividad, para poner los medios que permitan gestionar y planificar la acción, las prácticas que no se deben llevar a cabo y las acciones correctivas y de seguridad.

Estas actividades identificadas corresponden de manera general al Plan de Mantenimiento preventivo, el cual es extrapolable al mantenimiento correctivo, en el que la actividad, dada su naturaleza no prevista, debe contar con una gestión que permita su realización con la mayor seguridad y respeto al medioambiente, tanto al medio natural como su afección a las personas.

Se deberá realizar una toma de datos de las medidas previas y las acciones para ir retroalimentando el plan de acción ambiental y el manual de buenas prácticas para aquellas intervenciones de mantenimiento no recogidas en él, ya sean de naturaleza preventiva o correctiva.

De acuerdo a las actividades de mantenimiento aeroportuario y a los impactos ambientales identificados, definidos en el punto anterior, las medidas de mitigación y prevención medioambiental son las siguientes:

**TABLA 13.**  
**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO AEROPORTUARIO Y SUS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN**

ACTIVIDAD	MEDIDA DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN
Adecuación de zonas pavimentadas (pistas, calles de rodaje y plataforma)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento adecuado de las aguas contaminadas en caso de vertidos accidentales</li> <li>• Transporte de los residuos generados a lugar autorizado</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilitación de áreas de almacenamiento temporal</li> <li>• Transporte posterior de los residuos generados a lugar autorizado</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilitación de áreas de almacenamiento temporal</li> <li>• Transporte posterior de los residuos generados a lugar autorizado</li> </ul>
Mantenimiento de zonas no pavimentadas (franjas de seguridad, zonas verdes y pistas no pavimentadas, caminos de servicio perimetrales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilitación de áreas de almacenamiento temporal</li> <li>• Transporte posterior a lugar autorizado</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubrición del material transportado mediante lonas para evitar su caída</li> </ul>
Mantenimiento de cerramientos perimetrales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilitación de áreas de almacenamiento temporal</li> <li>• Transporte posterior a lugar autorizado</li> </ul>
Mantenimiento de red de alcantarillado y drenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de los cauces afectados</li> <li>• Transporte de los residuos generados a lugar autorizado</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de los residuos generados a lugar autorizado</li> </ul>
Mantenimiento de los edificios aeroportuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación de los residuos para su reciclado y transporte a lugares autorizados</li> </ul>
Mantenimiento de las instalaciones eléctricas y electromecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación de los residuos para su reciclado y su transporte a lugares autorizados</li> </ul>
Conservación y mantenimiento de las ayudas visuales y señalética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación de los residuos para su reciclado y su transporte a lugares autorizados</li> </ul>
Mantenimiento de vehículos y equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impermeabilización de los suelos sobre los que se realiza el mantenimiento de los vehículos y equipos para evitar su contaminación</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento adecuado de las aguas contaminadas en caso de vertidos accidentales</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación de los residuos para su reciclado y su transporte a lugares autorizados</li> </ul>

FUENTE: Elaboración propia.

Igualmente, en la siguiente tabla se incluyen las medidas de mitigación y prevención de las actividades de obra civil que forman parte de las actividades de mantenimiento aeroportuario indicadas en la tabla anterior.

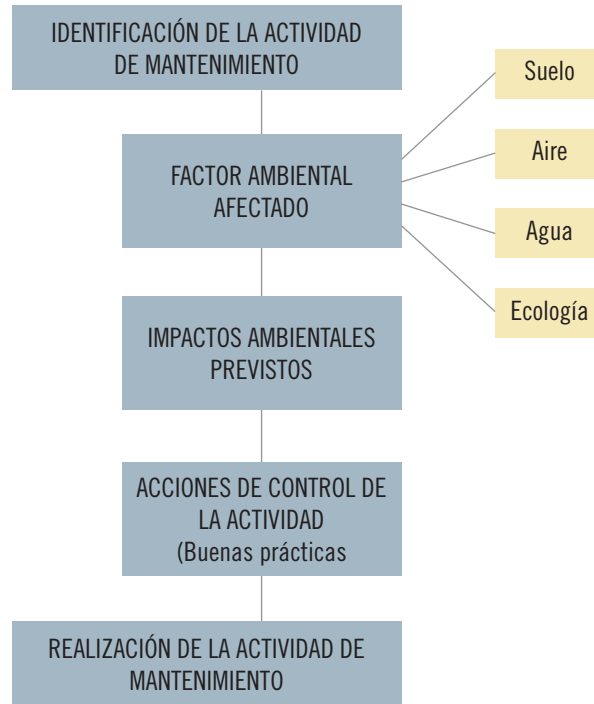
**TABLA 14.**  
**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LA OBRA CIVIL Y SUS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN**

ACTIVIDAD	MEDIDA DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN
Desbroce y desencape	<p>Desbroce:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar los permisos de desmonte</li> <li>• Delimitar debidamente las áreas de desbroce de acuerdo a planos de diseño garantizando que la intervención al área sea la necesaria</li> <li>• Marcar con pintura vistosa los árboles que serán cortados</li> <li>• La madera de los cortes será utilizada en los trabajos requeridos por el proyecto</li> <li>• Se prohíbe la quema de vegetación y/o material de corte</li> <li>• Dotación de equipo de protección al personal</li> </ul> <p>Desencape:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la calidad del suelo antes de la remoción</li> <li>• Realizar el retiro cuidadoso del suelo superficial con el fin de evitar la mezcla de los sustratos</li> <li>• El suelo no debe ser sometido a sobrecarga ni expuesto a la intemperie por un periodo de tiempo prolongado para evitar su compactación y la pérdida de nutrientes y propiedades biológicas</li> <li>• Dotar de equipo de protección al personal</li> </ul>
Excavaciones y rellenos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar medidas de seguridad en las zanjas para evitar la invasión de áreas aledañas con material de excavación que pueda obstruir los canales o cunetas para drenaje de aguas de lluvias</li> <li>• Seleccionar y acondicionar lugares de disposición de cortes y de material de excavación dentro de las instalaciones del aeropuerto</li> <li>• Cubrir con plástico o lona el suelo excavado para evitar la acumulación de agua, la generación de lodo y el arrastre de partículas</li> <li>• Elaborar informes sobre los volúmenes de material de excavación y de cortes que serán depositados en los lugares de disposición seleccionados</li> <li>• Realizar el mantenimiento continuo a vehículos y maquinaria pesada utilizada en la actividad.</li> <li>• Usar silenciadores en el equipo pesado y la maquinaria</li> <li>• Dotar de equipos de protección al personal</li> <li>• Rociar con agua las vías de acceso de tierra para evitar sólidos suspendidos</li> </ul>
Transporte de materiales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar un inventario de residuos de construcción</li> <li>• Seleccionar y acondicionar lugares de disposición de materiales de construcción dentro de las instalaciones del aeropuerto</li> <li>• Realizar el mantenimiento continuo a vehículos y maquinaria pesada utilizada en la actividad</li> <li>• Usar silenciadores en el equipo pesado y maquinaria</li> <li>• Monitoreo de ruido y aire por laboratorio certificado</li> <li>• Dotar de equipos de protección al personal</li> </ul>
Conformación de terraplén y pavimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el mantenimiento continuo a vehículos y maquinaria pesada utilizada en la actividad.</li> <li>• Usar silenciadores en el equipo pesado y maquinaria</li> <li>• Dotar de equipos de protección al personal</li> </ul>
Disposición de materiales sobrantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar sitios para la habilitación de buzones para disposición del material excedentario producto del corte de escombros que se pudiera generar durante el proyecto</li> <li>• Desechar o reutilizar el material sobrante dentro de la actividad o entregarlo al municipio para su disposición final</li> </ul>

FUENTE: Elaboración propia.

Gráficamente, el plan de acción se puede esquematar de la siguiente manera:

**ESQUEMA 3.**  
**PLAN AMBIENTAL**



FUENTE: Elaboración propia.

# 11. RECOMENDACIONES PARA EL MOMENTO DE LA INTERVENCIÓN

Para la realización de las tareas de mantenimiento aeroportuario, se deben tener en cuenta los siguientes factores para su correcta ejecución:

- Identificación inequívoca de la operación de mantenimiento.
- Gestión de los recursos humanos y materiales específicos para esa operación.
- Interferencia con otras operaciones de mantenimiento, así como con el correcto funcionamiento de todos los servicios del aeropuerto.
- Prioridad de la actuación en función de la urgencia de la intervención respecto a otras labores de mantenimiento, fundamentalmente en acciones correctivas.
- Evaluación de las medidas medioambientales a realizar.
- Realización de las intervenciones con seguridad para las personas y los equipos.

Una correcta identificación de la operación de mantenimiento y las acciones a realizar en ella permitirá la mejor gestión de recursos humanos y materiales que la componen, muy importante para la optimización del almacén y las sinergias de materiales y maquinaria para varios aeropuertos.

Al realizar la intervención de mantenimiento, debe quedar perfectamente claro, a priori, las interferencias que tiene para el espacio del aeropuerto, tanto en el lado tierra como en el lado aire, para así minimizar los impactos de estas con el correcto funcionamiento del mismo.

Para el caso de las acciones de correctivas de mantenimiento, hay que contar con una visión global de todo el Plan de Mantenimiento que lo permita compatibilizar, dando la prioridad adecuada, con las acciones preventivas. Estas, al seguir intervalos fijos marcados en la Guía, no deberían verse afectadas por las prioridades de actuación.

En la planificación y la gestión de las acciones preventivas y correctivas de mantenimiento, se debe tener en cuenta de una manera global los aspectos medioambientales que pudieran verse afectados. Las intervenciones de mantenimiento deben realizarse de manera que cumplan con los requerimientos expuestos en el plan de acción ambiental. Si la intervención a realizar no estuviera recogida en dicho plan, debe efectuarse de tal manera que sea lo más eficiente y respetuosa con el medioambiente.

La seguridad de los equipos y fundamentalmente de las personas es prioritaria para la realización de las intervenciones de mantenimiento. Los equipos deben tener un entorno de trabajo seguro y señalizado, cumpliendo las normas de seguridad aplicables y funcionando en unos rangos de uso y fatiga de maquinaria dentro de las especificaciones de los equipos. Para la seguridad de las personas dedicadas a las labores de mantenimiento, dependerá de la acción realizar, contando con los elemento de seguridad y visibilidad correspondientes a cada labor. En cualquier caso, el personal debe contar con formación específica para el desempeño del mantenimiento en materia de seguridad.



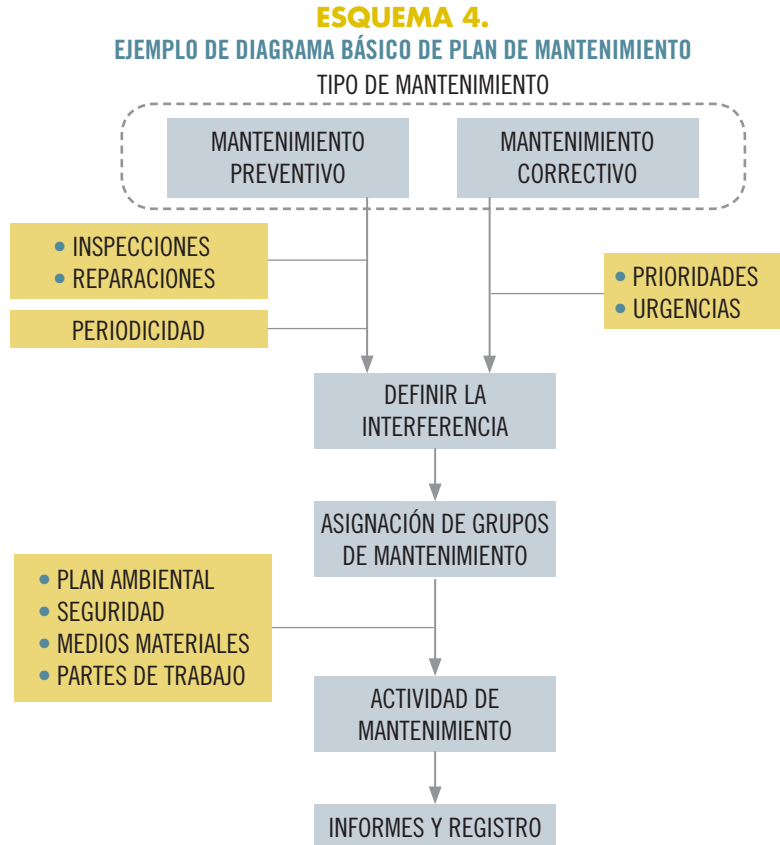
# 12. PROPUESTA METODOLÓGICA DE EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y TOMA DE DECISIONES

Se incluye una serie de diagramas que expresan el flujo de actividades, toma de decisiones y factores principales que influyen y se tienen en cuenta en las labores de mantenimiento.

Los procesos indicados deben estar gestionados por el Director Técnico de la Institución, de manera global para toda la red aeroportuaria, y a nivel local de cada aeropuerto por los responsables que coordinaran las actividades y los responsables de cada uno de los grupos de mantenimiento.

Existirá un *software* o programa informático de gestión que integre las actividades y los procesos a realizar. Este permitirá el control, la planificación y la generación de informes que evalúen el sistema y las actividades.

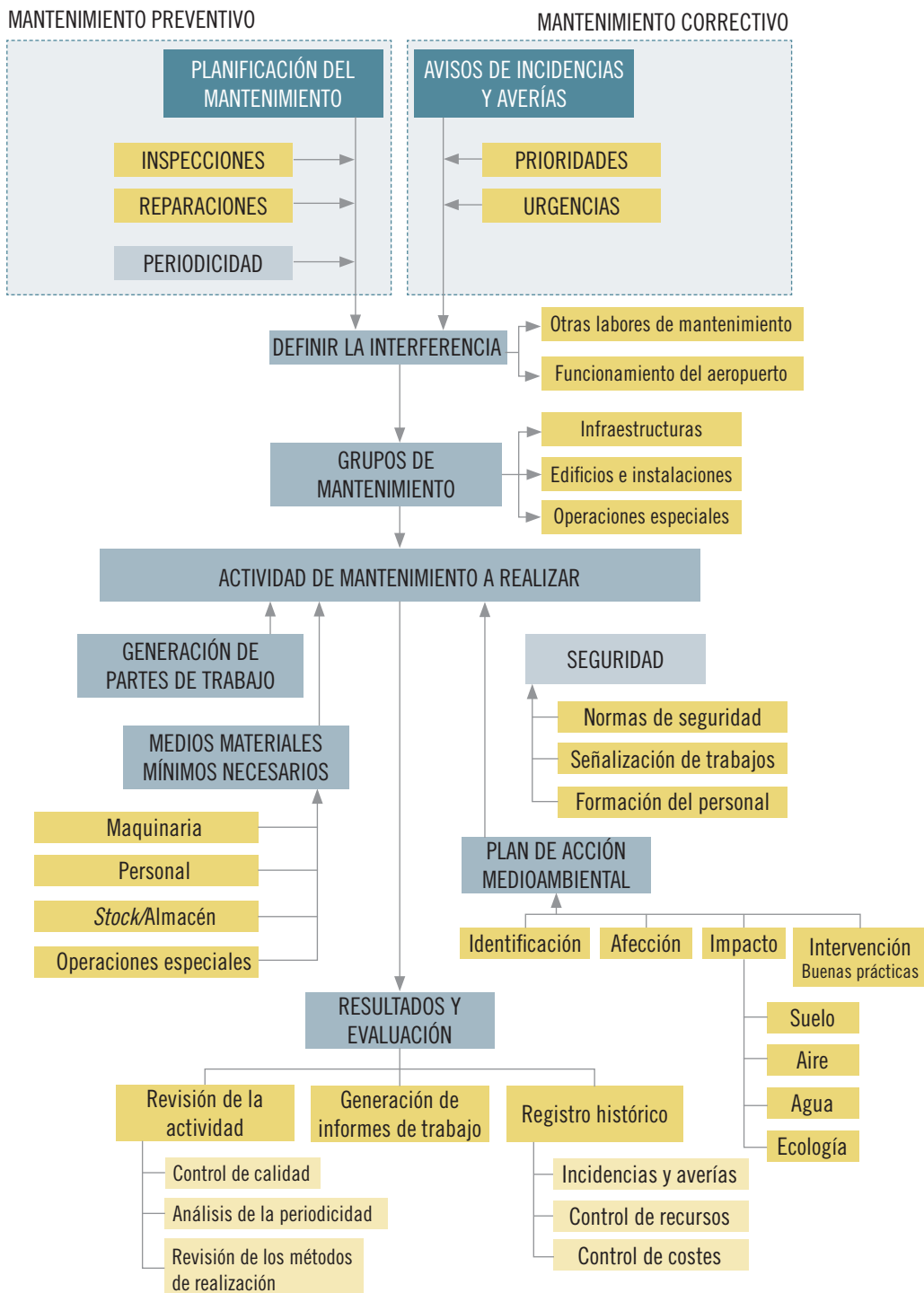
De manera básica, el diagrama de gestión sería del siguiente tipo:



FUENTE: Elaboración propia.

En detalle, seguidamente se incluyen los factores que determinan la realización de la actividad y un desglose de los resultados obtenidos.

**ESQUEMA 5.**  
**DIAGRAMA BÁSICO DE PLAN DE MANTENIMIENTO (EJEMPLO)**



FUENTE: Elaboración propia.





# Las grandes obras del CAMBIO

Av. Mariscal Santa Cruz  
Edificio Centro de Comunicaciones, Piso 5  
Telf.: 2156600 - 2119999 Telf./Fax: 2156620  
La Paz - Bolivia



[www.oopp.gob.bo](http://www.oopp.gob.bo)