

01126
58



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE PREVENCIÓN, ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE FOD PARA AERONAVES DE ALA FIJA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO
ELECTRICISTA
ÁREA INDUSTRIAL

P R E S E N T A :
ERNESTO GOTTFRIED VILLASEÑOR KRAUSE



MEXICO, D.F.

2003

1A



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.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Agradecimientos:

A mi Madre, por ayudarme y estar siempre conmigo, admiro su tenacidad y fuerza que la han llevado al triunfo en las etapas más difíciles, así como en la realización de sus logros personales y profesionales; por lo que siempre ha sido un modelo a seguir en mis objetivos y metas.

A mi Padre, que en algunas ocasiones importantes me hizo falta, pero siempre ha sido para mí una persona muy especial; ejemplo de honradez, dedicación y profesionalismo. Agradezco su apoyo en momentos difíciles.

A mi Esposa Rocio, siempre a mi lado en todo momento, creciendo juntos en muchos aspectos a lo largo de nuestra vida, dándome dos hijas preciosas y fuerza para alcanzar esta gran meta.

A mi amigo y hermano Abo, con el que compartí muchísimos momentos. Ejemplo de estudio, perseverancia y tenacidad, dándome las bases de mi forma de estudiar y de trabajar, mismas que me han servido hasta la fecha.

A mis hijas Carina y Cristina, los tesoros más preciados de mi vida, ahora mi razón para progresar. Son pequeñas aún, pero día con día he aprendido de ellas muchas cosas con un valor incalculable que me ayudan a lograr mis metas.

A mi Oma, que por mi edad no comprendí en su momento, pero que ahora es una base fundamental para mí como ejemplo de que los tropiezos se pueden superar, su forma de amar la vida, la naturaleza y el arte, manteniendo la frente siempre en alto.

A mis profesores, todos los que he tenido desde pequeño hasta ahora, siempre con esa dedicación para enseñar y mostrar sus conocimientos, mismos que me han guiado hasta este momento tan importante en mi realización profesional y de formación.

A los Ingenieros Lourdes Arellano, Antonio Cordero y Héctor Mejía, mismos que por su sencillez, dedicación y disposición para apoyarme han logrado que este sueño sea hoy una realidad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por proporcionarme esta carrera que se adapta tanto a mis inquietudes; permitiéndome continuar mi desarrollo profesional.

A mis amigos, que me han ofrecido su amistad y su apoyo en algún momento del camino.

... Muchas Gracias

Ernesto Villaseñor Krause

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	10
II.1 Marco Histórico	10
II.2 Marco Referencial	11
II.3 Marco Normativo	30
II.4 Marco Teórico	40
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	55
III.1 Dirección y planeación estratégicas	55
III.2 Logrando un marco competitivo	67
III.3 Implantación	73
III.4 Planeación estratégica y CTC	80
CAPÍTULO IV PROCESO	82
IV.1 Situación al inicio del Plan	82
IV.2 Plan de FOD	89
IV.3 Puesta en marcha del Plan	95
IV.4 Seguimiento del Plan	96
IV.5 Análisis de resultados	100
CAPÍTULO V PROPUESTA	104
V.1 Retroalimentación del Plan	104
V.2 Propuesta de trabajo	104
V.3 Propuestas de mejora	105
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	107
GLOSARIO DE TERMINOS	109
BIBLIOGRAFÍA	112

2

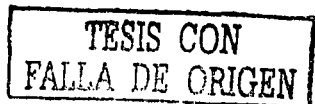
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

Desde inicios de la aviación moderna en la década de los años 50, en donde se incorporaron los motores turbo reactores en aeronaves de ala fija para operaciones continuas en la transportación de pasajeros, carga e incluso para aeronaves de uso militar en el mundo, el mantenimiento en sus diversas filosofías tiene un papel primordial, ya que de ello depende la correcta operación de los grupos y subgrupos en los que se dividen las aeronaves para su estudio y análisis, de tal forma que los fabricantes de cada tipo de aeronaves, así como de motores e incluso de componentes, definen los tipos de mantenimiento preventivo y correctivo (programados), con base en sus horas o ciclos de operación, considerando en ello al grupo fuselaje, al grupo estructuras y al grupo plantas de potencia, relacionadas éstas a las especificaciones del sistema de capítulos ATA 100 ⁽¹⁾, de tal forma que las aerolíneas definen cómo establecer sus prácticas de mantenimiento según lo establecido por los fabricantes en sus respectivos manuales MRB (por sus siglas en inglés Maintenance Review Board Report) y MPD (Maintenances Planning Data), así como para las autoridades FAA (por sus siglas en inglés Federal Aviation Administration), JAA (por sus siglas en inglés Joint Aviation Authorities) y DGAC (Dirección General de Aviación Civil), además de la propia experiencia de las aerolíneas. Debido a lo anterior, este material pretende describir que el grupo fuselaje y grupo de planta de potencia (motores), se han visto afectados por golpes o impactos, ocasionándoles daños por los diversos tipos de contaminantes u objetos extraños a las mismas aeronaves denominados FOD (por sus siglas en inglés Foreign Object Damages).

Estos daños, pueden generar la inhabilitación de la misma aeronave o de los motores hasta su reparación o reemplazo de partes, repercutiendo seriamente en las operaciones diarias, en el mantenimiento y a su vez, poniendo en riesgo a las aeronaves, esto según reportes de autoridades nacionales, internacionales, fabricantes y de aerolíneas en el mundo.

⁽¹⁾ ATA por sus siglas en inglés Air Transport Association.



México no es la excepción con este tipo de eventos ya que de acuerdo a una evaluación de la PAAST (por sus siglas en inglés Pan American Aviation Safety Team) se registraron hace 10 años 4.5 incidentes por cada millón de vuelos, esta cifra se ha reducido sustancialmente en la actualidad a 3.5 según estadísticas de la compañía Boeing. Sin embargo, aún falta mucho por acercarse a los estándares de Europa o Estados Unidos, donde en el primer caso, se tienen registrados actualmente 0.4, mientras que el segundo se ha contabilizado hoy día 0.5 de incidentes por cada millón de vuelos, por lo cual se requiere de una serie de procedimientos a efectuar o metodologías básicas para el análisis y control de estos daños, con el consecuente compromiso de las autoridades aeronáuticas, aerolíneas y proveedores nacionales, para hacer de estas tareas un proceso estable de prevención a través de proponer un modelo de procedimientos, con el cual se podrá definir un adecuado control y, en consecuencia, una disminución de los costos generados por FOD, logrando con esto un beneficio para las aerolíneas, las cuales buscan la disminución y control de este factor de inseguridad y del impacto económico, ya que toda aerolínea requiere satisfacer las necesidades de los clientes respecto a un transporte aéreo seguro, confiable, eficaz y económico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBJETIVO

Objetivo general

Desarrollar e implantar un plan que establezca las prácticas y las normas generales de actividades para todas las áreas involucradas en la prevención del FOD (Daño por Objeto Extraño) en la flota de Aeroméxico, a fin de reducir los riesgos inherentes a la operación, coadyuvando a la reducción y recuperación de costos.

Objetivos específicos

- 1) Formalizar las directrices o la normatividad que se deberá cumplir como herramienta o instrumento para el auxilio del análisis y control de FOD;
- 2) Establecer como primera instancia un proceso de seguridad y de control de daños;
- 3) Definir el impacto operacional y económico que genera este tipo de eventos, ya que desequilibran la rentabilidad de las empresas;
- 4) Establecer un plan estrechamente con las autoridades aeroportuarias para las acciones preventivas.
- 5) Darlo a conocer y ponerlo en práctica como un plan de calidad, con el fin de establecer procedimientos para la reducción de eventos y costos ocasionados por FOD en los motores y aeronaves de ala fija.
- 6) Establecer un procedimiento adecuado para llevar a cabo la recuperación de daños ocasionados por los FOD

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO I, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la industria aérea crece a un ritmo acelerado y la seguridad es primordial, por tal motivo es un tema prioritario. Una de las mayores amenazas en este sentido son los daños a las aeronaves producidos por objetos diversos, conocidos como FOD.

El FOD es una gran responsabilidad para cualquier aerolínea y básicamente el costo para la industria aeroespacial es estimado en \$ 4 billones de dólares al año y por lo regular no se conoce la causa exacta del origen o causa del daño.

En Aeroméxico, previo al establecimiento del Plan de FOD, durante el año de 1997 los costos eran de casi 3 millones de dólares por año, sin contar los costos indirectos como son: demoras, cancelaciones, combustible, protección a pasajeros, tripulaciones, etc.

Por lo anterior, los FOD de acuerdo a la FAA ⁽²⁾ en un análisis general en el marco mundial, describen que en su mayoría los sucesos reportados han sido daños generados a los motores y los cuales han representado un mayor índice de afectación por daños con respecto al fuselaje.

De acuerdo a lo anterior, la mayor cantidad de incidentes por FOD se presentan en los motores, lo cual representa mayores costos por las reparaciones e incluso por las afectaciones a los itinerarios, así como para la seguridad, de igual forma y como base comparativa, se tienen los datos recolectados por reportes de FOD en los motores de los últimos tres años de operación de Aeroméxico.

Por otra parte, los motores debido a sus diseños, se observa que son más susceptibles a daños por la ingestión de contaminantes debido al efecto de succión y de los mismos contaminantes que son lanzados a gran velocidad por el flujo de los gases de escape de los mismos motores hacia otras aeronaves durante las operaciones aeroportuarias, es decir en maniobras por las calles de rodaje y plataformas, así como en la carrera de despegue y aterrizaje, sin olvidar también las fases del vuelo (ascenso, crucero y descenso), por lo antes

(2) Datos proporcionados en la conferencia de FOD en Amarillo Texas Agosto 2001.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

señalado, las variables que definen las condiciones de riesgo son: la suciedad en pistas, calles de rodaje y plataformas, el medio ambiente considerando las estaciones climatológicas del año, la fauna silvestre y el propio mantenimiento.

Derivado de las situaciones en las que se presentan los daños por FOD en México y con base en el análisis de los años de 1998 al 2001 en la aerolínea nacional que cuenta con una flota de 70 aeronaves, el costo por estos eventos fue de aproximadamente \$ 3 millones de dólares anuales previos al establecimiento del plan de FOD, esto únicamente en las reparaciones de los motores. Por tal motivo, es necesario evitar o eliminar la probabilidad de ingestión de objetos extraños ya que éstos reflejan un gasto mayor para la administración por costos de reparación, afectaciones a los itinerarios, prestigio y seguridad de ésta o de cualquier aerolínea.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO II, MARCO TEÓRICO

II.1 Marco histórico:

Fauna

Los impactos por aves en las aeronaves, han sido de gran interés desde la primera fecha en que se tienen registros de un incidente mortal por ave, siendo éste en 1912 en la empresa North American Airlines. Recientemente, los impactos de aves han conducido a accidentes mortales para las aeronaves militares, más que para las aeronaves de las grandes aerolíneas comerciales, en ambos casos en 1995, 1996 hasta 1998. Por otra parte, han aumentando las poblaciones de pájaros tales como gansos y patos, las cuales han conducido a un aumento importante en la amenaza para las aeronaves, especialmente en áreas sobre o cercanas a los aeropuertos.

En los Estados Unidos de América, los golpes a los aviones por fauna silvestre costaron en un año \$380 millones y un billón de dólares al año en todo el mundo, según información de la FAA, además para la NTSB (por sus siglas en inglés National Transportation Safety Board: encargados de la investigación de accidentes del transporte en los Estados Unidos de América) los golpes por ave a las aeronaves son una de sus tres máximas prioridades debido a la fauna de ese país, aunque nunca se ha tenido una situación potencialmente mayor a una catástrofe entre la fauna silvestre y la aviación.

Otro de los grandes factores que se han afectado a la aviación hasta nuestros días, ha sido el factor humano como parte integral de las operaciones aeroportuarias y de mantenimiento, que para el caso de los FOD, es uno de los grandes factores que contribuyen para la presencia de daños en las aeronaves y motores; por los desperdicios que se encuentran en áreas de movimiento de las aeronaves (pistas, calles de rodaje y plataformas), olvido de herramientas, etc.

II.2 Marco referencial:

Las autoridades de los aeropuertos y los operadores deben considerar cuidadosamente estos peligros y el resultado potencial de las lesiones a las personas y a las aeronaves durante las operaciones aeroportuarias, ya que los eventos o incidentes pueden ser ocasionados por los contenedores, carros de equipaje, vehículos de servicio, la misma infraestructura de los aeropuertos y otros aviones.

Áreas de riesgo potenciales

Cuando los motores turbo reactores están operando a un empuje máximo, la velocidad del flujo de descarga puede exceder de 375 millas/hr (325 nudos o 603 km/hr) inmediatamente atrás del ducto de escape del motor (Fig. 1).

Las componentes de velocidad de descarga son atenuadas con el incremento de la distancia del ducto de escape del motor. Sin embargo, un flujo de descarga de 300 millas/hr (260 nudos o 483 km/hr) puede estar presente en los empenajes y en riesgos significantes para equipos y personas que estarán manteniéndose en centenares de pies más allá de esta área. Con el máximo de potencia en el ducto de escape, el incremento de velocidad típicamente puede ser de 150 millas/hr (130 nudos o 240 km/hr) a 200 pies (61 m) hacia atrás del avión, disminuyendo su intensidad al alejarse de éste.

Un acercamiento para relacionar estos valores con las operaciones de un aeropuerto es cómo considerar la escala de intensidad de un huracán usada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EU. Un huracán de categoría 1 ha mantenido vientos de 74 a 95 millas/hr (64 a 82 nudos o 119 a 153 km/hr), a estas velocidades ocurre el mínimo de daños a las estructuras de los edificios estáticos, pero mayores daños se tendrán en casas móviles no ancladas y en estructuras utilitarias.



Fig. 2: En la relación de los niveles de empuje, un motor turboreactor a potencia de despegue puede exceder fácilmente los vientos mantenidos, asociándolos con un huracán de categoría 5, cortesía de Aeroméxico.

Actividades de mantenimiento

Los motores con gran empuje pueden ocasionar daño considerable durante las actividades de mantenimiento a aviones y otros elementos en el ambiente de los aeropuertos. Un ejemplo de este problema ocurrió después de que un avión llegó a su destino final con un reporte en bitácora en el que la tripulación del vuelo indica que habían experimentado operaciones anormales de un motor. La evaluación subsiguiente daba como resultado en el reemplazo de un componente principal del motor, seguido por una prueba del motor y una corrida para ajustar y verificar la operación correcta del mismo.

El avión se ubicó sobre un asfalto reparado adyacente a las calles de rodaje para los trabajos de mantenimiento, durante las pruebas del motor a alta potencia (corrida de motor), un pedazo de asfalto de 20 por 20 pies (6.1 por 6.1 m), inmediatamente atrás del motor se separó del suelo y fue levantada desde el piso. Este pedazo de asfalto al levantarse quedó al centro de la estela del escape en donde se fragmentó en numerosos pedazos pequeños de 4 pulg. (10.2 cm). Los pedazos se dispararon hacia atrás a una velocidad considerable,

golpeando la parte trasera del fuselaje y la parte exterior izquierda del estabilizador horizontal, la superficie del fuselaje golpeada por los fragmentos se extendían desde atrás del ala hasta al empenaje y el personal de mantenimiento al observar el desmoronamiento de la rampa, alertó al personal en cabina terminando la corrida del motor, posteriormente, en la revisión de la parte izquierda del estabilizador horizontal se encontró que le faltaban 4 pies (1.2 m) de material, así como todo el elevador izquierdo.

Las acciones correctivas incluyeron el reemplazo del estabilizador y del elevador izquierdo, así como la reparación de las perforaciones en el fuselaje.

El caso anterior nos describe que los daños por objetos extraños (FOD) causados por el alto empuje o flujo de los gases de escape de los motores, aunado a deficiencias en las áreas de movimiento pueden afectar lo siguiente:

- a la estructura de los aviones.
- a los controles de vuelo.
- al equipo y personal en tierra.
- a los motores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Estructura de las aeronaves

En una incidencia relativa a FOD ocasionada por el alto empuje del motor, Boeing informó que un 737 había aterrizado en un aeropuerto Europeo y la tripulación de vuelo había descubierto un daño importante durante su revisión a la aeronave en la plataforma. Las áreas dañadas incluyendo el borde de ataque del estabilizador horizontal derecho parte inferior y el elevador parte inferior. En una inspección más profunda de los fragmentos de material asfáltico se encontró atorado uno dentro de la estructura del estabilizador.

Poco tiempo antes de que el FOD fuera identificado, en el aeropuerto de origen del vuelo, se le notificó al representante de la compañía Boeing que se observaban elementos de una aeronave en el umbral de la pista, subsecuentemente se correlacionó este evento, relacionando los fragmentos

del material extraído de la aeronave con material idéntico localizado a lo largo del umbral de la pista.

El evento real fue que el material de pavimento fue levantado y expulsado hacia atrás por el flujo de los gases de escape del motor al momento en que el avión giraba para tomar pista e iniciar la carrera de despegue.

Controles de vuelo

El FOD puede también afectar los sistemas de control de vuelo, la interacción de componentes y la fuerza de desplazamiento del sistema, los cuales están íntimamente relacionadas para la correcta operación funcional de las superficies de control primario. En muchas aeronaves, el elevador es operado por sistemas hidráulicos independientes a través de unidades de control de movimiento. Algunas aeronaves han presentado otros modelos de control que permiten la operación del elevador manualmente, en una imposibilidad de movimiento por energía hidráulica, un sistema mecánico es operado a través de paneles de balance aerodinámico, barras de conexión y abrazaderas que conjuntamente interactúan para el movimiento del elevador conforme al flujo de aire de impacto, estos elementos deben trabajar conjuntamente para asegurar que el desplazamiento del elevador sea proporcional (y repetible) con respecto al desplazamiento de la columna de control, proporcionando una respuesta constante de cabeceo.

Aún cuando los FOD son muy ligeros en las porciones externas de los elevadores, éstos pueden cambiar el balance de las superficies y alternar en las características del flujo de una forma que puede inducir al aleteo de dichas superficies.

Este movimiento dinámico y no comandado de la superficie puede crecer en amplitud y frecuencia, causando daños adicionales. Algunas partes de la superficie pueden ser destruidas por el movimiento violento inducido, si este movimiento es suficientemente grande, puede inducirse dentro de la estructura de la aeronave y causar daños colaterales.



En casos excepcionales, el aleteo de las superficies de control podría lograr la pérdida de control de la aeronave.

Equipo y personal

Los FOD tiene un efecto potencial en algunos aspectos de las operaciones en rampa, ya que éstos dependen del desempeño de personas, carros de equipaje, contenedores, vehículos de servicio y los mismos daños en la infraestructura del aeropuerto.

Por ejemplo, un contenedor de equipaje no asegurado en los alrededores de una aeronave en la plataforma del aeropuerto, fue desplazado por el flujo de escape de los motores de otra aeronave que pasaba cercano a ésta, ocasionándole daños a la aeronave, estos daños fueron en la toma de aire de entrada de un motor ya que éste succionó el contenedor durante su libre recorrido (Fig. 3)

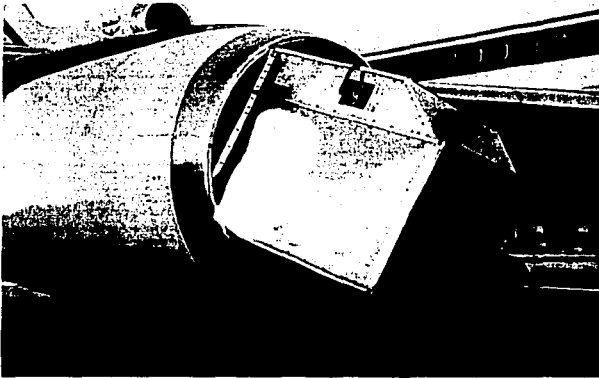


Fig. 3: Este caso describe un peligro potencial de ingestión de personal y/o equipo, cortesía de la Cia. Delta Airlines.

Motores

La ingestión de objetos extraños a causa del flujo provocado por los motores en marcha de los aviones en secuencia de despegue o de asignación de posición a su llegada a algún aeropuerto

En general, miles de despegues y aterrizajes son seguros en todo el mundo gracias al control de los altos niveles de empuje de los motores turbo reactores modernos. Sin embargo durante el rodaje y actividades de mantenimiento, esta capacidad de empuje puede iniciar un riesgo, la cual se puede intensificar por la falta de conciencia respecto a cómo afecta el flujo de gases de escape de los motores en los alrededores de las aeronaves. Durante el movimiento de las aeronaves en los aeropuertos, el empuje del flujo de los gases de escape de los motores puede iniciar un riesgo (Fig. 4).

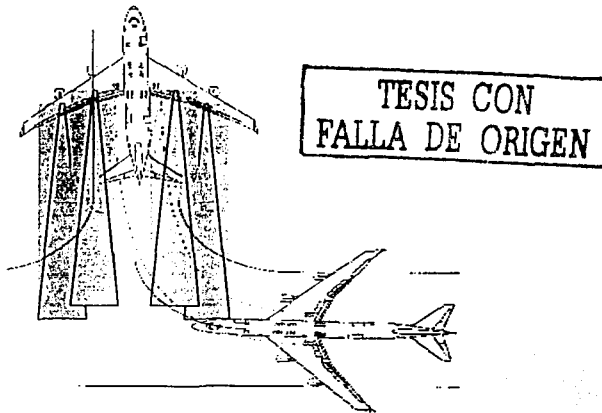


Fig.4: Durante los desplazamientos de las aeronaves en los aeropuertos, el empuje del flujo de los gases de escape de los motores puede iniciar un riesgo e intensificarse por la falta de conciencia.

Clasificación de los tipos de daños generados por FOD

Los tipos de objetos que provocan FOD pueden ser inorgánicos (sólidos, rocas / concreto, hule, material aeronáutico, hielo, etc.) y orgánicos (vida salvaje). Es importante señalar que cualquier daño atribuido a un objeto extraño puede definirse en términos físicos y económicos, degradando o no las características de la aeronave y/o la seguridad requerida en las mismas, sistemas, subsistemas y motores, afectando con esto las operaciones de las aerolíneas, por tal motivo los FOD se han definido de tres formas, los cuales son:

FOD (Foreign Object Damage).- Es cualquier daño ocasionado por un objeto extraño que puede expresarse en términos físicos y económicos, pudiendo o no degradar las características de los rendimientos y de la seguridad requerida de la aeronave o de sus sistemas.

FOD (Foreign Object Debris). – Es toda sustancia, desecho o artículo extraño a una aeronave o sistema de la misma, que pueden causar daños potenciales

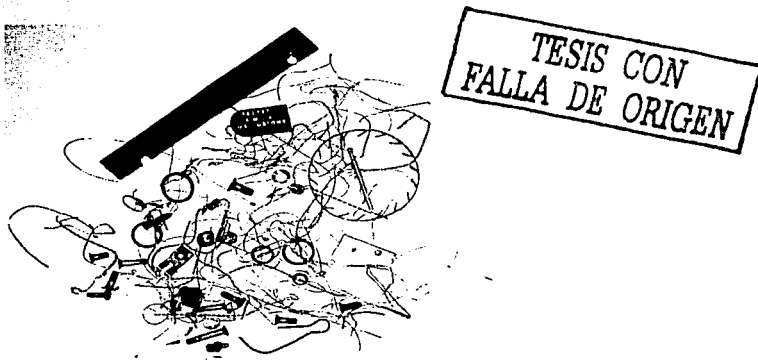


Fig. 5: Desechos o artículos extraños a una aeronave, que pueden causar daños potenciales, foto cortesía de Aeroméxico.

FOD potencial.- Condición en la cual los "foreign object debris" pueden causar daños y / o fallas de las aeronaves. Por ejemplo:

- Ingestión o golpes por herramientas, refacciones o partes (plásticos, papel, etc.) en la trayectoria de las aeronaves o en las tomas de los motores (entradas de aire).
- Impactos por desechos tirados en pistas, plataforma o calles de rodaje por otras aeronaves.
- Impactos por desechos o artículos tirados por proveedores de servicios aeroportuarios en plataforma o calles de rodaje.
- Daños por condiciones climatológicas o naturales (granizo, cenizas volcánicas, etc.).
- Impactos por hielo o agua encharcada.
- Por aves u otros animales.
- Por desechos de construcciones aeroportuarias.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Ejemplos de casos graves de FOD

Estambul – En febrero de 1995, un avión A-340: 2 de sus 4 motores quedaron fuera de servicio por ingestión de gaviotas, regresando al aeropuerto de forma segura.

TEL Aviv – En octubre de 1996, un avión B767 de la aerolínea TWA se presentó una falla no contenida de motor, por el golpe del material de 4 llantas que se reventaron, regresando al aeropuerto de forma segura.

Seúl – En julio de 1998, 5 de los aviones 747s que operaron 10 días reportaron daños por FOD.

Entre enero y junio de 1998, durante operaciones ETOPS, 13 aviones B767 regresaron a los aeropuertos por reportes de impactos.

El 27 de octubre de 1997, Cancún, Q. Roo, una ingestión de una parvada dañó el motor derecho de un Boeing 757, regresando a aterrizar. Costo de la reparación 5 millones de dólares.

El último accidente fatal fue en África central, debido a la ingestión de aves, ya que el 20 de abril del año 2000 dejó un saldo de 21 muertos.

Descripción de daños

Debido a la problemática existente para la definición del costo por los eventos generados, producto de la ingestión de objetos extraños en los motores en una flota y las pérdidas económicas que éstos generan en las aerolíneas comerciales. Cuando un objeto impacta en una aeronave, las características de los daños son determinados por el alcance y las propiedades del material del objeto impactado y las características de los tipos de daños como son los siguientes:

- Objetos duros y dúctiles. (A)
- Objetos duros y quebradizos. (B)
- Objetos blandos. (C)
- Hielo. (D)
- Impactos debido a la fatiga del material (elementos internos del motor). Descrito técnicamente como BMOD (por sus siglas en inglés Build Material Object Damage); los cuales se refieren directamente al mantenimiento y no se incluyen en el plan de FOD, por considerarse exclusivamente falla de mantenimiento. (E)
- Ataque químico (interno) (F)

Evaluación de daños

De acuerdo a la revisión visual de la aeronave y de los motores en la plataforma, tanto en estaciones de tránsito o de pernocta, es requerido que el personal técnico defina la condición existente con el fin de determinar la

aeronavegabilidad del avión (capacidad de efectuar vuelos subsecuentes), de tal forma que evalúe y/o determinar la presencia y magnitud del daño producido por el FOD.

Por ejemplo, una de las técnicas aplicables para la evaluación interna de la condición del motor, es la revisión con equipos de boroscopio y ésta será empleada siempre y cuando se observen daños en los álabes de las primeras etapas del compresor de los motores en el flujo primario, considerando que pudieran existir daños con trayectoria de salida hacia el flujo secundario sin requerir de la revisión por boroscopio.

Remoción del daño

Posterior a la revisión y al haber determinado la magnitud del daño producido por el FOD, se establecen las premisas siguientes:

- Daños ligeros
- Daños mayores

Daños ligeros o menores (remanufactura)

Al definir la posición, dimensión y cantidad de álabes afectados, se compara el daño respecto a los límites establecidos por el manual de mantenimiento del motor que se trate y de las cuales se determinará la técnica requerida a aplicar según la característica del daño, las cuales son:

- Desbaste de material (eliminación de material en menor cantidad)
- Corte de material (eliminación de material en gran cantidad)

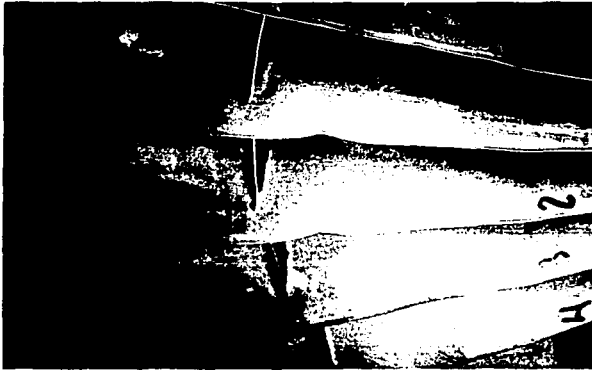
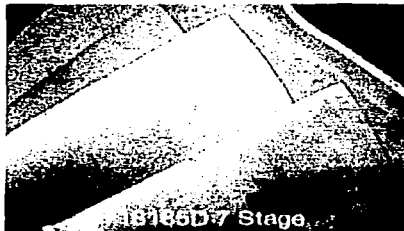


Fig.6: Los daños ligeros o menores consisten únicamente en remanufacturar ligeras melladuras o incluso pulir los bordes de ataque de los álabes del abanico del compresor (primera etapa del compresor) . foto cortesía de Aeroméxico

Daños mayores (cambio de partes)

Basado en la magnitud del daño, así como en la evaluación y determinación de que se encuentre fuera de límite respecto al manual de mantenimiento de la aeronave que se trate, esta condición es observada a través de la primera etapa del compresor por la magnitud del daño o de las etapas internas por detección del empleo de los equipos de boroscopia (Fig. 7).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 7: Inspección boroscópica de los álabes de la 7ª etapa del compresor de un motor JT8D-200 con impactos por FOD, foto cortesía de Aeroméxico.

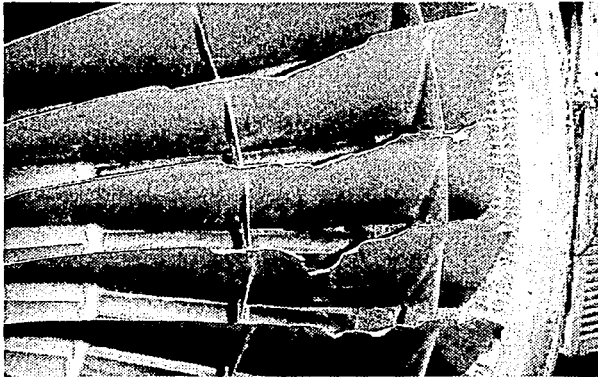


Fig. 8: La magnitud del daño define la remoción de partes o incluso la del mismo motor respecto a la evaluación, foto cortesía de Aeroméxico.

Básicamente, el cambio de partes y/o componentes o hasta del mismo motor, está en función de las características de los daños detectados para efecto de mantener la aeronavegabilidad del equipo; comúnmente los reemplazos son:

- Cambio de álabes (en pares y tercias según aplique al tipo de motor) y/o venas guías.
- Cambio de discos (C-1, C-1.5, C-2 o según aplique al tipo de motor)
- Cambio de motor por daños en discos de las etapas internas de compresor y turbina, según aplique al tipo de motor
- Cambio de motor por daños producidos debido a fallas internas (desprendimiento de material) no contenidas o catastróficas.

Impacto económico por FOD

Con base en la atención del daño y al tiempo estimado del empleo de los recursos humanos, así como de los recursos materiales, se establecerá el costo del evento.

Básicamente se puede hacer referencia a los costos directos o variables, ya que éstos son los que varían directamente con el volumen de la producción, y a los costos indirectos que son independientes del volumen de producción, aunque algunos costos, como salarios y gastos de oficina pueden asignarse a ambas categorías, ya que el FOD incurre en los costos indirectos excesivos afectando a las aerolíneas. Tales afectaciones son consideradas en las formas siguientes:

- Demoras y cancelaciones de vuelos, llevándolos a bajas demandas de pasaje.
- Interrupción programada por causa de la necesidad de reponer la aeronave y la tripulación.
- Inconvenientes potenciales debidos a daños.
- Trabajos adicionales por la administración de la aerolínea y el equipo de trabajo.

Los costos directos estarán en función de la magnitud del daño, ya que si los daños son ligeros, éstos sólo requerirán de remanufacturas y se pueden considerar respecto al tiempo estimado del empleo de los recursos humanos, así como de los recursos materiales o en costos de reparación que pueden fácilmente exceder el 20% del costo original de los precios de compra.

Por ejemplo:

Costo de compra de un motor para avión MD-11	\$ 8 – 10 millones (US)
Costo de compra de un motor para avión MD-80	\$ 3 – 4 millones (US)
Costos de reparación mayor en un motor de avión MD-11 por daños de FOD	\$500,000 – 1.6 millones (US)
Costos por reparación mayor en un motor para avión MD-80 por daños de FOD	\$250,000 – 1.0 millones (US)
Costos de álabes (palas) del abanico del compresor	\$ 25,000 (US)

para motor de MD-11 (por juegos*)	
Costos de álabes (palas) del abanico del compresor para motor de MD-80 (por juegos*)	\$ 7,000 (US)

Los álabes (palas) del abanico del compresor son balanceadas y reemplazadas en juegos, tercias, según sea el caso o tipo de motor.

Los efectos de los daños por objetos extraños (FOD) en daños mayores pueden ser significativos. Por ejemplo, los costos de reparación en un motor por daños producidos por FOD, pueden fácilmente exceder \$ 1 millón de dólares.

Para Aeroméxico, los costos de reparación se consideran como fijos y variables.

Costos fijos: son prueba en celda, transportación, remoción/instalación (llegada y salida del motor al taller reparador).

Costos directos o variables: son la mano de obra (costo por hora), subcontratos (partes o accesorios/terceros o reparados por talleres externos al proceso), procesos especiales, componentes que requieren algún tratamiento específico o especial, partes nuevas (nuevo, reparación mayor y material de consumo), partes de catálogo.

Por otra parte, cuando los daños en los motores son sumamente fuertes respecto a la magnitud de su evaluación, los costos de reparación por FOD de una aerolínea están en función de sus pólizas de deducibles y generalmente pueden abarcan tres tipos de deducibles como son:

- 1) de 250,000.00 a no mayores de 500,000.00 dólares
- 2) mayores de 500,000 dólares
- 3) los de refacciones no dañadas durante su funcionamiento.

Recursos humanos

Es el personal técnico debidamente capacitado que interviene en la remoción de los daños durante el tiempo en que se ejecutan las tareas para restablecer la aeronavegabilidad del equipo.

Recursos materiales

Es todo aquel material y equipo empleado para la remoción del o de los daños, así como la prueba operacional efectuada para la certificación de la aeronavegabilidad requerida del equipo, posterior al cambio de álabes, discos y/o motor, de acuerdo a lo indicado por el manual del fabricante del motor y evaluado por la autoridad aeronáutica de acuerdo al manual de mantenimiento del motor o de la aeronave que se trate.

El factor humano en la aviación

En las décadas pasadas, la disciplina del estudio del factor humano se inició al instrumentar y determinar las causas de los accidentes aéreos. Las ventajas han sido sobresalientes y la comunidad de la aviación es afortunada al tener acceso a algunas investigaciones valiosas.

Todo personal tiene las herramientas para prevenir los accidentes, como es la experiencia, la habilidad, el conocimiento y la capacitación. Parte de algunas respuestas que dan algunos pilotos y controladores de tránsito aéreo, es que se entienden mal los conceptos o falta el entendimiento referente a cómo puede afectar la eficiencia humana en los desastres.

Datos analizados por la NASA (por sus siglas en Inglés National Aeronautics and Space Administration – Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio) y estudios realizados por los laboratorios de psicología de aviación en la Universidad del Estado de Ohio, revelaron que cuatro de cinco errores por pilotos, son las causas de un incidente en las aeronaves que ocurren antes de la salida del vuelo, un reciente estudio por la NTSB, de las causas mayores de accidentes en los transportes aéreos de

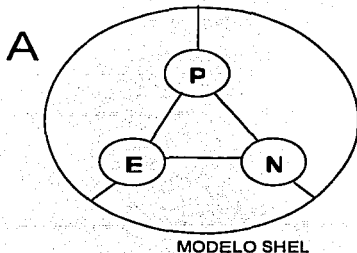
Estados Unidos de América revelaron las mismas conclusiones. De 302 errores específicos y definidos en 37 accidentes, analizados entre 1978 y 1990, más del 78% de un factor fueron contribuidos por personas, incluyendo controladores, personal de mantenimiento, administradores de aerolíneas, personal de los aeropuertos y los mismos pilotos de las aeronaves.

El resultado de estos dos estudios extensos, indicaron que cualquier cosa y cualquier persona que esté en contacto con las aeronaves, desde el momento en que se inician las labores en los aeropuertos hasta el final del día, deberán estar concientes de que tienen el potencial para interferir con la seguridad de cada vuelo.

Lección rápida del factor humano en la aviación

Por que actuar o no, al hacer algo en el medio de la aviación pareciera que se tiene un efecto dominó, ya que algunas veces puede esta causa regresar a algo que se hizo o no. Ésta es una de esas grandes discusiones que los pilotos tienen, particularmente después de un vuelo cuando todo lo que pudo hacer, lo hizo mal.

El término de factor humano es un modelo SHEL (figura siguiente), donde representa la interrelación entre tres tipos de recursos y su medio o el ambiente donde se desarrollan. Cada recurso, cae dentro de una de las siguientes categorías: Normas (N), Equipo (E) y el Personal (P) y estos elementos están rodeados por el ambiente donde se desempeñan (A).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para los aviones, el equipo es el mismo avión y sus sistemas, las normas incluyen todos los reglamentos y políticas, manuales, listas de verificación, mapas, tablas de rendimientos y gráficas, etc. y finalmente el personal que interactúa en tierra y en el espacio aéreo. Estos tres elementos son los que se encuentran involucrados en una operación de vuelo y esto pertenece directamente al ambiente físico actual, así como a las condiciones climatológicas en la cual operan las aeronaves, sin embargo, es obvio saber que no se tiene control sobre las condiciones ambientales, pero se tienen algunos controles en algunos factores.

Si no hay recursos o éstos están totalmente aislados de los otros o incluso, si uno de los elementos es inferior, esto tendrá un impacto negativo en todos los demás.

Factores humanos en eventos relacionados al FOD

Regularmente los daños ocasionados por FOD son consecuencia del error humano; es decir, los FOD más comunes son los que se producen en las áreas de movimiento de los aeropuertos como son: pista(s), calles de rodaje y plataforma. Por lo regular son provocados por grava y/o residuos asfálticos o de concreto, tornillos y otros objetos metálicos, piezas de los equipajes, residuos del comisariato, partes del equipo de tierra.

Estos eventos han ocasionado un gran porcentaje de FOD. Generalmente toda industria aérea se cuestiona ¿Cómo poder reducir los índices de FOD?

Esto se logrará a través de diversas mejoras en los programas de barrido de los aeropuertos, o inclusive establecer uno. También al crear la cultura del FOD a los empleados que trabajan en las plataformas y/o verifican las áreas de movimiento por condición general y limpieza. Los efectos relacionados a estos errores a su vez tendrán un impacto sobre los análisis estadísticos de FOD, por lo tanto, todo operador deberá realizar acciones conjuntas con diversas personalidades del medio aeronáutico como: autoridades, administradores de aeropuertos, fabricantes, asociaciones, prestadores de servicio, otros operadores, etc.

¿Por qué se dan estos errores, y cómo prevenirlos?

En primer lugar, estas causas se dan por doce errores típicos, que son:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Carencia de comunicación | 7. Carencia de recursos |
| 2. Complacencia | 8. Presión |
| 3. Carencia de conocimiento | 9. Carencia de firmeza |
| 4. Distracción | 10. Fatiga por presiones (estrés) |
| 5. Carencia de trabajo en equipo | 11. Carencia de conciencia |
| 6. Agotamiento | 12. Las normas |

Los errores no son sucesos aleatorios

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Los errores caen en modelos recurrentes y forman parte de los mismos factores de la tarea y situación de trabajo, las cuales son características de las actividades de trabajo en general. Diferentes personas en diferentes organizaciones siguen haciendo las mismas equivocaciones y/o errores. Es necesario enfocar los recursos para lograr un efecto didáctico.

La mayoría de los sucesos tienen dos factores comunes, estos factores generalmente son actos de inseguridad / condición de los equipos y/o herramientas, ya que comprometen o ponen en riesgo la seguridad de las aeronaves.

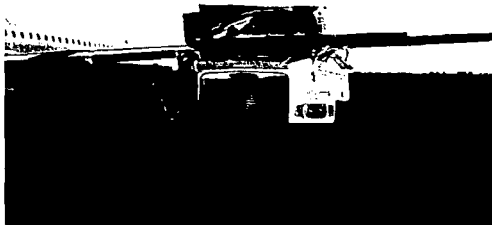


Fig. 9: Los doce errores típicos pueden crear grandes problemas para la industria, foto cortesía de la Cía. Pratt & Whitney

Por investigaciones debidas a estos factores, se considera que la industria está:

- Usando ineficientes mediciones de error.
- Investigando sólo accidentes y/o incidentes operacionales (son demasiado inadecuados para ser efectivos, muestras pequeñas).
- No cuentan con planes de prevención.
- No llevan a cabo sus procedimientos adecuadamente.
- No le dan seguimiento a los planes.
- No evalúan el "verdadero" costo de los errores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La necesidad de informar a "todos" de los errores

El informe de errores es esencial para impedir más sucesos y contar con un buen sistema de información, es importante que los empleados informen de todos los errores, sin buscar culpables. Si las personas no impulsan al sistema y sólo reporta cosas buenas, no se tendrá éxito y esto definitivamente no será exitoso, a menos que exista disciplina para que las causas sean reportadas.

La decisión es muy simple, cada persona es un administrador de los errores, en caso contrario, los errores terminarán administrándolos.

II.3 Marco normativo

Se entiende por Programa de Seguridad al conjunto de normas y procedimientos aplicables en los niveles comparativos de industrias y Estado que hacen posible el desarrollo y la utilización segura, ordenada y eficiente del transporte aéreo y también como meta garantizar la seguridad de los pasajeros, tripulaciones y personas en tierra.

Los programas enfatizan la detección, registro e investigación de los incidentes, a fin de promover acciones que conduzcan a sus reducciones o eliminación y así alejar las posibilidades de que ocurra un accidente. Otra iniciativa de los programas incluye la investigación de accidentes con la

finalidad de determinar su causa probable y emitir las recomendaciones tendientes a prevenir y evitar su repetición.

Un programa de Seguridad se establece de acuerdo a la reglamentación de la aviación civil nacional e internacional y a las políticas de las Empresas. Para las aerolíneas mexicanas, está fundamentado en "La Ley de Vías Generales de Comunicación" e incluyen entre otras a:

- Reglamento de la Ley de Aviación Civil.
- Ley de Aeropuertos.
- Programa Nacional de Seguridad Aeroportuaria.
- Norma Oficial Mexicana.
- Anexos 8 y 14, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

Estas áreas normativas señalan lo que las aerolíneas deberán cumplir para proveer un marco de seguridad en las operaciones aéreas, instalaciones y facilidades aeroportuarias.

Las autoridades de Estado, aerolíneas, entidades y organizaciones de la industria aérea han enfocado y desarrollado sus actividades en torno a la capacitación, impulso de la cultura y filosofía de la seguridad, que nos permitirá asumir que la seguridad es asunto y compromiso de todos.

En el caso específico de los FOD debe de implantarse lo mismo, enfocando acciones conjuntas con el fin de obtener los resultados esperados.

Marco normativo

Anexo 8, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional

Aeronavegabilidad

Generalidades

Cualquier omisión en el mantenimiento de la aeronavegabilidad de una aeronave, en la forma definida en las normas de aeronavegabilidad que le atañen, hará que no sea apta para su utilización hasta que dicha aeronave se vuelva a poner en condiciones de aeronavegabilidad.



Daños a la aeronave

Cuando una aeronave haya sufrido daños, el Estado de matrícula decidirá si son de tal naturaleza que la aeronave ya no reúne las condiciones de aeronavegabilidad definida en las normas que le atañen. Si la aeronave sufre averías o éstas, se descubren mientras se hayan en territorio de otro Estado contratante, las autoridades de este otro Estado tendrán la facultad de impedir que la aeronave continúe su vuelo, siempre que se lo haga saber inmediatamente al Estado de matrícula, comunicándole todos los detalles necesarios para que pueda decidir respecto a lo establecido en la norma básica.

Cuando el Estado de matrícula considere que el daño sufrido es de naturaleza tal que la aeronave no está en condiciones de aeronavegabilidad, prohibirá que la aeronave continúe el vuelo hasta que vuelva a estar en condiciones de aeronavegabilidad; sin embargo, el Estado de matrícula podrá, en circunstancias excepcionales, establecer restricciones y permitir que la aeronave vuele sin pasajeros de pago hasta un aeródromo en que se pueda reparar; en este caso, el Estado contratante que en un principio haya impedido que la aeronave reanude el vuelo, permitirá que éste se efectúe.

Cuando el Estado de matrícula considere que los daños sufridos son tales que no afectan a las condiciones de aeronavegabilidad de la aeronave, se permitirá a ésta que reanude su vuelo.

Anexo 14, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional

La OACI ha tenido gran preocupación con los problemas del paso de las aves respecto a la aviación. En 1969, el consejo de la OACI adoptó la enmienda 23 del Anexo 14, en la cual se agregó un requerimiento para la disminución del número de aves en los aeródromos. Desde entonces, la Organización ha desarrollado el Manual de Servicios Aeroportuarios de OACI, Doc. 9137, Parte 3, Reducción y Control de Aves e introdujo los Sistemas de Información de impactos o golpes por Aves (IBIS). La Organización también ha intentado

convencer a los Estados de la importancia de la reducción de aves en los aeropuertos por el peligro que representan, a través de cursos, tal como los seminarios en sus Oficinas Regionales.

Actualmente las actividades de la OACI continúan enfocándose en el Anexo 14 Volumen 1, en el Manual de Servicios Aeroportuarios y en el Sistema de Información de golpes por Aves (IBIS)

El Anexo 14 Volumen 1, párrafos 9.5.1 hasta el 9.5.3, fue adoptado en Marzo de 1990, conteniendo recomendaciones que las autoridades deberían evaluar para el peligro por aves sobre o en la vecindad de los aeropuertos, tomando acciones necesarias para disminuir el número de aves por medidas adoptadas para desalentar la presencia de éstas, eliminando o impidiendo el establecimiento de cualquier sitio, la cual pudiera ser una atracción de aves y establecer un procedimiento Nacional para mantener la información de sucesos y reportar los impactos de las aves en las aeronaves. Las normas y métodos recomendados (SARPS), detallan medidas para ser tomadas para la reducción del número de aves, las cuales podrían ser aplicables en una base global que no fue desarrollada, tal como medir esta consideración para depender de la situación local y no apropiadas para la aplicación internacional.

Las recomendaciones para la limpieza de las áreas en los aeropuertos y que se cumplan los roles que éstos manejen, deben mantenerse respecto al Anexo 14.

Impactos con aves IBIS

Notificación

Mediante la comunicación AN 4/9.1, de fecha 23 de noviembre de 1979, la OACI, solicitó a los Estados contratantes que informaran todo choque entre un ave y una aeronave. Con este fin, se preparó el formulario de notificación de los choques con aves. En 1985 se procedió a un examen general del Sistema de notificación de la OACI de los choques con aves (IBIS). Después de un cuidadoso examen de las ventajas y desventajas que entrañaría la enmienda de

las preguntas incluidas en el formulario de notificación, se decidió, para mantener la continuidad, que no se introduciría cambio alguno en la notificación, se elaboró un nuevo formulario suplementario de notificación de choques con ave para uso de las líneas aéreas, a las cuales se requiere que proporcionen información sobre los costos resultantes de los choques con aves, así como información detallada sobre los daños ocasionados a los motores. Se trata de un informe realizado con posterioridad al incidente, ya que los daños sufridos por el motor y los costos ocasionados sólo pueden calcularse tras una inspección y evaluación minuciosas.

Aunque se estima que las preguntas de los formularios se explican por sí mismas, acaso sea útil exponer algunas observaciones generales sobre los formularios y algunas de las preguntas.

Impresión y distribución de los formularios de notificación

Los formularios se han ideado de tal forma que los Estados puedan reproducirlos directamente. Al principio de cada formulario se ha dejado espacio para que cada Estado añada la dirección y/o instrucciones necesarias para que cualquier persona pueda remitirlos a las autoridades de su país.

Se hace notar que no se ha previsto que los formularios se envíen directamente a la OACI por medio del Estado involucrado.

Asimismo, al final de cada formulario se ha previsto espacio para incluir la dirección dentro del Estado a la cual habría que enviar los restos de aves (incluso fragmentos de plumas) que se conserven. Convendría que los Estados completen esas dos informaciones antes de imprimir el formulario. Según la estructura organizativa del Estado, quizá sea preferible reproducir formularios autocalcables, para facilitar el uso múltiple por diferentes autoridades dentro del Estado.

Una vez reproducidos, los formularios de notificación en blanco deberían distribuirse a los explotadores de aeronaves, enviándose una provisión a cada aeródromo del Estado.

Descripción del sistema IBIS

La IBIS es un programa similar al de notificación de datos sobre accidentes / incidentes de aviación de la OACI (ADREP), en el sentido que se utiliza un protocolo de desciframiento, dispuesto para permitir el acceso directo. El protocolo de desciframiento, constituido por listas de tres idiomas, se utiliza durante la actualización para verificar los datos de las secciones ya registrados y proporcionar datos automáticamente.

Los choques con aves "en un aeropuerto" son los choques con aves que sean producido hasta 60 m (200 pies) sobre el nivel del terreno AGL (por sus siglas en inglés, above ground level) durante el ascenso, o en las fases de estacionamiento, rodaje, recorrido de despegue o recorrido de aterrizaje. Los choques con aves en las proximidades del aeropuerto son los choques con aves que se han producido entre los 61 m (201 pies) AGL y los 300 m (1000 pies) AGL durante la aproximación, o entre los 153 m (501 pies) y los 458 m (1500 pies) AGL durante el ascenso.



Fig. 10: Canadá, avión A-320 con golpe por buitre, cortesía de Transport Canada.

Los choques con aves "fuera del aeropuerto" son los impactos que se han producido por encima de los 450 m (1500 pies) AGL durante el ascenso.

Cuando se llenen dichos formularios, es necesario anotar la pista utilizada, la etapa del vuelo (aterrizaje, despegue, etc.), cuándo ocurrió el choque con aves. Si hubo más de una especie de aves en un choque, es recomendable anotar el número total de todas las especies observadas.

Pavimentos

Generalidades:

La superficie de las pistas debería mantenerse en un estado que impida la formación de irregularidades dañosas o el desprendimiento de material que pudiera representar un peligro para el funcionamiento de las aeronaves. Esta especificación exige una vigilancia continua del estado del pavimento y reparación, cuando sea necesario.

La reparación de pavimentos es costosa y con frecuencia impone restricciones en las operaciones del aeropuerto aún cuando las zonas dañadas sean pequeñas.

En consecuencia, el mantenimiento preventivo reviste gran importancia para la administración de pavimentos del aeropuerto.

Pavimentos de concreto de cemento Portland (rígidos)

Los daños en el pavimento rígido tienen su origen en fallas de proyecto, de construcción o de mantenimiento.

Las formas típicas de daños son:

- superficies porosas
- disgregación de la mezcla por reactividad de agregados
- separación de una capa superficial delgada (desconchado)

TESIS CON
LA DE ORIGEN

- extrema lisura de la superficie creada por pulido excesivo durante el acabado en la construcción
- rotura del pavimento cuando las grietas diagonales, transversales y longitudinales se propagan a las capas superiores o inferiores
- fallas en juntas
- desprendimiento del sello
- grietas verticales sin junta prefabricada

Si se ha advertido que una deficiencia en la calidad del pavimento es una superficie demasiado porosa, los poros pueden llenarse por sellado o revestimiento. Las soluciones de resina epoxídica han demostrado ser adecuadas.

El sellador de la junta aplicado después de construir la losa de concreto permanecerá de 4 a 6 años en buen estado, según los choques mecánicos y térmicos que sufra el pavimento. Con el tiempo, el material de sellado perderá parte de su elasticidad original, dejará de adherirse a los flancos de la junta. Las fuerzas mecánicas aplicadas en el sellador viejo comenzará a destruirlo y las escobillas giratorias de las barredoras o las máquinas de limpieza de la nieve aceleran el proceso.

Pavimentos asfálticos

Los daños superficiales del asfalto dimanan normalmente de la composición inapropiada de la mezcla asfáltica, del contacto con combustibles, grasas o solventes, de cargas extremas concentradas, del desgaste mecánico, o de la oxidación del cemento asfáltico por agentes atmosféricos. Un ciclo frecuente de congelamiento y descongelamiento puede también causar daños cuando el líquido anticongelante penetra en las capas más profundas, el ablandamiento de la superficie de rodamiento y la deformación de la estructura.

Grietas en los pavimentos rígidos

Las causas de las grietas en las losas de concreto pueden ser:

- cálculo incorrecto de armado en las juntas de dilatación o de contracción, lo que ha tenido como consecuencia una transferencia incorrecta de esfuerzos entre losas de concreto,
- demora en el corte de las juntas de contracción, ya que debido al fraguado normal se producen grietas al azar,
- tratamiento incorrecto durante la fase inicial de fraguado, por ejemplo radiación solar fuerte sobre el concreto fresco,
- protección inadecuada durante el proceso de fraguado,
- compactación incorrecta de la sub base y, en consecuencia, asentamiento disparejo del terreno de fundación de manera que las losas no tienen apoyo uniforme,
- espesor insuficiente,
- resistencia insuficiente del concreto a la tensión por flexión,
- cargas y repeticiones por arriba del estimado,
- falta de sello en juntas con efecto de bombeo.

Grietas en los pavimentos asfálticos

Las grietas de los pavimentos asfálticos son consecuencia de las tensiones estructurales o térmicas que se constituyen en amplias zonas del pavimento. Otras razones pueden ser la adherencia insuficiente de las juntas de construcción, o bien deficiencias en la capacidad portante del terreno de fundación en puntos aislados, así entre otras se pueden enumerar a:

- espesor insuficiente de la carpeta de rodamiento,
- oxidación e intemperismo de la carpeta,
- contaminación de agua en las capas inferiores,
- espera insuficiente de la estructura en conjunto,
- falta de estabilidad de la mezcla asfáltica,
- granulometría inadecuada de la mezcla asfáltica.

Reparación de daños en los bordes del pavimento

Generalidades

Los bordes se rompen con mayor frecuencia en las juntas del pavimento rígido. La razón de este tipo de daño es la transferencia inconveniente de fuerzas a través de la junta, producida en la mayoría de los casos por un cálculo incorrecto de las juntas o por falta de mantenimiento del sello de la junta.

El material del pavimento rígido se daña sobre el punto de contacto, debido a las tensiones inducidas, otra razón puede ser la aplicación de cargas puntuales extremas cerca de una junta de losa o de un borde de losa, provocado a veces por un equipo de remoción de la nieve.

Los bordes rotos producen piezas sueltas de diferentes tamaños, que significan un peligro importante para las aeronaves. Además, las irregularidades superficiales sobre el pavimento rígido son inconvenientes para las aeronaves y los vehículos terrestres. En consecuencia, los bordes rotos deberían repararse lo antes posible, lo mínimo que debería hacerse es retirar todo el material suelto de la superficie del pavimento para reducir el peligro inmediato a las aeronaves y obturar provisionalmente las más profundas en la superficie del pavimento.

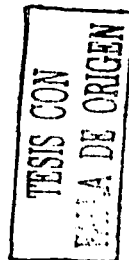


Fig.11: La reparación de esas grietas es esencial para evitar la penetración de agua o de anticongelante en su base o en el terreno de fundación, sin embargo, no es posible adherir firmemente las partes quebradas ni conservar la estabilidad del pavimento, foto cortesía de Aeroméxico.

Marco normativo

Ley de Vías Generales de Comunicación

Ley de Aviación Civil tomo IV

Capítulo IV, del servicio de transporte aéreo.

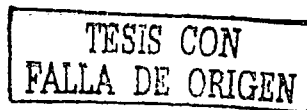
Sección Primera

Generalidades

Art. 17.- En la prestación de los servicios de transporte aéreo se deberán adoptar las medidas necesarias para garantizar las condiciones máximas de seguridad de la aeronave y de su operación, a fin de proteger la integridad física de los usuarios y de sus bienes, así como la de terceros.

Ley de Aeropuertos

De la infraestructura de los aeródromos civiles



Capítulo I

De las obras e instalaciones

Art. 30.- Los aeródromos civiles deberán contar con la infraestructura e instalaciones necesarias, de acuerdo con su clasificación y categoría, las cuales reunirán los requisitos técnicos y operacionales que establezcan las normas básicas de seguridad y demás disposiciones aplicables, para garantizar la segura y eficiente operación de los mismos y de las aeronaves, tales como: pistas, calles de rodaje, plataformas, edificios y hangares, ayudas visuales, radio ayudas, sistemas de comunicación, camino perimetral y de acceso, barda o cercado perimetral, iluminación general, vialidades, señalamientos, instalaciones para el almacenamiento de combustible, estacionamiento para automóviles y transporte terrestre de servicio al público, instalaciones destinadas a las autoridades adscritas al aeródromo, y los servicios a la navegación aérea, así como los señalamientos de áreas críticas para proteger

el buen funcionamiento de las radio ayudas, instalaciones destinadas al cuerpo de rescate y extinción de incendios, franjas de seguridad, plantas de emergencia eléctricas, drenajes y subestaciones de bombeo, plantas de tratamiento de aguas negras, equipos de incineración y equipos para manejo de basura, entre otros.

II.4 Marco teórico.

Métodos estadísticos para el control total de calidad

Por medio de los métodos estadísticos se pueden manejar y analizar el 95% de los problemas de una organización; cómo se definen los procesos, cómo poder conocerlos bien, cuáles son las técnicas disponibles.

Para usar efectivamente las herramientas del mejoramiento de la calidad se requiere que se tenga cierto conocimiento de lo que es un proceso.

Un proceso es un conjunto de actividades necesarias para ejecutar una tarea o elaborar un producto. Además es importante entender que todo proceso tiene una serie de influencias (mano de obra, maquinaria, métodos, materiales, etc.) que se combinan para hacer único cada producto del proceso.

Esta variación en el producto es el resultado natural de cambios que ocurren en la combinación de influencias cada vez que el proceso se efectúa, las cuales son:

- Mano de obra.
- Máquina.
- Método.
- Materiales.
- Medio ambiente.

Es normal que exista variación en el producto de un proceso, aunque si se controla la magnitud de la variación, pueden lograrse mejoras en la calidad del producto. Los procesos y la variación que naturalmente ocurren cuando se efectúan, son en donde pueden influir estas herramientas para la mejor calidad.

Aplicaciones

La figura 12 muestra tres usos principales de las herramientas de calidad: análisis, trabajo en equipo y colección de datos. Algunas de las herramientas tienen más de un uso, por ejemplo:

USOS PRINCIPALES DE LAS HERRAMIENTAS			
HERRAMIENTA	USO	HERRAMIENTA	USO
→ Diagrama de causa y efecto(espina de pescado)	→ Análisis	→ Histograma	→ Análisis
→ Encuesta	→ Colección de datos	→ Lista de verificación	→ Colección de datos y análisis
→ Entrevistas	→ Colección de datos	→ Lluvia de Ideas	→ Trabajo en equipo
→ Flujograma	→ Análisis	→ Matriz	→ Análisis y colección de datos
→ Gráfica de barras	→ Análisis	→ Obstáculos y ayudas	→ Análisis y colección de datos
→ Gráfica de Pareto	→ Análisis	→ Reducción de listados	→ Análisis y colección de datos
→ Gráfica de pastel	→ Análisis		
→ Gráfica lineal	→ Análisis		

Fig. 12: Usos de las principales herramientas de CTC

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Método de "Causa – Efecto"

Definición

El análisis de "causa y efecto" identifica los factores (causas) que llevan a un resultado (efecto).

Uso

El análisis de "causa y efecto" emplea un *diagrama de esqueleto de pescado* para separar e identificar las causas raíz de un problema cuando éstas son varias.

Diagrama causa y efecto

Se realiza una intensa lluvia de ideas en la que interviene el personal involucrado al problema, el cual se constituye como un grupo de calidad y cuyo resultado es el diseño de un diagrama de causa y efecto. Éste se conoce también como diagrama de Ishikawa, por ser quien lo diseñó en 1953, o diagrama de espina de pescado.

Su valor principal es que representa en forma ordenada todos los factores causales que pueden originar un efecto específico. Se considera que uno de sus aspectos más valiosos es evitar las excusas que ocasionalmente se utilizan para justificar el incumplimiento de algún objetivo, pretextando que existen demasiados factores, que no es posible controlar al mismo tiempo.

El principio del diagrama consiste en establecer que el origen o una causa de un efecto puede encontrarse en algún origen principal. Si algún elemento fundamental para resolver el problema no puede clasificarse dentro de alguno de los que ya se han planteado, deberá añadirse por separado.

Para cada uno de estos elementos fundamentales, se analizan los factores que intervienen y los que a su vez influyen en éstos.

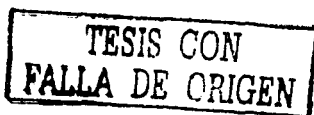
De esta manera, el diagrama es un punto de partida, que permitirá pasar más adelante a un análisis detallado que, evaluando causa por causa, procure

encontrar y resolver aquella que sea la responsable del efecto que se desea controlar. Para esto se utilizan diagramas de Pareto, histogramas, etc.

El diagrama de causa y efecto puede utilizarse también por etapas de un proceso, subdividiendo cada una de ellas en todos los elementos que la integran para tener una visión sistemática de los factores que intervienen en el flujo de producción.

Ejemplo

Inicialmente, se elabora un enunciado claro del efecto (problema) y de soportarse con datos. Luego se dibujan de tres a seis espinas mayores. Se definen las causas de *primer nivel* relacionadas con cada espina mayor. Estas causas se identifican obteniendo respuestas, mediante la *lluvia de ideas*, a la pregunta: "¿Cómo es que ésta espina mayor causa que el efecto bajo investigación ocurra?". Liste cada causa identificada de esta manera, usando la flecha que apunte y llegue a uno de las espinas mayores. Identificar causas de *segundo nivel* para cada causa de *primer nivel*. Las causas de *segundo nivel* se identifican obteniendo respuestas mediante la *lluvia de ideas*, siendo éstas las causantes de las primarias; dibujar entonces una flecha que apunte y llegue a la causa de *primer nivel*. Puede haber más de una causa de *segundo nivel* para cada causa de *primer nivel*. Identificar causas de *tercer nivel*, se identifican mediante la *lluvia de ideas*, siendo éstas las que causan las secundarias. De la misma manera que para las secundarias, dibujar una flecha que apunte y llegue a la causa de *segundo nivel*. Puede haber más de una causa de *tercer nivel* para cada causa de *segundo nivel*. Posteriormente, se pueden identificar las causas raíz potenciales. Se pueden escoger causas que suceden más de una vez o que parezcan tener un efecto importante sobre el efecto (problema). En su caso, es necesario resaltar estas causas con un círculo alrededor de ellas.



En el ejemplo de la figura 13 se presenta un diagrama de causa - efecto.

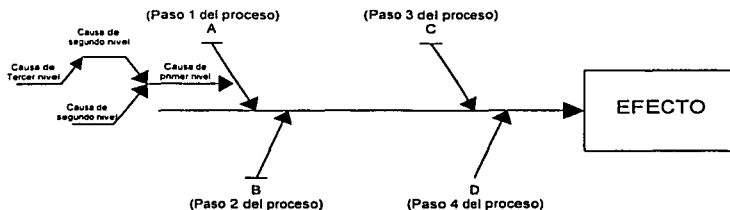


Fig. 13

Hoja de verificación

Definición

La hoja de verificación es una sencilla pero poderosa herramienta para recabar datos.

Uso

Se usa para coleccionar y clasificar información. Estas hojas de verificación recaban datos para que puedan ser fácilmente analizados con el fin de detectar el patrón de comportamiento del trabajo en cuestión.

Ejemplo

En las instrucciones se utiliza una hoja de verificación para coleccionar información sobre fallas en maquinarias ocurridas en un lapso de una semana. El ejemplo supone que la causa de cada falla puede ser rastreada dondequiera.

Es importante definir la periodicidad de la colección de datos. Es decir, decidir con qué frecuencia se registrará la información (por ejemplo: cada hora, diariamente, semanalmente, etc.).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es importante ordenar la hoja de verificación con la información de lo que se está investigando a la izquierda, y los periodos de observación a la derecha. Ver la figura 14

Ejemplo de hoja de verificación

Item \ Frecuencia	Lun	Mar	Miér	Jue	Vie	TOTAL
Máquina 1	√√		√			5
Máquina 2		√				1
Máquina 3	√		-	√		3
TOTAL	4	1	2	2	0	9

Fig. 14

Diagrama de dispersión

Este diagrama permite observar la relación que existe entre una supuesta causa y un efecto. Su uso permite comprobar o verificar hipótesis que pudieron haberse desprendido del análisis del diagrama de Ishikawa.

Ejemplo

La figura 15 es un diagrama usado para muestrear la correlación entre:

- Número de piezas rechazadas por ensamble incorrecto.
- Índice diario de ausentismo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Ejemplo de diagrama de dispersión

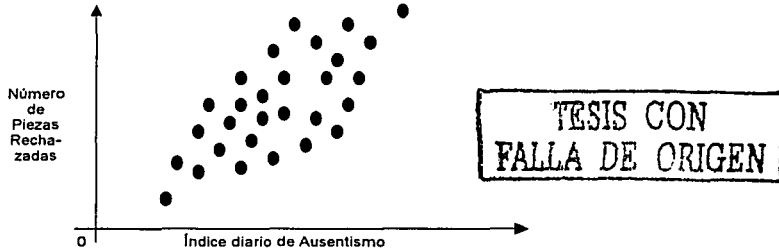


Fig. 15: Diagrama de Dispersión

Correlación

Al diagrama de dispersión pueden seguirle otros cálculos matemáticos para medir la relación entre ambas variables, lo que se conoce como índice de correlación, cuyo valor varía del 1 al 0; el primero indica una correlación perfecta y el segundo una nula.

Histograma

Definición

Un histograma ilustra la frecuencia con la que ocurren cosas o eventos relacionados entre sí.

Uso

Se usa para mejorar procesos, productos y servicios al identificar patrones de ocurrencia.

Ejemplo

Es necesario juntar datos para localizar por lo menos 50 puntos en la gráfica; como $n \geq 50$, ver figura 16

Ejemplo de tabla de datos para el histograma

Duración de las llamadas telefónicas recibidas (minutos)									
4.4	5.0	4.5	6.3	4.0	3.8	4.1	3.5	4.3	6.4
4.3	3.7	4.8	3.2	5.9	4.6	3.7	4.2	4.9	5.4
4.0	5.7	4.9	3.8	5.6	5.3	4.0	4.8	3.0	4.7
5.6	7.8	5.5	6.5	4.9	4.5	5.6	5.6	5.7	3.9
6.2	6.1	5.7	4.7	4.5	5.0	4.7	6.3	5.2	4.2

Fig. 16

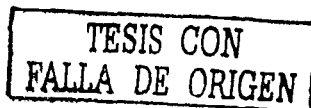
En este caso se utilizaron 7 barras, y para determinar qué tan ancha deberá ser cada barra se divide entre 7 la diferencia del número mayor y el menor, y se definen los intervalos.

Después se construye una tabla de frecuencias, la cual organiza los puntos de referencia desde el más bajo hasta el más alto de acuerdo con las fronteras establecidas para cada barra. Elaborar su tabla de frecuencias de acuerdo con lo mostrado en la figura 17, en la que se listan los números fronterizos en la columna de la izquierda y la cantidad de puntos de referencia en la columna de la derecha. Incluya columna y renglón de totales como ayuda para verificar las operaciones aritméticas.

Ejemplo de tabla de frecuencias para el histograma

Duración de las llamadas telefónicas recibidas (minutos)		
Duración de las llamadas (minutos)	Frecuencia	Total
2.95 - 3.56	√√√	3
3.65 - 4.35	√√√√√√√√√√	12
4.35 - 5.05	√√√√√√√√√√√√	16
5.05 - 5.75	√√√√√√√√√	11
5.75 - 6.45	√√√√√√	6
6.45 - 7.15	√	1
7.15 - 7.85	√	1
TOTAL		50

Fig. 17



Entonces la figura 18 muestra el histograma que como ejemplo, se utiliza para mostrar el tiempo requerido para completar conversaciones telefónicas:

- Ninguna llamada tomó menos de tres o más de ocho minutos.
- La llamada promedio tomó 4.9 minutos.
- La mayoría de las llamadas tomó entre 3.65 y 5.75 minutos.

Ejemplo del histograma

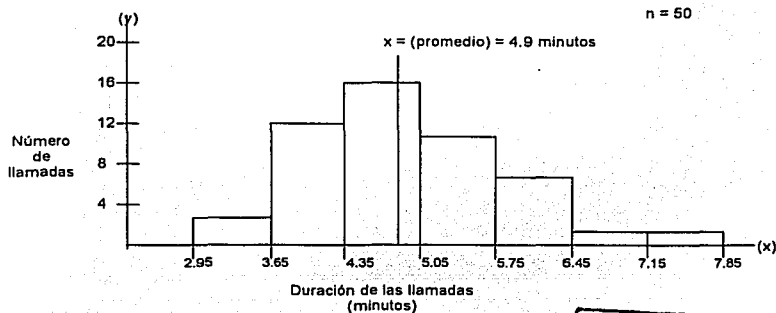


Fig. 18

Tipos de Histograma

- Histograma normal:** Histogramas como el mostrado en la figura 18 es como se verán la mayoría. Acción requerida: Ninguna. Utilizarlo para entender el proceso que generó los datos presentados.
- Histograma bimodal:** Un histograma como el de la figura 19 generalmente indica que hay dos tipos de datos bajo observación. En otras palabras, el histograma no está claro porque se están presentando dos cosas diferentes, como podrían ser estaturas promedio de hombres y mujeres mezclados: como el hombre promedio es más alto que la mujer promedio se crea un histograma con dos picos. Acción requerida: efectuar clasificaciones adicionales de datos y elaborar dos Histogramas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ejemplo de histograma bimodal

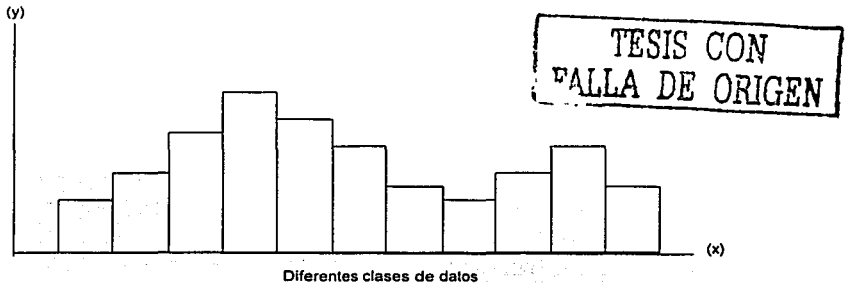


Fig. 19

- c. Histograma de "Dientes Rotos" o de "Peine": Un histograma como el de la figura 20 pudiera ser que no se ha elaborado correctamente. Acción requerida: recalcular y redibujar el histograma.

Ejemplo de histograma de "Peine"

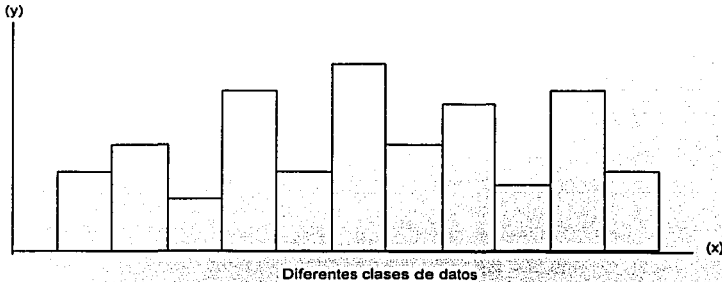


Fig. 20

- d. Histograma Cortado: Un Histograma con esta configuración de barras, o uno similar con todas las barras altas de un lado (figura 21), pudiera indicar que ciertos datos no fueron considerados. Posibles razones de esto incluyen

inspecciones al 100 por ciento en las que se eliminan algunos de los puntos de referencia (aún cuando pueda todavía reducirse la dispersión restante), o ciertos valores de datos que se consideren como imposibles de ocurrir, conocida como distribución positiva. Acción requerida: Ninguna si existe alguna buena razón para que el histograma se ve así, o encontrar la razón verificando sus cálculos o recabando más datos si se considera necesario.

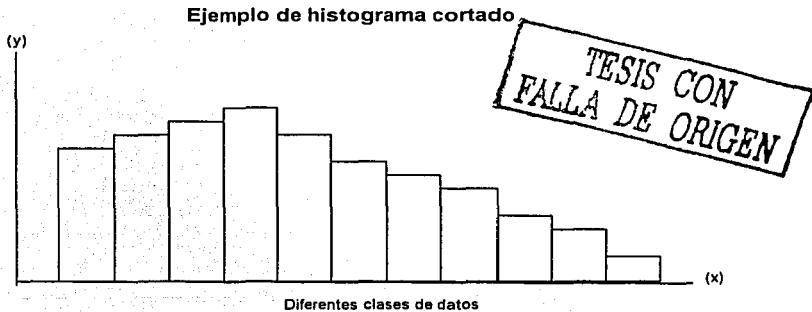


Fig. 21

- e. Histograma Distorsionado: El histograma de la figura 22 tiene la mayoría de los datos localizados en un extremo (podría ocurrir en cualquier extremo) del eje de las X en lugar de estar centrado alrededor del promedio. Tampoco es raro que los diagramas distorsionados tengan "ociosas" o barras aisladas con espacios libres entre ellas. Acción requerida: verificar para asegurarse que los datos están bien calculados o medidos. Si se concluye que no hay error, investigar qué las originó usando los cinco pasos para la solución de problemas. También determinar por qué los datos no están centrados alrededor del promedio y tomar acción si es necesario.

Ejemplo de histograma

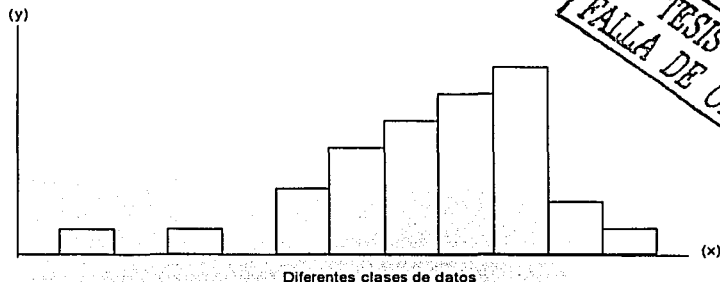


Fig. 22

Posteriormente, se conjunta el histograma con una poligonal con el fin de interpretar el grado de distribución, curtosis, simétrico, positivo o negativo.

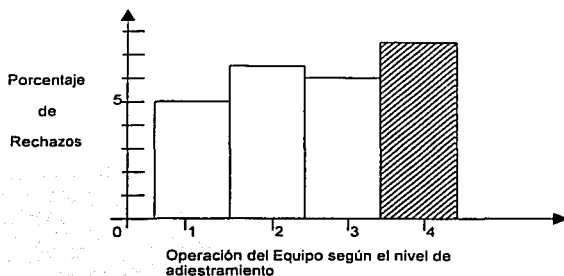
Curtosis

Es una medida de qué tan puntlaguda es una distribución de probabilidad, si es $> a 0$ el pico es relativamente alto, si es $< a 0$ la distribución es relativamente plana, y si es $= a 0$ sería entonces mesocúrtica.

Estratificación

El propósito que se persigue con este análisis es similar al histograma, pero ahora clasificando los datos en función de una característica común; por ejemplo, la máquina, el área o las cuadrillas sobre las que fue realizado, con lo cual se profundiza en la búsqueda y verificación de causas que se pretende encontrar y resolver, o eliminar (figura 23).

Ejemplo de estratificación



ESTADÍSTICA
TESIS CON
FUENTE DE ORIGEN

Fig. 23: Ejemplo de Estratificación

Gráficas en general

Para observar la calidad, se puede emplear una amplia variedad de gráficas: de puntos, líneas, barras, de pastel, etc. Lo importante es que sean claras, por lo que se debe seleccionar aquella que se juzgue representa con más objetividad lo que se desea exponer y que permita una comprensión rápida y exacta.

Gráficos de control, tendencias y retroalimentación

Definición

Son diagramas lineales que se usan paralelamente al proceso de producción; es decir, que se hacen sobre la marcha, lo que permite observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Por ello constituyen uno de los principales instrumentos de autocontrol y resultan muy útiles como apoyo al diseño de los diagramas causa y efecto, cuando éstos se subdividen en fases de proceso.

Las gráficas de control son una de las siete herramientas fundamentales de la calidad. El *control estadístico del proceso*, CEP, es una metodología en la que se usan gráficas de control para ayudar a los operadores, supervisores y

administradores a vigilar la producción de un proceso, para identificar y eliminar las causas especiales de variación.

Uso

CEP es una técnica demostrada para reducir el desperdicio y el reproceso, y aumentar así la productividad. También es la base de la determinación de la capacidad del proceso, y de la predicción del rendimiento o beneficio del mismo. En muchas industrias, los clientes *piden* a los proveedores que presenten pruebas de control estadístico de su proceso. Los que sobrevivan en mercados altamente competitivos serán aquellos negocios que puedan demostrar su capacidad respecto a la calidad. El control estadístico del proceso proporciona los medios para hacerlo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

CAPITULO III METODOLOGÍA

III.1 Dirección y Planeación Estratégicas

El tiempo que la dirección dedica a lo que se puede determinar problemas de planeación junto con las decisiones que toma a cerca de estos últimos tienen implicaciones para el ejercicio de control, y viceversa.

La dirección estratégica proporciona una guía, dirección y límites para la operación. Una empresa puede superar el uso ineficiente de recursos internos siempre y cuando su estrategia básica sea excelente, pero no podrá sobreponerse fácilmente a estrategias equivocadas aún teniendo una producción y distribución excelentes. La situación ideal es que se diseñen estrategias excelentes y se implanten de manera eficiente.

Responsabilidades de Planeación

Existen 14 procesos directivos para lograrlo:

1. Establecimiento de Objetivos; decidir sobre lo que se pretende operar, y otros factores importantes que guíen y caractericen al negocio, como el crecimiento continuo. Un objetivo generalmente es de naturaleza permanente y no tiene límite de tiempo.
2. Estrategia de la Planeación; desarrollar conceptos, ideas y planes para lograr objetivos con éxito y para enfrentarse y derrotar a lo que se oponga. La planeación estratégica es parte del proceso completo de planeación incluyendo la directiva y la operacional.
3. Establecimiento de Metas; decidir sobre metas a lograr dentro de un plazo más corto y de menor alcance que los objetivos, pero diseñados como objetivos secundarios específicos al elaborar los planes operacionales.
4. Desarrollar la filosofía de la Compañía; Establecer las creencias, valores, actitudes y lineamientos para las tareas a realizar.

5. Establecer las políticas; decidir sobre los planes de acción para guiar el desempeño de las actividades principales para llevar a cabo el plan de acuerdo con la filosofía de la empresa.
6. Planear la estructura; desarrollar el plan de organización, es decir, las ligas que ayudan a los empleados a unirse para desempeñar las actividades de acuerdo con la estrategia, filosofía y política.
7. Proporcionar el personal; contratación, selección y/o desarrollo de personas para ocupar puestos determinados en el plan.
8. Establecer los procedimientos; determinar y prescribir cómo se llevarán a cabo todas las actividades importantes y rutinarias.
9. Proporcionar instalaciones: proporcionar lugar, equipo y otras instalaciones físicas para llevar a cabo el plan.
10. Proporcionar el capital: asegurarse de que el plan disponga de fondos y/o créditos necesarios para instalaciones y capital de trabajo.
11. Establecimiento de normas: fijar las medidas del desempeño que permitan medir los objetivos a largo plazo con éxito.
12. Establecer los programas directivos y los planes operacionales; desarrollar programas y/o planes que dirijan las actividades y el uso de los recursos.
13. Proporcionar información; proveer indicadores para ayudar a las personas a seguir la planeación, políticas, procedimientos y programas, inclusive medir su propio desempeño.
14. Motivar a las personas; dirigir y motivar a la personas de manera que actúe de acuerdo al plan.

Planeación Estratégica

La planeación estratégica es el proceso de seleccionar las metas de una organización, determina las políticas y programas necesarios para lograr los objetivos específicos que conduzcan hacia las metas y el establecimiento de los métodos necesarios para asegurarse de que se pongan en práctica las políticas y programas estratégicos.

Realizar un proyecto antes de realizar acción o cambio alguno utilizando la estrategia. Es importante entender que no existe un sistema de planeación el cual cada organización deba adoptar, sino que los sistemas deben ser diseñados para que se adapten a las características particulares de cada empresa.

Estrategia

Arte de dirigir las operaciones militares. Habilidad para dirigir un asunto.

Jerarquía de la Planeación

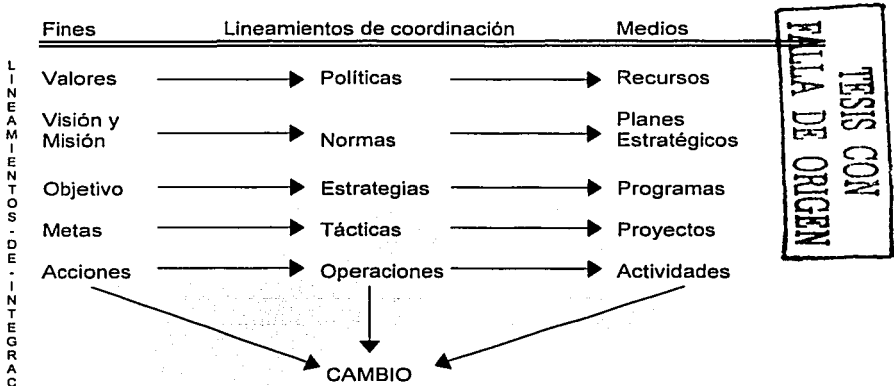


Fig. 24: Los valores determinan las políticas y éstas determinan los recursos

Decisiones

La planeación trata con el porvenir de las decisiones actuales, esto significa que la planeación estratégica observa la cadena de consecuencias de causas y efectos durante un tiempo. La esencia de la planeación consiste en la identificación sistemática de las oportunidades y peligros que surjan en el futuro, los cuales combinados con otros datos importantes proporcionan la base

para que una empresa tome mejores decisiones en el presente para explotar las oportunidades y lograr sus objetivos. Planear significa entonces diseñar un futuro deseado e identificar las formas para lograrlo.

Proceso

También debería de entenderse como un proceso continuo, especialmente en cuanto a la formulación de estrategias, ya que los cambios en el ambiente del negocio son continuos. La idea no es que los planes se cambien a diario, sino que la planeación debe efectuarse en forma continua y ser apoyada por acciones apropiadas cuando sea necesario, retroalimentando el sistema.

Filosofía

La planeación estratégica es una actitud, una forma de vida; requiere de dedicación para actuar con base en la observación del futuro, y una determinación para planear constante y sistemáticamente como una parte integral. Representa un proceso mental, un ejercicio intelectual, más que una serie de procesos, procedimientos, estructuras o técnicas prescritos.

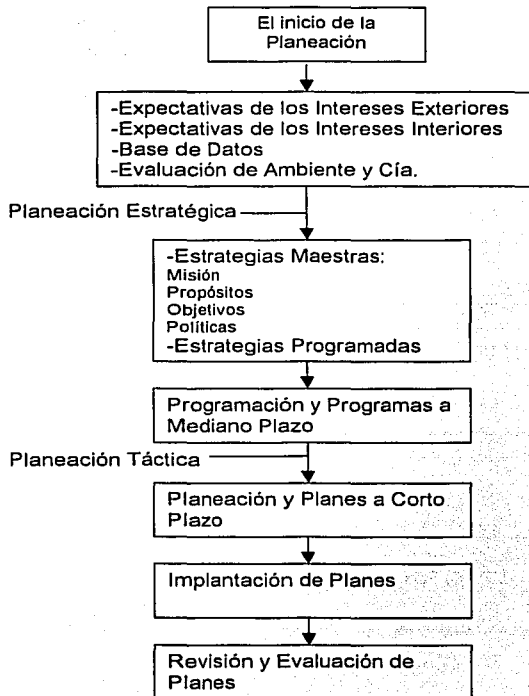
Premisas, formulación de planes, implantación, revisión

Premisas de la planeación

Premisas significa literalmente lo que va antes, lo que se establece con anterioridad. Las premisas están divididas en dos tipos: el inicio de la planeación, y la información substancial, necesaria para el desarrollo e implantación de los planes.

Las premisas de planeación esenciales se muestran en cuadros en línea vertical. La información acumulada en estas áreas algunas veces es llamada "análisis de situación", pero también se usan otros términos para denominar esta parte de la planeación; por ejemplo: evaluación corporativa, análisis de posición, evaluación de la posición actual, y premisas de planeación. Además,

la información acerca de la situación actual, incluiría asuntos tales como: capacidad directiva, habilidades de los empleados, competencia, imagen corporativa, demandas sociales de la empresa, intereses de los principales clientes y/o aceptación del producto. La información acerca del futuro abarcaría: pronósticos, tendencia económica, competencia, tecnología y otras tendencias de interés particular para la organización.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 25: Estructura y Proceso de Planeación de una Compañía

Formulación de Planes

En cuanto a conceptos y con base en las premisas antes mencionadas, el siguiente paso en el proceso de esta planeación es formar estrategias maestras y de programa. Las maestras se definen como misiones, propósitos, objetivos y políticas básicas; mientras que las de programa se relacionan con la adquisición, uso y disposición de los recursos para proyectos específicos.

En esta parte de la planeación se debe dedicar a los fines más importantes y fundamentales buscados por una compañía, y a los enfoques principales para lograrlos. El asunto a tratar incluye cualquier tipo de actividad importante y de interés para una empresa, por ejemplo: utilidades, gastos, capitales, participación en el mercado, organización, precios, producción, mercadotecnia, finanzas, relaciones públicas, personal, capacidades tecnológicas, mejoramiento del producto o servicio, investigación y actividades políticas, entre otros.

Implantación y revisión

Una vez que los planes operativos son elaborados deben ser implantados. El proceso de implantación cubre toda la gama de actividades directivas, incluyendo la motivación, compensación, evaluación directiva y procesos de control. Los planes deben de ser revisados y evaluados; normalmente se revisan cada año en la actualidad. Este proceso deberá contribuir significativamente al mejoramiento de la planeación del siguiente ciclo.

Por lo general, existe una considerable repetición entre la creación de objetivos concretos de planeación a largo plazo y las estrategias para lograrlos, entonces si se establece un objetivo y no puede desarrollar estrategias adecuadas para su logro, entonces el objetivo debe ser cambiado por uno más factible.

Modelo conceptual para crear un Plan Estratégico

1. Formular las tareas
 - Definir el alcance del plan
 - Definir los resultados buscados
 - Determinar cómo debe desarrollarse el plan:
 - ¿Quién hace qué?
 - ¿Cuándo? ¿En qué momento?
 - Solicitud de información
2. Desarrollar las entradas
 - Antecedentes
 - Principales tendencias ambientales
 - Oportunidades y peligros
 - Potencialidades y debilidades internas
 - Pronósticos actuales de ventas del producto
 - Valores y juicios de los directivos
3. Evaluar los cursos de acción
4. Definir los objetivos primordiales
 - Ventas
 - Utilidades
 - Desarrollo del producto
 - Potencial humano
 - Etc.
5. Definir las políticas importantes
 - Mercados
 - Productos
 - Finanzas
 - Empleados
 - Precios
 - Tecnología
 - Etc.
6. Desarrollar planes detallados a mediano plazo
7. Determinar las decisiones actuales necesarias
8. Observar el desempeño
9. Revisar anualmente

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Participación de personal

Es importante que en la planeación estratégica formal el personal, tanto de línea como administrativo, participen en el proceso. Por tanto, es necesario decidir quien participa con quién y en qué, la composición de grupos, la correlación entre los mismos, la accesibilidad a información reservada y la delegación de autoridad de planeación al personal, para mencionar sólo algunos factores.

Estrategia

Dimensiones de la estrategia

En primera instancia, las estrategias formales efectivas contienen tres elementos esenciales; 1) las metas más importantes que deban de alcanzarse, 2) las políticas más significativas que guiarán o limitarán la acción y 3) las principales secuencias de acción (o programas) que deberán lograr las metas definidas dentro del límite establecido. Como la estructura determina la orientación general y la acción central de la organización, su formulación no puede considerarse tan sólo como la mera generación y alineamiento de programas para lograr las metas predeterminadas. El desarrollo de metas es parte integral de la formulación de estrategias.

Segundo, las estrategias efectivas se desarrollan a través de pocos conceptos clave e impulsos, eso les da cohesión, equilibrio y claridad. Algunos impulsos son temporales; otros son continuos y perseveran hasta el final de la estrategia. Algunos cuestan más por unidad de ganancia que otros. No obstante, los recursos deben ser asignados en partidas que permitan disponer de recursos suficientes para que cada impulso tenga la posibilidad de éxito, sin importar su relativa relación costo / utilidad.

Tercero, las estrategias empresariales fundamentales, ningún analista podría predecir, de manera precisa, cómo las fuerzas que se contraponen actúan entre sí, o cómo serán distorsionadas o cambiadas por la naturaleza

humana o las emociones, o modificadas por la imaginación y lo determinante de los contraataques de los contrincantes hábiles. En consecuencia, la esencia de la estrategia, cualquiera que ésta sea, es construir una posición que sea tan sólida y necesariamente flexible en ciertas áreas, que la organización pueda lograr sus metas.

Cuatro, las organizaciones cuentan con múltiples rangos de grandes estrategias. Cada una de estas estrategias debe ser más o menos completa. No obstante cada una debe moldearse como un elemento de cohesión de las estrategias de alto nivel.

Criterios para una estrategia eficaz

Algunos estudios sugieren ciertos criterios básicos para evaluar una estrategia. Destacan entre ellos:

- **Objetivos claros y decisivos:** las metas específicas de las unidades subordinadas pueden transformarse; no obstante, las metas centrales de la estrategia deben ser siempre lo bastante específicas y claras para que proporcionen continuidad, aglutinen y den cohesión al seleccionar las tácticas durante el horizonte temporal de la estrategia.
- **Conservar la iniciativa:** Una posición reactiva prolongada engendra cansancio, hace descender la moral, cede la ventaja del tiempo y los intangibles a los contrincantes, para lo cual hay que ser firmes y no dejarse vencer.
- **Concentración:** Una competencia diversificada permite mayor éxito con menos recursos, lo cual representa la base fundamental para obtener mayores ganancias, claro, sin perder el control por querer abarcar mucho.
- **Flexibilidad:** Cuando se refuerzan las habilidades, se cuenta con un ámbito de acción planeado y una ubicación renovada se puede mantener a los contrincantes, en relativa desventaja. Obligan a la competencia que sea menos flexible a utilizar más recursos para mantenerse.
- **Liderazgo coordinado y comprometido:** Los líderes deben de ser seleccionados y motivados, de tal manera, que sus propios intereses y

valores coincidan con las necesidades del papel que se les asigne. Las estrategias exitosas requieren de compromisos, no sólo de aceptación.

- Sorpresa: Ésta puede alcanzar gran éxito cuando se usa con una correcta sincronización, pudiendo cambiar de manera decisiva posiciones estratégicas.
- Seguridad: la estrategia asegura la base de recursos y demás aspectos operativos fundamentales para la empresa. Debe desarrollar un sistema efectivo de inteligencia suficiente para prevenir sorpresas por parte de los contrincantes.

La estrategia como plan

La estrategia es un plan unificado, comprensible e integral..., diseñado para asegurar que los objetivos básicos de la empresa sean alcanzados, por ejemplo disminuir el FOD.

La estrategia como patrón

La estrategia es consistencia en el comportamiento; es decir, que los enfoques exitosos se convierten en un patrón de comportamiento que se hace cada vez más nuestra estrategia. Esto nos lleva a sembrar el concepto de "Cultura" que hace que nuestra estrategia se convierta en práctica común y costumbre del personal, como en el caso del FOD, fue necesario realizar campañas de concientización del personal involucrado.

Estrategias deliberadas y emergentes

Para que una estrategia sea en realidad deliberada, o sea, que se haya asumido un patrón tal cual se planeó en forma conciente. Las intenciones precisas tendrían que haber sido manifestadas con antelación por los directivos; quienes tendrían que haber sido aceptadas por todos los demás, y después asumidos sin interferencia ninguna de las fuerzas externas del mercado, de instancias tecnológicas, políticas u otras.

Algunas estrategias se acercan más a una u otra de estas formas, mientras que otras, tal vez la mayor parte, como la del FOD, se ubican en medio, ya que reflejan tanto aspectos deliberados como emergentes.

La estrategia como posición

La estrategia es el despliegue de todos los recursos propios de tal manera que permitan lograr los objetivos. Consiste en crear situaciones económicas, políticas, sociales, etc. y en discernir cómo sostenerlas. Dentro de esto entraría la estrategia colectiva, o sea, la que busca promover la cooperación entre organizaciones y aún entre posibles competidores; en el caso del FOD se utilizó para promover la cooperación de las áreas involucradas.

La estrategia como perspectiva

Su contenido implica no sólo la selección de una posición, sino una manera particular de percibir el mundo. Por lo cual se sugiere que una estrategia es un concepto; nadie ha visto o tocado una estrategia; cada estrategia constituye una invención, un sistema creado por mentes imaginativas, el cual se puede ver plasmado en un plan.

La necesidad de elección

Aunque entre las diferentes definiciones existen varias relaciones, ni una sola relación como tampoco ninguna definición en particular predomina sobre las otras. En cierto modo estas definiciones compiten, pero lo más interesante son las diversas formas en que se complementan. No todos los planes se vuelven patrones, como no todos los modelos que se desarrollan fueron planeados; algunas pautas de acción son aún menos que posiciones, mientras que otras estrategias son más que posiciones y menos que perspectivas. Cada definición añade elementos importantes a nuestra comprensión de la estrategia y, sin duda, nos anima a plantear preguntas fundamentales acerca de las organizaciones en general. Se eligieron sólo las citadas en este capítulo.

III.2 Logrando un Marco Competitivo

Visión

La visión de un marco competitivo es la integración de todos los recursos gerenciales y técnicos funcionales necesarios para ser competitivo a nivel mundial. La visión es la integración de métodos de mejora continua dentro de un sistema que asegure la implantación en un ambiente participativo.

Logrando la visión

La administración necesaria para ingresar en la clase mundial incluye la aplicación de herramientas y conceptos de Administración de Calidad Total (TQM por sus siglas en inglés), desenvolvimiento funcional de calidad (QFD por sus siglas en inglés), y diseño de experimentos (DOE por sus siglas en inglés) en un sistema integrado de manera cruzada y funcional. Los términos utilizados para describir las siglas anteriores se describen como cambio de cultura, mejora continua, administración participativa, y control de proceso estadístico. La situación es aún más complicada por el hecho de que los expertos y la literatura al respecto se enfocan qué son esos conceptos y lo que hacen otros más.

Lo que hacen compañías exitosas es que los planes deben de involucrar a toda la fuerza de trabajo como un grupo, trabajando para la mejora continua, en un ambiente participativo y cruzado funcional.

La necesidad de implantar un modelo de marco competitivo es guiado por la presión que se está viviendo en la industria hoy día, presión que se percibe en todos los niveles de la organización. Trabajadores, supervisores, gerentes y ejecutivos corporativos son afectados en lo personal.

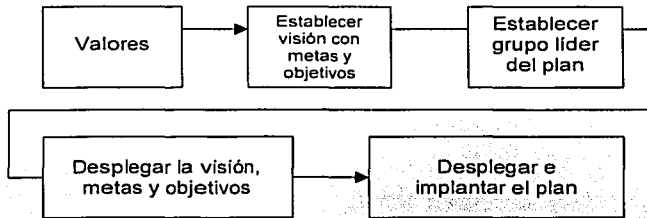


Fig. 27: La Estrategia de Transición

La estrategia de transición es una guía para facilitar el cambio específico para cada organización. La naturaleza de cada paso varía de organización a organización.

La estrategia de transición consta de cinco tácticas:

- Determinar los valores individuales y organizacionales prevalecientes.
- Establecer una visión de empresa con metas y objetivos asociados.
- Establecer un grupo de liderazgo para realizar la transición.
- Desplegar la visión, metas, y objetivos por toda la organización.
- Desplegar e implantar planes

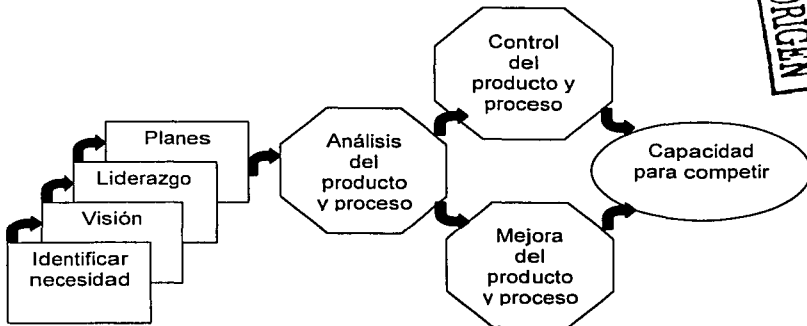


Fig. 28: Modelo de Marco Competitivo

Visión y valores de la empresa

Para lograr una visión, todos los miembros de la organización deben enfocarse en dicha visión. Necesitan entender la visión y creer en la posibilidad de lograrla. Más que eso, la visión debe de estar basada en un grupo de valores mantenidos por los miembros de la compañía.

Ética

Dentro de una economía global que crece permanentemente, la confianza que exista entre la compañía y los clientes, proveedores, empleados y comunidad es crítica para el éxito. Esta confianza está basada en el comportamiento ético y la reputación de integridad. Una empresa debe de demostrar los más altos niveles de ética social y profesional para poder ser un competidor de clase mundial.

Este nivel de comportamiento ético debe de exceder lo que la ley requiere para hacer lo que es correcto. Un nivel ético alto debe formar los cimientos de las prácticas de negocio.

Visiones de empresa

Se dice que si no hay visión, no hay negocio. Controversialmente, cuando individuos con una visión compartida se unen, extraordinariamente las cosas pasan.

El proceso de desarrollar una visión de empresa puede ser compleja. Este proceso comienza por entender el trabajo y todos los factores asociados. La información es organizada y evaluada utilizando varias propuestas, y la evaluación provee la base para describir la visión. La visión de la empresa en estudio se cita en el siguiente capítulo "Proceso".

Técnica

Los pasos son los siguientes:

1. lluvia de ideas
 - clarificación
 - agrupamiento
2. revisión del agrupamiento
3. enunciado agrupamiento
4. desagrupamiento, en caso necesario
5. jerarquización

Al hacer el estudio de la problemática del FOD y su reestructuración, se realizaron ejercicios similares para lograr contar con un análisis claro de la situación

Ejemplo de lluvia de ideas

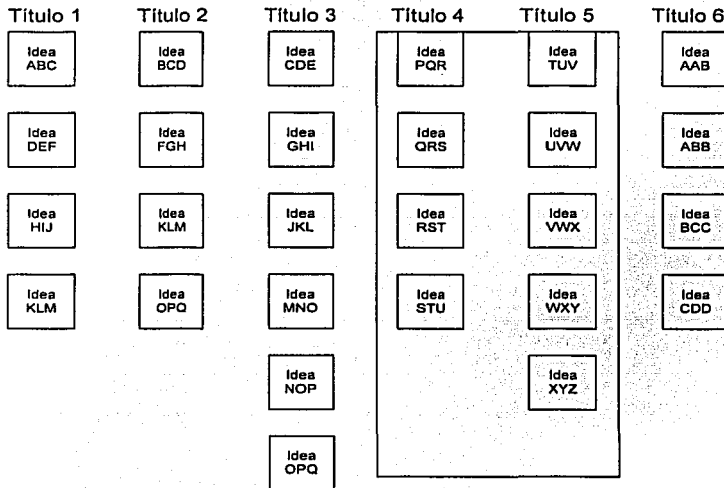


Fig. 29: Diagrama de Afinidades Revisado

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Posterior a ordenar las ideas, se procede a elaborar un diagrama de interrelación (figura 30)

Cuando se haya finalizado esta determinación, hay que darle a cada símbolo un valor numérico con el peso indicado y suma las columnas. El resultado será una matriz cuantitativa la cual se puede utilizar para fijar prioridades.

Ejemplo de diagrama de interrelación

Dependencia →

	Título 1	Título 2	Título 3	Título 4	Título 5	Total
Título 1						
Título 2						
Título 3						
Título 4						
Título 5						
Total						

Leyenda:
 Muy Dependiente: 9
 Dependencia Media: 3
 Poca Dependencia: 1
 Ninguna Dependencia: 0 (Dejar en blanco)

000
 000
 000

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

Fig. 30: Diagrama de Interrelación

Se puede actuar sobre esta información directamente o utilizarla para desarrollar un plan de acción.

Creando la visión

Hasta este punto del proceso de desarrollar una visión, se tiene una gran cantidad de información. El análisis de los siguientes datos podrá proporcionar la información necesaria para desarrollar la visión:

- Las virtudes
- Requerimientos del cliente
- Deseos y expectativas de los proveedores y empleados
- Habilidades esenciales
- Temas vitales que afectan la compañía
- Deseos personales y ambiciones del grupo líder

Refleja la información obtenida y comienza a articular la visión. Conseguir el consenso a cerca del mismo y entonces hacer una propuesta de la visión, recordando que es el establecimiento de lo que se pretende hacer, no de cómo se logrará; esos detalles se desarrollarán al plasmar la visión en planes.

Diagrama de interrelación para FOD

Dependencia →

	Título 1	Título 2	Título 3	Título 4	Título 5	Total
FOD debe de reducirse	■		○		○	12
FOD será una responsabilidad		■				0
FOD será rentable	○	○	■	○	○	18
FOD se enfocará a programas consistentes			○	■	○	12
FOD competirá a nivel mundial	○	○	○	○	■	24
Total	12	6	27	12	9	■

Leyenda:
 Muy Dependiente: 9
 Dependencia Media: 3
 Poca Dependencia: 1
 Ninguna Dependencia: 0 (Dejar en blanco)

○ ○ ○
 △

Fig. 31: Diagrama de interrelación para FOD

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

III.3 Implantación

Las actividades de implantación se enfocan en tareas específicas que deben de ser completadas como soporte de la visión, políticas, planes o procesos involucrados.

Estableciendo metas anuales y objetivos

Para asegurar que la visión estratégica, misión, metas y objetivos sean desplegados por toda la compañía, el administrador debe de enfocarse en sus metas anuales y objetivos que sean complementarios y soporten la visión estratégica. Estas metas y objetivos se vierten en todas la compañías para desarrollar metas organizacionales específicas de corto, mediano y largo plazo, las cuales se describen en el siguiente capítulo "Proceso".

Planes operativos

Los planes de la administración proveen las herramientas, mecanismos, y recursos para lograr un marco competitivo. Para lograr esto se requiere de un plan operativo. Las necesidades de este plan se deriva en una gráfica de Gantt.

Este plan, es en realidad, un plan de mejora del trabajo utilizando las herramientas, elementos y recursos adecuados. Las acciones involucradas para desarrollar el plan operativo se derivan de una matriz de tercer nivel, empezando al establecer una visión estratégica para la organización, estableciendo periódicamente metas de mediano y corto plazo para lograr los objetivos a largo plazo.

Estas metas se desarrollan a partir del asesoramiento y de la visión estratégica. El auto-asesoramiento es el proceso que una organización utiliza para enfocarse en sus actividades y aplicar todas las herramientas de calidad total para administrar sus operaciones. Se pueden utilizar las siguientes preguntas para comenzar a involucrarse. Considerarlas, discutirías, ampliarlas y decidir cuáles son las preguntas adecuadas. Éste es un círculo continuo y habrá

oportunidad de repensar, remanufacturar, y redefinir cada paso en el proceso de asesoramiento.

- Definir la misión; se supone que se debe de tener con anterioridad
- ¿Cuales son los procesos críticos?
- ¿Cómo describir los procesos? ¿Existen diagramas de flujo? Se pueden diagramar por flujo los procesos?
- ¿Cuáles son los papeles y responsabilidades en la compañía?

Proceso de planeación operativa

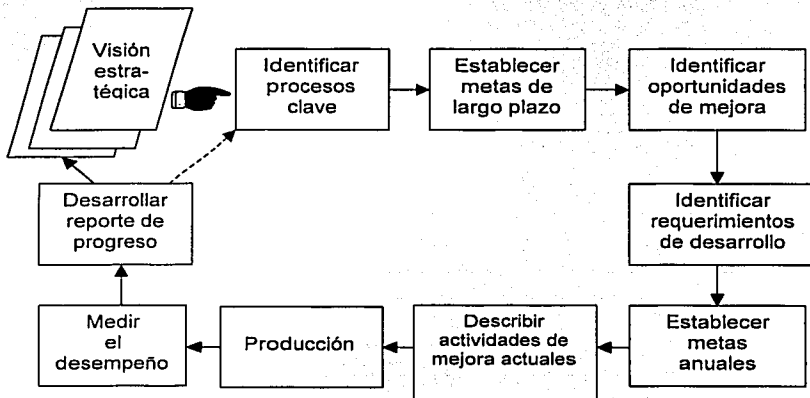


Fig. 32

Proceso de transformación

Para este efecto se utilizan las fases de análisis de procesos, como se muestra en la figura, con el fin de proveer de un método estructurado de identificación y descripción de elementos de la transformación.

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

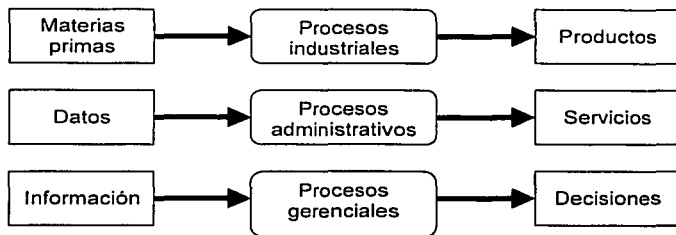


Fig. 33: Tres Tipos de Procesos

Proceso de Identificación

Implantar mejoramiento medible y continuo comienza por identificar el proceso que vamos a analizar, y determinar quién es responsable del proceso y quién tiene la autoridad para cambiarlo. Primero se debe de ser capaz de distinguir entre los tres tipos de procesos: industrial, administrativo, y gerencial.

Proceso industrial

Los procesos industriales vienen inmediatamente a la mente cuando pensamos en análisis de procesos; son los procesos que producen cosas. Las entradas de los procesos industriales son las materias primas, éstas pueden encontrarse en la forma de materiales básicos como fierro colado, acero, y carbón; subensambles, tales como tarjetas de computadora y partes de motor o equipo para remanufactura o reparación, tales como motores o automóviles que requieren reparación mayor, o aviones que requieren mejoras o modificaciones. Los procesos industriales tienden más hacia los recursos técnicos en procesos de mejora. Como se muestra en la figura 34, las salidas de un proceso industrial pueden ser las materias primas para otros procesos industriales. Procesos tales como reparación, reconstrucción, o mejorar cosas también son procesos industriales. En esos casos, las cosas que serán reparadas, reconstruidas, o

mejoradas, junto con las refacciones, los repuestos, o equipos de mejoras se consideran materias primas.

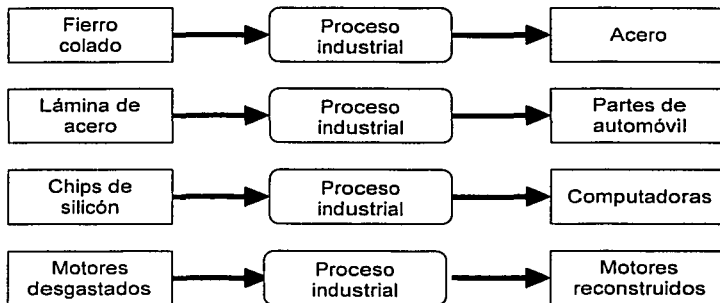


Fig. 34: Procesos Industriales

Procesos administrativos

Son los procesos que frustran a los clientes (internos o externos) con mayor frecuencia. Los procesos administrativos son los que producen la papelería, información, y datos que otros procesos utilizan.

También producen productos directamente utilizados por el consumidor, tales como devoluciones de impuestos, cheques de caja, reportes y datos. El siguiente diagrama expone ejemplos de procesos administrativos, éstos incluyen algunos de los más complicados y burocráticos retos cuando se trata de alcanzar un nivel competitivo de clase mundial. Los efectos de dichos procesos afectan a todas las otras partes de la compañía. Una especial atención debe de ponerse al efecto dilatador de la ineficiencia e ineficacia de procesos administrativos en la moral del personal, el espíritu de grupo, procesos gerenciales e industriales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

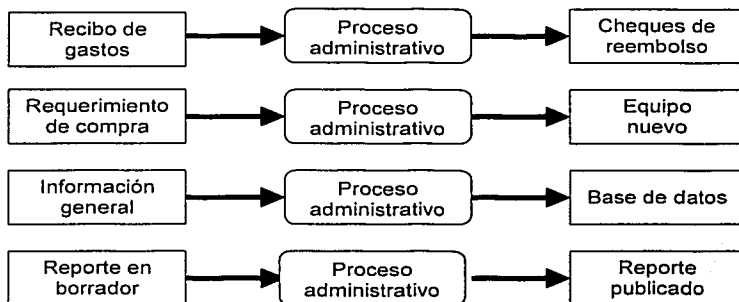


Fig. 35: Procesos Administrativos

Procesos gerenciales

Los procesos gerenciales son medios estructurados por medio de los cuales los negocios e individuos toman decisiones clave. Es muy importante que se comprenda claramente que gerencial es el proceso de utilizar la información para tomar decisiones.

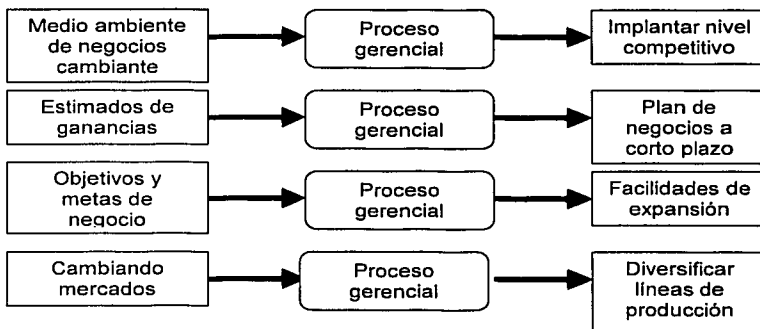


Fig. 36: Procesos Gerenciales

Esta estructurada y cuantificable aproximación para la toma de decisiones asegura decisiones basadas en hechos. Estas decisiones basadas en hechos están soportadas por información cuantificable derivada de la aplicación de herramientas técnicas.

Identificación de procesos

Se pueden identificar muchas actividades importantes que son realizadas en la organización. Para implantar mejoramiento continuo y medible, necesitamos seleccionar aquellas actividades que son críticas para la misión de la compañía y, por esa razón, alcancen la visión de la misma.

La identificación de procesos requiere mayor comprensión que el solo nombre del proceso, así que se pueda hacer una decisión informada a cerca de los procesos a dirigir. Es esencial coleccionar la información preliminar a cerca del proceso candidato, entradas, salidas, quien dirige el proceso, y así sucesivamente.

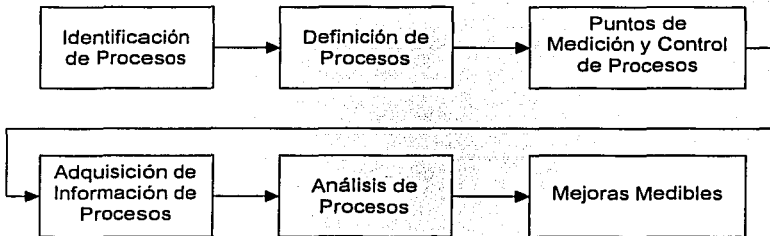


Fig. 37: Las Seis Fases del Análisis de Procesos

Definición del proceso

Es necesario describirlo, de tal modo que entendamos qué es lo que necesita ser medido y cómo medirlo. Aquí es donde adicionamos profundidad a la información que nos permite analizar el proceso.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Medición del proceso y puntos de control

Deben de definirse metas y objetivos para el análisis y mejora de procesos. Cada meta debe de ser concisa, firme en un tema, de tal forma que reduzca costos, mejore calidad, mejore eficiencia y eficacia, o mejore tiempos de línea y logística. Con esta definición de metas, se puede determinar qué mediciones se requieren para el proceso y su desempeño relativo a una meta. También pueden determinar dónde, del flujo del proceso, se pueden tomar las mediciones.

Adquisición de datos del proceso

Después de determinar las medidas críticas del proceso y puntos de control, se debe recopilar la información para facilitar el análisis de estos puntos. Esta información es también esencial para determinar si el proceso está bajo control y para asegurar el éxito en los esfuerzos de mejora.

Análisis del proceso

El análisis del proceso es la revisión sistemática del proceso para identificar oportunidades de mejora, desarrollo de análisis de causa y efecto, y asignación de prioridades a las acciones correctivas.

Mejoramiento medible

La culminación del análisis del proceso es la fase donde las conclusiones son extraídas del análisis de información, las recomendaciones son desarrolladas, y los planes de acción se establecen. Los planes también necesitan incluir las acciones encaminadas a instituir las mejoras. Es importante desarrollar cartas de avances y condición, puntaje, y reporte de la ejecución del Plan.

III.4 Planeación estratégica y CTC

Las mejoras continuas en la administración de la calidad, el uso del ciclo planear - ejecutar - controlar - actuar de Deming y el cumplimiento de los requerimientos del cliente provienen del uso de los métodos y técnicas que ayudan a resolver los problemas, generan nuevas ideas y permiten que las empresas sean competitivas. El uso de estos métodos y técnicas equivalen a la disección de los procesos para comprenderlos mejor, conocer las actividades involucradas y proponer las soluciones que puedan aplicarse controlarse y supervisarse.

Dichos métodos se explican en el Capítulo III, Marco Teórico.

Conclusión de la metodología

Lo expuesto en este capítulo, es una explicación teórica de los puntos que se tomaron en cuenta para realizar y llevar a cabo el plan de FOD. Es importante mencionar que varios de los métodos expuesto aquí se exponen de acuerdo al plan en cuestión en el siguiente capítulo "Proceso"; el cual no incluye todos los lugares y puntos donde se llevaron a cabo dichos métodos, porque este trabajo de tesis se haría demasiado extenso, además de que se plasman los datos y resultados más relevantes.

CAPÍTULO IV

PROCESO

CAPÍTULO IV, PROCESO

IV.1 Situación al inicio del Plan

Debido al incremento de eventos generados por FOD entre el año de 1998 al 2000 causados por diversos factores naturales o físicos, además de estar implícitos en innumerables afectaciones operacionales como demoras, cancelaciones y a su vez, la desestabilización de la economía de la aerolínea debido a las costosas reparaciones no programadas para las aeronaves, sistemas e incluso para los motores, se había creado gran preocupación en la alta administración, debido a que no se tenían las herramientas adecuadas para la búsqueda de los factores causales o de origen, así como el control de estos factores mediante directrices, métodos y procedimientos como parte de un plan de prevención de FOD, con el fin de mantener la seguridad.

La razón fundamental de establecer el Plan la constituyó la ambigüedad entre lo que está reglamentado por las Autoridades y lo que en forma real se efectúa en las empresas nacionales en conjunto con las autoridades aeroportuarias, considerando en ello, que cada área realiza sus funciones en forma aislada, es decir:

- Algunas áreas sólo se concretaban a realizar esfuerzos unilaterales y duplicados.
- El departamento encargado de la información, efectuaba sus funciones en forma individual, tales como la actualización de base de datos como registro de eventos (elaboración de gráficos estadísticos muy pobres).
- La información no era totalmente verídica del personal de mantenimiento que reportaba día con día las operaciones de recepción y despacho de las aeronaves a su paso, por cada estación de tránsito o de pernocta (comunicación vía Sita), incluso el reporte de reparación no se tenía en su totalidad.

- En las diversas áreas involucradas se pretendía establecer un seguimiento aislado para el control de FOD por el impacto económico que éstos generan.
- Las autoridades aeroportuarias no hablan dado la relevancia significativa para la notificación de las actividades de mantenimiento y construcción en los mismos aeropuertos a los operadores y usuarios para la toma de decisiones oportunas para evitar los daños a las aeronaves.
- Las áreas de crédito y cobranzas y jurídico no efectuaban las reclamaciones de cobro correspondientes.

Indicadores a agosto del 2000

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cantidad de FOD:

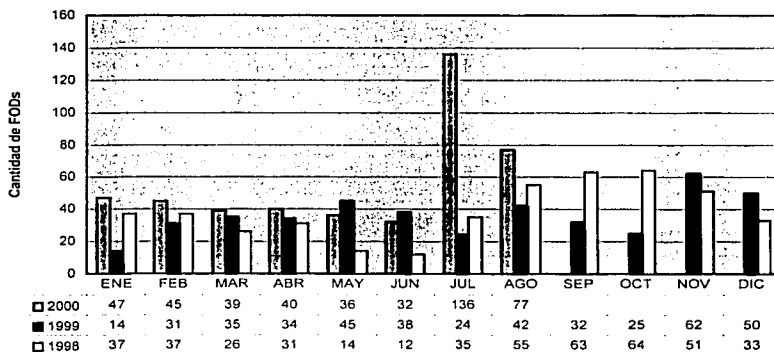


Fig. 38: Cantidad de FOD mensual de enero de 1998 a agosto del 2000.

Costos por reparaciones externas

Año	1998	1999	2000 (Ene - Ago)
Costos en USDs	2'014,120.00	1'744,140.00	1'143,730.00

Fig. 39: Costos externos

De acuerdo a la figura 39, se percibía alguna reducción para el año 1999, pero para agosto del año 2000 ya se tenían más de un millón de dólares en este concepto, lo que significaba que la reducción no sería significativa (extrapolando sería sólo del 1.64 % la reducción para el año 2000 respecto al año 1999). Esto por supuesto que no era suficiente y se requería de un plan debidamente estructurado para lograr resultados significativos.

Diagrama de causa y efecto previo al establecimiento del plan

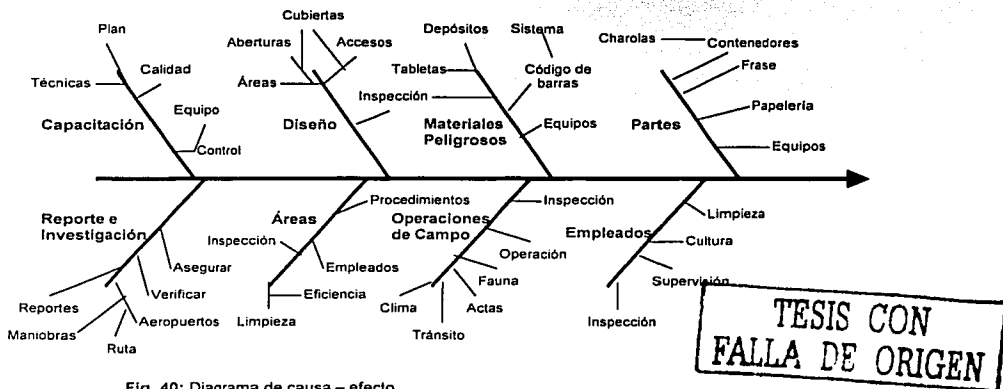


Fig. 40: Diagrama de causa – efecto

Elaborado de acuerdo al capítulo II, inciso 4. Marco teórico, mismo que proporcionó las bases para desarrollar el Plan de FOD.

Análisis de la problemática

Aproximadamente el 95% del FOD ocurre durante el despegue y el aterrizaje, para porcentajes de las áreas del avión dañadas ver figura 41.

Análisis de FOD en Aeroméxico	
80%	en motores
19.5 %	en llantas
0.6%	en fuselaje y alas
> al 0.01 %	en misceláneos

Fig. 41: Porcentaje aproximado de ocurrencia.

Por lo anterior, los costos, estadísticas y acciones están basadas principalmente en daños a motores y llantas.

Misión de la empresa

Ser una empresa sustentada en la transportación aérea que, de manera rentable y consistente, cumpla con los requerimientos del cliente, promoviendo el desarrollo de su personal, sus proveedores y la comunidad (definición textual de las publicaciones y página de internet de Aeroméxico).

Visión de la empresa

Ser una empresa de capital privado enfocada a la comercialización, líder en el mercado doméstico y competitiva a nivel internacional, que proporcione a sus clientes un servicio integral de transportación aérea diferenciado por su calidad y por las cualidades positivas de la mexicanidad (definición textual de las publicaciones y página de internet de Aeroméxico).

Prioridades estratégicas de la empresa

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Existen siete prioridades estratégicas, dos de éstas aplican al Plan de FOD:

- Mantenerse como una de las aerolíneas más seguras.
- Ser líderes en productividad y costos en la industria.

(definición textual de las publicaciones y página de internet de Aeroméxico).

Se puede apreciar que en las definiciones generales de la misión y visión de la empresa no se incluye nada referente al tema, pero dos de las siete prioridades estratégicas sí coinciden con el objetivo del plan que a continuación se expone.

Objetivo del Plan

Partiendo de lo anterior se desarrolló el objetivo como sigue:

Este plan establece las prácticas y normas generales de actividades para todas las áreas involucradas en la prevención del FOD (Daño por Objeto Extraño) en la flota a fin de reducir los riesgos inherentes a la operación coadyuvando a la reducción y recuperación de costos.

Metas

Reducir las incidencias por FOD.

Reducir y recuperar los costos incurridos por estas causas.

Reglamento interior de la Comisión de FOD

Inicialmente se creó la Comisión de FOD con el fin primordial de atender esta problemática, elaborando el Reglamento interno de la misma como a continuación se detalla:

Misión de la comisión

Establecer las prácticas y normas generales de actividades para todas las áreas involucradas en la prevención del FOD (Daño por Objeto Extraño) en nuestra flota a fin de reducir los riesgos inherentes a la operación coadyuvando a la reducción y recuperación de costos.

Integrantes

Área	Clave
Gerencia de Seguridad Aérea y Aeroportuaria	MEXNY
Subdirección de Mantenimiento Línea	MEXMD
Subdirección de Talleres Aeronáuticos	MEXMB
Subdirección de Jurídico	MEXAN
Gerencia de Evaluación de Aeropuertos	MEXOT
Gerencia de Diseño de Procesos	MEXSE
Gerencia de Ingeniería	MEXOE
Gerencia de Servicios en Aeropuertos	MEXKH
Jefatura de Pilotos	MEXOJ
Departamento de Normas	MEXOG

Parte 1.- De la integración de la comisión

ARTÍCULO 1.- La Comisión de FOD está encabezada por la Gerencia de Seguridad Aérea quién tiene el cargo la Presidencia de la misma.

ARTÍCULO 2.- La Comisión de FOD reporta directamente al Comité de Operaciones y Servicios de la Empresa.

Parte 2.- De las reuniones de la comisión

ARTÍCULO 3.- Las reuniones de la Comisión de FOD se efectuarán de manera ordinaria una vez por mes.

ARTÍCULO 4.- Para poder efectuarse las reuniones de la Comisión es indispensable la presencia de un representante de la Gerencia de Seguridad Aérea y Aeroportuaria como Presidente de la Comisión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ARTÍCULO 5.- Cualquier integrante de la Comisión podrá convocar a reuniones extraordinarias siempre y cuando de aviso oportunamente a la Gerencia de Seguridad Aérea y Aeroportuaria de su intención de la reunión acordando fecha, hora y lugar.

ARTÍCULO 6.- La minuta de las reuniones ordinarias y extraordinarias será llevada por la Gerencia de Seguridad Aérea y Aeroportuaria y entregada a los integrantes en un plazo no mayor a 10 días hábiles a partir de la fecha de la reunión.

ARTÍCULO 7.- Las reuniones serán guiadas por el presidente de la Comisión, o su representante.

Parte 3.- De las propuestas y acuerdos

ARTÍCULO 8.- Los integrantes se comprometen a cumplir los acuerdos de la Comisión en tiempo y forma.

ARTÍCULO 9.- Los acuerdos ya aprobados no serán sujetos de modificación a menos que sean de absoluta relevancia y se presente la justificación debidamente fundamentada.

ARTÍCULO 10.- Para aprobar algún acuerdo, éste será sometido a votación por los integrantes presentes en la reunión. En caso de empate el Presidente de la Comisión o su representante tendrá el voto de calidad.

ARTÍCULO 11.- En cada reunión ordinaria se debe de reportar a la Comisión las acciones o avances en los programas propuestos con anterioridad.

Parte 4.- Del reglamento interior de la comisión

ARTÍCULO 12.- Cualquier propuesta de modificación a presente reglamento deberá turnarse al Presidente de la Comisión y ser aprobada por la Comisión de FOD en la primer oportunidad.

IV.2 Plan de FOD

Capacitación

El objetivo principal del programa de capacitación en la prevención de FOD es el concienciar a todo el personal en forma permanente de las causas y efectos de los FOD, promover el involucramiento activo a través de técnicas, y buenos hábitos de trabajo y disciplina en todas las áreas.

Un programa de capacitación de prevención de FOD para el personal asociado con el diseño, desarrollo, manufactura, ensamble, pruebas, operaciones, reparación, modificación, y mantenimiento se requiere como base continua y como parte inicial de orientación a su trabajo.

Los temas de la capacitación deben incluir:

- 1) Conocimiento del plan integral para la prevención de FOD.
- 2) Un adecuado almacenaje, embarque y manejo de materiales, componentes y equipo.
- 3) Técnicas de control de desechos y residuos.
- 4) Limpieza de áreas y zonas de trabajo.
- 5) Control de herramientas y partes.
- 6) Efectuar el trabajo con limpieza ("Trabajando y Limpiando").
- 7) Métodos de control de limpieza en áreas de maniobras y plataforma.
- 8) Manejo y control de un formato único para reportar incidentes o riesgos potenciales de FOD ante la autoridad competente.

Consideraciones de diseño para la prevención de FOD

Es necesario comenzar la reducción de daño potencial y eliminación del peligro por FOD con el proceso de diseño. El diseño de aseguramiento incluye, pero no se limita a:

- 1) Identificar y eliminar áreas donde se concentren objetos extraños.
- 2) Identificar y sellar áreas a través de las cuales los objetos extraños puedan migrar.
- 3) Utilizar tapas sobre aberturas expuestas cuando sea apropiado: por ejemplo, tomas, escapes, etc.
- 4) Ubicar accesos de tierra y equipo de pruebas fijo en áreas que no sean propensas a los FOD.
- 5) Utilizar cubiertas conformadas como un sello positivo contra la entrada de objetos extraños, incluyendo polvo y humedad.
- 6) Proveer inspección u otros medios de bloqueo de objetos extraños drenes, tomas y motores.
- 7) Los procedimientos deben de incluir medios para la retroalimentación de incidentes por FOD y su acción correctiva apropiada.

Manejo de residuos y materiales peligrosos

La administración de materiales peligrosos de desecho es importante en la prevención de FOD. La forma para disponer de materiales peligrosos de desecho depende de los productos que se llegasen a transportar.

Control de herramientas y artículos personales

El objetivo primario de un buen programa de control de herramientas es el eliminar accidentes / incidentes y pérdida de vidas o equipo por un FOD causado por herramientas, para facilitar la contabilidad como son:

El uso de tabletas sombra, cajas sombra, código de barras, distribución de depósitos especiales con bolsas para herramientas, contenedores de

herramientas, sistema de conteo, etiquetas de herramienta, o equipos de herramientas consolidado, sistemas de control únicos deben ser establecidos para herramientas especiales utilizadas en ambientes de verificaciones, pruebas y operacionales.

Dicha herramienta debe de estar contenida en una charola, bolsa de herramienta u otro contenedor apropiado, a fin de evitar que pueda causar daño a la aeronave o al personal.

Control de partes consumibles

El objetivo principal es asegurar un control adecuado de las partes de las aeronaves, que pueden establecerse para este fin (tuercas, tornillos, pernos, chavetas, remaches, rondanas, etc.), por ejemplo:

- 1) Equipo de partes por asignación de trabajo.
- 2) Contenedores de FOD deben de ser instalados en lugares clave dentro del área de trabajo y puntos de entrada y salida.
- 3) Trabajando y Limpiando.
- 4) Papelería de remoción / instalación para detectar partes perdidas.
- 5) Proporcionar y especificar charolas para desechos.
- 6) Contenedores de partes cubiertos.

Reporte e investigación de incidentes

Todo los incidentes por FOD deben de ser reportados e investigados, informando de inmediato a la Autoridad competente acorde al procedimiento de reclamo. La determinación de la causa y acciones correctivas deben de completarse en un tiempo razonable para evitar que se repitan eventos similares en el futuro. Las causas pueden determinarse por observación visual, análisis o por ubicación del objetivo.

Cuando un incidente por FOD se detecta después de una operación de vuelo, se debe de recabar la siguiente información:

- Maniobras efectuadas en tierra, verificando la entrada y salida de los motores.
- Ruta de rodaje.
- Aeropuertos involucrados.
- Reporte del piloto.
- Tiempo y secuencia de eventos.
- Clima / medio ambiente.
- Presencia o detección de aves.
- Operaciones anormales.
- Dependiendo de las magnitudes del daño, levantar un acta administrativa ante la Autoridad Aeronáutica.

Estos reportes deben ser enviados a la Comisión de FOD para llevar su seguimiento, análisis y control del mismo. Esta comisión se asegurará que todo el personal involucrado sea notificado del peligro potencial y de los reportes actuales de FOD.

Control de áreas

Las áreas de mantenimiento y operaciones deben permanecer limpias. Los empleados deben de ser informados que esto es parte de sus labores y que mejorarán su desempeño; incorporando "Trabajando y limpiando" como una cultura para prevenir que desechos entren en contacto con el equipo de vuelo.

- Asegurar que todas las áreas de mantenimiento así como las asignadas para efectuar pruebas cuenten con una buena limpieza que mejore la eliminación de objetos extraños. Esto incluye un programa de barrido regular en áreas de plataforma y plataformas.
- Asegurar que las pistas y calles de rodaje se encuentren libres de objetos extraños que puedan causar daños a aeronaves o vehículos.
- Asegurar que las áreas donde circulen aeronaves o donde operen vehículos y equipo de apoyo terrestre, se les proporcione mantenimiento que permita

su utilización segura y se encuentren libres de objetos extraños que puedan causar daños por ingestión o proyección e impacto por efecto de la reacción de los motores.

- Verificar en forma previa a la entrada de una aeronave a una plataforma o posición de abastecimiento, que ésta se encuentre limpia y libre de obstáculos y objetos asegurándose que a la salida de ésta, dicha área se deje limpia.
- Verificar que las zonas de ampliación de instalaciones y facilidades aeroportuarias, se encuentren libres de objetos extraños, desde su habilitación y durante su operación.
- Asegurar que todos los desechos producidos por reparación, mantenimiento o construcción de nuevas instalaciones aeroportuarias sean removidos constantemente y al final de cada trabajo.

Operaciones de campo

Las operaciones de campo primordialmente involucran planes de modificación, inspección, cuidado y mantenimiento de plataformas, estructuras, pistas y calles de rodaje. Un sistema de mantenimiento programado utilizando barredoras, magnetos en vehículos e inspecciones frecuentes provee confianza, pero es necesario tomar medidas adicionales:

- Recomendación de fabricantes en las acciones que se deberán tomar durante el aterrizaje y rodaje, con lo cual se pretende evitar el FOD.
- Incrementar la frecuencia de inspecciones.
- Tránsito y control de vehículos; por ejemplo, todos los vehículos deben circular sobre superficies pavimentadas. Si un vehículo no circula en este tipo de superficie, el operador debe verificar las llantas del vehículo por objetos extraños inmediatamente al ingresar al pavimento.
- Limpieza de equipo de soporte; deben de estar libres de FOD y deben de ser inspeccionados antes de utilizarse.
- Limpieza y mantenimiento de áreas de maniobras y movimiento.

- Eficiencia de las barredoras; debe de verificarse la eficiencia del barrido, así como no deben de utilizarse cepillos con cerdas o picos metálicos, o en su caso contar con aspiración.
- Tripulantes, trabajadores de línea, prestadores de servicio y contratistas deben de conocer y mantenerse informados de las expectativas relacionadas con los daños y el control de los FOD.
- Verificaciones de rutina en áreas utilizadas por contratistas y concesionarios.
- Establecer procedimientos de control de FOD para todo el personal, vehículos y equipo que tengan acceso al área operacional del aeropuerto.
- Incluir consideraciones de prevención de FOD en el diseño, licitación y administración de obras en todos los proyectos de obra en los aeropuertos.

Conciencia en la retroalimentación de los empleados

Todas las áreas, especialmente donde transiten aeronaves y se efectúe cualquier trabajo a las mismas, deben de permanecer limpias antes y después de la estadía de un equipo de vuelo.

Todos los empleados deben ser informados que la limpieza es parte esencial de su trabajo y así mejorar su calidad de desempeño. Incorporando el concepto "Trabajando y Limpiando" como una cultura requerida para prevenir que los desechos migren a las aeronaves.

- Mantener una supervisión en las áreas operacionales de cada aeropuerto, así como un programa regular para el barrido de áreas de movimiento y maniobras.
- Asegurar que las instalaciones para reparación de aeronaves se encuentren libres de FOD.
- Asegurar que durante la reparación o ampliación de las instalaciones y facilidades aeroportuarias, se remuevan todos los desperdicios en forma constante, consistente y al final de cada turno.

- Asegurar que las áreas correspondientes a los hangares, se mantengan en excelentes condiciones de limpieza y cuidado, contando con un programa de barrido y supervisión permanente.

Por todo lo anterior, se deberá lograr establecer un vínculo común entre los procesos productivos de un sistema de transporte aéreo rentable y seguro, procurando en ello lograr la armonía con los grupos aeroportuarios para definir y establecer la aplicación de los procesos para el mejoramiento continuo y de control.

IV.3 Puesta en marcha del Plan

La presente investigación se realizó durante el periodo comprendido de Agosto del 2000 a Agosto del 2002 respecto a las operaciones efectuadas en dicho lapso de tiempo.

Corresponde a la implantación del Plan para reducir los daños por objetos extraños (FOD) en aeronaves y sus motores.

El diseño de la metodología y la puesta en marcha fue realizado por la Comisión de FOD a través de la investigación de campo en diferentes áreas que participan, que son seguridad aérea, ingeniería de operaciones, servicios en aeropuertos, evaluación de aeropuertos, diseño de procesos, jurídico, diagnóstico de motores, mantenimiento de línea y soporte aeronáutico.

La puesta en marcha duró aproximadamente cuatro meses, de septiembre del 2000 a enero del 2001, iniciando con los temas más relevantes.

En primer lugar se crearon modelos de seguimiento y control para la prevención de FOD, enfocándose primordialmente a conocer los efectos y costos reales de los FOD, contando así con información confiable y real para poder tomar las decisiones más apropiadas.

En segundo lugar se tuvo que realizar un análisis transversal de la problemática dentro de Aeroméxico, fundamentalmente a partir de registros y seguimiento de eventos por FOD.

En tercer lugar se unificaron criterios para la recolección de datos en las diferentes áreas involucradas.

En cuarto lugar se estableció por escrito el Plan a seguir.

Incluyendo en el Plan las siguientes acciones:

- 1) Juntas y minutas estructuradas de manera sencilla.
- 2) Obtención de datos e información relativos al aspecto técnico.
- 3) La organización y clasificación de la información, de los datos más relevantes.
- 4) Diseño de los diagramas de flujo, análisis y control de los eventos.
- 5) Diseño y elaboración de formatos para reportes (de condiciones aeroportuarias, de contabilidad, de incidentes y hallazgos por mantenimiento)
- 6) Visitas de seguridad aeroportuaria.
- 7) Obtención de la información respecto al grado de conocimiento e impacto ocasionado por el FOD, así como detectar los canales y medios que usualmente se tienen establecidos para obtener la información.
- 8) Análisis, interpretación y presentación de la información.
- 9) Conclusiones y recomendaciones.
- 10) Seguimiento y retroalimentación.

IV.4 Seguimiento del Plan

Calendario de juntas

Junta No.	Fecha
1	26-sep-00
2	31-oct-00
3	14-nov-00
4	22-nov-00
5	05-dic-00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6	13-dic-00
7	20-dic-00
8	27-dic-00
9	04-ene-01
10	11-ene-01
11	24-ene-01
12	06-feb-01
13	20-feb-01
14	06-mar-01
15	22-mar-01
16	10-abr-01
17	03-may-01
18	17-may-01
19	31-may-01
20	31-jul-01
21	02-oct-01
22	06-nov-01
23	04-dic-01
24	08-ene-02
25	12-feb-02
26	07-may-02
27	02-jul-02
28	06-ago-02

Fig. 42: Calendario de la Comisión de FOD

Como se puede apreciar en la figura anterior, en el periodo de dos años se efectuaron 28 juntas, comenzando con juntas semanales, posteriormente se realizaron quincenalmente, mensualmente, y finalmente bimestrales puesto que ya se tenía un mayor control y acciones específicas que realizaría cada una de las áreas que conforman la comisión de FOD.

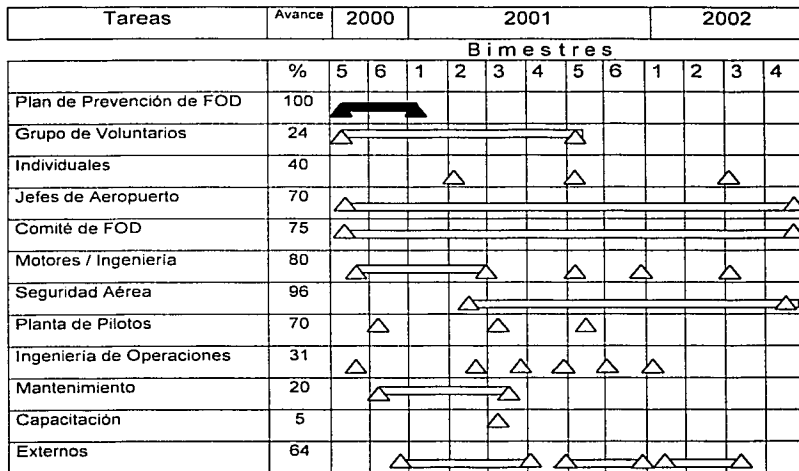
Gráfica de avances de la comisión de FOD

Fig. 43: Avances

Información

En referencia a los datos y con base en el análisis, se observó que no se tenía establecido un proceso adecuado para definir las causas raíces que habían generado dichos eventos, por lo tanto la aerolínea sólo realizaba acciones correctivas, que son las siguientes:

- Desbaste de material en álabes.
- cambio de partes (álabes o discos)
- cambio del motor

Siendo así, se creó una base con datos confiable y por consiguiente, el control del proceso de prevención de daños por impactos a las aeronaves y sus motores.

Visitas aeroportuarias

CONDICIÓN DE AEROPUERTOS EVALUADOS AL 30 DE JUNIO DEL 2002

Pistas	V	A	Z	PO	M	A	Z	C	C	C	C	A	M	E	C	D
Contaminación por caucho	→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Baches, gravilla suelta, requiere limpieza					→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
*Requiere nivelación/ondulaciones, hundimientos				→	→											
*Repintar señalamiento horizontal	→				→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
*Señalamientos verticales					→											
Losa desgastada / fracturada					→											
Grietas / cuarteaduras / calafateo			→		→	→						→	→	→		
Requiere reencarpetao					→											
Requiere deshierbe																

Calles de rodaje	V	A	Z	PO	M	A	Z	C	C	C	C	A	M	E	C	D
Baches, gravilla suelta, requiere limpieza	→			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
*Requiere nivelación/ondulaciones, hundimientos					→			→								→
*Repintar señalamiento horizontal												→				→
*Señalamientos verticales					→											
Losa desgastada / fracturada					→											
Grietas / cuarteaduras / requiere calafateo					→	→	→				→				→	→
Requiere reencarpetao					→											
Requiere deshierbe																

Plataformas	V	A	Z	PO	M	A	Z	C	C	C	C	A	M	E	C	D
Baches, gravilla suelta, requiere limpieza, derrame líquidos	→			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
*Requiere nivelación/ondulaciones, hundimientos					→			→								→
*Repintar señalamiento horizontal				→	→			→								
*Señalamientos verticales					→			→								→
Losa desgastada / fracturada					→											→
Grietas / cuarteaduras / calafateo	→			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Requiere reencarpetao				→	→			→			→					
*Iluminación durante pernocta																
*Descargas de estática				→	→	→				→				→		

Presencia de animales	V	A	Z	PO	M	A	Z	C	C	C	C	A	M	E	C	D
Aves			→		→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Ganado																
Perros			→		→							→	→	→		
Venados, coyotes, liebres, etc								→								

Camino perimetral	V	A	Z	PO	M	A	Z	C	C	C	C	A	M	E	C	D
*No cuenta con camino perimetral																
*Obstrucción en camino por piedras, vegetación, etc			→							→						
Daño en cercado perimetral			→	→			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
*Falta de letreros restrictivos			→		→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Fig. 44: Resultados de las visitas de seguridad aeroportuaria.

*No provocan FOD.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

IV.5 Análisis de resultados

Cantidad de FOD a agosto del 2002

En la figura 45 se puede observar el decremento en cantidad sólo hasta este año 2002, esto en parte se debe a que anteriormente no llevaba un muestreo veraz y minucioso de los eventos que ocasionaban daños por FOD.

**Cantidad de FOD
Año 1999 a 2002**

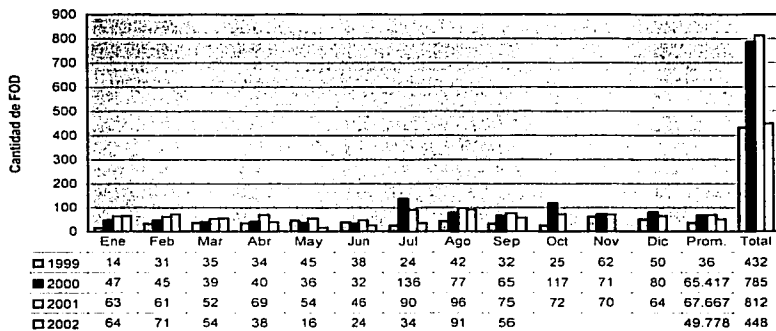


Fig. 45

Costos por FOD

En la figura 46 se puede observar que los costos externos han disminuido constantemente, siendo los costos más significativos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Costos externos por FOD Año 1999 a 2002

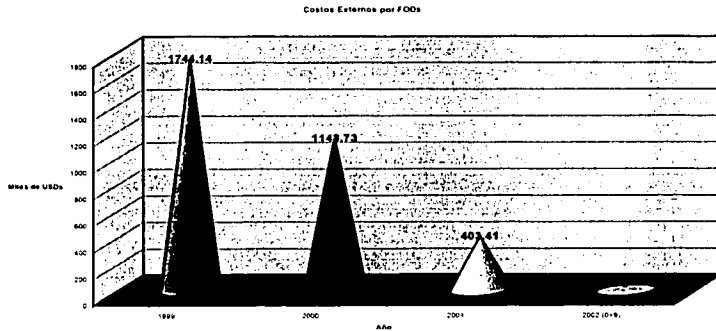


Fig. 46:

Síntesis de avances plan de FOD

Tareas	%
Plan de Prevención de FOD	100
Grupo de Voluntarios	24
Individuales	40
Jefes de Aeropuerto	70
Comité de FOD	75
Motores / Ingeniería	80
Seguridad Aérea	96
Planta de Pilotos	70
Ingeniería de Operaciones	31
Mantenimiento	20
Capacitación	5
Externos	64

Fig. 47: Síntesis de avances.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Diagramas de causa y efecto

Como retroalimentación al plan, se propone un nuevo diagrama causa-efecto, para determinar la guía de trabajo actualizada para el Plan (figura 48).

Diagrama de causa y efecto propuesto para retroalimentar el plan

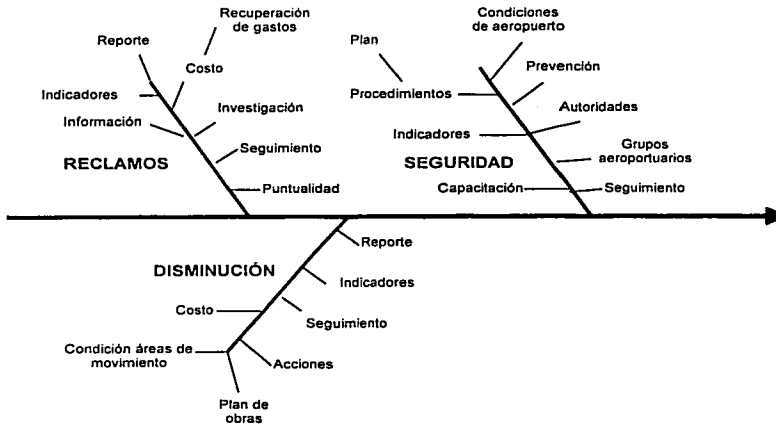


Fig. 48: Diagrama que muestra el nuevo planteamiento de acuerdo a la retroalimentación del Plan.

El resultado de este análisis determina la nueva forma de operar y áreas de oportunidad relacionadas con los FOD a partir de agosto del 2002; como se puede observar son menos las causas primarias que cuidar que al principio del plan, como se describe en la figura 40, lo que proporcionará mayor control y logro de objetivos en el futuro, de acuerdo a los avances obtenidos anteriormente.

CAPÍTULO V

PROPUESTA

CAPITULO V, PROPUESTA

El objetivo es proporcionar al Plan, las bases para mejorar el proceso de análisis y establecer el control de los eventos, a través de las herramientas de calidad, y retroalimentar el Plan de FOD con el fin de mejorar la eficiencia de las acciones.

V.1 Retroalimentación del Plan

Debido a lo anterior, se debe replantear el seguimiento del Plan, con el fin de mantener y controlar adecuadamente todos los elementos del mismo, incluyendo, por supuesto, los temas que no se han mejorado o contemplado anteriormente. Es importante replantear el plan puesto que, como se puede apreciar en la figura 47, muchos de las temas no han sido solucionados en su totalidad. Además, a pesar de haber reducido los eventos por FOD, no se ha logrado estabilidad en la frecuencia mensual y sobre todo no se ha logrado eliminar estos daños causados por los FOD; los cuales provocan, en los costos internos, aproximadamente 400,000 USD por daños motores y 150,000 USD por daños llantas anualmente en la actualidad.

V.2 Propuesta de trabajo

La idea básica parte del Diagrama de Causa-efecto actual, por lo que se dividirá en tres grandes grupos que tendrán a su cargo los siguientes temas como sigue, determinando las acciones a seguir por áreas:

- 1.- **RECLAMOS:** (contabilidad y jurídico) incluye conocer el costo (contabilidad), investigación (motores), seguimiento / puntualidad (Mantenimiento Línea, CCM motores), recuperación de gastos (contabilidad, jurídico), reporte (contabilidad, motores, jurídico) , indicadores (contabilidad, motores) e información (Aeropuertos)

2.- SEGURIDAD: incluye verificación de procedimientos (Comisión FOD), seguimiento (aeropuertos, Seg. Aérea y Comisión FOD), seguimiento, indicadores y condiciones de aeropuertos (aeropuertos, seg. Aérea), prevención (Comisión FOD), incluir acciones coordinadas con DGAC y unidades aeroportuarios (seg. Aérea, motores, Dirección General)

3.- DISMINUCIÓN DE FOD: (Mantenimiento Línea, CCM motores) incluye reducción de costos (contabilidad, motores), condiciones áreas de movimiento (aeropuertos, Comisión FOD, seg. Aérea), Plan de obras (Comisión FOD, aeropuertos), indicadores (contabilidad, Mantenimiento Línea, CCM motores), reportes (contabilidad, motores), seguimiento y acciones (Comisión FOD)

CCM: Centro de Control de Mantenimiento

Adicionalmente, se aprovechará la tecnología y eficiencia del correo electrónico; reduciendo así la cantidad de juntas y aumentando la capacidad de control y seguimiento de acciones.

V.3 Propuestas de mejora

- Procedimiento de cobro de daños por FOD
- Propuesta del temario de capacitación en FOD
- Propuesta de formatos
 - Reporte de FOD
 - Reclamo de FOD

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

CAPITULO VI, CONCLUSIONES

Es importante que la líneas aérea de nuestro país cuenten cada una con un grupo de trabajo, comité o comisión de FOD, teniendo ésta como función principal el establecimiento y seguimiento de un plan de prevención de FOD; la unificación de los criterios de prevención de cada una de las áreas que intervienen en la administración del mantenimiento y de las operaciones diarias, de tal forma que el trabajo sea de forma conjunta, así como la elaboración de un plan específico para la prevención y seguimiento de FOD tomando como base, la reglamentación aérea existente para una validación ante la autoridad aeronáutica nacional.

De acuerdo a un plan de FOD, con estas actividades de apoyo y con el empleo de los métodos de calidad para el análisis, seguimiento y control de los factores causales de daños, se podrán cada vez obtener mejores frutos, también es necesario hacer saber a todos los involucrados en las operaciones aéreas de las condiciones encontradas durante las revisiones a los aeropuertos conforme a las evaluaciones efectuadas con objeto de tener un seguimiento confiable y mostrando las desviaciones encontradas y sus resultados.

El mejor parámetro y de gran relevancia es la creación de una "Cultura" del personal de mantenimiento, de operaciones y Grupos Aeroportuarios incluyendo en ello, todo lo relacionado a la responsabilidad, conciencia y reconocimiento de lo que puede provocar un FOD a las aeronaves, por medio de campañas de concientización como "Cultura del FOD" y "Trabajando y Limpiando" como slogan.

El Plan de prevención de FOD se debe realizar a través de una combinación de los siguientes puntos:

- seguridad
- disminución de eventos
- recuperación

Es importante considerar que todos los esfuerzos realizados por todos los involucrados en las operaciones aeroportuarias y aéreas deben de ser parte integral de la filosofía de prevención, esto con el fin de lograr los más altos niveles de seguridad.

Recuerden que los FOD son responsabilidad de cada uno de nosotros y con el trabajo en equipo se puede lograr abatirlos, siendo que todos los integrantes de la comunidad aeronáutica se debe de estar concientes de esta problemática.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AERONAVE: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones de aire, que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

AEROPUERTO: Cualquier aeródromo civil de servicio público que cuente con autoridades y servicios de control de tránsito aéreo, así como cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI) completo.

ÁREA DE MANIOBRAS: Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, excluyendo las plataformas; es decir, pista(s) y calle(s) de rodaje.

ÁREA DE MOVIMIENTO: Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y la(s) plataforma(s).

BITÁCORA: Libro de registros históricos de una aeronave o motor; los cuales son anotados después de cada vuelo donde se escriben las fallas del sistema.

CALLE DE RODAJE: Vía definida en un aeródromo terrestre, establecida para el rodaje de aeronaves y destinada a proporcionar enlace entre una y otra parte del aeródromo, incluyendo:

- a) Calle de acceso al área de estacionamiento de una aeronave. La parte de una plataforma designada como calle de rodaje y destinada a proporcionar acceso a los puestos de estacionamiento de aeronaves solamente.
- b) Calle de rodaje en la plataforma. La parte de un sistema de calles de rodaje situada en una plataforma y destinada a proporcionar una vía para el rodaje a través de la plataforma.
- c) Calle de salida rápida. Calle de rodaje que se une a una pista en un ángulo agudo y está proyectada de modo que permita a los aviones que aterrizan

virar a velocidades mayores que las que se logran en otras calles de rodaje de salida y logrando así que la pista esté ocupada el mínimo tiempo posible.

COSTOS EXTERNOS: Costos derivados de la reparación, generalmente de motor, que se realiza fuera de la empresa en un taller especializado que hace una facturación. Por lo regular son los más costosos, por la magnitud de los daños.

COSTOS INTERNOS: Costos derivados de la reparación que se realiza dentro de la empresa incluyendo básicamente mano de obra y refacciones.

DIAGRAMA DE FLUJO: Representación esquemática a cuadros en la que se muestran los pasos a seguir para la realización de un trabajo determinado.

EMPENAJE: Parte trasera del avión que se compone por los estabilizadores vertical y horizontal, los cuales a su vez tienen un timón de dirección y elevadores para que a su vez controlen la dirección y el ascenso o descenso de la aeronave respectivamente.

FOD (Foreing Object Damage): Cualquier daño atribuido a un objeto externo, que puede ser expresado en términos físicos o económicos, las cuales pueden o no degradar las características de rendimiento y/o de seguridad requerida del avión o sus sistemas.

FOD (Foreing Object Debris): Sustancia, desecho o artículo ajeno a la aeronave o sistema de ésta, que puede causar un daño potencial.

HANGAR: Superficie cubierta, la cual cuenta con todas las facilidades para dar servicios de mantenimiento a una aeronave.

PLATAFORMA: Área definida, en un aeródromo terrestre destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque o desembarque de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

pasajeros, correo o carga, abastecimiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

RODAJE: Acciones de movimiento por propio impulso en las áreas de movimiento de un aeropuerto; es decir, las maniobras que hace una aeronave al ser piloteado en tierra.

TRÁNSITO: Este servicio se lleva a cabo durante la estancia del avión en tierra, en los aeropuertos que se consideran escalas de un vuelo y en los aeropuertos terminales de un vuelo, con inicio de otro. Este servicio se consiste en verificar la parte exterior de la aeronave por daños, corrosión, fugas, correcta sujeción de componentes y equipos, así como la condición general de los componentes y equipos en cada área exterior.

PERNOCTA: Servicio que se efectúa con una periodicidad diaria, mientras el avión se encuentra en operación normal. Se lleva a cabo en estaciones terminales de un vuelo, cuando la aeronave permanece en tierra por más de cinco horas. El servicio consiste en inspeccionar el exterior del fuselaje, tren de aterrizaje, comprobación del nivel de aceite y líquidos, efectuar pruebas funcionales, atención de reportes de bitácora, así como trabajos de limpieza exterior e interior, también incluye la inspección del equipo de emergencia.

USD: Dólares estadounidenses, por sus siglas en inglés (United States Dollar).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA

Harry K. Jackson Jr., Normand L. Frigon, *Achieving the Competitive Edge: A practical guide to World-class competition.*

EUA, John Wiley & Sons, 2a ed., 1996

Alfredo Acle Tomasini, *Planeación Estratégica y Control Total de Calidad: Un caso real hecho en México.*

México, Grijalbo, 4ª ed., 1990.

Henry Mintzberg, James Brian Quinn, *El Proceso Estratégico: Conceptos, contextos y casos.*

México, Prentice Hall Hispanoamericana, 1ª ed., 1993.

George A. Steiner, *Planeación Estratégica: Lo que todo director debe saber.*

México, Cía. Editorial Continental, 3ª reimpresión, 1985.

Lourdes Munch, Ernesto Ángeles, *Métodos y Técnicas de Investigación.*

México, Trillas, 9ª reimp., 2001.

Santiago Zorrilla Arena, *Introducción a la metodología de la investigación.*

México, Aguilar, León y cal editores, 25ª reimp., 2001.

Zairi Mohamed, *Administración de la Calidad Total para Ingenieros.*

México, Panorama, 1993.

Kaouro Ishikawa, *Introducción al Control de la Calidad.*

Madrid España, Díaz de Santos, 1989.

Michael R. Kelly. *Manual de Solución de Problemas.*

México, Panorama, 1992.

Shari Stanford Krause Ph. *Aircraft Safety*.
USA, Mc Graw Hill, 1998.

Jaime L. Riggs. *Sistemas de Producción Planeación Análisis y Control*.
México, Limusa, 3ª 1998.

G. Baca Urbina. *Evaluación de Proyectos*.
México, Mc Graw Hill, 2ª, 1994.

PAGINAS DE INTERNET

Rodríguez C., Carlos, "http://mx.geocities.com/calypso_mx/dart.html", ITESO,
México, 2002