



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

Facultad de Ingeniería

**SEGUIMIENTO Y CONTROL
DEL MANTENIMIENTO EN
AEROPUERTOS**

T E S I S A
Que para obtener el título de:
INGENIERO INDUSTRIAL

P r e s e n t a

RODOLFO ISRAEL NÁJERA PRIETO

Director de Tesis: M. en I. Lourdes Arellano Bolio



México, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la oportunidad de vivir y disfrutar de todas sus bendiciones.

A mis hermanas, Xóchitl y Lety, por su comprensión, ayuda y cariño en todos mis logros y por compartir lo mejor de los años conmigo. A Oscar y a Omar por su existencia y su caminar a mi lado.

A la M. en I. Lourdes Arellano por depositar en mí su confianza en este trabajo; por su paciencia, dedicación y tiempo durante la elaboración del mismo. Admiro su calidad humana.

A mis compañeros y amigos: Alan, Alejandro, Hugo, Oscar, Ale, Israel, Pablo, Raúl, Mónica, y todos aquellos que son ejemplo de honestidad, sinceridad, cariño, lealtad, compromiso y amistad.

A mis padres por su esfuerzo, dedicación, entrega y sacrificio al ofrecerme lo mejor durante mi formación como persona y como profesionista. Por su amor y por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida. No tengo con qué pagarles.

A mi familia por la alegría, por los valores y por los momentos vividos, en especial, a mi abuelo por sus grandes enseñanzas y consejos y por su incansable lucha por la vida; a Jessica por ser parte fundamental en mi crecimiento como persona.

A mis profesores y profesoras, pilares y ejemplos indiscutibles a seguir; por sus enseñanzas, experiencias y conocimientos compartidos durante mi carrera. En especial al M. en A. Antonio Cordero por todas sus palabras y consejos; a los ingenieros Gonzalo Guerrero, Jesús A. Espinosa, Carlos Morán y Andrés Mota por ser partícipes de este trabajo y consolidarlo con sus ideas.

Por último, y no por eso menos importante, a ese ser que ha colmado mi vida de felicidad, que ha compartido los mejores momentos a mi lado y ha sabido ser la compañera y amiga perfecta, cómplice de sueños, triunfos y derrotas; por conocerte, a ti, Julieta.

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
Introducción	1
Generalidades (Marco de referencia)	4
1. Marco Teórico	5
1.1 Propósito del mantenimiento	7
1.2 Objetivo del mantenimiento	7
1.3 Tipos de mantenimiento	11
1.4 Actividades de planeación	13
1.5 Organización del mantenimiento	15
1.6 Control del mantenimiento	15
1.7 Sistema aeroportuario	16
1.8 Instalaciones aeroportuarias	16
2. Cultura y calidad del mantenimiento (2 C's)	19
2.1 Cultura del mantenimiento	19
2.2 Recursos necesarios para el mantenimiento	21
2.3 Calidad en el mantenimiento	23
3. Mantenimiento de las instalaciones aeroportuarias	29
3.1 Pavimentos	29
3.2 Drenajes	33
3.3 Áreas verdes	33
3.4 Ayudas visuales	34
3.5 Instalaciones generales	35
3.6 Sistema de protección contra incendios	36
3.7 Equipos automotores	37
3.8 Sistemas electromecánicos	37
3.9 Edificios	38
3.10 Combustibles	38
4. Programación del mantenimiento. Control y evaluación del mantenimiento en las instalaciones aeroportuarias	41
4.1 Tipos de mantenimiento	41
4.2 Programación del mantenimiento en instalaciones aeroportuarias	42
4.3 Pavimentos	43
4.4 Drenaje	46
4.5 Áreas verdes	47
4.6 Ayudas Visuales	48

4.7 Instalaciones generales	50
4.8 Sistemas de protección contra incendios	51
4.9 Equipos automotores	52
4.10 Sistemas y equipos electrónicos y electromecánicos	53
4.11 Edificios	54
4.12 Combustibles	54
5. Control del mantenimiento. Metodología para los sistemas de control de dicho mantenimiento	56
5.1 Sistema de órdenes de servicio	57
5.2 Sistema de inspección y supervisión	60
5.3 Sistema de prioridad	60
5.4 Sistema de registro	60
5.5 Sistema de informes	60
5.6 Control sobre el trabajo	61
5.7 Control de costos	63
5.8 Control de materiales	63
5.9 Control de calidad	65
6. Registro y seguimiento del mantenimiento en las instalaciones aeroportuarias	70
6.1 Recopilación de datos	70
6.2 Listas de verificación	71
6.3 Conservación de registros	72
Anexo 1	77
Anexo 2	79
Anexo 3	81
Anexo 4	83
Anexo 5	92
Conclusiones	95
Bibliografía	98

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos principales de toda industria o empresa es el que las instalaciones y equipos de las mismas sigan funcionando de una manera eficiente y productiva. Lo que se necesita para que esto suceda son buenos programas de mantenimiento. El mantenimiento, como sistema, tiene una función clave en el logro de las metas y objetivos de la empresa. Contribuye a reducir los costos, minimizar el tiempo muerto de los equipos, mejorar la calidad, incrementar la productividad y contar con equipo confiable que sea seguro y esté bien configurado para lograr la entrega oportuna de las órdenes a los clientes, ya sea en servicio o en productos. Además, un sistema de mantenimiento juega un papel importante en minimizar el costo del ciclo de vida de los equipos.

Es preciso comentar que la aparición de fallos y averías en los componentes de una instalación trae consigo la disminución de los beneficios que pudieran derivarse del proceso productivo en cuestión. Aquellas averías que dan lugar a la indisponibilidad del proceso provocan una merma de ingresos y, asimismo, originan un incremento de los costos de producción, ya que, como mínimo, habrá que reparar o sustituir el equipo averiado y, en el peor de los casos, deberán pagarse importantes indemnizaciones por posibles daños ocasionados a terceros, situación muy común en trabajos que requieren de concentración y donde se maneja maquinaria pesada.

En los tiempos actuales, caracterizados por un creciente grado de competencia en la totalidad de las industrias (de todo tipo), el aseguramiento de la capacidad productiva se configura como un factor fundamental para el mantenimiento o mejora de la rentabilidad asociada a una instalación o proceso industrial.

En este contexto, la seguridad de funcionamiento de una instalación industrial, visión integrada de los conceptos de fiabilidad (capacidad para funcionar continuamente durante un determinado período de tiempo), mantenibilidad (capacidad para ser mantenido preventiva y correctivamente), disponibilidad (capacidad para funcionar en un instante determinado) y seguridad (capacidad para operar sin producir daño), constituye el índice básico de medida del aseguramiento de su capacidad productiva.

Si los conceptos mencionados se jerarquizan en términos de la influencia de unos en otros, se puede afirmar que el mantenimiento, en sus variantes de preventivo y correctivo, influye de sobremanera en el resto de los elementos de la fiabilidad de un dispositivo. De ahí el notable auge que, en los últimos años, está teniendo su optimización en la mayoría de las organizaciones industriales.

Aun cuando se reconoce la importancia del mantenimiento, no se ha desarrollado ni integrado en los programas de estudio de ingeniería, sin embargo, en algunas materias como Sistemas de producción o Estudio del trabajo han sido estudiados de manera regular pero sin llegar a la práctica de técnicas estadísticas y de optimización por lo que se acarrea una cultura del mantenimiento muy pobre.

Por otra parte, es necesario saber que el transporte aéreo se ha convertido en las últimas décadas de este siglo en una pieza fundamental en el desarrollo espectacular de las relaciones comerciales y particulares, en un entorno cada vez más globalizado, es por ello que se debe contar con la infraestructura adecuada y con sistemas aeroportuarios con la más alta eficiencia y con la calidad que el mundo exige.

El elemento infraestructural de esta modalidad de transporte, los aeropuertos, constituye un centro operativo de primer orden. Tanto el funcionamiento como las capacidades de los aeropuertos son determinantes para la adecuada operación del transporte aéreo.

La necesidad de contar con un sistema aeroportuario que responda adecuadamente a las necesidades de transporte aéreo en las vertientes comerciales y turísticas requiere disponer de instalaciones y servicios que garanticen que el tráfico aéreo se lleve a cabo con la seguridad, fluidez, regularidad, eficacia y economía que le son exigibles. Dichos conceptos son fácilmente alcanzables si se cuenta con administración conciente de los problemas que pueden aquejar el buen funcionamiento. Uno de estos problemas es la carencia de una cultura de mantenimiento por parte de los encargados, que aunque cuentan con programas de mantenimiento, suelen llevar a cabo las tareas de una manera simple y sin control, sin darle la importancia que se requiere; uno de los objetivos de este trabajo es fomentar esa cultura y darle seguimiento a una de las áreas más importantes dentro de todo aeropuerto para que los servicios y las instalaciones funcionen de la mejor manera cómo lo es el área de *mantenimiento*, y a pesar de no ser un tratado en la materia, permite conocer la importancia de esta tarea; permite seguir ciertos programas de supervisión e inspección ya implantados; permite identificar las instalaciones más solicitadas para la tarea de mantenimiento y permite controlar de una manera eficiente todos los trabajos de mantenimiento que se lleven a cabo.

En el caso de la infraestructura aeroportuaria, el mantenimiento tiene por objeto garantizar la fiabilidad y efectividad de la infraestructura dedicada a la aviación civil, aspecto de gran importancia para la seguridad, eficiencia, regularidad y economía de las operaciones aéreas. El mantenimiento tiene asimismo la finalidad de asegurar que las instalaciones conserven una vida útil compatible con lo planificado.

A la necesidad de que en cada aeropuerto existan planes a medio y largo plazo, programas y subprogramas de mantenimiento incluyendo, cuando sea apropiado, programas de mantenimiento preventivo para asegurar que las instalaciones tales como los pavimentos, ayudas visuales, vallas, sistemas de drenajes, edificios y otras, se conserven en un aspecto que no afecte la seguridad, regularidad y eficiencia de las operaciones, surge este trabajo que servirá como guía para que los encargados del mantenimiento en las instalaciones establezcan los debidos programas y formulen las respectivas bitácoras que ayuden al seguimiento y el control del mantenimiento de las instalaciones.

El manejo eficiente de un sistema de esta naturaleza, implica la conjunción de tres elementos principales: organización adecuada, recursos humanos calificados y recursos materiales suficientes. La determinación y alcance de estos elementos estará dado por la cantidad de las instalaciones a ser atendidas y por la disponibilidad de atención que requieran.

El capítulo 1 presenta al mantenimiento como un sistema el cual necesita de actividades como planeación, organización y control. Se presentará a detalle las definiciones del mantenimiento; se definirá sistema aeroportuario y se describirán las instalaciones aeroportuarias de las que será objetivo el presente trabajo

El capítulo 2 tendrá como propósito fomentar una cultura de mantenimiento en las instalaciones por parte de los encargados de ello; así como especificará en qué consiste la calidad del mantenimiento en dichas instalaciones y cómo generar o cómo llegar a esa calidad.

En el capítulo 3 se muestra cómo es el mantenimiento de las instalaciones y la teoría que los encargados del mantenimiento deben tener en cuenta para poder dar un servicio adecuado a las instalaciones según los manuales de especificaciones, y así tener un marco de referencia para poder establecer el seguimiento y el control del mantenimiento.

En el capítulo 4 se describirán los programas que son más adecuados para el mantenimiento de éstas instalaciones; las diferencias entre aplicar un mantenimiento preventivo a uno correctivo, así como la información que describe los programas de inspección, control y evaluación de las instalaciones.

El capítulo 5 nos sirve para identificar el tipo de control que debemos tener en el mantenimiento de instalaciones. En él se detallarán algunas técnicas estadísticas para el control del mantenimiento las cuales nos servirán para coordinar y supervisar nuestros programas; además se presentarán algunos requisitos del sistema de información planeado para administrar adecuadamente el mantenimiento y la metodología que puede emplearse para evaluar dicho sistema.

En el último capítulo se establecerá la forma y la información que deberá contener la bitácora de servicios realizados para que el mantenimiento tenga un seguimiento sin importar que la persona que lo realice sea distinta.

Después de avanzar en la teoría del mantenimiento se realizarán las debidas conclusiones, que como analista del proceso, se pueden tener durante la inspección de las instalaciones tratando de que no tengan un costo significativo, que sean fáciles de llevar a cabo, rápidas, y sobre todo que sean útiles. Las conclusiones tratarán de ser acertadas y argumentaran lo que este trabajo ha significado, para el propósito para el que fue destinado y que se puede lograr para ejecutarlo de una manera eficiente.

Al final del trabajo se presenta la bibliografía básica que se ha considerado y que podría ser examinado por los lectores para complementar las referencias o detalles del tema que se expone y que servirá como orientación a los ejecutivos del mantenimiento y como práctica a los encargados del mismo.

GENERALIDADES

(Marco de Referencia)

Este trabajo fue realizado debido a que se considera de una importancia crítica el hecho de realizar adecuadamente el mantenimiento en instalaciones industriales. Normalmente en las industrias se presta mucha atención a secciones que se encuentran emparentadas con el producto y normalmente la *sección mantenimiento* queda relegada a un plano inferior. ¿Por qué?, muy sencillo; se tiene la idea errónea de que los procesos que llevan a buen puerto el procesamiento de un producto dependen exclusivamente de producción.

No hay que ser un sabio para concluir que los procesos industriales dependen más que nada del buen funcionamiento de los equipos afectados al mismo. Ahora bien; ¿quién tiene la responsabilidad de hacer funcionar las máquinas de manera óptima?; la respuesta es *mantenimiento*. En todas las empresas cuando empieza un período se hace una evaluación del costo operativo que implicará que una sección se desempeñe sin sobresaltos. Habría que preguntarse, ¿qué presupuesto se destinará este año a mantenimiento?, ¿cómo hicieron para calcularlo?, ¿qué parámetros tomaron en cuenta?, sin embargo, estas respuestas dependen de nosotros pero específicamente dependen del departamento de contabilidad, lo que depende de nosotros es que las instalaciones funcionen de la mejor manera.

Se ha observado que las autoridades aeroportuarias carecen de un programa que indique cuándo, cómo y qué es lo que se debe realizar en una inspección de alguna instalación; este trabajo pretende dar respuesta a tal solicitud recopilando aspectos esenciales de la infraestructura aeroportuaria con la finalidad de orientar las tareas y decisiones de los encargados del mantenimiento.

El trabajo está destinado proveer a la parte administrativa de la teoría necesaria para realizar las tareas y lo que debemos tener en cuenta para tal acción y apoyará a los encargados del mantenimiento en la forma de seguir y controlar los programas o tareas que se deben realizar a las instalaciones.

Con el apoyo de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, (ASA), del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y algunas visitas al Aeropuerto Estatal de Toluca se tuvo acceso al material como lo son manuales de inspección, equipos e imágenes alusivas para poder realizar el trabajo de la mejor manera y proponer las herramientas que nos servirán para seguir y controlar el mantenimiento en las instalaciones, objetivo principal de este trabajo.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

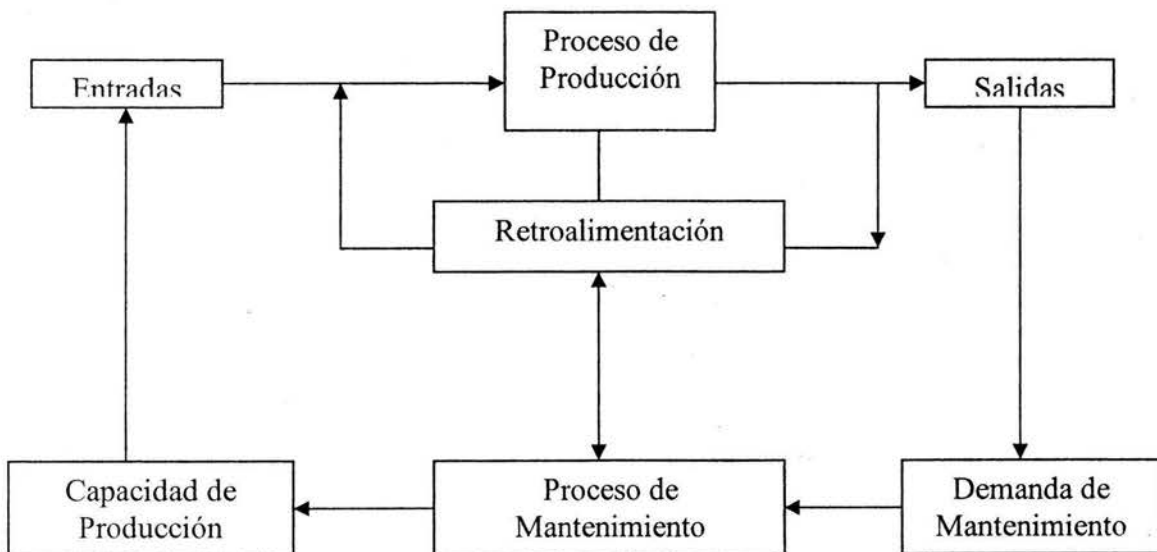
El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se encuentra en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

Hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar equipo dañado tan pronto como se pueda sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas.

El mantenimiento no empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados, sino en la etapa inicial de todo proyecto y continúa cuando se formaliza la compra de aquéllos y su montaje correspondiente y termina con el servicio que dichos equipos proveen a la industria.

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera coordinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción.

Fig. 1.1 Relación entre un sistema de producción y un sistema de mantenimiento.

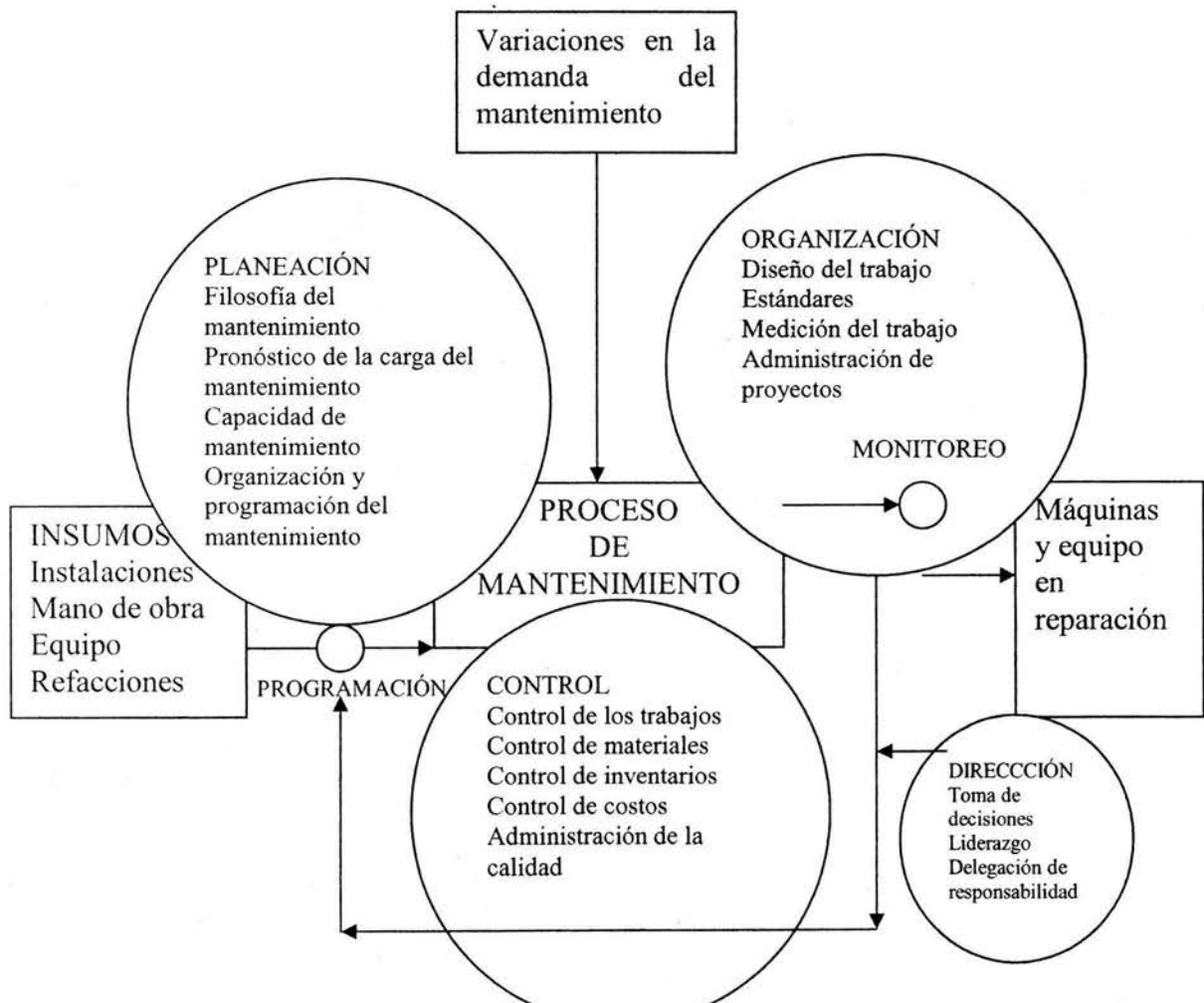


Los sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y proceso, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes. La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento. El sistema de mantenimiento toma esto como una entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

Desde hace mucho tiempo se ha tomado en cuenta el papel de los sistemas de mantenimiento en las empresas manufactureras; sin embargo, es claro que las funciones del mantenimiento también son esenciales en las empresas de servicios como hospitales, bancos, aeropuertos, instituciones educativas y tiendas de departamentos. En organizaciones como los hospitales, por ejemplo, las máquinas de rayos X y de exploración del cerebro deben mantenerse funcionando todo el tiempo debido a que son equipos fundamentales para la vida humana.

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son mano de obra, herramientas, refacciones, equipo, etc., y la salida es equipo funcionando, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada de la industria. A continuación se muestra el sistema típico de mantenimiento que las empresas deberían de cumplir aunque la realidad sea otra.

Fig.1.2 Sistema típico de mantenimiento



1.1 Propósito del mantenimiento

Es el medio que tiene toda empresa o industria para conservar operable con el debido grado de eficiencia y eficacia su activo fijo, o todas sus instalaciones. Engloba al conjunto de actividades necesarias para:

- tener una instalación o equipo en funcionamiento,
- restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas.

El mantenimiento incide, por lo tanto, en la cantidad y calidad de la producción.

En efecto, la cantidad de producción a un nivel de calidad dado está determinada por la capacidad instalada de producción y por su disponibilidad.

Si bien pueden tener un concepto bastante claro de lo que quiere expresar fiabilidad, diremos que es la probabilidad de que un equipo se desempeñe del modo que se había propuesto, durante un tiempo establecido, bajo condiciones especificadas de operación.

Si este criterio lo aplicamos a los equipos que sólo se usan una vez puede darnos una idea relativamente falsa de su significado.

Un ejemplo típico es la fiabilidad de un clavo. Al usarlo, él mismo puede funcionar correctamente o, doblarse y en este último caso, no sería "fiable".

Por ello, normalmente su significado se aplica a conjuntos de piezas o sistemas, formados por un ensamble serie/paralelo en el que individualmente, cada pieza, posee su propia fiabilidad y el ensamble, una diferente, según cómo se encuentre formado dicho ensamble.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que la fiabilidad de un sistema complejo, compuesto por una serie de piezas, puede llegar a ser muy mala a pesar de una no muy mala fiabilidad individual. Esto es tanto más cierto cuanto mayor sea la variabilidad del desempeño de cada uno de los componentes del sistema y su grado de dependencia o independencia. Es particularmente cierto cuando es la mano de obra uno de los componentes. En efecto, si no llevamos a cabo una actividad de mejora y de control será muy difícil obtener fiabilidades resultantes elevadas.

También es cierto que es a través de esta actividad de mejora donde se puede lograr la diferencia entre un buen y un mal servicio como equipo.

1.2 Objetivo del mantenimiento

El mantenimiento constituye un sistema dentro de toda organización industrial cuya función consiste en ajustar, reparar, reestablecer, reemplazar o modificar los componentes de los equipos industriales para que los mismos puedan operar satisfactoriamente en cantidad/calidad durante un período dado.

El mantenimiento, por su incidencia significativa sobre la producción y la productividad de las empresas o industrias, constituye uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas.

Las tareas de mantenimiento en cualquier empresa o en nuestro caso, la industria aeroportuaria, se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

Alcanza a máquinas, herramientas aparatos e instrumentos, a equipos de producción, a los edificios y todas sus instalaciones auxiliares como agua potable, desagües, agua para el proceso, agua para incendios, pozos de agua y sistemas de bombeo, agua caliente y vapor con sus correspondientes generadores como calderas, intercambiadores de calor, instalaciones eléctricas monofásica y de fuerza motriz, pararrayos, instalación de aire comprimido, de combustibles, sistemas de aire acondicionado y de telefonía, equipos, aparatos y muebles de oficina, jardinería y pavimentos; aunque no consideraremos todos los mencionados, sí los más significativos para los servicios aeroportuarios.

¿Qué se busca obtener con un buen mantenimiento?

Se busca:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras.
- Balancear el costo del mantenimiento con la productividad.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

Al utilizar una división más conveniente sobre las consecuencias de la ejecución del mantenimiento, tenemos que:

❖ En la organización

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Redes de comunicación eficaces.

- ❖ En seguridad
 - Mejorar las condiciones ambientales.
 - Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
 - Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
 - Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo.
 - Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
 - Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación.

- ❖ En la productividad
 - Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
 - Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
 - Reducción de los costos de mantenimiento.
 - Mejora de la calidad del producto final.
 - Menor costo financiero por recambios.
 - Mejora de la tecnología de la empresa.
 - Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
 - Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

Hay que tener en cuenta que: **EL MANTENIMIENTO NO ES UN GASTO, ES UNA INVERSIÓN.**

Por otra parte, el mantenimiento de la infraestructura aeroportuaria tiene por objeto garantizar la fiabilidad y efectividad de la infraestructura dedicada a la aviación civil, en cada aeropuerto deberían establecerse programas de mantenimiento preventivo para asegurar que las instalaciones conserven una vida útil que no afecten la seguridad y eficiencia de las operaciones.

La inspección comprende todas las medidas necesarias para verificar y evaluar el estado operacional, por la acción de verificaciones programadas o por un plan en que se especifica la detección de fallas, el informe del resultado, y la evaluación final.

El servicio comprende todas las medidas necesarias para mantener una instalación al estado operacional requerido, siguiendo un plan en que se especifique el tiempo de servicio específico y el informe del cumplimiento.

Cuando la inspección y el servicio revelen deficiencias en un elemento o sistema de ellos, es preciso planificar y ejecutar las reparaciones lo antes posible.

Además de un modelo adecuado de organización del mantenimiento, es necesario establecer una orientación con respecto a los equipos, herramientas y existencias así como el control de repuestos y materiales requeridos, teniendo en cuenta los programas de capacitación y actualización del personal de mantenimiento, además del establecimiento de una bitácora y herramientas que ayuden al control de dicho mantenimiento.

Para iniciar un estudio sobre las instalaciones se debe, primero, saber e identificar los tipos de fallas que se pueden presentar en los equipos.

Una falla se define como el cese de la capacidad de una entidad para realizar su función específica. El término entidad equivale en términos generales a equipo, conjunto, sistema o máquina. Se puede decir que una falla es la pérdida de la función de un elemento, componente, sistema o equipo. Esta pérdida de la función puede ser total o parcial.

La pérdida total de funciones conlleva a que la entidad no puede realizar todas las funciones para las que se diseñó.

Una estrategia para la solución de averías debe considerar que existen averías críticas que son prioritarias eliminarlas para conseguir un resultado significativo en la mejora del equipo.

❖ Tipos de averías:

- Fallas esporádicas: esta clase de pérdidas, como indica su nombre, ocurren de repente y en forma no prevista. Las características principales de estas pérdidas son: son de poca frecuencia, resultan de una cosa simple, identificación rápida de la causa y medidas correctivas fáciles y son de poca duración.
- Fallas crónicas: este tipo de pérdidas están ocultas y permanecen en el tiempo. Su efecto es relativamente bajo, pero al sumarlo durante todo el tiempo que permanece puede llegar a ser muy importante para los resultados de la industria.

Esta clase de pérdidas se vuelven habituales para el personal de la empresa y en muchos casos ya no se aprecian por que *"hemos aprendido a vivir con ellas"* a lo que nosotros conocemos como *ceguera de taller*, por ejemplo, en una línea de empaque de productos de consumo sale aproximadamente cada media hora una caja sin pegar debido a una falla del equipo.

Este problema no es dramático, pero muestra que el equipo presenta una falla sistemática en su funcionamiento y que es necesario investigar, en el caso del aeropuerto podemos mencionar una disminución de luminosidad en las luces de advertencia que refleja que las luces necesitan ser inspeccionadas.

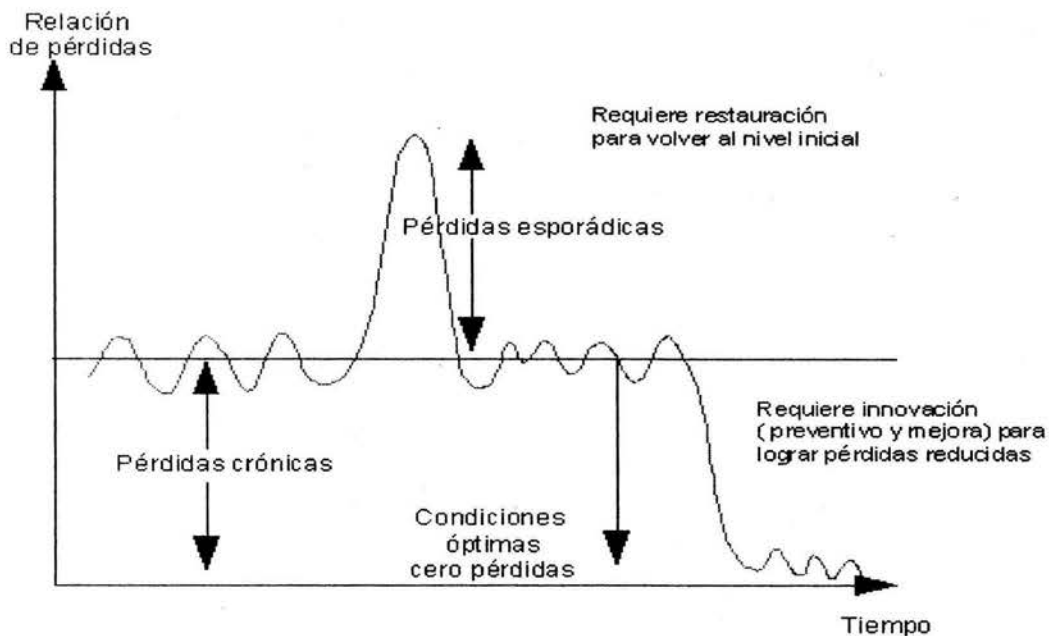


Fig. 1.3 Relación de pérdidas esporádicas y pérdidas crónicas.

1.3 Tipos de mantenimiento

Dentro de toda industria, existen tres categorías para clasificar el mantenimiento; dichas divisiones se utilizan para describir qué tipo de mantenimiento es el que se tiene que llevar a cabo para determinados equipos o para determinadas tareas.

En los aeropuertos, la necesidad de garantizar la seguridad del tráfico aéreo, preservando el perfecto funcionamiento de sus sistemas y evitando su deterioro, son funciones que requieren mucho tiempo y atención debido a la gran cantidad de puntos a ser tratados, por lo que es necesaria la implantación de métodos capaces de mantener y alcanzar objetivos. Para alcanzar estos objetivos es importante contar con información precisa, rápida y segura. Para tomar decisiones técnicas, gerenciales que garanticen el funcionamiento de los sistemas, equipos, componentes a fin de permitir la operación del aeropuerto.

En un aeropuerto por pequeño que sea, debe existir una estructura que se encargue de la planificación y programación del mantenimiento.

1.3.1 Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento se realiza cuando la mayoría de las fallas se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de una futura falla, indicios que pueden advertirse simplemente. En otros casos, es posible la falla de un equipo, mediante el monitoreo del mismo, es decir, mediante la elección, medición y seguimiento de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del equipo en análisis.

En otras palabras, este mantenimiento trata de acompañar o seguir la evolución de las futuras fallas.

¿Cómo?

A través de un diagnóstico que realizamos sobre la evolución o tendencia de una o varias características mensurables y su comparación con los valores establecidos como aceptables para dichas características.

¿Cuáles pueden ser esas características?

Por ejemplo, pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la resistencia eléctrica, los ruidos y vibraciones, la viscosidad, el contenido de humedad y de impurezas en líquidos, el espesor de materiales, el nivel de un fluido, etc.

Los tipos de descomposturas a las cuales el mantenimiento predictivo es aplicable, está limitado a esos equipos a los cuales los cambios, en los parámetros seleccionados previamente son usados para proyectar descomposturas. No es apropiado cuando no hay medio de detectar mal funcionamiento por adelantado, tampoco es apropiado cuando los costos del monitoreo sean más altos que los costos de reparación o que las pérdidas de producción, por estas causas, en las instalaciones se realiza otro tipo de mantenimiento.

El mantenimiento predictivo tiene como fines los siguientes:

- Reducir descomposturas y accidentes causados por el equipo.
- Incrementar los tiempos de servicio y operación.
- Reducir los costos y tiempos de mantenimiento.
- Incrementar la calidad de los servicios y productos.

1.3.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se lleva a cabo después de que ocurre una falla y lo que se pretende es reestablecer el equipo a un estado en el que pueda realizar la función requerida.

Los defectos en trabajos que no fueron reparados en su fase inicial pueden asumir serias proporciones y afectar la integridad del equipo o sistema. Cuando ocurre esto, los defectos afectan a la calidad del equipo o sistema, requiriendo servicios correctivos más amplios.

Este mantenimiento es elaborado a partir de las inspecciones efectuadas y de la información externa. En función de su tipo, tiene carácter inmediato.

- Se deben elaborar los programas separadamente, en razón de la diversidad de los tipos de ejecución.
- La utilización de recursos para una mejor utilización.
- Inicialmente elaborar el preventivo para frecuencias hasta de 1 año y el correctivo en el plazo coherente con la necesidad surgida.

1.3.3 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una inspección periódica para detectar condiciones que pudieran causar descomposturas, paros de servicio o pérdida de control de los equipos y así controlar, eliminar o evitar tales condiciones en sus primeras etapas. En otras palabras el mantenimiento preventivo es la rápida detección y tratamiento de las anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas. Es medicina preventiva para el equipo.

El mantenimiento preventivo consiste en dos actividades básicas; inspección periódica y restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones. La rutina de mantenimiento diario se considera como mantenimiento preventivo.

Aquí se analiza las actividades planeadas de plazo intermedio y largo conducidas por el departamento de mantenimiento: seleccionando estándares de mantenimiento, preparando y ejecutando planes de mantenimiento, manteniendo los registros de mantenimiento y actividades de restauración.

El mantenimiento preventivo debe constituirse en la principal fuente generadora de los trabajos desarrollados en el aeropuerto y los programas deben orientarse a la detección y prevención de fallas potenciales.

El mantenimiento preventivo debe proporcionar resultados efectivos de reducción de tiempo y de costos, ampliación de la vida útil, disminución de mantenimientos correctivos y de emergencia o de trabajos imprevistos.

Los programas de mantenimiento preventivo serán hechos efectuando la correlación de los nombres, códigos de los equipos, la periodicidad de intervención en los equipos, instrucciones de mantenimiento, registro de datos de la medición predictiva, costos, códigos de materiales y refacciones, etc.

Los programas de mantenimiento preventivo indican cuándo debe ejecutarse los servicios, para asegurarlo es necesario que una instalación aeroportuaria, normalmente dotada de equipos eléctricos, mecánicos, electrónicos, etc., el personal de mantenimiento adapte programa conveniente de corrección, prevención y predicción, para sostener la eficiencia operacional de los mismos.

1.4 Actividades de Planeación

La planeación en el contexto del mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la lista de materiales, las órdenes de trabajo, las compras, los estándares de tiempo y todos los datos para preparar y programar el trabajo de mantenimiento.

Los principales objetivos dentro de la planeación del mantenimiento son: minimizar el tiempo ocioso de los trabajadores de mantenimiento, maximizar la utilización eficiente del tiempo del trabajo y mantener el equipo de operación en un nivel que responda a las necesidades de servicio.

La planeación generalmente incluye las siguientes características:

- ❖ **Filosofía del mantenimiento:** básicamente se refiere a tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta sin que se comprometa la seguridad. Para lograr esta filosofía podemos mencionar las siguientes estrategias:
 - **Mantenimiento correctivo:** se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando.
 - **Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso:** se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido.
 - **Mantenimiento preventivo con base en las condiciones:** se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo, cuando lo marca el catálogo o cuando se ha parado el equipo para hacerle otro tipo de reparación.
 - **Mantenimiento de oportunidad:** se lleva a cabo cuando surge la oportunidad.
 - **Detección de fallas:** la detección de fallas es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas.
 - **Modificación del diseño:** se realiza para hacer que un equipo alcance una condición que sea aceptable en ese momento.
 - **Reparación general:** examen completo y el restablecimiento de un equipo o sus componentes principales a una condición aceptable.
 - **Reemplazo:** implica sustituir el equipo en lugar de mantenerlo.
- ❖ **Pronóstico de la carga de mantenimiento:** proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento. La carga de mantenimiento varía en función de la edad del equipo, el nivel de su uso, la calidad del mantenimiento, factores climáticos y las destrezas de los trabajadores de mantenimiento. Este pronóstico es esencial para alcanzar un nivel deseado de eficacia en la utilización de los recursos.
- ❖ **Planeación de la capacidad del mantenimiento:** agrupa todos los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento como son mano de obra, materiales, refacciones, equipo y herramientas. (ver capítulo 2)
- ❖ **Organización del mantenimiento:** dependiendo de la carga de mantenimiento, el tamaño de la empresa, etc., el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por área o en forma centralizada.
- ❖ **Programación del mantenimiento:** es el proceso de asignación de recursos y de personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento. En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho en el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad para adaptarse a los cambios.

1.5 Organización del mantenimiento

Se sabe que los sistemas de mantenimiento se ponen en movimiento por las órdenes de trabajo, que generalmente son emitidas por los departamentos de producción. Estas órdenes de trabajo describen el trabajo, su ubicación, las habilidades requeridas y la prioridad del trabajo.

- Diseño del trabajo: comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores requeridos.
- Estándares de tiempo: representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores y, de esta forma, reducir al mínimo el tiempo muerto de los equipos.
- Administración de proyectos: implica el desarrollo de redes de actividades y luego el empleo de técnicas de operaciones para hacer el mejor uso de los recursos.

1.6 Control del Mantenimiento

Para un sistema de mantenimiento, se tiene:

- Control de trabajos: el sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar la tarea de mantenimiento. Una orden de trabajo bien diseñada con un adecuado sistema de informes es el corazón del sistema de mantenimiento. Más adelante se diseña un modelo para tratar estas órdenes de trabajo.
- Control de inventarios: se afirmó que para la programación del trabajo de mantenimiento es esencial asegurar que se cuente con las refacciones y los materiales requeridos. Es físicamente imposible y económicamente impráctico que cada refacción llegue de manera exacta cuando se necesita y donde se necesita. Por estas razones se mantienen los inventarios para mantener los niveles deseados de dichas refacciones.

El inventario deberá identificar todas las áreas, equipos e instalaciones implantadas y por implantar en el Aeropuerto y sus respectivas aplicaciones. Una vez identificadas todas las áreas y equipos que componen el aeropuerto, se proyectan los formularios para la recolección normalizada de datos, lo que deben ser suficientemente amplios para atender futuras consultas relativas a las características de sus especificaciones, fabricación, montaje, adquisición, almacenamiento, instalación, operación y mantenimiento.

- Control de costos: el costo del mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los respaldos y los costos de un mantenimiento excesivo. El control del costo del mantenimiento optimiza todos los costos del mantenimiento, logrando al mismo tiempo los objetivos que se haya planteado la industria en cuestión.

En un aeropuerto, por las peculiaridades operacionales y de seguridad que las actividades desarrolladas encierran, no siempre el menor costo final es el que proporciona mayor satisfacción. Por otro lado, si las personas no tienen dentro de sí el concepto de “aeropuerto como un todo”, podrán desear servicios caros que desequilibrarán el criterio de calidad total. ¡No existe calidad total a cualquier costo!

- Control de calidad: es esencial hacer un trabajo de mantenimiento bien la primera vez. La calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adoptada por la organización. Una alta calidad se asegura verificando los trabajos de mantenimiento críticos o mediante la supervisión del mantenimiento.

La calidad inherente al servicio de mantenimiento es la calidad intrínseca, esto es aquella que existe correctamente y que puede ser evaluada y mensurada por medio de la comparación objetiva con patrones y especificaciones. En el siguiente capítulo se especificarán los procesos de cómo podemos llegar a alcanzar esa calidad.

1.7 Sistema Aeroportuario

Un aeropuerto es una zona de tierra o de agua adaptada para el aterrizaje y el despegue de aviones; el terreno de los aeropuertos depende de la ciudad o de la infraestructura que otorgue determinado país o ciudad, en el caso de este trabajo, los aeropuertos están localizados en zonas de agua. Otro factor que influye en la localización de un aeropuerto son las características geográficas, como las colinas y montañas próximas y la conveniencia de evitar rutas de aproximación y salida sobre zonas residenciales pobladas.

Los grandes aeropuertos tienen terminales para la llegada y la salida de pasajeros, instalaciones generales, edificios, zonas administrativas y en gran medida, instalaciones para mantenimiento y reparación de los aviones. Estos componentes son los que integran todo el sistema aeroportuario. A pesar de que todo el sistema necesita de un programa de mantenimiento, sólo algunas instalaciones son motivo de estudio en este trabajo, principalmente las que se refieren a todos los servicios e instalaciones auxiliares a la función principal de un aeropuerto que es el transporte de pasajeros y carga; no por ello se le resta importancia al mantenimiento de los aviones o al mantenimiento de las zonas administrativas, pero debido a las condiciones prestadas por Aeropuertos y Servicios Auxiliares, las instalaciones aeroportuarias que se describen en el siguiente apartado fueron las que resultaron de mayor interés para los encargados del mantenimiento porque son las intermediarias entre los pasajeros y el avión, de esta manera, se puede considerar a los aviones como otro “cliente” a quién las instalaciones deben atender. Este sistema se integra por: pistas, calles de rodaje, ayudas visuales, combustibles, edificios, vehículos, pavimentos, equipos electromecánicos y áreas verdes.

1.8 Instalaciones aeroportuarias

- ❖ Pavimentos: para ofrecer un buen nivel de servicio, los pavimentos de los aeropuertos debieran tener en cuenta dos funciones esenciales:
 - proveer adecuada capacidad de soporte a las aeronaves que los utilizan;

- proveer buena calidad de rodaje y seguridad operacional a las aeronaves bajo cualquier condición meteorológica.

Los pavimentos están permanentemente sometidos a deterioros, pudiendo señalarse: la acción del tráfico, acción de los agentes naturales, deficiencias de drenaje, técnicas inadecuadas de construcción, técnicas inadecuadas de mantenimiento y materiales que no cumplen las normas, además del factor tiempo.

La superficie de las pistas debería mantenerse en un estado tal que implica la formación de irregularidades dañinas o el desprendimiento de material que pudiera representar un peligro para el funcionamiento de las aeronaves. Esta especificación exige una vigilancia continua del estado de los pavimentos y su reparación cuando sea necesaria.

- ❖ Drenajes: es importante señalar que el agua es la causa directa o indirecta de la mayor parte de los deterioros en los pavimentos aeroportuarios, asociándose en general a los deslizamientos, hundimientos y erosiones. La conservación sencilla y adecuada del drenaje es muchas veces suficiente para prevenir enormes gastos como la colocación de una capa estructural u otras acciones preventivas o correctivas de gran importancia.

El agua proveniente de las lluvias puede tomar dos caminos diferentes: escurrir sobre suelos no permeables o infiltrarse a través de los terrenos permeables, formando las capas acuíferas subterráneas por lo que existe la necesidad de desviar el agua de la estructura de los pavimentos.

El drenaje superficial es realizado por un conjunto de obras e instalaciones que se destinan al escurrimiento del agua proveniente de las precipitaciones pluviales en una determinada área.

- ❖ Áreas verdes: la instalación de un aeropuerto altera profundamente las condiciones naturales del terreno, por sus peculiaridades relativas a la extensión del área necesaria y al voluminoso trabajo de terraplenaje. Una correcta recuperación y adecuación del área al nuevo uso, asociada a un programa de mantenimiento eficiente, es de vital importancia para evitar su degradación, poniendo en riesgo la operacionalidad del aeropuerto, con grandes pérdidas de la inversión.

Las áreas verdes son los sistemas de cobertura vegetal, incluyendo todo el ciclo de intervenciones necesarias para alcanzar el objetivo de producción y mantenimiento de su operacionalidad.

- ❖ Instalaciones eléctricas: en el aeropuerto no se trabaja a altas tensiones, se ubican dos tipos de sistemas, los de tensión media y los de baja tensión. La complejidad de estos sistemas hace necesario que, además de efectuar un mantenimiento adecuado, las operaciones del sistema sean confiables y ejecutadas por personal especializado, puesto que la mayor parte de los colapsos energéticos son producidos por una operación incorrecta, con consecuencias generalmente graves para el personal y para el equipo. Por esta razón, las instalaciones eléctricas son de las más importantes pero dada la extensión de los programas de mantenimiento y la gran cantidad de instalaciones sería prácticamente difícil considerarlas en el trabajo ya que el trabajo

se saldría del objetivo del cual quiere dar cumplimiento. Se puede trabajar este tema como una “punta de lanza” para un trabajo posterior, aquí se mostrarán algunos aspectos relevantes que servirán de guía para los lectores y para los encargados del mantenimiento.

- ❖ Ayudas Visuales: el objetivo básico de las instalaciones de ayudas visuales es contribuir a la operación de las aeronaves en condiciones de seguridad. Como consecuencia se exigen las más altas normas de mantenimiento. Una vez que se ha montado una instalación, su utilidad depende del servicio que presta, que a su vez, depende de la eficacia de las tareas de mantenimiento que se realizan.
- ❖ Instalaciones generales: todas las instalaciones auxiliares que complementen función de los aeropuertos deben funcionar correctamente ya que todos los equipos trabajan de manera correcta si sus piezas operan individualmente de la misma forma.
- ❖ Equipos automotores: son los vehículos que circulan por las pistas y que necesitan de un mantenimiento preventivo. Tales como: vehículos de salvamento y extinción de incendios, de abastecimiento de combustible, barredoras y cortadoras de césped.
- ❖ Sistemas y equipos electrónicos: los sistemas electrónicos incluyen todas las áreas del aeropuerto, proporcionando facilidades operacionales y técnicas de seguridad y comodidad a los usuarios a través de los sistemas de supervisión, control, inspección y comunicación. La seguridad interna de los aeropuertos y la seguridad de los vuelos son las grandes preocupaciones en el área operacional, cuya eficacia de procedimientos exige recursos técnicos cada vez más avanzados.
- ❖ Edificios: la finalidad principal del sistema de edificaciones es permitir el tránsito de pasajeros, equipaje y carga aérea entre el segmento terrestre y el segmento aéreo del transporte y aun el transbordo entre los aviones de forma segura, rápida y cómoda. La solución de los problemas en esta área exige por parte del ejecutivo de mantenimiento, una extrema sensibilidad en relación al usuario/cliente, pues las opciones de las soluciones a ser adoptadas son bastante variadas. Además, las edificaciones reflejan la imagen de la administración por lo que deben ser de lo mejor posible.
- ❖ Combustibles: nos referimos a los combustibles utilizados para que la función de las aeronaves sea de la mejor manera y con una seguridad muy estricta para la prevención de accidentes.

CAPITULO 2. CULTURA Y CALIDAD DEL MANTENIMIENTO (2 C'S)

2.1 Cultura del mantenimiento

Es necesario evolucionar la concepción del mantenimiento y proyectarlo a los nuevos escenarios competitivos. Los directivos y técnicos de mantenimiento tienen delante un reto importante que consiste en aprender un modelo de trabajo que le permita hacer frente a los nuevos desafíos futuros.

❖ **Crear una cultura de trabajo en equipo e involucrar a todo el personal**

No es posible mejorar el funcionamiento integral de las industrias si no se cuenta con la cooperación de todo el personal involucrado en las operaciones de la misma. Una de las constantes que aparece en las nuevas organizaciones industriales es su asociación a un mayor involucramiento de los trabajadores en las actividades de mejora e innovación. El involucramiento del personal, darle poder de decisión y crear una organización altamente eficiente, son expresiones en la misma dirección. El involucramiento del personal se puede estimular desde el mismo momento en que se formulan los objetivos, especialmente los de mejora. El principio fundamental para que exista compromiso es la participación.

¿Cómo se puede hacer un involucramiento del personal? Uno de los instrumentos más analizados recientemente en los estudios de administración es el poder de la conversación y el diálogo dentro de la industria hacia el área de mantenimiento; los actos de conversación y el diálogo deben ayudar a fortalecer el compromiso con los objetivos de la empresa.

❖ **Desarrollo de nuevos modelos de mantenimiento fundamentados en el conocimiento.**

Un modelo de dirección de mantenimiento debe poseer procesos muy sólidos para conservar el conocimiento y estimular el aprendizaje organizativo. Estos modelos deben apoyarse en una cultura de conservación y transferencia del conocimiento. Esto se puede lograr desarrollando sistemas para el registro de experiencias adquiridas en las diferentes actividades que se realizan para el cuidado y conservación de equipos. Las enseñanzas de cada evento se deben registrar, conservar y transferir a los demás empleados de la industria, evitando la presencia de idénticos problemas en otras áreas de la empresa o su repetición futura evitando el desgaste de los equipos. Este tipo de actividades ayudan a mejorar significativamente las acciones de mantenimiento preventivo, el cual es el tipo de mantenimiento que se da en la mayoría de las veces en el aeropuerto.

❖ **Crear depósitos de conocimiento y facilitar su acceso.**

En las empresas que han desarrollado procesos de transformación de mantenimiento y que han visto la necesidad de “asegurar su conocimiento” han creado depósitos o almacenes de conocimiento. Es necesario conservar el “saber” que poseen las personas sobre el comportamiento de los equipos. Una alternativa de creación de estos depósitos es la de observar el conocimiento como una “cosa” o entidad separada de las personas

que lo crean y lo utilizan. El objetivo es el de recoger documentos llenos de conocimiento -como informes técnicos, estudios de fallas, artículos técnicos, presentaciones, etc.- y almacenarlos donde puedan ser recuperados con facilidad para su uso.

Algunas empresas han invertido en ayudas informáticas y algunos ejemplos muy prácticos se pueden montar en hojas de cálculo, conocidas por la mayoría de jefes y técnicos de mantenimiento. Otra forma menos estructurada de conservar el conocimiento es el empleo de bases de datos de conversaciones, donde los participantes guardan su propia experiencia de intervenciones en equipos o sobre un tema técnico concreto, para lo cual sería necesario construir una especie de videoteca en el que se guarden estas conversaciones y después tener acceso a ellas.

❖ Fomentar el ambiente propicio para los conocimientos.

Otro elemento a tener en cuenta en un plan de acción para transformar el área de mantenimiento, consiste en promover un ambiente donde se estimule la creación, transmisión y utilización del conocimiento en forma eficaz. Varias empresas están inmersas en desarrollar maneras para cambiar las normas y valores relativos al conocimiento. Algunas organizaciones han incorporado dentro de sus objetivos estratégicos nuevos valores relacionados con la necesidad de conservar, registrar y compartir el conocimiento. En la medida en que los individuos de una organización tengan muy arraigada la cultura de no compartir el conocimiento, cualquier programa de cambio que exija romper con ella implicará mayores dificultades si no existe una capacidad de desaprender los viejos modelos existentes.

❖ Aprender mediante el análisis y solución de problemas.

El aprendizaje se define como la adquisición de conocimientos o habilidades. Esta definición hace referencia a dos tipos de significados: a la adquisición de habilidades, que implica la capacidad física para producir una acción y la adquisición de conocimientos, que supone la capacidad de articular un entendimiento conceptual de una experiencia. Por ejemplo, la aplicación sistemática de la técnica ¿Por qué-Por qué? permite crear una nueva actitud ante las fallas de los equipos. Se estudian y conocen las causas profundas de los problemas y éstos se confirman directamente sobre la máquina. Esta forma de trabajo probando, las hipótesis o supuestos, evita la especulación muy frecuente dentro del personal técnico. Ayuda a incrementar el “saber” cuando se reflexiona sobre los posibles fenómenos que produjeron la avería y su posterior verificación en el sitio.

El caso del mantenimiento aeroportuario tiene por objeto garantizar la fiabilidad y efectividad de la infraestructura dedicada a la aviación civil, aspecto de gran importancia para la seguridad, eficiencia, regularidad y economía de las operaciones aeroportuarias por lo que una cultura del mantenimiento basada en los conceptos mencionados será esencial para dicho objetivo, además de que no es nada difícil llevarla a cabo, basta con la decisión de jefes y con la aceptación de técnicos y encargados del mantenimiento.

Además en cada aeropuerto deberán establecerse planes a medio y largo plazo, programas y subprogramas de mantenimiento incluyendo, cuando sea apropiado, programas de mantenimiento preventivo, para asegurar que las instalaciones, tales como los pavimentos, ayudas visuales, cercados, sistemas de drenaje, edificaciones y otras, se conserven en condiciones que no afecten desfavorablemente la seguridad regularidad y eficiencia de las operaciones.

El manejo eficiente de un sistema de esta naturaleza implica la conjunción de tres elementos principales: organización adecuada, recursos humanos calificados y recursos materiales suficientes. La determinación y alcance de cada uno de estos elementos se asocia a la cantidad de instalaciones a ser atendidas y a la magnitud del espacio geográfico en el cual se sitúan.

Además de un modelo adecuado de organización del mantenimiento, es necesario establecer una orientación general y específica con respecto a los equipos de ensayo, herramientas, existencias y control de refacciones y materiales requeridos, así como en relación a los programas de capacitación y actualización del personal de mantenimiento para asegurar su competencia.

2.2 Recursos necesarios para el mantenimiento

Como los aeropuertos son entidades que representan arquetipos de organizaciones terciarias, la actividad del mantenimiento es fundamental para los servicios que prestan a los usuarios. Por lo tanto, es necesario que esos “servicios para el usuario” tengan en cuenta los siguientes aspectos: tiempo, organización, ejecución, costo y conocimiento técnico.

❖ Materiales a emplear

El objetivo de la gestión de los materiales es obtener un balance adecuado entre el contar con una reserva amplia y surtida de todas las refacciones de consumo sistemáticos y de uso esporádico, que permita hacer frente a cualquier emergencia sin depender de los métodos administrativos de adquisición, la notable inversión de dinero, espacio y tiempo que se requiere al tener un establecimiento o almacén con un amplio surtido de refacciones.

❖ Medios de trabajo

Un buen operario deberá contar con herramientas de primera calidad, herramientas adecuadas, buenos instrumentos de medición, control, precisión, así como tener el control de estas herramientas y la verificación de que estén en buen estado de operación y funcionamiento.

Se debe considerar la posibilidad de alquilar herramientas, instrumentos que por sus características y costo no sea prudente su adquisición pero en todo momento estar preparado para la buena utilización de estos equipos.

❖ Recursos humanos

Son los recursos más importantes en las tareas de mantenimiento y las personas reflejan la calidad de la organización.

Para mantener en funcionamiento las instalaciones de un aeropuerto debe haber técnicos en servicios en número suficiente durante las horas operacionales de los aeropuertos, para poder resolver inmediatamente cualquier servicio requerido.

El aeropuerto debería contar con personal permanente de servicio según las necesidades tal como ingenieros, técnicos en vehículos, aire acondicionado, sistema eléctrico, red telefónica, etc.

En el caso de no contar con la cantidad de personal ni con las herramientas y equipos adecuados y en cantidades suficientes, se podría considerar la ejecución de ciertos servicios por medio de empresas especializadas para su contratación.

❖ Información

Constituye la base sobre lo que se sustenta toda planificación coherente y es la única fuente que aporta los datos necesarios para evaluar resultados y verificar procedimientos.

En un aeropuerto la disponibilidad de planes, programas, manuales, especificaciones y tablas actualizadas garantiza que las intervenciones de mantenimiento se realicen dentro de parámetros adecuados y permite independizar la gestión del mantenimiento de la memoria individual de cada uno de sus integrantes.

La información necesaria para la función de mantenimiento es producida por el personal del aeropuerto y otras por los usuarios; por los sistemas de supervisión, recomendaciones de fabricantes y por el mantenimiento mismo.

Las órdenes de trabajo o de servicio adecuadamente diseñadas y bien completadas son la base sobre la cual se puede trabajar, estadísticamente para futuras necesidades, prevención de fallas repentinas facilitando la incorporación de los sistemas mecanizados o su sistematización electrónica.

Los instructivos, las hojas de verificación, así como programas de verificación ayudan a cubrir cualquier contingencia.

Debido a la unidad de fuentes y el gran volumen de los datos es recomendable el uso de equipo electrónico y programas.

❖ Energía

Es función de mantenimiento obtener una gran eficiencia en el empleo de la energía eléctrica, en las tareas que emprende en los servicios que presta y en la previsión de futuras ampliaciones y en los nuevos proyectos.

Mantenimiento tiene la responsabilidad de realizar una correcta ejecución de programas, para la reducción en el consumo eléctrico evitando su desperdicio.

❖ Estructura propia de mantenimiento

La estructura debe ser lo suficientemente flexible y ágil para ajustarse a las necesidades o requerimientos de la actividad en aeropuertos.

La estructura es de importancia fundamental debido a que sólo con ella puede efectuarse un adecuado control y hallarse las soluciones generales y particulares a la problemática del mantenimiento.

Existe el deber imperioso de verificar que estas estructuras estén en el momento y de acuerdo a las circunstancias que se viven y modificándolas y perfeccionándolas de acuerdo a su capacidad, experiencia y necesidades del aeropuerto que apoyan.

2.3 Calidad en el mantenimiento

Los gerentes de mantenimiento y los ingenieros necesitan estar conscientes de la importancia de controlar la calidad en el mantenimiento. El establecimiento de normas de pruebas e inspección en el mantenimiento y de niveles aceptables de calidad deberán ser desarrollados para todo el trabajo de mantenimiento. La documentación de los procedimientos de mantenimiento y los informes de inspección pueden ofrecer enormes oportunidades para la mejora de la calidad del mantenimiento. Estas oportunidades pueden hacerse realidad mediante la mejora continua de los procedimientos y la identificación de las necesidades de capacitación para mejorar las habilidades técnicas de los trabajadores de mantenimiento.

A través de la calidad se busca el establecimiento y el cumplimiento de todas las especificaciones de un trabajo, atendiendo a las necesidades y expectativas razonables de los clientes en relación con el servicio ofrecido, o sea la atención al requisito normativo, la satisfacción del cliente.

En las organizaciones grandes, como las compañías aeroportuarias, es necesario contar con una división de control de calidad dentro del departamento de mantenimiento. Esta división informará directamente al gerente de mantenimiento. La división de control de calidad deberá desarrollar una visión clara y una filosofía sobre la administración de la calidad.

En el mantenimiento aeroportuario la calidad no es meta, es premisa. Calidad es la satisfacción del cliente y si el cliente no quedó satisfecho con los servicios, los esfuerzos se perdieron, la calidad total no fue atendida.

En un aeropuerto, el principal cliente del mantenimiento es el área de operaciones aeroportuarias, así, mantenimiento puede coordinar sus actividades con personal capacitado, disciplinado, motivado y bien aprovechado y que las atenciones sean efectuadas de una manera ordenada, clarificada en el momento adecuado, con los materiales y repuestos necesarios y con las tareas normalizadas.

Para tener el mantenimiento bajo control, el gerente de mantenimiento debe entender lo que ocurrió, tener dominio sobre lo que podrá ocurrir y sobre lo que está ocurriendo y tener condiciones de intervenir para corregir eventuales desvíos. Esto será posible si se sabe cómo hacerlo, con las herramientas adecuadas, y con un buen dominio administrativo de las mismas.

La calidad inherente al servicio de mantenimiento es la calidad intrínseca, esto es aquella que existe concretamente y que puede ser evaluada y mensurada por medio de la comparación objetiva con patrones y especificaciones:

- La calidad de los servicios (ausencia de defectos y fallas y la presencia de características que irán a satisfacer a los usuarios de los servicios);
- La calidad de la rutina del equipo de mantenimiento (previsión y fiabilidad en todos los servicios de mantenimiento);
- La calidad del entrenamiento que posee el personal de mantenimiento;
- La calidad de la información prestada;
- La calidad de las personas participantes;
- La calidad de la organización del mantenimiento;
- La calidad de sus objetivos y de sus metas.

2.3.1 *¿Cómo llegar a esa calidad?*

Se han establecido dos maneras de poder llegar a esa calidad no sin antes considerar algunos factores que se deben tener en cuenta y no pasar por desapercibidos. Dichos factores son:

- Los costos: el costo final se dará si se concibe el área de mantenimiento como una premisa clave en la organización aeroportuaria.
- Cumplimiento: la atención de los servicios de mantenimiento en un plazo adecuado, en un local adecuado y en la cantidad adecuada, es lo que se conoce como cumplimiento. Para un aeropuerto como un todo, no siempre es más barato y lucrativo que exista una atención 100% disponible, debido a problemas de ociosidad de la mano de obra. Por este motivo es necesario contar con una buena planificación, una buena programación y un adecuado control de los servicios de mantenimiento, que satisfagan los objetivos y metas establecidas.
- Motivación del personal: La motivación del personal de mantenimiento debe permanecer siempre elevada. Los responsables del mantenimiento deben estar siempre atentos para preservar ese estado de espíritu en su grupo. Se puede realizar si el ambiente de diálogo y confianza permiten detectar el clima reinante en el área de mantenimiento. Corresponde al gerente de mantenimiento establecer desafíos para el servidor que sean factibles, que coincidan con los desafíos del aeropuerto y que conduzcan a la atención de los objetivos.
- Expectativas de los usuarios: Los usuarios esperan seguridad y comodidad como consecuencia natural de los servicios que el área de mantenimiento presta a los sistemas instalados en el aeropuerto.

- Clientes y proveedores: Todas las personas, empresas u órganos a los cuales presta servicios el área de mantenimiento son referidos como clientes. Por otro lado, todas las personas, empresas u órganos que prestan servicios al área de mantenimiento son llamados proveedores.

Las dos maneras que se seguirán para llegar a la calidad requerida en todas las instalaciones son las mismas ya que la calidad se ve si consideramos a dichas instalaciones como un “todo”, no se pueden separar las instalaciones porque todas reciben el mismo grado de importancia.

2.3.1.1 Principios de calidad

La calidad incluye principios y valores que deben orientar a las directivas de la administración del aeropuerto en todas las instancias y que podemos dar a conocer a todos los encargados del mantenimiento para aumentar la eficiencia y la eficacia en la ejecución de las tareas.

- ❖ El cliente en primer lugar: para corresponder a los requisitos de los clientes y adecuar las actividades del área de mantenimiento, es necesario conocer el área operacional de manera general, así como también disponer de información lo más cerca posible, sobre los problemas, responsabilidades, atribuciones y autoridad inherentes a ella.
- ❖ Liderazgo y gerencia: traducir las necesidades y satisfacciones de los clientes al lenguaje del proceso de mantenimiento. Esta interpretación debe ser clara y ordenada en planes y programas inclusive para las situaciones eventuales no previstas y en perfecto acuerdo con las posibilidades de movilización de equipos y de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos.
- ❖ Compromiso: es indispensable involucrar a todos los empleados. Esto se consigue con capacitación constante, planificación objetiva de los recursos disponibles, comunicación bidireccional abierta y honesta, establecimiento de metas y prioridades, delegación precisa de responsabilidades, apoyo a quien toma las decisiones y reconocimiento de las acciones bien ejecutadas.
- ❖ Procesos: el desarrollo de los procesos debe resultar de la satisfacción del cliente y también en la motivación profesional de los empleados que los ejercen. Las diversas funciones de todas las áreas del aeropuerto deben actuar recíprocamente de modo que todos los proveedores internos sean transformados en partícipes.
- ❖ Actitudes basadas en hechos: las actitudes basadas en hechos son más fáciles de ser entendidas y compartidas. Ese debiera ser el punto de partida para identificar los problemas y sus causas y para definir los criterios que conduzcan las actividades del grupo estableciendo metas. Así se alcanzaría una disciplina más nítida, fortaleciendo las decisiones con base en la experiencia y no a suposiciones.
- ❖ Perfeccionamiento continuo: las necesidades y exigencias del área operacional de un aeropuerto cambian en todo momento como resultado de la evolución tecnológica inherente a las actividades aéreas siendo menester buscar constantemente nuevas maneras de atenderlas mejor. La estructura orgánica debe ser constantemente

analizada, controlada y perfeccionada con el apoyo de una adecuada tecnología de la información.

2.3.1.2 *Círculos de calidad*

Los círculos de calidad son grupos pequeños de empleados que realizan de manera voluntaria actividades de control de calidad dentro de sus talleres. Los conceptos básicos detrás de las actividades de los círculos de calidad, dentro del marco de trabajo de un esfuerzo por controlar la calidad son:

- Contribuir a la mejora y desarrollo de la empresa
- Respetar al ser humano y mejorar la calidad de vida
- Mejorar las aptitudes humanas hasta su máxima capacidad y desarrollar el perfil industrial.

Lo que los círculos de calidad deben realizar para la mejora del proceso de mantenimiento, para el caso de un aeropuerto, son las siguientes:

- Realizar inspecciones de las acciones, los procedimientos, el equipo y las instalaciones del mantenimiento, según la periodicidad que las instalaciones requieran.
- Conservar y mejorar los documentos, procedimientos y normas de mantenimiento, en un lugar que sirva como biblioteca en la cual todos los trabajadores y gerentes tengan acceso. Esta actividad se regulará mediante registros de entradas y salidas durante las 24 horas del día, los 365 días del año.
- Asegurar que todas las unidades estén conscientes y sean expertas en los procedimientos y normas de mantenimiento, considerando a un personal capacitado en el área en estudio.
- Mantener un alto nivel de conocimiento experto manteniéndose al día con la literatura referente a los procedimientos y registros de mantenimiento.
- Capacitar al personal de mantenimiento.
- Realizar análisis de deficiencias y estudios de mejora de procesos empleando diversas herramientas para el control estadístico de procesos. (Más adelante se describe cómo utilizar estas herramientas).
- Asegurar que los trabajadores se apeguen a todos los procedimientos técnicos y administrativos cuando realicen el trabajo real de mantenimiento, mediante una cultura y la fijación de metas y objetivos por parte de la gerencia de mantenimiento.
- Revisar los estándares de tiempo de los trabajos evaluados, la calidad y disponibilidad de los materiales y refacciones, asegurando su disponibilidad y calidad.
- Realizar auditorías semestralmente para evaluar la situación actual del mantenimiento y prescribir remedios para las áreas con deficiencias ya que la seguridad es primordial en las instalaciones aeroportuarias.
- Desarrollar procedimientos para las inspecciones de nuevos equipos y probar el equipo antes de aceptarlo con los proveedores.

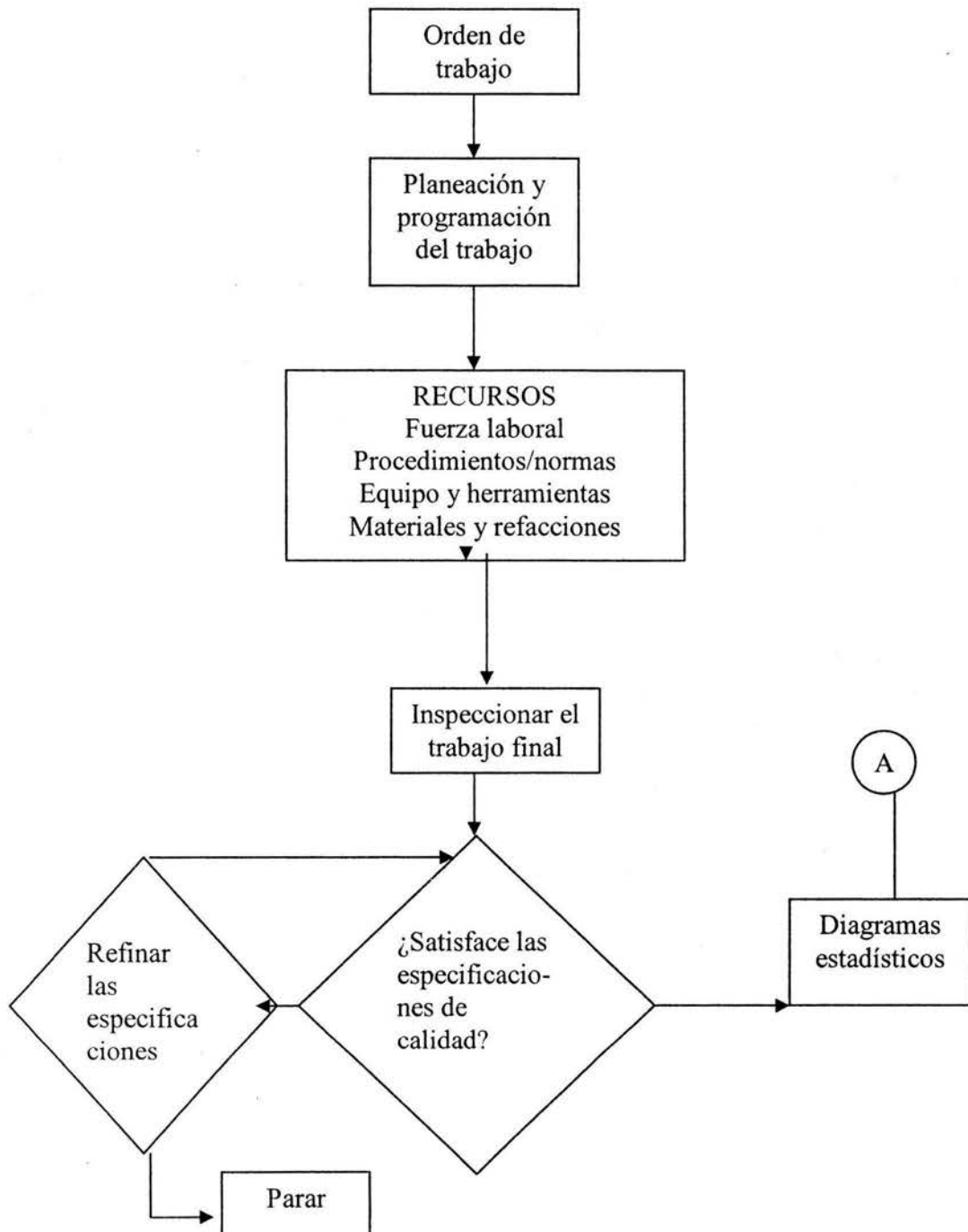
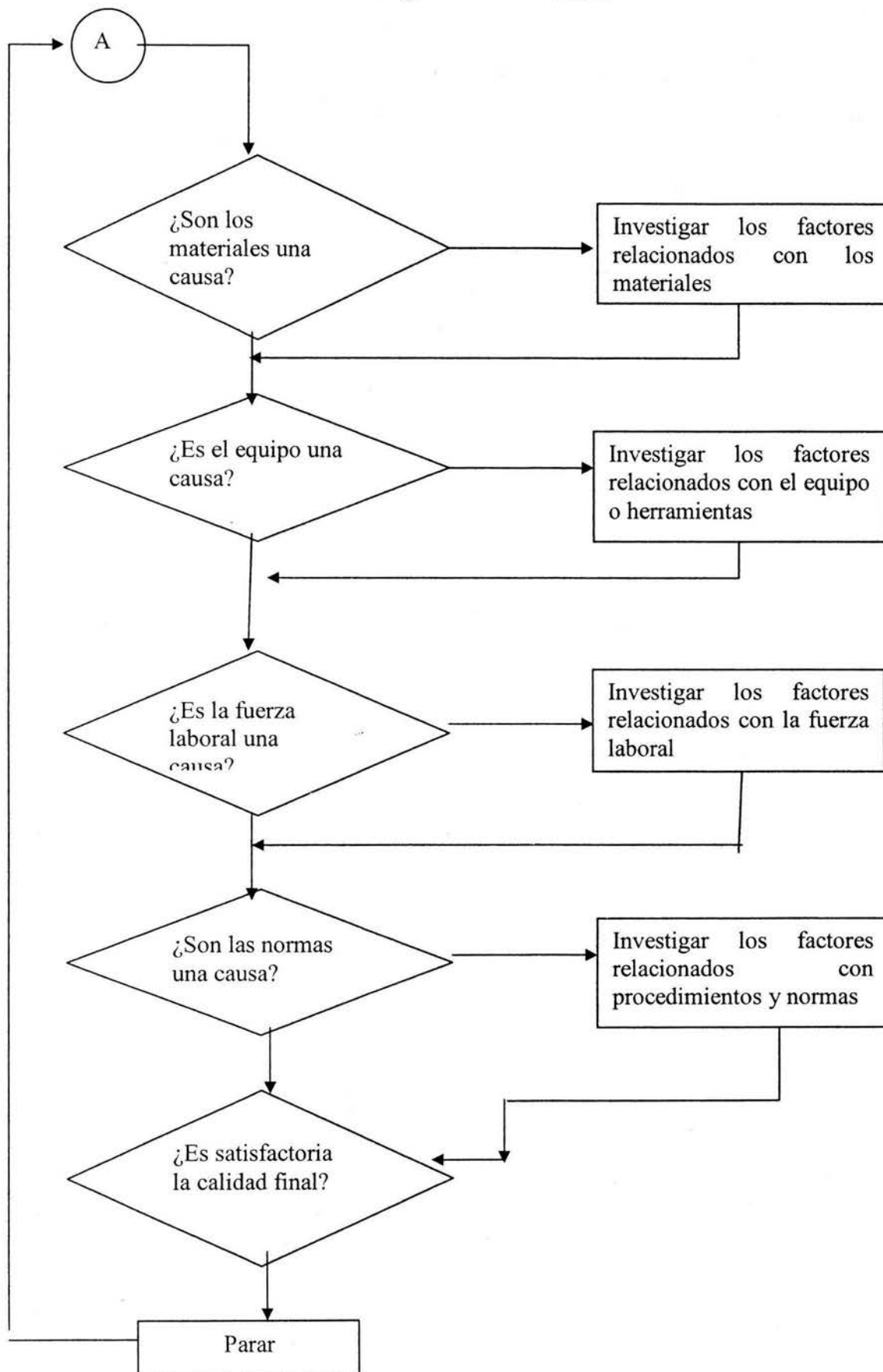
Fig. 2.1 Diagrama de flujo para mejorar el trabajo de mantenimiento.

Fig. 2.1 Continuación.



CAPÍTULO 3. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES AEROPORTUARIAS

3.1 Pavimentos

Como filosofía de proyecto, la tendencia actual en los aeropuertos es la de utilizar pavimento rígido en las áreas de hangares y de estacionamiento (donde se efectúan servicios de reabastecimiento de combustibles y mantenimiento de aeronaves), por la mejor resistencia química del concreto a los combustibles, aceites y lubricantes. En las calles de rodaje y pistas, la preferencia es por el pavimento flexible.

La elección de los pavimentos requiere de un estudio perfeccionado de las condiciones del terreno natural, economía en la construcción, cargas a soportar, intensidad del tráfico, climatología y efectos de las heladas.

CARACTERÍSTICAS POR TIPO DE PAVIMENTO		
Descripción	Rígidos	Flexibles
Costo inicial	Mayor	Menor
Vida útil	20 a 25 años	10 a 15 años
Costos de restauración	Menores	Mayores
Elemento estructural principal	Losas de concreto	Varias capas de base
Capas subyacentes al revestimiento	Materiales de bajo costo	Materiales seleccionados

Para ayudar a las rutinas de análisis y proyecciones, se recolecta una variada información, preparada, clasificada y desarrollada de modo que componga un conjunto ordenado y coordinado de fácil acceso. Este tratamiento de la información origina lo que se conoce como banco de datos, cuya estructura se divide en:

- ❖ Datos históricos: aquí se guarda toda la información con respecto a los antecedentes de las pistas y a los elementos principales de su fase de construcción, como materiales empleados, geometría, datos climáticos, mantenimientos realizados, antecedentes del tráfico, tipos de aeronaves, número de movimientos, etc.
- ❖ Evaluación funcional: en esta se realizan investigaciones de macro y microtextura, potencial de acuaplaneo, irregularidades de los pavimentos y coeficiente de fricción.
- ❖ Evaluación estructural: puede clasificarse como destructiva y no destructiva, dependiendo de la perturbación física inducida en las capas del pavimento.

❖ Evaluación de la condición del pavimento: se realiza mediante el Índice de la Condición del Pavimento (PCI), el cual clasifica a los pavimentos según su integridad estructural y las condiciones operacionales de la superficie. Este índice se calcula con base en la medición de los tipos de deterioros presentes, severidad y densidad, obtenidos de inspecciones visuales del pavimento. Los objetivos que se persiguen con la aplicación del método PCI son:

- Determinar el estado actual de un pavimento en términos de su integridad estructural y nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar con criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos en distintos aeropuertos.
- Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de conservación y restauración de los pavimentos.
- Seguimiento de la condición de los pavimentos de los aeropuertos en forma continua y sistemática.

La calificación del estado del pavimento, de acuerdo al PCI obtenido, se determina como sigue:

PCI	CALIFICACIÓN
0-10	Fallo
11-25	Muy Malo
26-40	Malo
41-55	Regular
56-70	Bueno
71-85	Muy Bueno
86-100	Excelente

La Organización de Aviación Civil Internacional estableció, por otra parte, dos cifras para normalizar el cuidado de los pavimentos, siendo:

- ACN (“Aircraft Classification Number”): cifra que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento para determinada categoría normalizada del terreno de fundación.
- PCN (“Pavement Classification Number”): cifra que indica la resistencia de un pavimento para utilizarlo sin restricciones.

Las siguientes tablas, muestran los valores permisibles de la resistencia del sublecho y de la presión de los neumáticos, con el fin de que el pavimento no se deteriore.

Categoría de la Resistencia	Valor típico de la Resistencia del Sublecho		Símbolo
	Pavimento rígido (MN/m ³ -lb/pulg ²)	Pavimento Flexible CBR (%)	
Alta	150-550	15	A
Media	80-300	10	B
Baja	40-150	6	C
Ultra Baja	20-75	3	D

Categoría	Límite de presión (Mpa-lb/pulg2)	Símbolo
Alta	Sin límite	W
Media	1.50-217	X
Baja	1.00-145	Y
Muy Baja	0.50-73	Z

3.1.1 Restauración de Pavimentos

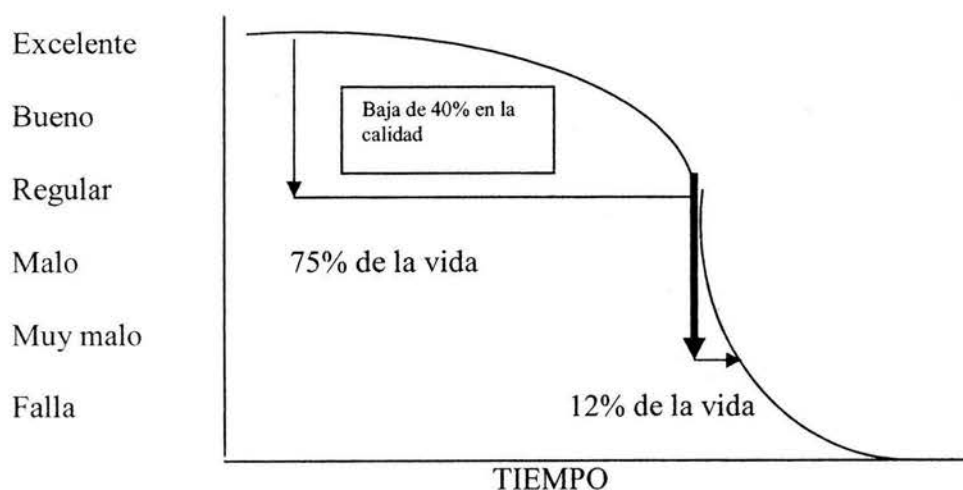
Conservación de pavimentos: actividades de rutina destinadas a preservar las características técnicas y operacionales de los pavimentos de los aeropuertos. En esta definición tiene su principal rol el mantenimiento, ya que la función primordial es conservarlo, valga la redundancia, en óptimas condiciones.

Restauración de los pavimentos: actividades a restablecer el perfecto funcionamiento de los pavimentos, considerando su vida y situación, la exigencia del tráfico y la acción de la fuerza de la naturaleza sobre ellos.

También es posible determinar el ciclo de vida de los pavimentos por medio del índice PCI ya que de la proyección de una tasa de deterioro puede realizarse un análisis del costo del ciclo de vida para varias alternativas, posibilitando la determinación del momento ideal para la aplicación de la mejor alternativa.

CONDICIONES DEL PAVIMENTO

Fig. 3.1 Ciclo de vida de un pavimento



3.1.2 Reparación de daños

El gerente de mantenimiento deberá programar las siguientes inspecciones:

- Inspecciones semanales a pie
- Inspecciones anuales minuciosas
- Inspecciones especiales después de lluvias fuertes o condiciones severas

Los implementos o materiales necesarios para el análisis o inspección son: cinta métrica de 30 m, lápiz de cera grueso, cámara fotográfica y una ficha de inspección.

La inspección deberá ser coordinada con la gerencia de operaciones del aeropuerto, sin perjuicio para el tránsito de las aeronaves y debidamente coordinada con los responsables del control de tránsito aéreo del aeropuerto. Esto se realizará en horarios donde el tráfico aéreo sea menor y sin riesgos de accidentes.

3.1.3 Barrido

Por razones de seguridad, las superficies de pistas, las calles de rodaje y las plataformas tienen que estar libres de arena, piedras u otros objetos sueltos. Los motores de las aeronaves pueden ingerir fácilmente materiales sueltos y sufrir daños graves en los álabes del compresor o en las hélices. El mantenimiento de las zonas de movimiento requiere una vigilancia constante y un barrido regular de las superficies.

3.1.4 Márgenes y Franjas de Pista

Se denominan márgenes a las bandas de terreno que bordean las pistas, generalmente pavimentadas y dimensionadas para soportar el peso de las aeronaves que accidentalmente puedan transitar por las mismas.

Las franjas de pista son áreas de altura nula, consideradas de seguridad operacional, pues durante las operaciones de aterrizaje o despegue podría ocurrir algún problema que haga desviar a la aeronave de su trayectoria y tenga que transitar sobre estas áreas. Estas áreas se protegen normalmente con revestimiento vegetal con el plantío de vegetación de la familia de las gramíneas.

3.1.5 Pintura para señalización de los pavimentos

La señalización horizontal es definida como el conjunto de ayudas visuales a la navegación aérea y a las operaciones en tierra, marcadas sobre los pavimentos de las pistas, calles de rodaje y plataformas.

Las áreas de las pistas de aterrizaje, calles de rodaje y plataformas deberán estar señalizadas permanentemente para orientar el movimiento de las aeronaves y disciplinar la utilización de las posiciones de estacionamiento.

La señalización horizontal tiene fundamental importancia en las operaciones de aterrizaje y despegue de las aeronaves, pues orienta a los pilotos en su posicionamiento en relación al deslizamiento de la aeronave a lo largo de las pistas y salidas de las mismas.

Los servicios de pintado comprenderán la demarcación de las áreas premarcadas anteriormente. Las marcas deberán ser aplicadas en los lugares y con las dimensiones y espaciamientos indicados en los proyectos. Deberá aplicarse material suficiente, de modo que produzca marcas con bordes claros y nítidos y una película de color y anchura uniformes.

El material deberá ser aplicado de tal forma que no sea necesaria una nueva aplicación para alcanzar el espesor especificado. En la ejecución de las marcas rectas, cualquier desvío en los bordes que exceda de 1 cm. en 10 m. deberá ser corregido. El ancho de las marcas deberá obedecer a lo especificado, admitiéndose una tolerancia de 5%. Toda la señalización deberá ser ejecutada por personal especializado con equipo adecuado. Los servicios de señalización deberán ejecutarse cuando el tiempo sea adecuado, sin vientos excesivos, polvo o neblina. (Las especificaciones se encuentran en el Anexo 14 de al OACI).

3.2 Drenajes

El mantenimiento del sistema de drenaje de un aeropuerto es esencial tanto para preservar y prolongar la vida de los pavimentos, como para proteger el resto de las instalaciones.

El mantenimiento del sistema de drenaje deberá abarcar toda la superficie comprendida dentro de los linderos. Se recomienda una inspección periódica y completa de parte del personal técnico familiarizado con el diseño, capacidad y localización de las instalaciones de drenaje en todas las áreas del aeropuerto. Los siguientes elementos son los que deben ser inspeccionados: señales de erosión producidas por el agua en canales; estado de las rejillas de entrada y de las cajas de registro, para evitar que estén obstruidas, rotas o desplazadas; estancamiento de aguas; canales abiertos; obstrucciones en las tuberías y asentamientos alrededor de tuberías.

3.3 Áreas Verdes

❖ Seguridad en las operaciones aeroportuarias

La cobertura vegetal se debe de ver como un factor de seguridad en relación a la operabilidad del aeropuerto. Su correcto mantenimiento minimiza el surgimiento de problemas que podrían interferir y hasta poner en riesgo la operación de los aviones, tales como:

- Desprendimiento de partículas que se transforman en nubes de polvo
- Erosión provocada por falta de cobertura vegetal
- Dificultad de visión clara de la señalización o interferencia en la cobertura del radar debido a la altura de la vegetación
- Existencia de fauna (pájaros) debida la alta cobertura vegetal natural.

❖ Tratamiento paisajístico

Se refiere al aspecto relacionado con el medio ambiente. La significativa parcela de suelo ocupada por un aeropuerto en relación a la ciudad a la cual sirve, trae responsabilidades concretas en cuanto al correcto tratamiento paisajístico que debería darse a las áreas no pavimentadas, en el sentido de minimizar el impacto ambiental inducido, ofreciendo a la comunidad circunvecina de las áreas verdes condiciones favorables que se traducen en una mejora de la calidad de vida. El tratamiento paisajístico es importante al suavizar los volúmenes de las grandes masas de concreto y áreas de asfalto, cuando queda debidamente integrado a ellas.

El mantenimiento de las áreas verdes es la etapa que va a preservar la inversión ejecutada y a proporcionar la perfecta integración del sistema dentro del complejo aeroportuario. La importancia radica en que el mantenimiento se dará sobre seres vivos que necesitarán un tratamiento adecuado.

Los obstáculos naturales que son inherentes a la propia configuración física del entorno de los aeropuertos y que son originados por fenómenos naturales son: vegetación, dunas de arena y montículos de termitas. La falta de control de estos obstáculos podrá poner en riesgo y, en situaciones extremas, hasta impedir las operaciones de despegue y aterrizaje, en función de la reducción del margen de seguridad para las mismas.

3.4 Ayudas Visuales

La tarea de mantenimiento de las ayudas luminosas sólo debería ponerse en manos de electricistas confiables y hábiles que hayan tenido experiencia con alta tensión, circuitos en serie y luminotecnía.

Estos especialistas deberán estar presentes o a disposición durante las horas de funcionamiento del aeropuerto para subsanar cualquier deficiencia que pudiera surgir; además se contará con programas de instrucción para mantener el nivel de competencia del personal de mantenimiento y esté al tanto de las novedades técnicas.

❖ Comprobaciones en tierra de las ayudas visuales:

- El control operacional de la iluminación es realizado normalmente por la dependencia de seguridad del área de movimiento, pero las reparaciones son responsabilidad del mantenimiento del aeropuerto.
- Las fallas en los sistemas de iluminación pueden detectarse por vigilancia. La vigilancia de la pantalla visual sobre la consola de control permite detectar fallas de circuito y verificar que la selección de intensidad por parte del control de tránsito aéreo proporciona la iluminación deseada. Las inspecciones visuales en tierra deberán complementarse con controles de vuelo de vez en cuando.
- Las inspecciones visuales incluirán la evaluación de: corrección de las conexiones, funcionamiento adecuado, limpieza, riesgos para la seguridad que se especificarán en el siguiente capítulo.

❖ Comprobaciones en vuelo de las ayudas visuales

- El control en vuelo de las ayudas visuales es sumamente importante y se harán arreglos con vistas al ejercicio de dicho control con intervalos determinados.
- Luego de trabajos importantes de mantenimiento se organizarán comprobaciones en vuelo especiales, según se estime necesario.
- Antes de la entrada en servicio de alguna instalación nueva, deberá organizarse una comprobación en vuelo.
- Las comprobaciones de vuelo las realiza la DGAC con aviones verificadores.

❖ Instrucciones por inspección

- Al inspeccionar las luces deberán seguirse las instrucciones de la autoridad aeroportuaria y las recomendaciones del fabricante del equipo, para asegurar el nivel de servicio requerido. Deberá llevarse un registro de servicio para cada pieza, indicando los períodos de mantenimiento sugeridos por el fabricante o por las normas locales. En un fichero cronológico se pueden ordenar los componentes para asegurarse de que todos ellos se inspeccionen regularmente.

❖ Programa de Inspección y mantenimiento

- La frecuencia con que se lleva a cabo la inspección de rutina, la limpieza y el servicio, varía de acuerdo con el tipo de instalación, su emplazamiento y su uso. Cada aeropuerto tiene su programa de mantenimiento. Más adelante se presentan los planes para el mantenimiento preventivo.

3.5 Instalaciones Generales

Considerando que en la mayoría de los aeropuertos compete al gerente de mantenimiento operar y administrar este sistema como un todo, por ello el tratamiento del aire en los aeropuertos es ejecutado con los siguientes objetivos:

- Agradar la estadía de los pasajeros durante las operaciones de abordaje
- Garantizar las condiciones básicas de comodidad para los funcionarios que trabajan en el aeropuerto
- Garantizar las condiciones técnicas ideales de temperatura y humedad para los equipos.

Los equipos de aire acondicionado encontrados con mayor frecuencia, son los aparatos de ventana y los de auto contenidos de condensación a aire, que necesitan trabajar acoplados a la torre de enfriamiento y a bombas de agua de condensación, y la distribución de aire es a través de ductos.

Los problemas a los que se enfrentan los encargados de mantenimiento de estos equipos son:

3.5.1 Reclamos de Temperatura

Las causas: usuario con metabolismo alterado; actividades incompatibles con la capacidad disponible en los lugares donde se instalaron los sistemas; equipos desconectados o de bajo rendimiento.

Los efectos: gran cantidad de horas/hombre desperdiciadas; insatisfacción de los usuarios; los reclamos vía teléfono y por escrito y gran desgaste de la imagen del aeropuerto.

3.5.2 Aparatos de ventana

Las causas: mal estado; funcionan mucho tiempo además de sus cinco años de vida útil; no reciben mantenimiento adecuado; son mal operados.

Los efectos: nivel de ruido muy elevado; no presentan el rendimiento esperado; dificultad para la adquisición de piezas de repuesto; filtros obstruidos; serpentinas sucias; elevado consumo de energía eléctrica y elevado costo de mantenimiento.

3.5.3 Acondicionadores de aire tipo auto contenido

Las causas: mal instalados; mal operados; pérdida de refrigerante; condensadores sucios; mantenimiento inadecuado.

Los efectos: rendimiento debajo de lo esperado; temperaturas del ambiente elevadas y alto consumo de energía eléctrica.

3.5.4 Torres de enfriamiento

Las causas: tratamiento inadecuado del agua; obstrucción de los distribuidores de agua; eliminadores de salpicaduras dañados y termostato desregulado.

Los efectos: desarrollo de algas en las torres; mala distribución de agua en las torres; bajo rendimiento de la torre; elevado consumo de agua; tratamiento químico ineficiente; elevado consumo de energía y elevada temperatura del agua.

3.6 Sistema de Protección contra incendios

Los sistemas de detección, protección y combate contra incendios de los aeropuertos tienen por objeto:

- Disponer de los recursos necesarios para combatir de inmediato los focos de incendio, sea automáticamente o por medio de brigadas contra incendios.
- Dotar a los aeropuertos de las condiciones ideales de seguridad contra siniestros para proteger a los pasajeros y personal operativo.
- Garantizar condiciones de operación del aeropuerto después de aislar el área incendiada.
- Reducir al máximo las pérdidas patrimoniales.

Los dispositivos de combate contra incendios más frecuentes son los extintores de polvo químico, agua y CO₂ y las cajas de hidrantes equipadas con mangueras conectadas directamente a la caja de agua superior del edificio.

3.6.1 Deterioro de las mangueras

Las causas: envejecimiento natural de la manguera; desecamiento; almacenaje de la manguera húmeda y fugas en la caja de hidrantes.

Los efectos: alteración en el color; tejido externo quebradizo; formación de moho y fracturas o fisuras.

3.7 Equipos Automotores

La función mantenimiento es necesaria para mantener permanentemente la flota de vehículos y equipos en condiciones operacionales adecuadas y reducir a un mínimo los tiempos de paradas para las inevitables reparaciones. Comprende lo siguiente:

- Inspecciones de los equipos y vehículos por parte de sus operadores y cuidados diarios de mantenimiento;
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

El mantenimiento de los vehículos del aeropuerto puede organizarse de acuerdo con tres principios diferentes.

3.7.1 Talleres del propio aeropuerto

- Razones para tener los propios talleres: supervisión del personal y programación de los trabajos; adiestramiento del personal para especializarlo en tareas de mantenimiento para todos los equipos del aeropuerto; el personal puede trabajar fuera de las horas normales y en el equipo instalado.

- Ubicación y tipos: los talleres de los aeropuertos deberán estar concentrados de manera que formen un centro de talleres. La capacidad y el equipo de los mismos dependen de la magnitud de las tareas que dependen de la magnitud de los equipos.

3.7.2 Talleres de contratistas en el aeropuerto

Se utilizan ya que los vehículos especializados y de gran tamaño son difíciles de desplazar por las calles públicas y fuera de la zona del aeropuerto. Además se gastaría en el tiempo y mano de obra para dicho traslado.

3.7.3 Talleres de contratistas fuera del aeropuerto

Se utilizan dada la disponibilidad de conocimiento experto de instalaciones y de herramientas especiales para la inspección y reparación de equipos estándar (motores, cajas de cambio, generadores, etc). Son muy útiles por la falta de personal o de especialistas propios y ante la necesidad de resolver situaciones de punta o de congestión con empresas de mantenimiento instaladas en el aeropuerto.

3.8 Sistemas Electromecánicos

El mantenimiento involucra todas las actividades destinadas a preservar la inversión, de manera de obtener los resultados esperados de los encargados del mantenimiento y de los equipos, de acuerdo con las especificaciones técnicas y la mejora de los recursos operacionales a través de intervenciones atinadas y responsables, posibilitando la disponibilidad total a un menor costo y de conformidad con los conceptos de la calidad total.

El mantenimiento de los sistemas electrónicos debe estar incluida en el plan general de mantenimiento y se incluyen los siguientes puntos:

- Definición y desarrollo del profesional o personal que serán responsables de los servicios de mantenimiento.
- Definición de los resultados esperados.
- Listado de las tareas que deben ser ejecutadas.
- Estudio y definición de los tiempos de ejecución y periodicidad.
- Levantamiento y disposición de la mano de obra necesaria.
- Definición y adquisición del material necesario.
- Disponibilidad de transporte.
- Desarrollo de los recursos humanos.
- Desarrollo de rutinas y formularios necesarios para la ejecución, registro y control de las actividades.
- Levantamiento de datos para la elaboración de informes gerenciales y de análisis del desarrollo del mantenimiento.
- Comparación de lo realizado con lo esperado.

Los sistemas que se analizan son: sistema de circuito cerrado de TV; sistema de sonorización; central horaria; información de vuelo; sistema de la red de comunicación aeroportuaria; sistema de inspección de pasajeros y de equipajes y sistema de atraque de aeronaves.

3.9 Edificios

- Estructuras y acabados: Abarca todos los servicios referentes a estructuras de concreto, metálicas y de madera; al revestimiento de techos, paredes y pisos; bastidores de vidrio; mobiliario en general; comunicación visual y acabados en general.
- Hidráulica de edificios: Son los servicios referentes a la red de abastecimiento de agua potable; a la red de alcantarillado y a los acabados hidráulicos.
- Conservación y limpieza: Todos los servicios relativos a limpieza, higiene y desinfección de los edificios.

La información proviene de inspecciones programadas por técnicos de la gerencia, a través de una lista de verificación previamente preparada, en la que se abordan las condiciones operacionales del sistema, también, proviene de los clientes, de las compañías aéreas, de órganos públicos, de pasajeros y de usuarios en general.

3.10 Combustibles

Los combustibles de aviación son elaborados en las refinerías de Petróleos Mexicanos, distribuidas estratégicamente por todo el País, siendo analizados y certificados por una tercería acreditada internacionalmente y que es responsable de que los combustibles de aviación lleguen a su destino con la pureza y calidad requerida.

En el ámbito aeronáutico, el “mantenimiento” de los combustibles de aviación adquiere una gran importancia, ya que su empleo implica a la vez, la seguridad de las aeronaves y primordialmente de quienes las usan. Las normas y procedimientos se

implantan tomando como base los requerimientos de los constructores de aeronaves y motores, así como las compañías aéreas reguladas por autoridades e instituciones oficiales.

Las instalaciones para el manejo de los combustibles de aviación deben contar con los dispositivos para la recepción, sistema de bombeo, filtración y almacenamiento del producto, el equipo de servicio de suministro a las aeronaves en plataforma ya sea por red de hidrantes o por autotanques.

En el procedimiento de recepción se deben revisar las pruebas físicas y visuales para determinar la aceptación o rechazo del producto con la coordinación de la Subgerencia de Control de Calidad y Transporte y la Subgerencia de Combustibles. Dichas pruebas son:

- Prueba Claro-brillante
- Prueba de la cubeta blanca
- El olor
- Peso específico
- Hidrokit-Velcon

El equipo de abastecimiento tiene los dispositivos necesarios para verificar la calidad de los combustibles desde que salen de los tanques hasta que llegan a las aeronaves.

Los sistemas de filtración son los dispositivos principales e indispensables en el manejo de los combustibles, teniendo como objetivo la eliminación de contaminantes sólidos y agua que pudiera tener el combustible.

- Los Filtros/Separadores son utilizados para remover sólidos y agua del combustible. Ellos contienen dos tipos de elementos: coalescedores (primera etapa) y separadores (segunda etapa). El flujo normalmente es de adentro hacia fuera a través de los coalescedores, y de afuera hacia adentro a través de los separadores.

- Coalescedores: los elementos coalescedores combinan las gotitas de agua extremadamente pequeñas en gotas más grandes para que caigan por gravedad en el resumidero de la carcasa.

- Separadores: los elementos separadores están hechos de un medio repelente al agua (hidrofóbico) que permite el paso del combustible pero bloquea el paso de las gotas de agua que se coalescieron previamente.

- Fundas: fundas fabricadas de material repelente al agua que cubre los elementos coalescedores son utilizadas como separadores en la misma carcasa. Las fundas están hechas de un material tejido con una holgura apropiada sobre los elementos coalescedores. El combustible pasa a través de la funda de adentro hacia fuera. Las gotas de agua coalescidas se acumulan en la funda y caen hacia el fondo de la carcasa.

- Carcasa para monitores. Los monitores, normalmente localizados a la salida del recipiente del filtro o filtro/separador, son recipientes “seguros”. Los filtros/separadores están diseñados para eliminar polvo y/o agua a la calidad estándar para el suministro de combustible de aviación en la aeronave. Los recipientes de los monitores contienen elementos que se saturan rápidamente debido a excesiva cantidad de polvo y/o agua en el combustible. Los elementos monitores absorben el agua y filtran polvo que resulta en el incremento de la presión y/o reducción en el flujo de combustible.

- Coladores: los coladores son una malla instalada antes de las boquillas, válvulas, bombas, y otros equipos mecánicos para eliminar gruesas partículas de materia. Estos no proporcionan las funciones de filtración y de eliminación de agua como los otros equipos descritos anteriormente.

CAPÍTULO 4. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO. CONTROL Y EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES AEROPORTUARIAS.

4.1 Diferencias entre tipos de mantenimiento en las instalaciones

Se han mencionado las causas por las que un mantenimiento predictivo es inusual en las instalaciones del aeropuerto, por lo que es necesario detallar diferencias entre el mantenimiento preventivo y correctivo.

El mantenimiento correctivo resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al equipo a una mayor exigencia. Asimismo, fallas no detectadas a tiempo, ocurridas en partes cuyo cambio hubiera resultado de costo mínimo, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas complementarias que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este tipo de mantenimiento, es que se tendrá que disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra-entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el equipo en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Se pretende que la revisión que realice el personal se haga por cuadrillas.

Por otro lado, para los casos en que no disponemos de información sobre la historia o sobre la vida útil de un equipo, como es nuestro caso, la recorrida periódica de todos ellos y la confección de un programa de reparaciones anticipadas, nos permiten actuar antes que se produzcan muchas de las fallas, por lo que se necesita un programa de mantenimiento preventivo.

En todos los casos, la prevención nos permite preparar el equipo de personal, los materiales a utilizar, las piezas a reponer y la metodología a seguir, lo cual constituye una enorme ventaja.

La mayor ventaja de este sistema es la de reducir la cantidad de fallas por horas de marcha.

Las desventajas que presenta este sistema son:

- Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento, se procede a su cambio, encontrándose muchas veces, que el elemento que se cambia, permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el

equipo desarmado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo costo es escaso frente al correspondiente de desarme y armado (cambio prematuro).

- Problemas iniciales de operación: cuando se desarma, se montan piezas nuevas, se rearma y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- Costo en inventarios: el costo en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de librar el equipo al servicio lo más rápidamente posible.

4.2 Programación del mantenimiento en las instalaciones aeroportuarias.

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo.

La programación del mantenimiento tiene una serie de funciones y atribuciones cuyo resultado final es una mejor gestión de los recursos humanos, materiales y financieros disponibles, con la finalidad primordial de atender de la mejor manera posible la demanda y reducir los costos de los servicios prestados.

La programación debe contener:

- Una clasificación de prioridades de trabajos.
- Materiales necesarios para llevar a cabo el trabajo.
- Coordinación con la función de operaciones.
- Estimaciones realistas de lo que sucederá.
- Flexibilidad en el programa, entendiéndose que se debe revisar y actualizar constantemente.

El objetivo final de la programación es construir una gráfica de tiempo que muestre el momento de inicio y terminación para cada trabajo (actividad), la interdependencia entre los trabajos y los trabajos críticos que requieren atención especial y monitoreo eficaz.

En el caso de trabajos grandes o proyectos de mantenimiento muy específicos, el programador puede utilizar las técnicas cuantitativas disponibles para generar el programa y equilibrar los requerimientos de mano de obra. Estas técnicas incluyen el método de la ruta crítica (CPM), la técnica para evaluación y revisión de programas (PERT) y la programación estocástica. Estos métodos son ampliamente conocidos y deben ser aprendidos y aceptados por los encargados del mantenimiento para poder seguir con los pasos de control y seguimiento.

4.3 Pavimentos

El mantenimiento de los pavimentos puede ser preventivo o correctivo. El primero involucra pocos recursos, equipos leves y poco especializados. El segundo, requiere equipos más voluminosos, pesados y más especializados. La diferencia básica entre los dos tipos de mantenimiento reside, pues, en la extensión de los servicios necesarios para la corrección de los defectos del pavimento.

4.3.1 Mantenimiento preventivo

Constantemente actúan tensiones en todos los pavimentos que producen pequeños defectos. Estas tensiones pueden ser causadas por cambios de temperatura o de humedad, por el tráfico o por pequeños movimientos del sublecho o suelo adyacente, fisuras, pequeños agujeros, depresiones y otros tipos de defectos. Son las evidencias visibles del desgaste del pavimento.

La detección prematura y la reparación de los pequeños defectos constituyen, sin duda, el trabajo más importante que debe hacer el equipo de mantenimiento. Las fisuras y otras rajaduras superficiales, que en sus fases iniciales son casi imperceptibles, pueden transformarse en serios defectos si no son reparados rápidamente.

Por esta razón deben efectuarse frecuentemente inspecciones minuciosas de los pavimentos. Después de la detección de los defectos del pavimento, debe realizarse una investigación detallada para determinar el tipo de reparación necesario. Enseguida se ejecutarán las reparaciones lo más pronto posible.

La inspección periódica, la limpieza de los sistemas de drenaje, la conservación de la cobertura vegetal de las áreas y el sellamiento de las rajaduras son formas de mantenimiento preventivo. En general, un grupo de 2 a 6 hombres, entrenados y familiarizados con las herramientas y los equipos usuales, puede atender las necesidades básicas del mantenimiento primario de los pavimentos de un aeropuerto.

Un equipo de mantenimiento primario debe disponer de los siguientes equipos:

- ❖ Para la remoción de los pavimentos:
 - Martillo neumático
 - Herramientas manuales (punteras, combas, etc.)
 - Camiones volquetes
- ❖ Para la aplicación de los materiales
 - Distribuidores de material voluminoso
 - Esparcidores
 - Escobas
 - Soplador de aire comprimido
 - Herramientas manuales (rastrillo, azadas, etc)

- ❖ Para sellamiento de rajaduras
 - Herramientas manuales (cinceles, formones, etc.)
 - Cepillos y escobas
 - Soplador de aire comprimido
 - Equipo para aplicar material sellante

4.3.2 *Mantenimiento correctivo*

De conformidad con lo indicado anteriormente, los defectos que no son reparados en su condición inicial pueden asumir serias proporciones y afectar la integridad estructural del pavimento. Cuando ocurre esto, los defectos comienzan a afectar la calidad de utilización del pavimento, requiriendo servicios correctivos más amplios y voluminosos.

La recuperación de áreas agrietadas y el reencarpetamiento pueden ser considerados como formas de mantenimiento correctivo.

4.3.3 *Control y evaluación*

La falta de mantenimiento oportuno constituye la causa más simple de deterioro de los pavimentos y genera la necesidad de reparaciones de gran volumen.

Las actividades sistemáticas de inspección y evaluación permiten la detección de los defectos en sus estados iniciales, posibilitando la adopción de medidas preventivas y/o correctivas en tiempo hábil y promoviendo consecuentemente condiciones permanentes de seguridad a las operaciones aéreas.

4.3.4 *Barrido*

Las superficies previstas a ser utilizadas por las aeronaves y los vehículos terrestres tienen que barrerse con regularidad. El intervalo entre barridos depende de las necesidades y de la experiencia local. Ciertas áreas, tales como las posiciones de estacionamiento de las aeronaves o las zonas de manipulación de carga en los aeropuertos de gran movimiento, pueden exigir un barrido por día como mínimo, de otra forma se puede caer en condiciones FOD.

La periodicidad de las verificaciones de mantenimiento deberán ser determinadas por el gerente de mantenimiento en función del número de movimientos de las aeronaves en el aeropuerto.

La limpieza de las áreas contaminadas deberá efectuarse con la aplicación de chorro de agua bajo presión, barrido manual o barrido mecánico para la remoción de agentes contaminantes. La limpieza por chorro de agua se torna más rápida y eficiente.

- Personal de limpieza: operador para el equipo de chorro hidromático; operador para barredora mecánica; ayudantes para el hidromático y sirvientes para el barrido manual.
- Camión con sistema hidromático en frío con capacidad para almacenar 8 000 litros de agua.
- Manguera de alta presión con 50m. de extensión.
- Camión tanque con capacidad para transportar como mínimo 5 000 litros de agua.

- Barredora mecánica con cepillos laterales y cepillo central para recoger los residuos.
- Escobas y escobillones de uso manual.
- Palas y rastras manuales.
- Vehículo tipo “pick-up”.

El mantenimiento de la limpieza en las áreas de estacionamiento de las aeronaves también es importante para evitar el riesgo de resbalamiento del personal y equipos de apoyo utilizados en las operaciones de embarque y desembarque de carga y pasajeros.

4.3.5 Márgenes y franjas de pista

- ❖ Franjas de altura nula: ocurrencia de erosiones, fallas en el revestimiento vegetal, crecimiento de arbustos y hierbas dañinas, empozamientos de agua, vegetación que necesite siega, nidos de pájaros, desnivel acentuado del terreno, etc.
- ❖ Márgenes pavimentados: fallas en el revestimiento de los pavimentos, defectos estructurales en el pavimento, existencia de material suelto en la superficie de los pavimentos, acumulación de agua entre el borde acostamiento y la franja de altura nula, etc.

El gerente de mantenimiento del aeropuerto debe controlar los acostamientos y las franjas de las pistas para impedir que algún defecto en estas áreas pueda poner en riesgo la aeronave que accidentalmente necesite transitar sobre ellos.

4.3.5.1 Inspecciones

- ❖ Inspección rutinaria: es una inspección visual y tiene por objeto detectar defectos que estén afectando el buen funcionamiento de la obra y por ende el tránsito de aeronaves y de vehículos en el aeropuerto. Los principales defectos observados en estas inspecciones son: fallas en la calle de rodaje, fallas en las aceras, fisuras, fallas del concreto, deterioro de los materiales, acumulación de suciedad, deficiencias de drenaje, etc.
- ❖ Inspección especial: Debe ser solicitada a los especialistas para cuando las inspecciones rutinarias revelen defectos significativos.

El informe de toda inspección debe contener:

- Elementos catastrales como planos o dibujos.
- Informe de inspección anterior de la obra.
- Estado de conservación y situación actual de la obra.
- Documental fotográfico, si es necesario.

4.3.5.2 Control y evaluación

Siempre que sea posible, las inspecciones deberán presentar hipótesis en cuanto a las causas que determinaron los principales defectos observados en la obra. La correcta interpretación tecnológica de los defectos es esencial para el éxito de las medidas correctivas recomendadas o para la no recuperación de la estructura.

4.3.6 Pintura para la señalización de los pavimentos

El gerente de mantenimiento debe programar las inspecciones dos veces al mes y procurar las correcciones necesarias para mantener siempre en buenas condiciones las señalizaciones en el aeropuerto. También debe revisarse el Anexo 14 de la OACI para el caso de dudas sobre el pintado.

- Personal necesario: pintores, ayudantes, encargado, operador de equipo (para el pintado mecanizado)
- Materiales: cinta métrica de 30 metros, cámara fotográfica, cepillos, brochas, escobas, rollos y pinceles, camión de apoyo, pinturas especificadas, solventes adecuadas, microsferas, reglas de madera o aluminio, modelos para números y letras, y de tenerse, pintarayas.

Los servicios de pintado comprenderán la demarcación de las áreas, previamente hechas sobre el pavimento y con la normalización requerida. Se debe aplicar material suficiente, de modo que se produzcan marcas con bordes claros y nítidos y una película de color y anchura uniformes.

El material debe ser aplicado de tal forma que no sea necesaria una nueva aplicación para alcanzar el espesor indicado. El gerente de mantenimiento debe controlar la calidad del pintado de la señalización horizontal del aeropuerto, observando los desgastes naturales aplicándose las medidas correctivas de mantenimiento.

Todas las pinturas utilizadas en este proceso son verificadas antes en el laboratorio de calidad y con base en el Anexo 14 de la OACI.

4.4 Drenaje

La programación del mantenimiento en cuanto a los drenajes estará hecha cada 3 meses y tener en el archivo del aeropuerto los planos que contengan toda la información sobre el sistema de drenaje profundo implantado en el aeropuerto. Estos planos deben contener los puntos donde se sitúan las cajas de inspección.

Las inspecciones deben planearse para verificar las condiciones de escurrimiento del agua de los drenajes y las condiciones estructurales en las que se encuentran.

- Personal necesario: auxiliares de campo
- Materiales: cinta métrica, herramientas para siega, pala, guantes de seguridad, botas de goma de seguridad, linternas de foco a distancia, escalera de tamaño variable.

Los sistemas de drenaje deben ser inspeccionados durante las estaciones lluviosas, cuando es más factible que ocurran daños. Si en la superficie y en el subsuelo el agua es drenada libremente, el sistema podría ser considerado satisfactorio. Sin embargo, si el agua no fluye como se espera, es señal de que hay un daño y habrá que repararlo.

- Si el agua no fluye en un conducto, es señal de obstrucción.
- Si en una galería la entrada del agua está a sección plena o sumergida, es señal de que hay obstrucción de basura.

- Si el agua transborda del pozo de visita, es señal de que una sección de la galería o tubería está obstruida.
- Si en la pista el agua forma charcos en la superficie, el drenaje tiene declive insuficiente o sección inadecuada.

Los tubos de salida son las únicas partes de los sistemas de drenaje profundo del pavimento que están expuestas al daño directo o bloqueo por la falta de mantenimiento adecuado o impropio o por actividades relativas al paisajismo.

El mantenimiento de las salidas no debe requerir un tiempo excesivo, aunque estas salidas deben ser inspeccionadas periódicamente para tener la certeza de que no están bloqueadas por el crecimiento de hierba, nidos de pájaros, lodo, escombros u otros desechos.

4.4.1 Control y evaluación

Para corregir adecuadamente un defecto es necesario saber su causa y por lo consiguiente un diagnóstico. Si se detecta un defecto que exija un diagnóstico, el gerente de mantenimiento debe consultar al personal especializado en la reparación.

Todas las personas involucradas en las operaciones generales del mantenimiento de los aeropuertos deben tener conocimiento de la existencia de los sistemas de drenaje subterráneo mediante el conocimiento de los planos en las reuniones que se lleven a cabo para evitar el daño en los drenajes y la obstrucción de tuberías.

4.5 Áreas verdes

Para una mejor visualización y facilidad en la elaboración de los programas de mantenimiento, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- La documentación existente donde se incluyan los lugares donde se encuentran las áreas verdes.
- Conocer la cantidad y el tipo de vegetación existente
- Análisis del suelo en relación al pH (nivel de alcalinidad), nutrientes orgánicos, etc.
- Estudio sobre la vegetación implantada con la determinación de las edades.
- Condiciones climáticas de la región
- Disponibilidad actual de mano de obra, equipos, herramientas y transporte.

El establecimiento de programas de mantenimiento confiable y ejecutable, resulta de la evaluación de los factores antes mencionados por lo que nos arroja que será un mantenimiento preventivo. Estos datos proporcionarán el establecimiento de criterios de intervención en el área necesarios para su perfecto mantenimiento, extrayéndose de ellos informaciones importantes para la planeación, tales como la capacidad de mano de obra o materiales.

La verificación de los programas, deberá ser mensual en los meses de menor actividad y quincenal en los meses de mayor actividad. En función del condicionamiento del mantenimiento a las condiciones climáticas, los posibles desvíos de programación deberán ser corregidos en tiempo hábil, bajo pena de perderse todo el ciclo vital.

4.6 Ayudas visuales

El programa de mantenimiento que se lleva a cabo en las ayudas visuales es de carácter preventivo y comprenderá lo siguiente:

Diario:

- Inspección de las luces, reemplazo de lámparas quemadas y limpieza de las lentes.
- Inspección de la alineación en las lámparas.
- Equipo de control para el funcionamiento correcto de cada etapa de brillo.
- Inspección de la parte de vidrio o reemplazo de piezas rotas.
- Inspección de la humedad en las luces en época de lluvias.
- Inspección de la limpieza interior y exterior de las luces.

Anual:

- Sujetadores de cada dispositivo luminoso.
- Pintura o reemplazo de las piezas oxidadas.
- Inspección de las lámparas de todo el sistema.
- Ajustes de elevación y alineación horizontal.
- Verificación de la limpieza y del contacto de los enchufes.
- Inspección de los dispositivos luminosos y de su estructura de fijación, para verificar su ajuste y la presencia de corrosión y de oxidación.
- Estado general de todo el sistema.

4.6.1 Programa de restauración de las luces

❖ Instalaciones generales

- El mantenimiento de las luces se deberá llevar a cabo en el taller. Pueden evitarse así las incomodidades propias del trabajo en el exterior, tales como el calor, frío, precipitación y ruido de las aeronaves. Además la calidad del servicio es mejor en los talleres que en el exterior.
- La primera etapa es el retiro de las luces y reemplazo inmediato por luces nuevas; la segunda etapa se da con el servicio y la inspección en los talleres.
- Es necesario disponer de un número suficiente de luces de repuesto que permitan el retiro de la parte dañada e instalar una nueva en un tiempo breve.

❖ Limpieza de las luces:

- Las luces de un aeropuerto son de tipo diferente y su grado de contaminación también lo será. Las luces elevadas de aproximación y de borde de pista normalmente se verán contaminadas por los fenómenos atmosféricos como lluvia y polvo elevado por el viento; las luces empotradas son contaminadas por los depósitos de caucho provenientes de los neumáticos y de los restos de escape. Los diferentes grados de contaminación deben reflejarse en el programa de mantenimiento de las diferentes categorías de luces.

- Al limpiar el vidrio de las luces es necesario observar las recomendaciones del fabricante. Normalmente la limpieza se lleva a cabo lavando el vidrio con una mezcla limpiadora consistente en agua y un solvente especial que no afectará el material ni dejará películas sobre el vidrio. El método y los materiales como los cepillos, esponjas o trapos, no deben rayar la superficie del vidrio ni hacerle surcos o dañar la superficie de sellado.
- Para limpiar los dispositivos luminosos en el lugar, deben utilizarse vehículos especiales de mantenimiento equipados con compresores de aire, aspiradoras y tanques de solvente. Estos vehículos también pueden llevar las herramientas necesarias para las tareas de mantenimiento.
- La limpieza completa del interior de las luces para eliminar el barro, la humedad o el óxido, debe llevarse a cabo en los talleres.

❖ Medición de las luces

- La luminosidad disminuirá con el transcurso del tiempo debido al envejecimiento de la lámpara. De acuerdo con el Anexo 14 de la OACI se considera que una luz ha fallado cuando su luminosidad disminuye al 50%.
- La luminosidad debe medirse con regularidad para detectar prontamente su disminución. Se dispone de equipos apropiados para la medición de la luminosidad tanto en el exterior como en el interior.
- Las mediciones en el terreno mismo son necesarias para las luces empotradas. Un tipo de medición, ofrecido por los fabricantes de luces para uso en el terreno, consiste en una fotocélula y un microamperímetro. Estos dispositivos de medición se colocan sobre el elemento luminoso y la lectura observada en el medidor se compara con el valor de calibración.
- Para el ajuste del ángulo correcto del haz, las luces llevan normalmente marcas de alineación. Sin embargo, la desalineación del haz causada por el desplazamiento del sistema óptico interno no puede corregirse ajustando la carcasa. Si esta desalineación se observará visualmente, la luz se debe ajustar en el taller.
- Para medir la luminosidad en el taller, deberá utilizarse el equipo de medición producido por el fabricante de las luces respectivas.

❖ Reemplazo de las lámparas

- La vida útil de las lámparas varía entre 100 y unas 1000 horas de funcionamiento y depende del porcentaje de funcionamiento al nivel de brillo máximo y del número de conmutaciones.
- El reemplazo de la lámpara se hará si las lámparas han fallado o han reducido su luminosidad. Las lámparas deberán cambiarse cuando han funcionado el 80% del tiempo de vida media.
- Es preferible reemplazar las lámparas en el taller, particularmente en el caso de las luces empotradas, sin embargo, si la lámpara es fácil de abrir, se puede hacer en el lugar de trabajo.

❖ Eliminación del agua

- El agua dentro de la luz aumenta la corrosión, causa daño a las piezas eléctricas y deja depósitos en la lente y en la lámpara, además reduce su vida útil. Es necesario realizar inspecciones regulares para verificar las luces por si hubiera agua. Cuando se vea que las luces han juntado humedad en el interior, deberán retirarse y reemplazarse. Antes de cerrar una luz seca se deberá encender la lámpara durante cierto tiempo para permitir que la temperatura interior evapore cualquier humedad residual.

4.7 Instalaciones generales

Las instalaciones deberán poseer un programa de mantenimiento correctivo en función de las características físicas de cada instalación. Este programa deberá tener;

- Temperaturas de control: deberán definirse los valores para ajuste de los instrumentos de control de temperatura y humedad relativa para las áreas técnicas y áreas confortables, mediante hojas de inspección en cada equipo.
- Horario de funcionamiento: deben estar definidos para conectar y desconectar los equipos y sistemas en función del horario de funcionamiento de cada sala, piso o edificio.
- Rotación de equipos: debe definirse la frecuencia de conexión y desconexión de los equipos.
- Rutinas de operación de las válvulas: se tendrá que definir una frecuencia de operación de las válvulas de carácter preventivo, a fin de garantizar que se abran y cierren adecuadamente cuando sea necesario.
- Diseños y planos: aquí se debe contener información sobre las características y composición de los sistemas.
- Hojas de operación: se registrarán la inspección y los aspectos básicos de funcionamiento de cada equipo.

4.7.1 Corrección en los reclamos de temperatura

- Desarrollar y mantener dispositivos de rutinas de supervisión de los principales equipos para detectar paralizaciones antes de que empiecen los reclamos de temperatura.
- Invertir en la formación de equipo competente de instrumentistas para corregir las fallas de los sistemas.
- Verificar periódicamente los equipos para saber si están funcionando según los parámetros.
- Definir procedimientos normalizados para su utilización por el personal de operaciones.
- Corregir inmediatamente las irregularidades de los sistemas.
- Revisar la distribución de aire en los ambientes cuando el sistema lo permita.
- Mantener al usuario y a la administración del aeropuerto informado sobre los arreglos que se estén llevando a cabo.

4.7.2 Corrección de los aparatos de ventana

- Normalizar marcas, modelos y capacidades de los equipos.
- Efectuar la instalación correcta, siguiendo las orientaciones del fabricante en lo tocante a la fijación del aparato, altura, posición en el ambiente, lugar de descarga del aire caliente del condensador, etc.
- Sustituir los aparatos por nuevos después de cinco años de uso.
- Comparar el costo estimado de la reforma del aparato con el precio de uno nuevo, optando siempre por nuevos aparatos cuando el costo de la reparación sea mayor que el 50% del precio de un aparato nuevo.

4.7.3 Corrección de acondicionadores de aire tipo auto contenido

- Eliminación del exceso de captación de aire del exterior.
- Orientación de los usuarios en cuanto a la regulación del termostato y su posicionamiento.
- Limpieza regular y eficiente de los condensadores, evaporadores y filtros de aire.
- Recuperación de los compresores por la asistencia técnica autorizada.

4.8 Sistema de protección contra incendios

No existen soluciones para impedir el deterioro de las mangueras. Lo que se hace es adoptar procedimientos para desacelerar su deterioro como rebobinar las mangueras en el sentido contrario cada 3 meses o corrección inmediata de las fugas de agua. Además:

- Las mangueras de servicio deben desarrollarse o quitarse de los soportes del autotanque o dispensador antes de su uso.
- La manguera debe tener libre movimiento cuando está a presión.
- Manipular la manguera, tirar de ella y no del cople o boquilla.
- Evitar los pliegues de la manguera o torceduras agudas.
- Manipular la manguera para que descienda en forma gradual y no tirarla al suelo.
- Al momento de enrollar la manguera hay que guiar ésta para que enrolle en el carrete bien.
- No estrangular la manguera para impedir un derrame, cuando esté cambiando filtros o boquillas.

El programa de mantenimiento preventivo para las instalaciones tendrá:

- Semanal:
 - Estado de los extintores de incendio de todos los edificios.
 - Las salidas de emergencias despejadas y sin obstáculos.
- Trimestral:
 - Estado de servicios de todos los componentes de las instalaciones de advertencia y de alarma contra incendio.

- Semestral
 - Estado de servicio de las puertas de cierre automático en caso de incendio o humo.
 - Estado de servicio de todos los extintores de incendio del edificio.

- Anual
 - Funcionamiento de las puertas en presencia de humo.
 - Estado de servicio de los cierres de las salidas de emergencia.
 - Estado de servicio de las bombas y de los hidrantes.
 - Estado de las mangueras.

4.9 Equipos Automotores

Como se ha escrito, en los equipos automotores existen los dos tipos de mantenimientos: preventivo (revisiones de los equipos) y correctivo (reparaciones). Ahora se presentará el programa de mantenimiento de estos vehículos.

La base para el mantenimiento de vehículos y equipos es un programa de los servicios requeridos y de los intervalos entre servicios. El programa puede ser preparado por el taller de mantenimiento o por la dependencia que utiliza los vehículos. Para el mantenimiento de vehículos estándar se deben observar las instrucciones del fabricante. A falta de éstas, el programa se basaría en la experiencia adquirida con las necesidades de mantenimiento. Muchas veces las instrucciones de los fabricantes son perfeccionadas para adecuarlas a las necesidades efectivas del aeropuerto.

El programa de mantenimiento es individual para cada tipo de vehículo o de equipo. Depende de su función, de las características de desgaste y de las recomendaciones del fabricante. La inspección debe llevarse a cabo por especialistas. La siguiente tabla muestra los diferentes tipos de programas y los intervalos de mantenimiento.

Fig. 4.1 Mantenimiento de equipos automotores

EQUIPO	INTERVALOS DE MANTENIMIENTO		
	Recorrido (km)	Funcionamiento (h)	Frecuencia
Vehículos de salvamento y extinción de incendios, ambulancias	3000 a 5000	100 a 200	-----
Vehículos para servicio de invierno	-----	100 a 200	2 veces por año
Automóviles, camionetas y autobuses	5000	-----	
Autobuses especiales para pasajeros	-----	100 a 200	2 veces por año (al menos)
Camiones; tractores	-----	100 a 200	-----
Equipo automático para el servicio a las aeronaves	-----	100 a 200	-----
Otros equipos para el servicio de las aeronaves	-----	-----	Una a dos veces por año

Estos son algunos criterios básicos para la elaboración del programa de mantenimiento:

- Clasificación de la flota: vehículos y equipos similares.
- Compartición: subdivisiones en los grupos de vehículos y equipos.
- Rubricación: subdivisión de los compartimientos anteriores pero en ítems.
- Periodicidad: intervalos de mantenimiento previstos por el fabricante.
- Escalonamiento: conjunto armonizado de actividades, en función de la rubricación y sus correspondientes periodicidades.

4.10 Sistemas y equipos electrónicos y electromecánicos

En el programa de mantenimiento se involucran todas las actividades destinadas a preservar los equipos de manera de obtener los resultados esperados de los encargados de mantenimiento y de los equipos, de acuerdo con las especificaciones técnicas y la mejora de los recursos operacionales a través de intervenciones especializadas y responsables. Se deberán observar los siguientes puntos:

- Definición y desarrollo del personal que será responsable del mantenimiento.
- Definir los resultados esperados.
- Listado de las tareas que se deben revisar en los equipos.
- Identificación de patrones de medida y evaluación.
- Definición de los tiempos de ejecución y periodicidad.
- Disposición de la mano de obra necesaria.
- Adquisición del material necesario.
- Transporte, recursos humanos, herramientas, etc.
- Desarrollo de rutinas y formularios para la ejecución, registro y control de actividades.
- Levantamiento de los datos para la elaboración de los informes.
- Comparación de las acciones resultantes.

La periodicidad del mantenimiento de los sistemas se hará mensual, semestre y anual, por lo que se necesita un mantenimiento preventivo. Dichos equipos son:

- Sistema de circuito cerrado de TV: consola central de operación, consola remota de vigilancia, monitor de video, ecualizador de línea, telecámaras.
- Sistema de sonorización: mesa de control, amplificador, ecualizador, impresora, anunciador automático, computadora, grabadora.
- Central horaria: central de control horario y relojes.
- Información de vuelo: computadoras, terminales de video, impresoras, paneles informativos, monitores de video.
- Sistema de inspección de pasajeros y equipos: rayos X de equipajes, pórtico detector de metales, detector de metales portátil.

4.11 Edificios

En estas instalaciones el mantenimiento que se requiere es de dos tipos:

- Preventivo: se dará con la información resultante de las inspecciones técnicas y en él se tienen que realizar el mayor número de actividades posibles.
- Correctivo: se elabora a partir de las inspecciones efectuadas y de información externa. Los elementos que estarán dispuestos a este mantenimiento son:
 - Estructura y acabados: estructuras de concreto, metálicas y de madera, revestimiento de techos, paredes y pisos, escuadras, bastidores de vidrio y acabados en general.
 - Hidráulica de edificios: red de abastecimiento de agua potable, red de alcantarillado, acabados hidráulicos.
 - Conservación y limpieza: Limpieza, higiene y desinfección de los edificios (diariamente).

4.12 Combustibles

Las pruebas de especificación completas sólo se efectúan en refinería, así el combustible sometido a pruebas y confirmadas sus propiedades se emite un certificado de calidad para lote de combustible en estudio, como el combustible es transportado, las pruebas en el aeropuerto se limitan a asegurar que la calidad, especificaciones de los combustibles no han cambiado, otras veces a estas pruebas se les llama de certificación, o sea es una versión mas breve que la de certificación y se compara con los resultados originales para verificar que no hay cambios significativos.

Estas pruebas indican que en el caso que una muestra no cumpla con la especificación de combustible o contaminación, el lote del producto permanecerá aislado hasta que pruebas adicionales nos permitan establecer que la calidad es satisfactoria. Todo esto se realiza en manos de ingenieros químicos.

Fig. 4.2 Pruebas en los combustibles

Pruebas requeridas	Turbosina	Gas avión
Apariencia/color (cubeta, frasco)	√	√
Olor	√	√
Peso específico	√	√
Surfactantes	√	√
Filtración en membrana (colorimetría)	√	√
Detección al agua (pasta detectora)	√	√

La programación estará dada por:

- Eliminar sólidos y agua.
- Proteger el almacenamiento.

DIARIO

- Inspección en la cubeta blanca.
- Inspección de la presión diferencial (Ap).
- Inspección visual del tanque.

MENSUAL

- Inspeccionar la operación correcta de las válvulas.
- De emergencia del sistema de abasto de agua.
- Inspección del interior del tanque

SEMESTRALES

- Inspeccionar el interior del filtro.
- Inspeccionar la operación correcta de las válvulas.
- Limpieza de los filtros.

CADA DOS AÑOS

- Cambio de elementos filtrantes.
- Limpieza del interior de los tanques.

CAPÍTULO 5. CONTROL DEL MANTENIMIENTO. METODOLOGÍA PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL DE DICHO MANTENIMIENTO.

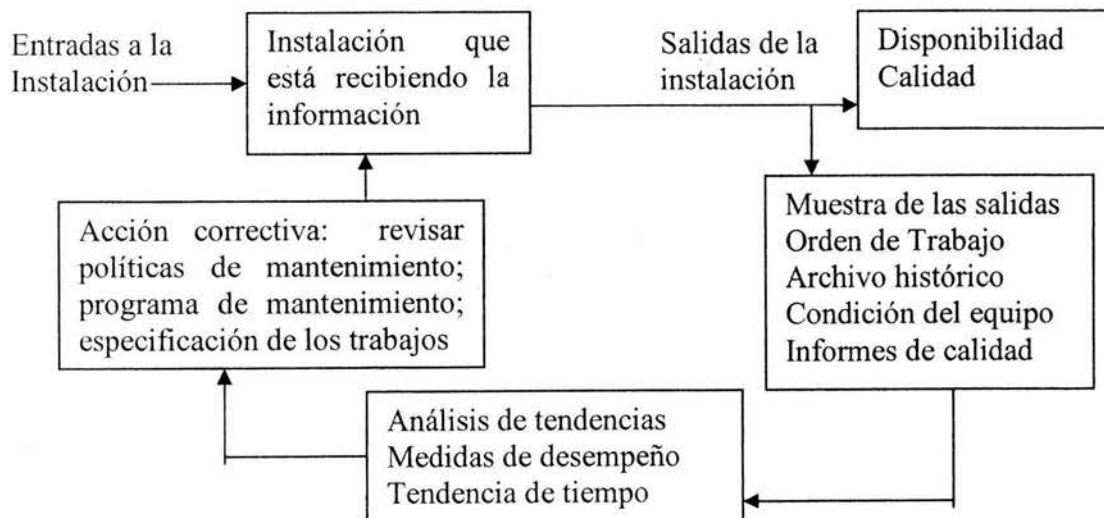
Un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mantenimiento. El control del mantenimiento significa coordinar la demanda del mantenimiento y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia.

Hasta ahora, se ha descrito qué hacer y cuándo hacer, es decir, se describió la demanda del mantenimiento. También se ha descrito quién hará el trabajo y los materiales o herramientas a utilizar, lo que se conoce como los recursos del mantenimiento. El procedimiento y las normas o especificaciones aceptables se detallaron en algunos casos, sin embargo, los encargados del mantenimiento se tendrán que referir a las normas de los fabricantes y al Anexo 14 de la OACI, para la mejor descripción de las tareas, por lo que esto no es motivo de estudio. Lo que sigue a continuación es el monitoreo y control para generar información y reportes para la actividad de mantener en óptimas condiciones los equipos lo que nos llevará a la formulación de herramientas, recopilación de datos y un seguimiento que cumplirá con este fin.

El mantenimiento puede verse como un proceso y, en consecuencia una función para el control del mantenimiento puede aplicar los conceptos desarrollados en el control automático de procesos para mejorar la eficacia de las máquinas. En el mantenimiento, el ciclo de control puede definirse como sigue:

- El objetivo puede ser la disponibilidad de las instalaciones y la calidad de las mismas.
- El muestreo de la salida consiste en recopilar datos de los archivos de las órdenes de trabajo o de la historia del equipo.
- El análisis de la muestra consiste en el empleo de técnicas para determinar si se ha alcanzado el objetivo. Por ejemplo, ¿el nivel de calidad corresponde a la satisfacción del cliente o cumple con las especificaciones?
- La acción correctiva podría consistir en revisar las políticas de mantenimiento, mejorar las especificaciones del trabajo, capacitar a los trabajadores e implantar nuevos programas y estrategias de mantenimiento.

Fig. 5.1 Ciclo de control del mantenimiento



La Estructura de control en el aeropuerto debe ser bien planificada para evitar en el futuro un cambio muy profundo en los instrumentos de control existentes, o también la solicitud de índices o resultados que no fueron previamente establecidos.

Básicamente, el proceso de control se hace efectivo por medio de las siguientes fases:

- Identificación de patrones de medida y evaluación.
- Medida de los Trabajos presentados.
- Comparación de lo “realizado” con lo “esperado”..
- Acciones correctivas.

La estructura de control debe poseer instrumentos de soporte como:

5.1 Sistemas de orden de servicio

La orden de servicio deberá ser utilizada para realizar todo trabajo de mantenimiento ejecutado mostrando la información que se necesite. Dicha orden de servicio es la herramienta que más se tiene que manejar por el sistema y por los encargados del mantenimiento. La información que tiene toda orden de servicio es:

- La identificación y seguimiento de los trabajos.
- La información de datos en tiempo y costo cada trabajo
- Los medios para acumular registros de datos necesarios para la planificación, reprogramación y verificación de la calidad.
- La información de los antecedentes, causa y efecto de lo que ocurrió.
- El compromiso más serio del personal con las tareas.

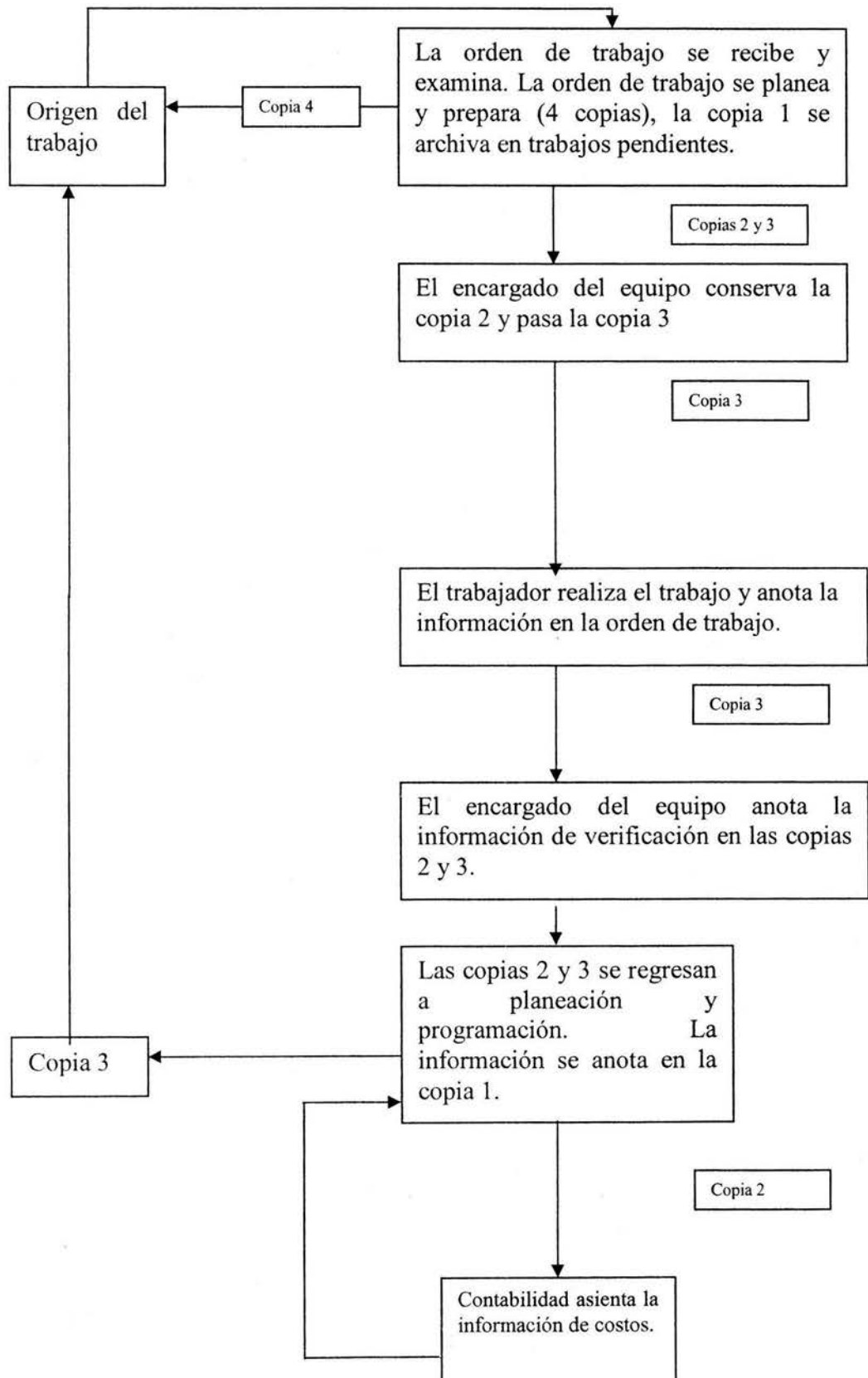
El primer paso para el control del mantenimiento se realiza mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo. La orden de trabajo es una forma donde se detallan las instrucciones escritas para el trabajo que se va a realizar y debe ser llenada para todos los trabajos. El propósito de las órdenes de trabajo es proporcionar medios para:

- Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento.
- Selección por operación del trabajo solicitado.
- Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
- Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos.
- Mejorar la programación del mantenimiento.
- Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.
- Mejorar el mantenimiento en general mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programas de mejora continua.

En las instalaciones aeroportuarias es muy común que al estar realizando las labores de mantenimiento los trabajadores descuiden algún trabajo adicional que se requiera y que no es incluido en el programa de trabajo. Este trabajo tiene que realizarse, y se debe agregar su descripción en la orden de trabajo.

El flujo del sistema de órdenes de trabajo se refiere a los procedimientos para la realización del trabajo y el orden en que el trabajo se procesa desde su inicio hasta su terminación. El proceso para el procesamiento de órdenes de trabajo es el que sigue:

- Cuando el encargado recibe la solicitud de trabajo (que puede ser por teléfono o de forma escrita), ésta se examina y se completa una orden de trabajo que contiene la información requerida para la planeación, ejecución y control. Se tratarán de llenar 3 o 4 copias y se envían a través del sistema.
- La orden de trabajo se incluye en un registro que incluye todos los datos pertinentes para cada orden de trabajo.
- Una copia (puede ser la copia 1) se archiva por número de orden de trabajo en el departamento de control de mantenimiento. Dos copias (copias 2 y 3) se entregan al encargado correspondiente y una copia (copia 4) se envía a quien originó el trabajo.
- El encargado asigna el trabajo al técnico apropiado y le entrega una copia (puede ser la 3). El trabajador efectúa el trabajo requerido y completa la información necesaria acerca del trabajo que se llevó a cabo y entrega la copia al encargado.
- El encargado verifica la información y revisa la calidad del trabajo y anota esta información verificada en la copia 2. Posteriormente, el encargado envía las dos copias al gerente de mantenimiento.
- El gerente de mantenimiento envía la copia 2 al departamento de contabilidad donde se anota la información sobre los costos. Después de esto, la copia se envía al archivo o al sistema de información de mantenimiento.
- La copia 1 se archiva en un registro de órdenes de trabajo concluidas o en un archivo de historia del equipo.
- El siguiente diagrama de flujo es típico de las órdenes de trabajo:



En el Anexo 2 se muestra la forma típica de una orden de Trabajo.

5.2 Sistema de inspección y supervisión. Este sistema asegurará una información adecuada sobre el estado de las áreas, equipos, vehículos y el seguimiento de los servicios realizados en ellos. Servirá también para encontrar y orientar a las empresas que tengan contratos de mantenimiento.

- En esta fase el sistema ya está implantado y a partir de entonces se realiza un seguimiento constante.
- Por ser actividades dinámicas, ocurrirán con cierta frecuencia alteraciones en los equipos.

5.3 Sistema de prioridad

- Prioridad (1) uno emergencia (p.ej. hechos que amenacen la seguridad del tráfico aéreo, como la obstrucción de áreas verdes o el abastecimiento de combustibles).
- Prioridad (2) dos urgencia (p.ej. defecto en estado de equipo secundario, como las luces de advertencia).
- Prioridad (3) tres necesario (p.ej. mantenimiento preventivo de equipo secundario como los sistemas electrónicos).
- Prioridad (4) cuatro deseable (p.ej. mantenimiento de los pavimentos).
- Prioridad (5) cinco prorrogable (p.ej. mantenimiento de los vehículos).

5.4 Sistema de registro. Consiste básicamente en el registro de todas las concurrencias con posibilidad de análisis y control por medio de índices indicativos. En el siguiente capítulo se especifican los tipos de registro y los índices más utilizados en el mantenimiento del aeropuerto.

5.5 Sistema de informes

Los informes componen un documento por medio del cual la gerencia administra el mantenimiento del Aeropuerto.

Estos informes ayudan a la gerencia a tomar acciones para mejorar el estado de avance del mantenimiento. Los informes deberán basarse en datos reales y presentarse en forma resumida y gráfica. Los siguientes puntos evalúan la calidad de los informes:

- Debe ser conciso y basado en datos reales.
- Algunos informes periódicos deberán presentarse en forma gráfica y compararse con períodos anteriores para mostrar tendencias, mediante el uso del software indicado o en forma impresa, si así se requiriera.
- La información importante debe estar siempre disponible, como: tiempo muerto del equipo, porcentaje de mantenimiento programado, informes de calidad, etc.
- Los informes deben prepararse con estrecha vinculación de los departamentos involucrados.
- La gerencia de mantenimiento deberá proporcionar retroalimentación sobre los informes y tomar medidas para corregir cualquier falla.

El contenido de dicho informe deberá reflejar el estado del mantenimiento y normalmente incluirá lo siguiente:

- Un resumen de los principales logros y problemas.
- Un resumen del trabajo de mantenimiento realizado. Éste debe ser un resumen de las órdenes de trabajo ejecutadas en términos de su número y horas-hombre, y presentarse de preferencia en forma tabular o gráfica y compararse con las cifras de los últimos tres meses para mostrar tendencias.
- Una lista de costos de mantenimiento por equipos, en este caso, no disponibles.
- Informe de trabajos pendientes en términos de horas-hombre, presentado en forma de gráfica o tabla, y comparado con las cifras de los últimos tres meses.
- Presentar una lista de las órdenes de trabajo iniciadas para el tipo de mantenimiento.
- Tiempo muerto del equipo principal.
- El estado semanal y la eficiencia de los equipos.
- Informe de materiales y abastecimientos.
- El informe deberá entregarse puntualmente cada mes al gerente de mantenimiento, quien a su vez se reunirá con el administrador de dicho departamento para la retroalimentación de dicho informe.

5.6 Control sobre el trabajo

Este tipo de control vigila el estado del trabajo y el trabajo realizado para investigar si éste se ha efectuado de acuerdo con las normas de calidad y tiempo. En este tipo de control se supone que el sistema de control de mantenimiento incluye normas que se asignan antes de llevar a cabo el trabajo real de mantenimiento. En esta categoría de control se genera un conjunto de informes donde se presentan el desempeño con respecto a las normas, el porcentaje de trabajo de mantenimiento, porcentaje de trabajo de reparación o los trabajos pendientes.

El informe de trabajos pendientes es esencial para el control del trabajo. Tener demasiados o muy pocos trabajos pendientes requiere una acción correctiva. En caso de que se identifique una tendencia descendente en los trabajos pendientes, puede ser necesario algunas de las siguientes acciones correctivas:

- Reducir el mantenimiento por contrato (Ver Anexo 3).
- Considerar una transferencia entre departamentos.
- Reducir la fuerza de trabajo de mantenimiento.

Si la cantidad de trabajos pendientes está aumentando y se identifica una tendencia clara, puede ser necesaria alguna de las siguientes acciones correctivas:

- Incrementar el mantenimiento por contrato
- Considerar la transferencia entre departamentos
- Programar tiempo extra que sea eficaz en costos
- Incrementar la fuerza de trabajo de mantenimiento

El total de trabajos pendientes deberá controlarse utilizando herramientas para el control estadístico de los procesos, especialmente las gráficas de control. Las gráficas de control son aquellas que tienen una línea central para el promedio y dos límites de control. La línea central corresponderá al promedio de los promedios de los trabajos pendientes durante varios períodos. Los límites superior e inferior de control son funciones de la variabilidad de la cantidad de trabajos pendientes.

$$\begin{aligned}\text{Promedio de línea central} &= \bar{X} \\ \text{Límite superior de control} &= \bar{X} + 3 \sigma/n^{1/2} = \bar{X} + 3\sigma \\ \text{Límite inferior de control} &= \bar{X} - 3 \sigma/n^{1/2} = \bar{X} - 3\sigma\end{aligned}$$

A manera de ejemplo se detallan algunos trabajos pendientes en el área de mantenimiento, en términos de mano de obra durante los últimos 6 meses. Las semanas de cada mes se agrupan y se calculan sus promedios, indicándolos con la notación $X_i = 1 \dots 6$.

Número i	Mes	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Promedio semanal	Rango semanal
1	Enero	18	17	20	21	19	4
2	Febrero	20	21	25	22	22	5
3	Marzo	18	16	15	19	17	3
4	Abril	17	18	18	19	18	2
5	Mayo	21	21	23	19	21	4
6	Junio	20	19	17	20	19	3

Un estimador para conocer la varianza es $\sigma = R_p / d_2$ (de tablas estadísticas)

Donde $R_p = R_1 + R_2 + \dots + R_6 / m = 6$

$$R_p = 21 / 6 = 3.5$$

$$\sigma = 3.5 / 2.059 = 1.69$$

Límite Superior = $19.33 + 3 (1.69) = 24.4$

Límite Inferior = $19.33 - 3 (1.69) = 14.3$

Promedio de la línea Central $\bar{X} = 19.3$

Con estos datos se construye la gráfica de control.

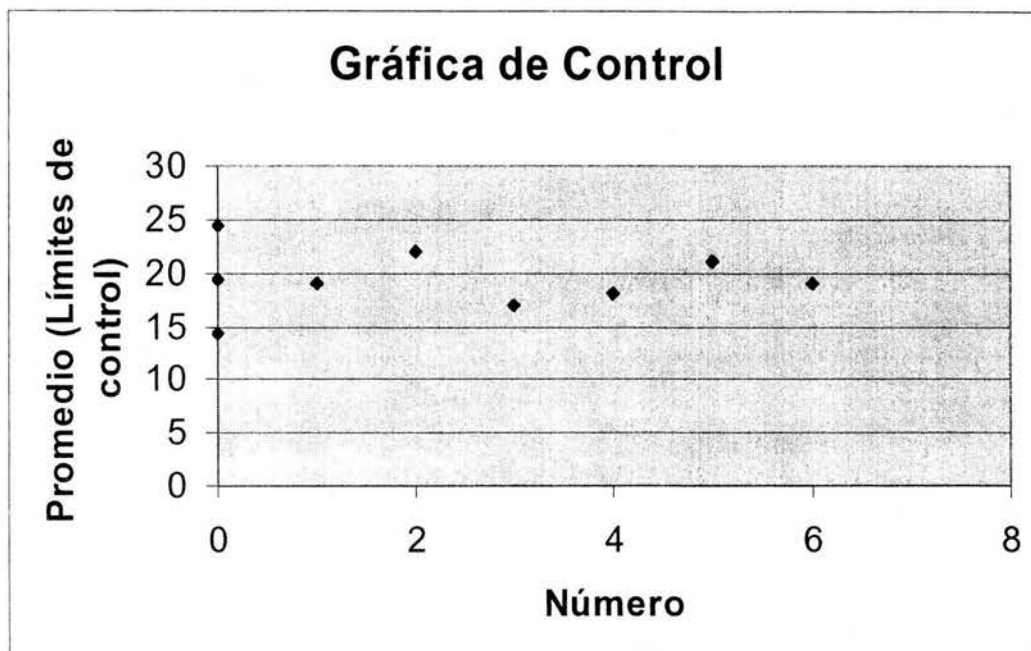


Fig. 5.2 Gráfica de control

5.7 Control de costos

El costo de mantenimiento comprende:

- El costo directo de mantenimiento, que es el costo de mano de obra, de refacciones, de materiales, el equipo y las herramientas.
- Costo de paro de algún equipo.
- Costo de calidad debido a que los equipos estén fuera de especificaciones.
- Costo de deterioro.
- Costo de mantenimiento excesivo.

Casi toda la información sobre los costos está disponible en la orden de trabajo. Se debe entregar mensualmente un resumen de los costos de mantenimiento por orden de trabajo. Éste se utiliza para controlar los costos de mantenimiento y determinar los costos de los equipos utilizados. Sin embargo, estos costos son manejados por el departamento de contabilidad por lo que ellos se encargan de determinar los aspectos necesarios para una gestión eficiente.

5.8 Control de materiales

Existen algunas técnicas de análisis y seguimiento de las existencias en la gestión de los materiales. Una de ellas, la principal para nuestro estudio y la más específica para el tipo de materiales utilizados en los aeropuertos, se denomina Análisis ABC o Pareto, técnica ya conocida que nos sirve para el control de los materiales adaptándose a todas las instalaciones en estudio.

Se necesita una ficha de estante colocada delante del material en el estante, una ficha de fichero en la que se registran las entradas y las salidas del material y un pedido de compra cuando el material se necesita y no existe disponibilidad en ese momento.

5.8.1 Análisis de Pareto

Frecuentemente el personal técnico de mantenimiento debe enfrentarse a problemas que tienen varias causas o son la suma de varios problemas. El Diagrama de Pareto permite seleccionar por orden de importancia y magnitud, la causa o problemas que se deben investigar hasta llegar a conclusiones que permitan eliminarlos de raíz; en el caso de los materiales, el problema radica en qué materiales o refacciones ocasionan la mayoría de las demoras dando así las refacciones de fácil acceso y las refacciones o materiales que tienen más influencia en el costo.

La mayoría de los problemas son producidos por un número pequeño de causas, y estas son las que interesan descubrir y eliminar para lograr un gran efecto de mejora. A estas pocas causas que son las responsables de la mayor parte del problema se les conoce como causas vitales. Las causas que no aportan en magnitud o en valor al problema, se les conoce como las causas triviales.

Las causas triviales aunque no aporten un valor a la mejora, no significa que se deban dejar de lado o descuidarlas. Se trata de ir eliminando en forma progresiva las causas vitales. Una vez eliminadas estas, es posible que las causas triviales se lleguen a transformar en vitales.

El Diagrama de Pareto es un instrumento que permite graficar por orden de importancia, el grado de contribución de las causas que estamos analizando o el conjunto de problemas que queremos estudiar. Se trata de clasificar los problemas y/o causas en vitales y triviales. Ver figura siguiente.

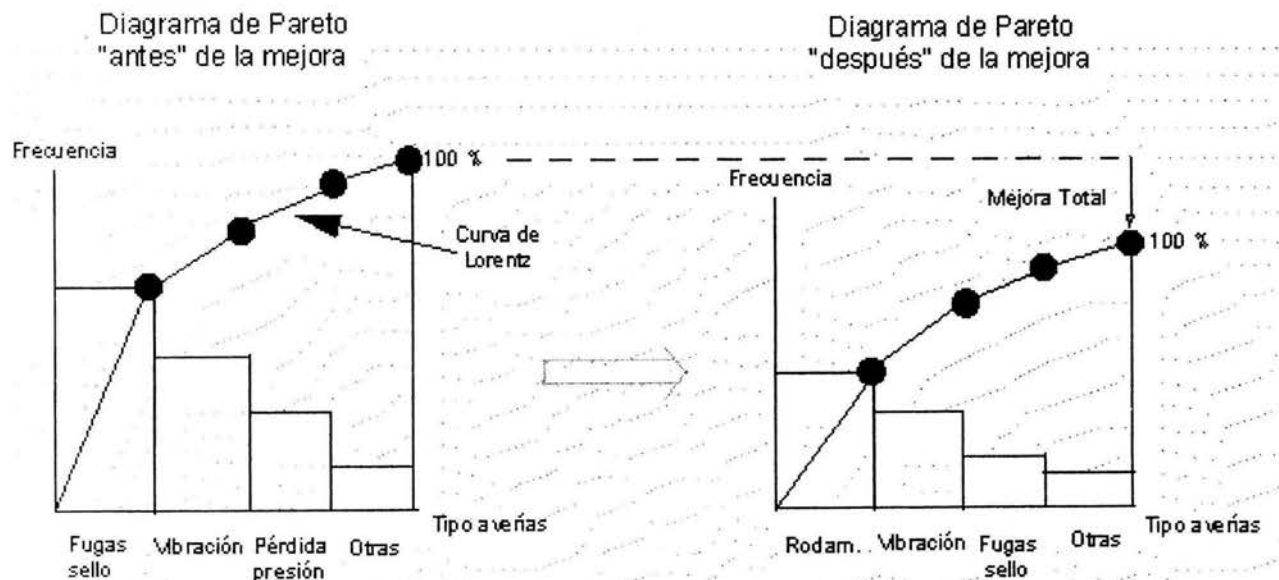


Fig. 5.3 Diagrama de Pareto comparativo antes y después de la mejora

Para construir el diagrama de Pareto se pueden seguir los siguientes pasos

- Paso 1

En el primer paso se decide la clase de problema que será investigado. Se decide qué datos serán necesarios y la forma de cómo clasificarlos. Este punto es fundamental, ya que se pretende preparar la información para facilitar su estratificación posterior.

- Paso 2

Preparar una hoja de recopilación de datos. Es en este punto cuando se puede realizar la estratificación de la información sugerida anteriormente. En este punto se recopilan los datos necesarios sobre los materiales y las refacciones así como los equipos que necesitan mantenimiento.

- Paso 3

Clasificar en orden de magnitud la información obtenida. Se recomienda indicar con letras (A,B,C,...) los temas que se han ordenado.

- Paso 4

Dibujar dos ejes verticales (izquierdo y derecho) y otro horizontal.

En el eje vertical a la izquierda se marca una escala desde 0 hasta el total acumulado.

En el eje vertical de la derecha se marca una escala desde 0 hasta 100%

Se divide este eje en un número de intervalos de acuerdo al número de clasificaciones que se pretende realizar.

- Paso 5

Construir el diagrama de barras.

- Paso 6

Marcar con un punto los porcentajes acumulados y unir comenzando desde cero cada uno de estos puntos con líneas rectas obteniendo como resultado la curva acumulada. A esta curva se le conoce como la curva de Lorentz.

- Paso 7

Escribir notas de información del diagrama como título, unidades, nombre de la persona que elaboró el diagrama, período comprendido y número total del datos.

Con la cooperación de todos se podrán obtener excelentes resultados. Uno de los objetivos del Diagrama de Pareto es el de mostrar a todas las personas las áreas prioritarias en que se deben concentrar todas las actividades y el esfuerzo del equipo así como también la disposición de los materiales a utilizar.

El Diagrama de Pareto presenta claramente la magnitud relativa de los problemas y de clasificación y suministra a los técnicos una base de conocimiento común sobre la cual trabajar. Una sola mirada vasta para detectar cuáles son las barras del diagrama que componen el mayor porcentaje de los problemas o identificar más fácilmente la disposición, en este caso, de materiales y equipo. La experiencia demuestra que es más fácil reducir a la mitad una barra alta que reducir una barra de baja altura a cero.

5.9 Control de calidad

El mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad de la infraestructura aeroportuaria. El equipo o la instalación con un buen mantenimiento produce menos tiempo perdido que el equipo con un mantenimiento deficiente.

El control estadístico de procesos consiste en el empleo de técnicas con base estadística para evaluar un proceso o para alcanzar un estado de control. Las técnicas siguientes son las más adecuadas para llevar a cabo el control del mantenimiento.

5.9.1 Gráficas de control

Las gráficas de control se emplean para detectar inestabilidad en un estudio de muestreo de trabajo. En esta gráfica se traza X_p contra las muestras individuales recopiladas diariamente. Los límites de control superior e inferior de X_p también se indican en la gráfica de control. Si todos los puntos caen dentro de los límites puede concluirse que el estudio es estable. La inestabilidad puede atribuirse a errores en la metodología del estudio o a un cambio en el entorno de trabajo. Indica si ha ocurrido un cambio y, en consecuencia, deberán investigarse los incidentes de inestabilidad y tomarse medidas correctivas o preventivas.

La construcción de las gráficas de control se especificó en el punto 5.6.

Las gráficas de control pueden aplicarse para mejorar las actividades de mantenimiento. Estas gráficas servirán para monitorear:

- Trabajos pendientes mensuales
- Tiempo muerto del equipo principal
- Disponibilidad del equipo
- Tasa de calidad del equipo
- Número de descomposturas

Pueden usarse para evaluar la adecuación de las normas de mantenimiento y vigilar el desgaste de las herramientas. Las gráficas de control se utilizan en las instalaciones para establecer un punto de comienzo para el mantenimiento basado en las condiciones.

5.9.2 Diagrama de Causa – Efecto

Cuando se ha identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia.

El Diagrama de Causa y Efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema. Su ventaja consiste en poder visualizar las diferentes cadenas Causa y Efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

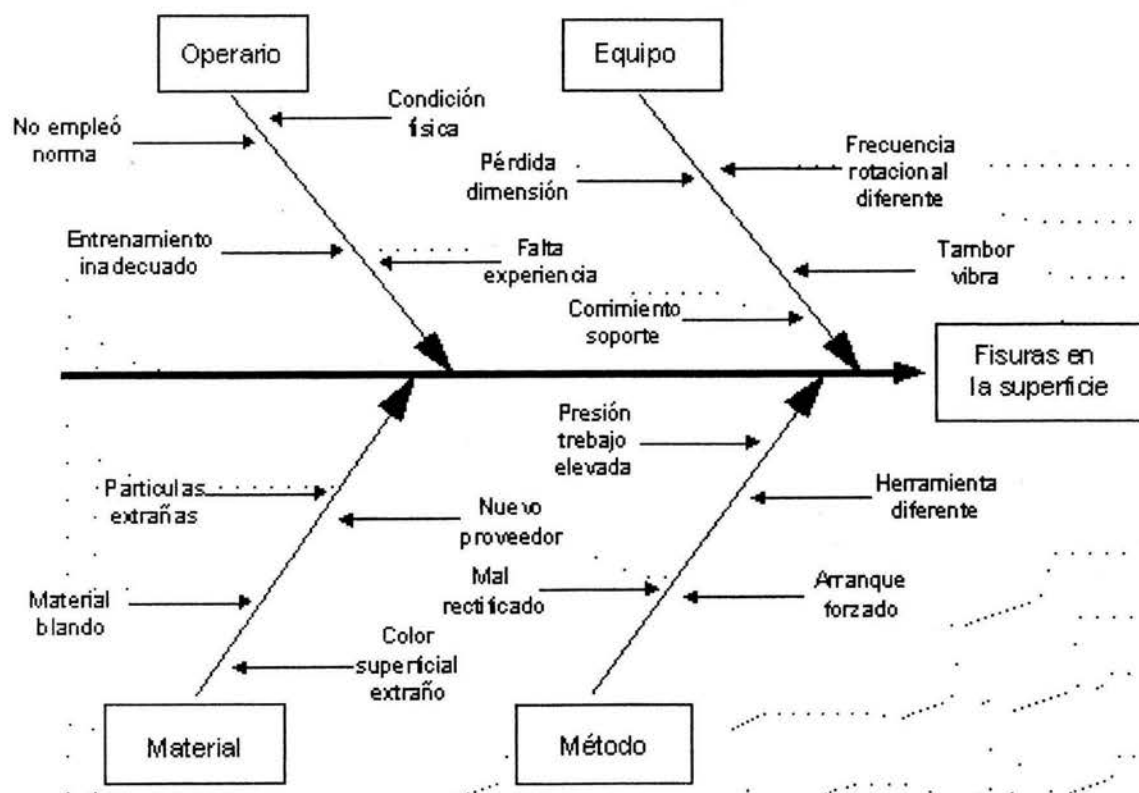
Cuando se estudian problemas de fallos en equipos, éstos pueden ser atribuidos a múltiples factores. Cada uno de ellos puede contribuir positiva o negativamente al resultado. Sin embargo, algún de estos factores pueden contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción. Para resolver esta clase de problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones causa-efecto.

Un Diagrama de Causa y Efecto facilita recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema. Se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia.

El Diagrama de Causa y Efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar.
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.
- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal.
- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Éstas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio.
- A las flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias.
- El Diagrama de Causa y Efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio, etc.

Fig. 5.4 Diagrama Causa-Efecto



Buena parte del éxito en la solución de un problema está en la correcta elaboración del Diagrama de Causa y Efecto. Cuando un equipo trabaja en el diagnóstico de un problema y se encuentra en la fase de búsqueda de las causas, seguramente ya cuenta con un Diagrama de Pareto. Este diagrama ha sido construido por el equipo para identificar las diferentes características prioritarias que se van a considerar en el estudio de causa-efecto. Este es el punto de partida en la construcción del diagrama de Causa y Efecto.

5.9.3 *Análisis ¿Por qué? - ¿Por qué?*

El principio fundamental de esta técnica es la evaluación sistemática de las posibles causas de la avería empleando como medio la inspección detallada del equipo, teniendo presente el análisis físico del fenómeno.

En las áreas de mantenimiento se ha utilizado para la búsqueda de factores causales. Es un método alternativo del conocido Diagrama de Causa Efecto o de Ishikawa.

La técnica ¿por qué – por qué? Evita en los análisis de averías de equipos que el grupo de estudio se desvíe e identifique causas cualitativas y complejas de verificar como causas potenciales del problema de la falla de las máquinas.

Para evitar caer durante el análisis de averías en temas con los siguientes: “es un problema de políticas de la compañía”, “debido a la falta de personal...”, “falta de capacitación del personal”, “no hay repuestos”, el método Por qué-Por qué busca a través de la inspección y el análisis físico identificar todos los posibles factores causales para lograr reconstruir el deterioro acumulado del equipo.

Esta técnica estudia mediante preguntas sucesivas las causas de una avería mediante un proceso deductivo o socrático. Cada respuesta que se aporte el grupo de estudio debe confirmar o rechazar la respuesta. Si se acepta una cierta afirmación, nuevamente se pregunta cuál es la causa de la “causa”. Sobre estas causas deben trabajar los encargados del mantenimiento.

Fig. 5.5 Análisis ¿Por qué – por qué?

TABLA POR QUÉ – POR QUÉ		Fecha de Análisis	---/---/---	No.	Operario
Equipo			Falla		Descripción
	1ª RONDA	2ª RONDA	3ª RONDA	4ª RONDA	
A	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	
B	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	
C	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	
D	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	
E	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	
F	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	
G	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
	SI NO	SI NO	SI NO	SI NO	

5.10 Control sobre las instalaciones

El control de la condición de cada instalación requiere un sistema eficaz para el registro de las fallas y las reparaciones de equipos críticos e importantes en la instalación. Esta información se obtiene de la orden de trabajo y de la historia del equipo. Los registros en el archivo de historia del equipo incluyen el momento de la falla, la naturaleza de ésta, las reparaciones, el tiempo muerto y las refacciones a utilizar. Este registro es motivo de estudio del siguiente capítulo.

CAPÍTULO 6. REGISTRO Y SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN LAS INSTALACIONES AEROPORTUARIAS.

En este capítulo se presentan los medios para el registro de datos acerca del trabajo de mantenimiento. El proceso que se establece es una especie de bitácora disponible en el departamento de mantenimiento la cual servirá para llevar el registro de todas las instalaciones aeroportuarias.

Como se ha estudiado, cada instalación tiene y persigue un objetivo diferente en lo que a su mantenimiento se refiere, por lo que cada tipo de instalación tendrá sus propios registros que a su vez serán llevados al gerente de mantenimiento para que los archive en los lugares disponibles para ello.

La definición de bitácora varía mucho dependiendo de quién la explique, y de hecho definirla no es fácil. Desde el punto de vista técnico una bitácora es un libro con anotaciones hechas en forma cronológica escrita por una o varias personas, que en este caso son los reportes o informes escritos mensualmente donde se detallan todas y cada una de las actividades de mantenimiento llevadas a cabo por el personal encargado con la ayuda de los programas y el control descrito en capítulos anteriores.

Desde el punto de vista práctico o filosófico las bitácoras son libros en los que se apuntan conocimientos, pensamientos, sentimientos y opiniones por personas con pasiones e intereses tan fuertes como para ponerse a escribir sobre ellos, sin embargo, esta definición no tiene nada que ver con nuestro objeto de estudio, es sólo para detallar las diferencias existentes en el término bitácora.

6.1 Recopilación de Datos

Para la solución de problemas, las actividades desarrolladas y la utilización de los métodos descritos, requiere que se cuente con los datos correctos, reales y completos. Se debe tener mucho cuidado en recopilar los datos correctos con el método correcto. Las siguientes guías son útiles para evitar que se repita el proceso de recopilación de datos y demorar el análisis y la mejora de procesos.

- Planear todo el proceso de recopilación de datos.
- Aclarar el propósito de la recopilación de los datos.
- Especificar todos los datos que se necesitan.
- Emplear las técnicas correctas de recopilación.
- Diseñar las listas de verificación de cada equipo y recopilarlas.

La recopilación de datos debe ser un proceso continuo y estar incorporada en el sistema de información disponible. Los datos necesarios son tiempo muerto del equipo, costos de mantenimiento, fallas y reparaciones del equipo, fechas de empiezo y terminación de las tareas y trabajo realizado.

Fig. 6.2 Lista de verificación para el mantenimiento de los pavimentos

No.	Operación principal	Tarea	Hora de inicio	Hora de terminación	Tiempo de interrupciones
1	Revisión visual	Revisión del asfalto			
2	Barrido	Limpieza del pavimento			
		Recoger piedras del pavimento			
		Eliminación de tierra y arena de las pistas			
3	Limpieza	Secado después de lluvias			
		Inspección de drenajes			
		Inspección de márgenes de pista			
4	Pintura	Franjas de zona de contacto y calles de rodaje			
		Números y letras de identificación			
		Franjes de borde de pista			
		Marcas de distancia			
		Franjas de vías de circulación			

Ver el anexo 4 para ver a detalle algunas listas de verificación de las instalaciones.

6.3 Conservación de registros

Documentar los resultados de mantenimiento es una importante actividad de mantenimiento, la calidad del mantenimiento de las instalaciones es revelada por estos registros. Cada quién debe entender el propósito de la conservación de registros, porqué son mantenidos, qué está siendo controlado y cómo se deben de usar. Hay una gran variedad de tipos de registros en mantenimiento que evitan que sean generalizados, los siguientes son los tipos de registros:

- Registros de mantenimiento de rutina. Son importantes los registros de los trabajadores enfocados a prevenir el deterioro y mantenimiento de las condiciones básicas.
- Registros de inspección periódica. Es importante el criterio seguido para indicar el desgaste permisible antes de reparar.
- Registro de los reportes de mantenimiento o informes. Se requieren para reparar y dar servicio para restaurar el equipo a su condición original.
- Bitácora del equipo. Se deben mantener por la vida del equipo incluyendo, fechas, localización, detalle y costos para las descomposturas que se repararon, el mantenimiento periódico y mejoras, así como nombres, modelos, tamaños y números de partes y manufactureros (listas de verificación, tarjetas de trabajo, órdenes de trabajo).
- Registro de los costos de mantenimiento. Incluye mano de obra, material, costos de sub-contratos, etc. Estos costos son totalizados normalmente en el sistema de contabilidad del aeropuerto.

Las siguientes precauciones deben ser tomadas al mantener registros de mantenimiento:

- Identifique el quién, qué, cuándo, dónde, por qué y cómo. Quién es el que llena las formas, qué debería registrarse, cuándo se debe llenar la forma, en qué lugar se llenarán, por qué deben ser llenadas y cómo deben ser llenadas.
- Registre las descomposturas. Describa condiciones en la descompostura tan detalladas como sea posible. Identifique condiciones anormales que condujeron a la descompostura o al desgaste. Ilustre con diagramas o dibujos, indique la localización y descripción a través de dibujos o diagramas que hacen el reporte más fácil de entender.
- Computarice los registros de mantenimiento. La deducción y análisis de los registros de mantenimiento toma muchas horas, el uso apropiado de computadores reduce las horas-hombre y hace más accesible los datos. Este apartado suele ser llevado por un encargado de informática que traslade los conceptos e información de los libros a un programa computarizado.

6.3.1 Tarjetas de trabajo (reporte)

La forma para el reporte del trabajo (tarjeta de trabajo) es un documento donde se registra el trabajo realizado y la condición del equipo, fechas, localización y descomposturas. Cada instalación, cada departamento y cada encargado tendrá la tarjeta de trabajo. Es decir, la tarjeta será llenada por el encargado, la instalación será la fuente de estudio y el departamento la archivará.

Reporte de Trabajo	Fecha	Reporte No.
Empleado:	Ocupación:	Orden de inicio:
Instalación:	Ubicación	Identificación:
Defecto, falla o mal aspecto Acción correctiva o preventiva Refacciones o material utilizado Condición del equipo Observación Tiempo consumido		

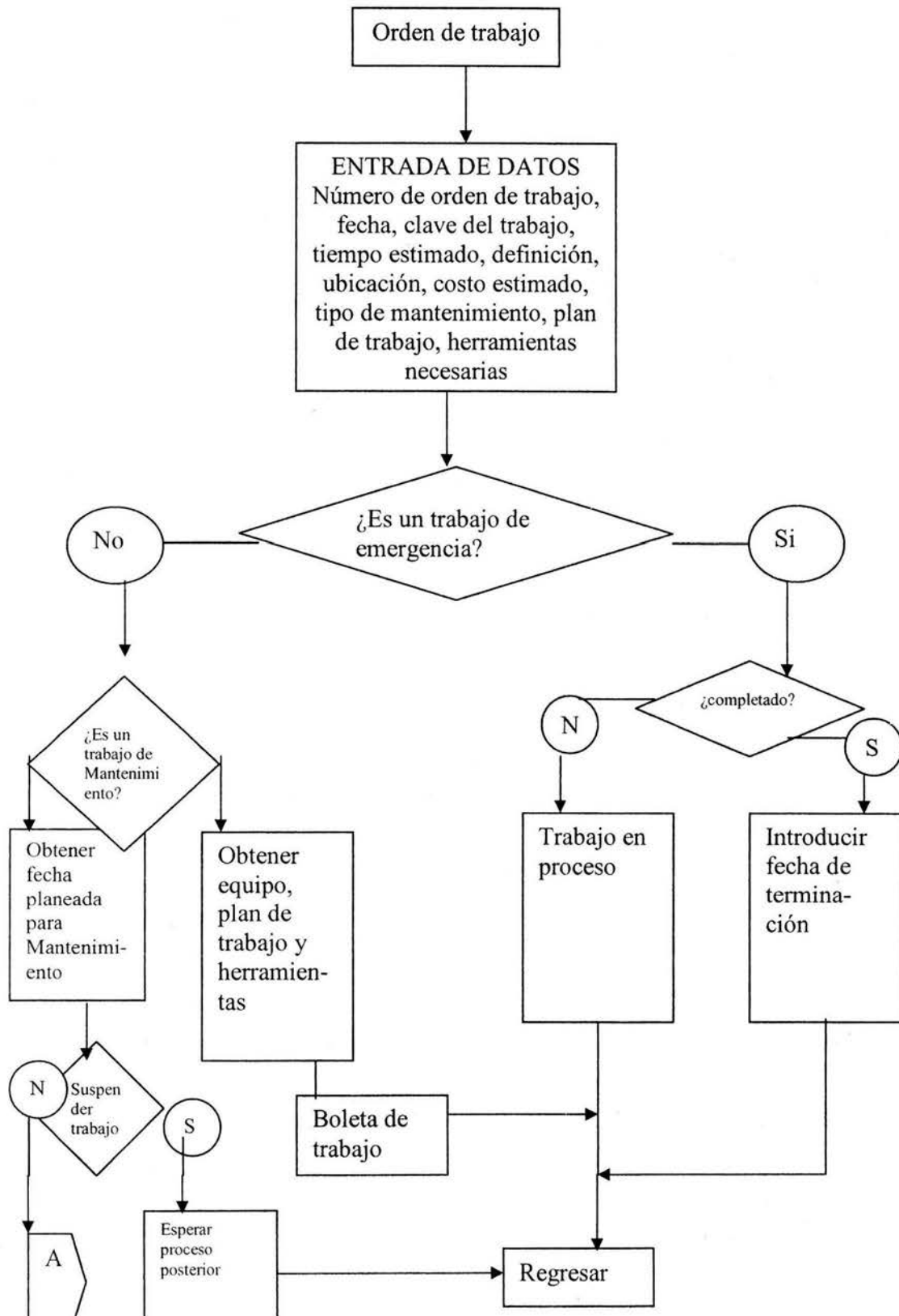
Fig. 6.3 Tarjeta de trabajo

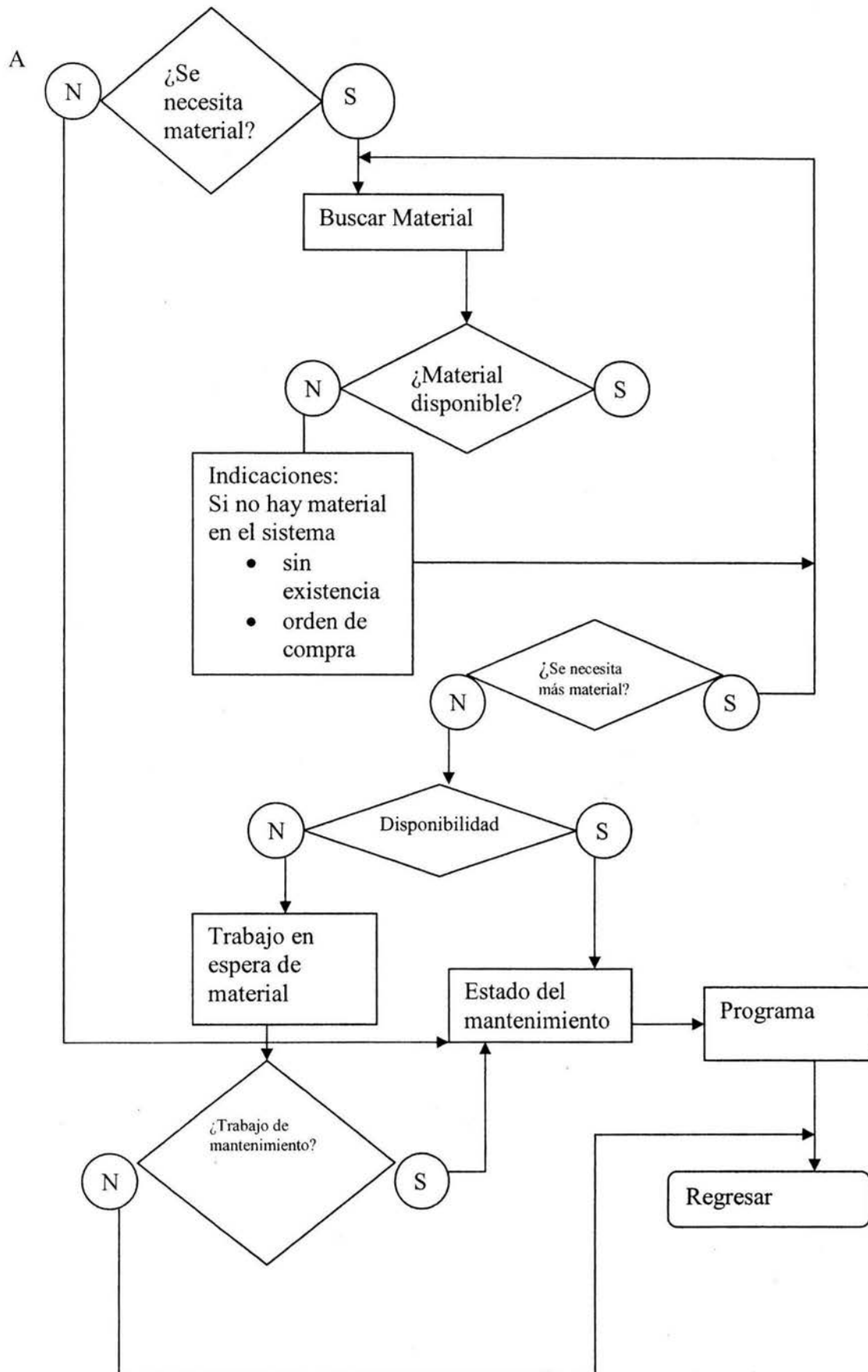
Nombre del empleado											
Semana que termina					Turno						
Aprobación del gerente					Firma						
Día	Trabajo 1		Trabajo 2		Trabajo 3		Trabajo 4		Trabajo 5		Horas Totales
	# de orden	Horas consumidas	# de orden	Horas consumidas	# de orden	Horas consumidas	# de orden	Horas consumidas	# de orden	Horas consumidas	
Lunes											
Martes											
Miércoles											
Jueves											
Viernes											
Sábado											
Domingo											

Fig. 6.4 Tarjeta de trabajo

ANEXO 1

Diagrama de flujo para el control de órdenes de trabajo





ANEXO 2

Inserte el Logo de su Empresa	Nombre de la Empresa Unidad Operativa Orden de Trabajo
Orden de Trabajo N°:	Fecha de Inicio:
	Fecha Finalización:
Tipo de actividad:	<input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/> Emergencia <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Predictivo <input type="checkbox"/> Otro
Equipo:	
N°	
Especialidad principal:	<input type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/> Inspector <input type="checkbox"/> Oficial <input type="checkbox"/> Operario
Cantidad:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Cuadrilla:	<input type="checkbox"/> Eléctrico <input type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/> Electrónico <input type="checkbox"/> Otro
Herramientas Utilizadas:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Cantidad:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Operaciones:	<input type="checkbox"/> Viaje Ida y Vuelta al Lugar <input type="checkbox"/> Realizar Actividad <input type="checkbox"/> Realizar Informe y Registrar
Tiempos:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Descripción de la actividad:	

Nota Importante: Al realizar las tareas encomendadas en la presente Orden de Trabajo deberá tener en cuenta las condiciones de Seguridad pertinentes según sea el caso. Por ejemplo:

Riesgos	Precauciones	
Precauciones Preliminares	Colocación de Matafuego en Forma Estratégica	
	Relevamiento General del Lugar	
	Realizar una Adecuada Señalización	

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Logo y Nombre de la Compañía

N° de OT

Equipo

Ubicación

Horas de Marcha

Tipo de Mantenimiento	
Programado	
Correctivo	
Emergencia	
Inspección	
Otro	

N°	Tarea	Duración de la Tarea	Cantidad Personal	Materiales										Encontrado OK	Calibrado/Ajustado	Reparado	Cambiado		
				Código		Cantidad													
1																			
2																			
3																			
4																			

Original a Sede

Duplicado a Jefe de Mantenimiento

Triplicado Archivar en el Equipo

Firma Supervisor

Firma Ejecutor

Aclaración

Aclaración

ANEXO 3

Contratos de Mantenimiento

La contratación es el proceso de concertar un contrato con fuerza legal entre dos o más partes a fin de suministrar los servicios y materiales necesarios para efectuar el trabajo descrito en el contrato.

Los proyectos de obra nueva, remodelación rehabilitación o conservación que se clasifiquen sujetos a concurso en la elaboración de proyecto, serán manejados a través de concurso de invitación mediante los siguientes procedimientos:

- Licitación pública
- Invitación restringida a cuando menos tres contratistas
- Adjudicación directa

La licitación pública se realizará en el caso de obra nueva, proyectos especiales, siendo ASA quien determine los montos a partir del cual se engloba la licitación pública.

El procedimiento de invitación restringida a cuando menos tres empresas, será manejado cuando se requiera la contratación de servicios de ejecución de obra para infraestructura, reacondicionamientos, ampliaciones, obra nueva. La operación de este procedimiento obligará a una invitación directa de al menos cinco contratistas y que se sujetarán a:

- Las empresas interesadas rechazarán o aceptarán su participación por escrito.
- Recogerán las bases del concurso en el sitio que indique la invitación.
- El acta de presentación y apertura de proposiciones se hará donde lo señale en las bases de ASA, con la presencia de los concursantes.
- En una primera etapa, los concursantes entregarán sus proposiciones en sobres cerrados. Se procederá a la apertura exclusivamente de la propuesta técnica y se desearán las que hubieren omitido algún requisito exigido en las bases. Se levantará acta de esta primera etapa.
- En una segunda etapa, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los concursantes cuyas propuestas técnicas no hubiesen sido desechadas en la primera etapa o en el análisis detallado de las mismas. Se dará lectura en voz alta al importe total de las propuestas que cubran los requisitos exigidos y se levantará acta de esta etapa en la que se indicará día, lugar y hora del fallo.
- Una vez realizada la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará a la persona que, dentro de los concursantes, reúna las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.
- Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno y el fallo será inapelable.
- La convocante podrá declarar desierto un concurso cuando las posturas presentadas no reúnan los requisitos de las bases a cuando sus precios no fueran aceptables. En este caso se hará una nueva convocatoria.

El procedimiento de invitación restringida, mediante la modalidad de adjudicación directa, será utilizando en los casos en que la naturaleza de las obras, demande un procedimiento inmediato.

Esté procedimiento requerirá la opinión razonada de ASA en su caso, sin dejar de considerar el monto de los trabajos.

El Contrato que suscribe el contratista seleccionado con ASA, comprenderá, al menos:

- La descripción detallada de la obra a ser ejecutada.
- Conocimiento del proyecto ejecutivo.
- Conocimiento de las normas y especificaciones técnicas.
- El programa de ejecución de obra.
- Los procedimientos constructivos especiales.
- El presupuesto convenido.
- Los tiempos fijados de ejecución de la obra.
- El monto de los anticipos que se acuerden.
- Procedimiento de ajuste de costos.
- El monto de penas convencionales.
- La fianza otorgada por la contratista.
- Causas de rescisión del contrato.
- La ejecución de la obra deberá iniciarse en las fechas estipuladas en el contrato suscrito.
- El aeropuerto correspondiente, apoyado en la supervisión que esté a cargo, recibirá la obra entregándola mediante un acta de entrega recepción.
- El aeropuerto, mediante acta de entrega recepción recibirá la documentación administrativa planos actualizados y garantías.
- El aeropuerto procederá a elaborar el finiquito y liquidación de la obra, levantándose acta de vicios ocultos, donde el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resulten en la misma y de cualquier otra responsabilidad en que hubiese incurrido.
- Para garantizar durante un plazo de doce meses el cumplimiento de las obligaciones a que se refiere el párrafo anterior, deberá entregar la contratista una fianza por el equivalente al 10% del monto total ejercido de la obra.
- El aeropuerto procederá a la recepción de la obra levantando un acta de entrega recepción.

ANEXO 4

Las siguientes listas contienen la información que los encargados del mantenimiento deben revisar en cada instalación aeroportuaria.

	AEROPUERTO DE: _____	
INFORME DEL ESTADO QUE GUARDA EL AEROPUERTO	DE _____	
ASPECTO TÉCNICO OPERACIONAL:		
CONCEPTO	CONDICIONES ACTUALES	MEDIDAS TOMADAS
I) ÁREAS EXTERIORES:		
A) CAMINO DE ACCESO:		
1.- PAVIMENTO		
2.- ACOTAMIENTO		
3.- SEÑALAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL		
4.- DRENAJES		
5.- SISTEMA DE ALUMBRADO		
6.- VEGETACIÓN EN ACOTAMIENTOS		
B) ESTACIONAMIENTO		
1.- PAVIMENTOS		
2.- GUARNICIONES Y BANQUETAS		
3.- ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO		
4.- SEÑALAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL		
5.- CASETAS Y EQUIPO DE CONTROL		
6.- SISTEMA DE ALUMBRADO		
7.- SISTEMA DE DRENAJE		
C) JARDINERÍA		
1.- EN ACCESOS DEL AEROPUERTO		
2.- EN ESTACIONAMIENTOS		
3.- FRENTE A EDIFICIO(S)		
4.- FRENTE A PLATAFORMA(S)		
5.- INTERIORES DEL EDIFICIO DE PASAJEROS		
D) EXTERIORES OPERACIONALES		
1.- CAMINO PERIMETRAL		
2.- CERCA DO PERIMETRAL		
3.- DRENAJES EN CAMINO PERIMETRAL		
4.- SEÑALAMIENTOS EN CAMINO PERIMETRAL		
5.- VEGETACIÓN EN CAMINOS ALTERNOS		

	II) ZONA AERONÁUTICA:		
	A) PISTAS Y CALLES DE RODAJE:		
1.-	PAVIMENTO		
2.-	MÁRGENES LATERALES		
3.-	ZONA DE EXTREMO DE PISTAS		
4.-	DRENAJES Y SUBDRENAJES		
5.-	SEÑALAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL		
6.-	FRANJAS DE SEGURIDAD		
7.-	VEGETACION EN MÁRGENES LATERALES		
	B) PLATAFORMAS		
1.-	PAVIMENTO		
2.-	MÁRGEN LATERAL		
3.-	DRENAJE		
4.-	SEÑALAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL		
5.-	FRANJAS DE SEGURIDAD		
6.-	HIDRANTES DE COMBUSTIBLES EN PLATAFORMA		
7.-	ANCLAS EN AVIACION GENERAL		
8.-	SISTEMA DE TIERRAS		
	C) AYUDAS VISUALES		
1.-	LUCES DE APROXIMACION		
2.-	LUCES DE UMBRAL		
3.-	LUCES DE BORDE DE PISTA		
4.-	LUCES DE BORDE DE CALLES DE RODAJE		
5.-	LUCES DE BORDE DE PLATAFORMA		
6.-	LUCES DE EJE DE PISTA		
7.-	FARO DE AEROPUERTO (GIRATORIO)		
8.-	LUCES DE OBSTRUCCIÓN		
9.-	PAPI		
10.-	LAMPARAS DE EMERGENCIA		

	III) ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES:		
	A) ACCESO Y ÁREAS EXTERIORES		
1.-	CAMINO DE ACCESO		
2.-	SEÑALAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL		
3.-	VIALIDAD INTERNA		
4.-	CERCADO PERIMETRAL		
5.-	VEGETACIÓN		
	B) TANQUES DE ALMACENAMIENTO		
1.-	CONDICIONES FISICAS EXTERNAS		
2.-	CONDICIONES FISICAS INTERNAS		
3.-	EQUIPO CONTRA INCENDIO		
4.-	SISTEMA DE TIERRA		
5.-	ESCALERAS EXTERIORES		
6.-	TAPAS Y ACCESOS BOCA - HOMBRE		
7.-	SISTEMA DE SUCCIÓN FLOTANTE		
8.-	SEÑALAMIENTOS VERTICALES		
9.-	VÁLVULAS DE DRENADO		
10.-	SISTEMAS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN		
11.-	SISTEMAS DE CONTROL PARA RECEPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN		
12.-	APARTARRAYOS Y/O PARARRAYOS		
	C) SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN		
1.-	BOMBAS		
2.-	CARROS DISPENSADORES		
3.-	AUTOS TANQUE		
4.-	SISTEMAS CONTRA INCENDIO		
5.-	EXTINTORES MANUALES		
6.-	RED DE HIDRANTES		
7.-	REGISTROS Y VÁLVULAS		
8.-	SEÑALAMIENTOS		
	D) CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO		
1.-	GASAVION 100/130 (No. DE TANQUES Y CAPACIDAD)		
2.-	TURBOSINA (No. DE TANQUES Y CAPACIDAD)		

	IV) SISTEMAS DE COMUNICACIÓN:		
1.-	RADIOCOMUNICACION MOVIL		
2.-	RADIOCOMUNICACION PERSONAL		
3.-	INTERCOMUNICACION DE EMERGENCIA		
4.-	INTERCOMUNICACION ADMINISTRATIVA		
5.-	TELÉFONOS PÚBLICOS		
6.-	RADIOCOMUNICACIÓN AERONÁUTICA:		
	FRECUENCIA DE AUTORIZACIÓN		
	FRECUENCIA DE CONTROL TERRESTRE		
	FRECUENCIA DE CONTROL DE TORRE		
	FRECUENCIA DE CONTROL DE APROXIMACIÓN		
	FRECUENCIA DE CONTROL DE ÁEREA		
	FRECUENCIA DE EMERGENCIA		
7.-	RADIOCOMUNICACION PUNTO A PUNTO		
8.-	INTERCOMUNICACION OPERACIONAL		
9.-	FAX		
10.-	CORREO ELECTRÓNICO		
11.-	INTERNET		

V) SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA:			
1.-	NÚMERO DE ACOMETIDA(S)		
2.-	SUBESTACIÓN (EDIFICIO DE PASAJEROS)		
3.-	SUBESTACION DE AYUDAS VISUALES		
4.-	SUBESTACION DE TORRE DE CONTROL		
5.-	SUBESTACION DE COMBUSTIBLES		
6.-	SUBESTACION DE RADIOAYUDAS		
7.-	SUBESTACION DE CAMPO		
8.-	PLANTA DE EMERGENCIA DE EDIFICIO DE PASAJEROS		
9.-	PLANTA DE EMERGENCIA DE AYUDAS VISUALES		
10.-	PLANTA DE EMERGENCIA DE TORRE DE CONTROL		
11.-	PLANTA DE EMERGENCIA DE COMBUSTIBLES		
12.-	PLANTA DE EMERGENCIA DE RADIOAYUDAS		
13.-	PLANTA DE EMERGENCIA BOMBEO		
VI) SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SISTEMAS DE DRENAJE:			
A) SISTEMAS DE SUMINISTRO			
1.-	RED MUNICIPAL		
2.-	POZO PROFUNDO		
3.-	FUENTE NATURAL		
4.-	RED DE DISTRIBUCION		
5.-	CISTERNA DEL EDIFICIO DE PASAJEROS		
6.-	CISTERNA DEL C.R.E.I.		
7.-	CISTERNA DE COMBUSTIBLES		
8.-	CENOTE, RIO, LAGUNA, ARROYO, ETC.		
9.-	PLANTA DE TRATAMIENTO		

	B) SISTEMAS DE DRENAJE		
1.-	AGUAS NEGRAS		
	RED MUNICIPAL		
	FOSA SÉPTICA		
	POZO DE ABSORCIÓN		
	RED DE INFILTRACIÓN SUPERFICIAL		
	CANAL A CIELO ABIERTO		
	DESCARGA ABIERTA		
2.-	AGUAS PLUVIALES		
	CANAL A CIELO ABIERTO		
	DRENAJE ABIERTO		
	SISTEMA DE INFILTRACIÓN SUPERFICIAL		
3.-	PLANTAS DE TRATAMIENTO		
	VII) VEHICULOS DE APOYO:		
1.-	ADMINISTRATIVO		
2.-	MANTENIMIENTO		
3.-	OPERACIONES		
4.-	TRANSPORTACIÓN DE EMPLEADOS		
5.-	CUERPO DE RESCATE Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS		
	CISTERNA		
	AMBULANCIA		
	BARREDORA		
6.-	TRACTOR AGRÍCOLA		

ANEXO 5

Índices Cuantitativos del Mantenimiento

$$\text{Tiempo medio de reparación} = \frac{\text{Tiempo total de intervenciones correctivas en equipos}}{\text{No. Total de intervenciones en un período}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{\text{Número de equipos inspeccionados * tiempo de reparación}}{\text{Número total de fallas detectadas}}$$

$$\text{Disponibilidad del equipo} = \frac{\text{\# total de horas del período} - \text{\# de horas de mantenimiento}}{\text{\# total de horas del período considerado}}$$

Este resultado refleja un porcentaje del tiempo en que los equipos quedan a disposición del gerente de mantenimiento.

$$\text{Tiempo Medio de Mantenimientos} = \frac{\text{\# de equipos * tiempos de reparación}}{\text{\# total de intervenciones programadas}}$$

$$\text{\# de conformidades de mantenimientos} = \frac{\text{\# de mantenimientos previstos} - \text{\# ejecutados}}{\text{\# total de mantenimientos previstos}}$$

Estos índices pueden generar un reporte con emisión de períodos mensuales, trimestrales o semestrales, en función del deseo y capacidad de análisis de los usuarios, que además presente los motivos de la programación, la inspección y el control.

$$\text{Nivel de actividad de los trabajadores} = \frac{\text{Horas estándar ganadas}}{\text{Tiempo total laborado}}$$

$$\text{Trabajos pendientes actuales} = \frac{\text{Tiempo programado listo para liberarse}}{\text{Una cuadrilla semana}}$$

$$\text{Trabajos pendientes totales} = \frac{\text{Hrs. mano de obra de trabajo total en espera de ejecución}}{\text{Una cuadrilla semana}}$$

$$\text{Productividad de los trabajadores por mes} = \frac{\text{Horas estándar}}{\text{Horas totales trabajadas}}$$

$$\text{Utilización de los trabajadores} = \frac{\text{Horas consumidas en trabajo productivo}}{\text{horas totales programadas para trabajo}}$$

$$\text{Órdenes de trabajo} = \frac{\text{Órdenes de trabajo planeadas y programadas}}{\text{Órdenes de trabajo totales ejecutadas}}$$

$$\text{Horas programadas contra horas trabajadas} = \frac{\text{Horas trabajadas según el programa}}{\text{Horas totales programadas}}$$

$$\text{Cobertura de mantenimiento} = \frac{\text{Hrs. hombre totales de mantenimiento}}{\text{Hrs. hombre totales trabajadas}}$$

$$\text{Horas brutas de operación} = \frac{\text{\# de horas brutas de operación}}{\text{\# de horas brutas de operación + tiempo muerto por mantenimiento}}$$

$$\text{Número de fallas en el sistema} = \frac{\text{Número de paros de la instalación}}{\text{Número de horas brutas de operación}}$$

$$\text{Evaluación del mantenimiento} = \frac{\text{Trabajos resultantes de inspecciones}}{\text{Inspecciones completadas}}$$

$$\text{Tiempo muerto del equipo} = \frac{\text{Trabajo muerto causado por descomposturas}}{\text{Tiempo muerto total}}$$

$$\text{Costo por unidad} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Unidades totales producidas}}$$

$$\text{Costo de mantenimiento contratado} = \frac{\text{Costo de contratación}}{\text{Costo directo de mantenimiento}}$$

$$\text{Costo de hora mantenimiento} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Hrs. hombre totales trabajadas}}$$

$$\text{Costo de mantenimiento preventivo} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento preventivo}}{\text{Costo total de descomposturas}}$$

Estos índices son dados en porcentaje que representa la proporción entre los datos obtenidos o inspeccionados. Además son los que el gerente de mantenimiento debe de realizar para poder contribuir a la mejora de los servicios de mantenimiento.

CONCLUSIONES

En los capítulos anteriores se describió qué y cómo deben hacerse la ejecución de la programación, la inspección, el control y el seguimiento de las diferentes instalaciones aeroportuarias sólo que cada tipo de instalación así como cada proceso necesitan actividades diferentes para el éxito del mantenimiento.

En primer lugar, es necesario tener como objetivos el alto valor patrimonial de los aeropuertos y la necesidad de garantizar la seguridad del tráfico aéreo preservando el perfecto funcionamiento de sus sistemas y evitando su deterioro, por lo que la implantación de los métodos antes descritos, como el control de calidad o el registro de las actividades, se tendrán que hacer de manera coordinada dentro de todos los criterios vistos.

Para alcanzar esos objetivos, es importante contar con información precisa, rápida y segura, que permita adoptar decisiones técnicas y gerenciales que garanticen la disponibilidad de los sistemas, equipos, componentes y áreas de servicios, a fin de permitir la operacionalidad total del aeropuerto, manteniendo la calidad, productividad y seguridad con costos adecuados; para la realización de esto los índices antes expuestos y las herramientas más utilizadas en la estadística así como el registro de actividades servirán al encargado, gerente y administradores del mantenimiento asignar más fácilmente los recursos y llevar a cabo el seguimiento y control del mantenimiento más eficaz y eficiente.

En un aeropuerto, por pequeño que sea, deberá existir un núcleo central que se encargue de la planificación, programación, control y seguimiento del mantenimiento. Ese núcleo debe estar constituido por uno o varios profesionales, integrando una estructura capaz de alcanzar determinadas metas.

En lo que se refieren a los programas de mantenimiento preventivo o correctivo, éstos serán montados efectuando la correlación de los nombre y códigos de las áreas y equipos con la periodicidad de intervención, épocas de ejecución de las actividades programadas, instrucciones de mantenimiento, impreso de registros de datos de medición y mantenimiento, costos, materiales, repuestos o cualquier otro dato que la gerencia juzgue necesario relacionar durante la actividad de mantenimiento.

Para completar los datos en todas las herramientas de control y seguimiento, se recomienda elaborar instrucciones de mantenimiento para las actividades programadas, así como de "reparación" de defectos y fallas, de "reparaciones mayores", para la "ejecución de servicios en áreas de movimiento de aeronaves", etc., orientando a los encargados del mantenimiento en esas actividades para evitar que alguna tarea o cuidado sea omitido por desconocimiento u olvido. Estas instrucciones deben citar la frecuencia, el personal y herramientas necesarios y todos los aspectos ejecutivos de la tarea, ya descritos en los capítulos 3 y 4.

Nota: Durante la recopilación de información y con base en los trabajos de mantenimiento se detectó que las siguientes instalaciones deberán atender lo siguiente:

Pavimentos

Para los trabajos de mantenimiento se debe corregir el drenaje; limpiar y sellar las rajaduras con el mismo material asfáltico; remover la capa hasta encontrar apoyo firme y rellenar con concreto-asfalto para evitar las rajaduras; limpiar el área afectada; en los casos de erosión sellar con la capa asfáltica; en los casos de exudación se puede agregar arena para absorber el exceso y luego comprimir y por último, regularizar los reencarpetamientos en los pavimentos.

Drenajes

Eliminar todos los materiales para mantener limpio el cauce; eliminar y reemplazar el material de relleno en las tuberías; reemplazar la tubería si está rota; rellenar surcos; limpiar los bordes y corregir el alineamiento y las pendientes.

Áreas Verdes

Se debe mantener la altura de la flora a 20 cm. para evitar la aproximación y permanencia de pájaros mayores; mantener el área perfectamente drenada y a ras de pista; y mantener el control constante de altura de la vegetación en zonas de aproximación y sector de despeje mediante listas de verificación de las áreas.

Vehículos automotores

Es interés de la seguridad advertir al personal que utilice los vehículos que verifique los componentes esenciales, por ejemplo, frenos, neumáticos y luces, antes de utilizar cada vehículo. Esto se puede realizar individualmente sin necesidad de levantar algún reporte a no ser que el daño exista, si es así, el equipo afectado se retirará del servicio y se reparará cuanto antes.

Sistemas y Equipos electrónicos y electromecánicos

Estos equipos al ser altamente costosos y cuya reparación necesita personal calificado, se necesitarán manuales de operación, instalación y mantenimiento proporcionados por el fabricante y disponibles en cualquier momento por los encargados del mantenimiento.

Por último, este trabajo ha recopilado mucha información sobre el mantenimiento de las industrias, más específicamente, de la industria aeroportuaria. Dicho mantenimiento se ha desarrollado a partir de cuatro puntos: programación, inspección, seguimiento y control, etapas que sin duda son esenciales en el desarrollo de la infraestructura aeroportuaria.

Se ha puesto de manifiesto todas las actividades que se tienen que realizar y el control que se debe seguir para que las instalaciones funcionen de manera óptima a través de métodos, rutinas o inspecciones que son de gran ayuda para que el personal tenga el

conocimiento y la experiencia para ejercer la actividad del mantenimiento en todas y cada una de las instalaciones y equipos con lo que se pretende crear una nueva cultura de mantenimiento, un mejor aprovechamiento de los recursos y una mejora continua en el proceso del mantenimiento.

El mantenimiento de maquinaria y equipo, es trascendental para el funcionamiento de una industria, y a veces, los principios y prácticas utilizados y probados en producción o administración, a menudo no han sido extendidos al mantenimiento. Tal vez por la razón de que éste no es tan repetitivo, resulta relativamente fácil llevar a cabo mantenimiento de rutina o periódico y algunas reparaciones sencillas, pero no las imprevistas y accidentales, debidas al uso y desgaste anormal de los equipos o de las instalaciones, y más si se trata de una industria tan especial como ésta; por esta razón el control, el seguimiento y el cuidado al realizar las actividades es primordial que se realice cómo se propuso y cómo se pretende que se siga realizando. Esperando que las herramientas e información descritas ayuden al gerente de mantenimiento a desarrollar mejores programas y asentar las actividades en un registro diario para la consulta de todas las actividades que se han llevado a cabo en todas y cada una de las instalaciones y sus equipos.

En general, no se puede esperar el cumplimiento de filosofías modernas de producción y administración, si no se cuenta con la disponibilidad y buen desempeño de maquinaria y equipo.

El mantenimiento debe pasar de ser una función de apoyo a una función estratégica y sus metas deben figurar en el cuadro de los propósitos de la empresa. El cumplimiento de esas metas de mantenimiento requieren de la implantación de una efectiva administración del programa de mantenimiento y eso es lo que este trabajo generó, y sin duda, expuso a detalle todos los cuidados que se deben de cumplir para que el mantenimiento cumpla esa función estratégica.

Los temas desarrollados en este trabajo ayudan a ganar la confianza en los administradores y gerentes de mantenimiento para promover la buena ejecución de la tarea de mantener los equipos e instalaciones que seguramente redundará en beneficios. Además los costos no se verán tan afectados ya que lo propuesto no requiere de un cambio radical o gastos que no hayan sido ya considerados por la administración. En fin, el trabajo funcionó como un análisis del mantenimiento de las instalaciones aeroportuarias para mejorarlo, seguirlo y controlarlo.

BIBLIOGRAFÍA

- BESTERFIELD, Dale H., Control de Calidad, Ed. Prentice-Hall, México, D.F., 4ª ed., 1994.
- DUFFUAA O., Salih, Raouf, A., Sistemas de mantenimiento, Planeación y control, Editorial Limusa, México, D.F., 1ª ed., 2002.
- GATICA, A. Rodolfo, Mantenimiento Industrial, Ed. Trillas, México, D.F., 2ª ed., 2000.
- MONTGOMERY, Douglas C., Introducción al Control Estadístico de Calidad, Grupo Editorial Iberoamérica, México, D.F., 4ª ed., 1992.
- NAKAJIMA, Seiichi, Introducción al TPM: Mantenimiento Productivo Total, Ed. Productivity Press, Madrid, España, 3ª ed., 1993.
- TAVARES, Lourival, Administración moderna del mantenimiento, Universidad Politécnica de Valencia, España, 1ª ed., 2000.
- Organización de Aviación Civil Internacional Manual Guía de Administración del Mantenimiento de la infraestructura aeroportuaria, Edición Preliminar, Diciembre 1997.
- Organización de Aviación Civil Internacional Aeródromos, Anexo 14, Diseño y operaciones de aeródromos, Normas y métodos recomendados internacionales, 1ª edición., 1990.
- www.mantenimientomundial.com
- www.solomantenimiento.com
- www.datastream.com
- www.managementsupport.com
- www.asa.gob.mx