

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD TECNOLÓGICA
 PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
 FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN DE LOS EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	FREDY ALEXANDER
Apellido (s):	HERRERA VEGA
Código:	20131375087
E-mail:	iori.9@Hotmail.com
Teléfono fijo:	4334358
Celular:	3138144492



Ejecutor 2

Nombre (s):	JOSE LUIS
Apellido (s):	TELLO MERCHAN
Código:	20142375003
E-mail:	jltellom@gmail.com
Teléfono fijo:	
Celular:	3134125127



INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN ANÁLISIS DE FIABILIDAD PARA EL SISTEMA BHS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE BOGOTÁ	
Duración (estimada):	8 a 17 semanas	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Otro	X
Modalidad del Trabajo de Grado:	Monografía	

Línea de Investigación de la Facultad*:	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	
Grupo de Investigación:	
Proyecto de Investigación:	
Áreas del conocimiento que involucra:	Mantenimiento avanzado, ingeniería económica, inferencia estadística, resistencia de materiales, transferencia de calor.
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	MAURICIO GONZALEZ COLMENARES
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN ANÁLISIS DE
FIABILIDAD PARA EL SISTEMA BHS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL
EL DORADO DE BOGOTÁ**

**PRESENTADO POR
FREDY ALEXANDER HERRERA VEGA
JOSE LUIS TELLO MERCHÁN**

**CÓDIGOS
20131375087
20142375003**

**INGENIERO
MAURICIO GONZALEZ COLMENARES**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA MECÁNICA
FACULTAD TECNOLÓGICA
BOGOTÁ
2016**

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las nuevas tecnologías en los campos como la electrónica, automatización e incluso las comunicaciones se han vinculado con la industria mecánica exigiendo una mayor preparación del personal, no sólo desde el punto de vista de la operación de la maquinaria, sino desde el punto de vista del mantenimiento industrial.

Durante los últimos años uno de las formas de desarrollar el mantenimiento han cogido fuerza y que ha tenido cambios en el entorno profesional es el mantenimiento centrado en la fiabilidad, aunque no se practica frecuentemente en muchas de las empresas de nuestra sociedad, hacerlo de la manera correcta beneficiaría en gran medida aquellos procesos críticos donde la ocurrencia de una avería, afecta de manera global el desarrollo de las actividades.

Los cambios para mejorar los procedimientos en las técnicas del mantenimiento llevan cada día más a las empresas a modificar sus formas de mantener equipos o maquinaria en funcionamiento. Una de las estrategias para mantener los equipos es por medio de la práctica de análisis de fiabilidad de los equipos en funcionamiento, este permite evaluar y realizar una interrupción temprana al activo físico en alguno de sus componentes o mecanismos para eliminar o mitigar la posibilidad de que la máquina falle en operación, mediante el mantenimiento preventivo, evitando inconvenientes con empresas que utilizan de nuestros servicios o pérdidas monetarias surgidas por el incumplimiento más cuando el proceso de la producción interrumpido por una falla mecánica desencadena demoras en todos los demás procesos adyacentes a las actividades comerciales aeroportuarias.

En concreto la investigación que se realiza presenta el estudio para que el operador del sistema BHS del aeropuerto El dorado de Bogotá pueda verificar los puntos más susceptibles a fallos mecánicos, los equipos con mayor criticidad y posibles razones de las fallas por medio del análisis de fiabilidad, apoyándose en hojas de vida de los equipos en funcionamiento y con esto atacar la posible causa en beneficio de la operación del terminal aéreo. Con este conocimiento se quiere dar a conocer que por medio de esta técnica se puede reducir las intervenciones a los activos industriales en operación, en este caso del área del BHS del aeropuerto internacional el dorado, y que además el programa se ajusta a las necesidades de una disponibilidad de operación mayor de los equipos del sistema, sobrepasando un plan de mantenimiento preventivo basado en principios básicos.

Tabla de contenido

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2. ESTADO DEL ARTE	2
3. JUSTIFICACIÓN	4
4. OBJETIVOS	5
4.1 Objetivo general	5
4.2 Objetivos específicos	5
5. MARCO TEÓRICO	6
5.1 Medidas de fiabilidad	6
5.2 Distribuciones de vida	8
5.3 Distribución exponencial:	8
5.4 Distribución de weibull:	9
5.5 Fiabilidad en los sistemas	10
5.6 Mantenibilidad y disponibilidad	11
6. METODOLOGÍA	13
7. CRONOGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES	14
8. BIBLIOGRAFÍA	16

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OPAIN S.A. es una empresa constituida con el objetivo único de administrar, modernizar, desarrollar comercialmente, expandir, operar y mantener el Aeropuerto Internacional el Dorado. Para este, el manejo de equipajes es un proceso clave para el perfecto funcionamiento del sistema, ya que permite que la relación OPAIN - usuario - aerolínea, trabajen equilibrada y mancomunadamente, con el fin de dar cumplimiento a los protocolos de vuelo previamente establecidos cumpliendo con los requerimientos y exigencias de los usuarios.

Actualmente el sistema BHS cuenta con 69 líneas repartidas en entrada, proceso y salida, 24 carruseles de descarga y 2 sorter de clasificación los cuales trabajan todos en conjunto para dar visto bueno por medio de inspección a los equipajes de los pasajeros que llegan a esta terminal. En operación normal el flujo del equipaje es controlado por la totalidad de las líneas, habiendo 3 picos repartidos en el día donde se ingresa la mayor cantidad de equipajes por hora para su inspección lo cual el sistema tiene que operar lo más cercano al 100%, no siendo de esta forma, al presentarse una avería en alguna maquina o mecanismo el operador (Opain S.A.) se ve obligado a recargar el sistema en líneas semejantes a las afectadas lo que puede conllevar en muchas ocasiones a que el equipaje no llegue a tiempo, pierda el vuelo de destino y lateralmente con esto multas diarias por los retrasos, inconvenientes con las aerolíneas y con los pasajeros y en un trasfondo cae la imagen del aeropuerto líder en Latinoamérica.

Este tipo de daños en las maquinas e interrupciones en la operación requieren de correctivos inmediatos que generan un alto costo a la compañía al pasar vario tiempo sin ser solucionados, no sólo por los gastos de reparación o el valor de los repuestos que pueden o no estar en inventario, también que las labores preventivas se ven interrumpidas por un fallo que pudo haber sido detectado e intervenido con antelación, además existe la necesidad en varias ocasiones de ubicar personal ajeno al área para la reubicación de equipaje represado y asimismo costos por afectación a las aerolíneas y pasajeros que utilizan el aeropuerto El Dorado.

2. ESTADO DEL ARTE

A continuación se muestran algunas investigaciones de algunos proyectos dentro del campo de análisis de fiabilidad son DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA EMPRESA SMART DRILLING DEL PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD PARA LA OPERACIÓN DE UN TALADRO DE PERFORACIÓN MINERA EN GUADALUPE (ANTIOQUIA) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas presentado en el año 2014 en Bogotá, la autora Andrea Paola González padilla el cual se realiza una propuesta de plan de mantenimiento centrado en confiabilidad en la empresa Smart Drilling, dedicada a la perforación minera y que realiza operaciones en Guadalupe (Antioquia), que en ese entonces no contaba con un departamento de mantenimiento. En este proyecto se aplican lineamientos del área de mantenimiento en lo que refiere a la implementación de métodos RCM en equipos de perforación minera teniendo en cuenta las normas técnicas que aplican para este proceso, realizando un diagnóstico del contexto operacional, se realizará un CMD (Confiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad) actual y se hallará criticidad de los equipos.

Otro antecedente referenciado es REALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) A LA MÁQUINA ME-104 DE LA EMPRESA INDUSTRIAS SPRING S.A. de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas presentado en el año 2012 en Bogotá, por el autor David Oswaldo Rojas Concha en el cual se evidencian las etapas de implementación de un plan de mantenimiento basado en la filosofía del RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) aplicado a una máquina empacadora de colchones NE-104 (presente en la planta principal de Industria Spring S.A., empresa líder en la fabricación y venta de colchones en Colombia, ubicada en el municipio de Cota - departamento de Cundinamarca). Se basa la metodología realizada, en su gran mayoría en la norma SAE JA1011, en la cual se especifican todos los pasos necesarios para la implementación de la filosofía del RCM de una manera secuencial y estructurada.

El objetivo principal de la implementación de ésta metodología, es establecer el plan de mantenimiento, el cual permitirá alcanzar en forma eficiente y efectiva los requerimientos de seguridad y los niveles de disponibilidad de los equipos e instalaciones, y está dirigido al mejoramiento de la seguridad global, la

disponibilidad y la economía de la operación en la empacadora de colchones especificada con anterioridad.

Igualmente se encuentra un antecedente referenciado como ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA PARA MINIMIZAR LOS MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN LA PLANTA DE MOLIDO Y LAVADO DE PET DE INTERCIA S.A El objetivo de este estudio es evaluar y determinar los puntos críticos en la línea del proceso para el diseño de un sistema para minimizar los mantenimientos correctivos en la planta de molido y lavado de INTERCIA S.A. Para diagnosticar la situación actual de la empresa, se ha analizado cada factor de la cadena de valor y la Matriz Foda encontrando factores internos por los cuales se deben al número de paralizaciones que tiene el proceso anual. Para minimizar los mantenimientos correctivos se propone la implementación de un departamento técnico con taller y personal técnico en la especialidad de mecánica y electricidad.

3. JUSTIFICACIÓN

El Aeropuerto Internacional el Dorado es el más importante de la República de Colombia y es otra de las obras de modernización de la capital, es uno de los cincuenta aeropuertos más transitados del mundo, el tercero con mayor movimiento de pasajeros en América Latina con su nuevo sistema de manejo de equipaje (BHS), entra en la lista de aeropuertos modernos del mundo.

El BHS, es un sistema automatizado que monitorea y controla el equipaje desde que ingresa al counter hasta que es retirado por personal de la Aerolínea, para ser dirigido al avión, mediante cintas transportadoras, carruseles de equipajes, software de control, emisión de señales, sensores ópticos, CCTV, etc. El sistema BHS, permite realizar el seguimiento de los equipajes del sistema, con apoyo de lectores ATR o lectores de código con el fin de reconciliar información tiempos y rebajar costos operacionales.

Una de las necesidades más importantes en el Aeropuerto Internacional el Dorado consiste en realizar un plan de mantenimiento para mejorar el proceso de manejo de equipaje relacionado con el sistema BHS, En la actualidad en el concesionario las labores de mantenimiento consisten en limpieza e inspección y actividades correctivas y preventivas en caso de averías presentadas, se cuenta con un grupo especializado técnico que trabaja en el momento de corregir falencias, pero no cuentan con un estudio que les permita prevenir o corregir las fallas recurrentes que presenta el sistema generalmente en operación y mucho menos ir más allá al punto de reconocer el origen de los daños. Para ello es importante capacitar el personal y programar actividades de mantenimiento, empleando métodos de diagnóstico, caracterización y evaluación, apoyándose herramientas de última tecnología para la localización temprana y toma adecuada de decisiones por medio de las técnicas como el análisis de los modos de fallos, fiabilidad y posible instrumentación de diagnóstico.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Realizar un programa de mantenimiento preventivo basado en análisis de fiabilidad para el sistema BHS del aeropuerto internacional el dorado de Bogotá.

4.2 Objetivos específicos

- Evaluar la operación y estrategias actuales de mantenimiento del sistema BHS.
- Analizar, categorizar los fallos potenciales que posee las instalaciones del área del BHS del aeropuerto El Dorado.
- Proporcionar información clave sobre las tendencias de fallo, facilitando la eliminación o mitigación de las causas.
- Determinar las medidas preventivas para cada uno de los modos de fallo del sistema BHS.
- Plantear de forma adecuada las actividades de mantenimiento para cada uno de los equipos revisados respecto a los resultados de estudio de fiabilidad finales obtenidos.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Medidas de fiabilidad

La variable aleatoria que implica la definición de fiabilidad es la duración del funcionamiento o duración de vida. La función de distribución sobre la duración de vida es la base de cuatro descriptores algebraicos equivalentes de la longevidad. Estos son $F(t)$, $f(t)$, la función de densidad y la función de riesgo. Cuando existe, la función de densidad, $f(t)$, se define como:

$$f(t) = \frac{d}{dt} F(t)$$

Función de densidad de probabilidades

De forma que proporciona una cuantificación de la dispersión de la más probabilística de la distribución de vida. Para construir la función de riesgo, consideremos una muestra de dispositivos que empiezan a funcionar al mismo tiempo, al que denominaremos $t = 0$. Si transcurrido algún tiempo observamos esta muestra, puede que algunos hayan fallado mientras que otros todavía funcionen¹.

Además de las funciones de distribución y de densidad de la variable aleatoria T , nos interesan otras funciones afines. Una es la función de confiabilidad y está dada por:

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Función de confiabilidad

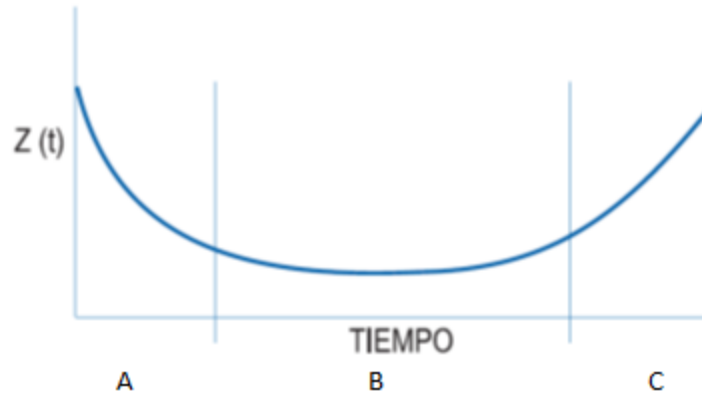
La función de tasa de fallas es una cantidad fundamental de la teoría de la confiabilidad pero, al igual que la función de densidad no tiene interpretación física, es una medida de la posibilidad de que una unidad que haya estado funcionando t unidades de tiempo falle en el próximo instante²;

$$r(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Función de tasa de fallas

1. *Análisis de la producción y las operaciones*, STEVEN NAHMIA, 6ª edición, pág. 573
2. *Fiabilidad, mantenibilidad y mantenimiento*, CARLOS PRIETO GARCIA 2008, pág. 18

La función de riesgo es una cantidad fundamental en el análisis de fiabilidad. Es bastante común que el comportamiento de fallos de dispositivos sea descrito en términos de sus funciones de riesgo. De hecho, la idea de la curva de la bañera forma la base conceptual para gran parte del estudio de fiabilidad. La idea de la curva de la bañera es que la función de riesgo para una muestra de dispositivos evoluciona como se muestra a continuación en la Figura siguiente¹.



Gráfica 1. Curva de la bañera

Podemos hablar de periodos presentados en la gráfica de la curva de la Bañera

Periodo A

- Periodo de mortalidad infantil
- Tasa de fallos decreciente
- Fallos de rodaje ajuste o montaje
- Propio de componentes de tecnología mecánica

Periodo B

- Fallos al azar
- Tasa de fallos constante
- Propios de componentes de tecnología eléctrica o electrónica.

Periodo C

- Fallos por desgaste o vejez
- Tasa de fallos creciente
- Presentados por fallos de componentes mecánicos y eléctricos.

5.2 Distribuciones de vida

En principio, se puede utilizar cualquier función de distribución para crear un modelo de duración de equipos. En la práctica, las funciones de distribución que tienen funciones de riesgo monotónicas parecen más realistas y, dentro de esta clase, existen unas pocas que son consideradas como aquellas que proporcionan los modelos más razonables de fiabilidad de dispositivos. La función de distribución que se utiliza más a menudo para modelar la fiabilidad es la distribución exponencial. Esta es un modelo de fiabilidad de dispositivos tan popular porque²:

- Es sencillo algebraicamente y por tanto tratable.
- Se considera representativo del intervalo de vida funcional del ciclo de vida del dispositivo. Seguidamente mostraremos 2 formas de distribuciones.

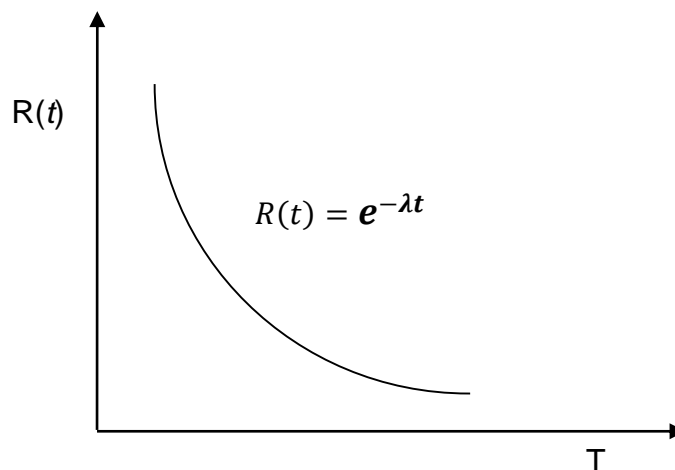
5.3 Distribución exponencial:

La distribución exponencial es la única distribución de probabilidad que tiene una función de riesgo constante. La expresión general de la exponencial es:

$$F(t) = 1 - \lambda e^{-\lambda t}$$

Distribución exponencial

Depende del único parámetro λ , que representa una tasa de ocurrencia.



Grafica 2. Distribución exponencial

5.4 Distribución de weibull:

La distribución Weibull se utiliza extensivamente en el desarrollo de modelos de fiabilidad. Tiene la ventaja de la flexibilidad a la hora de crear modelos de varios tipos de comportamiento de riesgo, y también es manejable algebraicamente. Además, como con cualquier distribución con dos parámetros, puede describir bastante bien muchas situaciones reales¹.

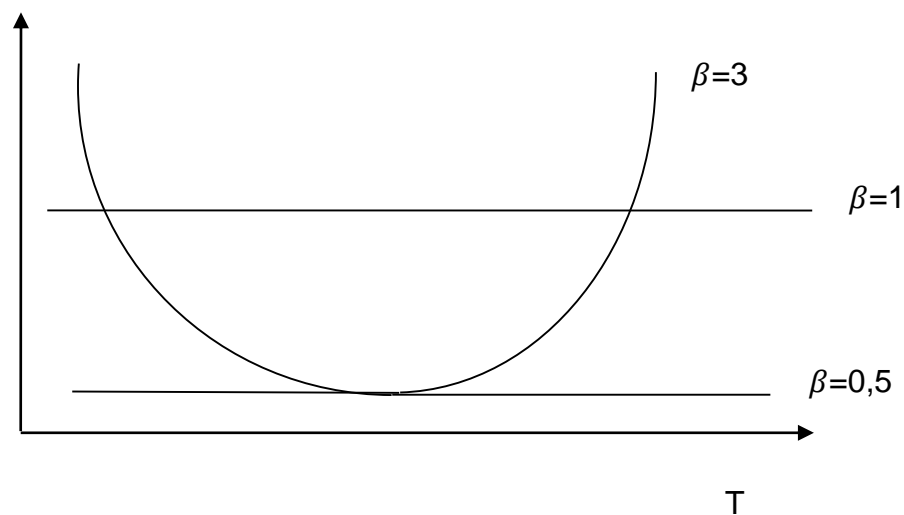
$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-r}{n}\right)^\beta}$$

Depende de varios parámetros como β , tal que $0 < \beta < 1$ corresponde a la vida de un artículo con tasas decrecientes de falla, y cuando $\beta > 1$ corresponde al tiempo de vida de un artículo con tasas crecientes de falla².

β : Parámetro de forma

r: Parámetro de posición

n: Parámetro de escala



Grafica 3. Distribución de weibull

1. *Análisis de la producción y las operaciones*, STEVEN NAHMIAS, 6ª edición, pág. 573
2. *Fiabilidad, mantenibilidad y mantenimiento*, CARLOS PRIETO GARCIA 2008, pág. 18

5.5 Fiabilidad en los sistemas

El funcionamiento, desde el punto de vista de la fiabilidad, de un sistema se representa mediante esquemas de bloques adecuadamente conectados, de forma que cada bloque representa un elemento o subsistema. Estos esquemas no corresponden con los esquemas funcionales de la instalación (No hay correspondencia con el despiece físico), sino que representan la dependencia lógica del acontecimiento "fallo del sistema"³.

Sistemas en serie

Un sistema en serie solo funciona si cada componente lo hace o está en operación si todos los componentes operan.



Figura 1. Sistema en serie

$$R(t) = R_1(t) * R_2(t) * R_3(t) * \dots R_n(t)$$

Si $\lambda(t)$ es constante entonces tenemos que:

$$MTBF_i = \frac{1}{\lambda_i} \text{ y } \lambda_s = \sum_1^n \lambda_i$$

Tiempo medio entre fallos y tasa de fallos

Sistemas en paralelo

Si los sistemas son redundantes y la redundancia existe, puede conseguirse una altísima fiabilidad con componentes de fiabilidad moderada. Un sistema en paralelo funciona si alguno de los componentes funciona³. Tenemos:

$$F(t) = 1 - R(t)$$

$$F(t) = F_1(t) * F_2(t) * F_3(t) * \dots F_n(t)$$

$$1 - R(t) = (1 - R_1(t)) * (1 - R_2(t)) * \dots (1 - R_n(t))$$

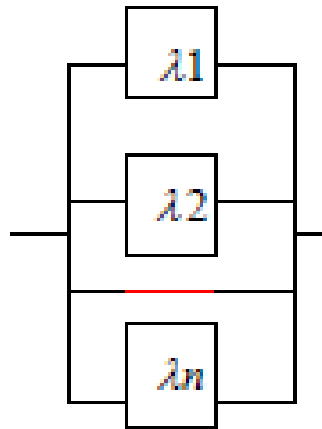


Figura 2. Sistema en paralelo

5.6 Mantenibilidad y disponibilidad

Son conceptos paralelos a la fiabilidad en cuanto son funciones de distribución de probabilidad. La mantenibilidad, probabilidad de ser reparado en un tiempo predeterminado, se refiere a la variabilidad de los tiempos de reparación. La disponibilidad, probabilidad de desarrollar la función requerida, se refiere a la probabilidad de que no haya tenido fallos en el tiempo t^4 .

Mantenibilidad
$$M(t) = \int_0^t m(t)dt$$

Tasa de reparación
$$\mu = \frac{m(t)}{1-M(t)}$$

Si μ es constante
$$\mu = 1/MTTR$$

Tiempo medio de reparación
$$MTTR = (\sum TTR)/n$$

Disponibilidad
$$D = \sum TBF / (\sum TBF + \sum TA)$$

La disponibilidad aumenta al aumentar la fiabilidad (disminuir la tasa de fallos λ) o al disminuir el tiempo medio de reparación (aumentar la tasa de reparación μ).

Si adoptamos, para simplificar, que el esquema de vida de una máquina consiste en una alternancia de "tiempos de buen funcionamiento" (TBF) y "tiempos de averías" (TA)⁵:

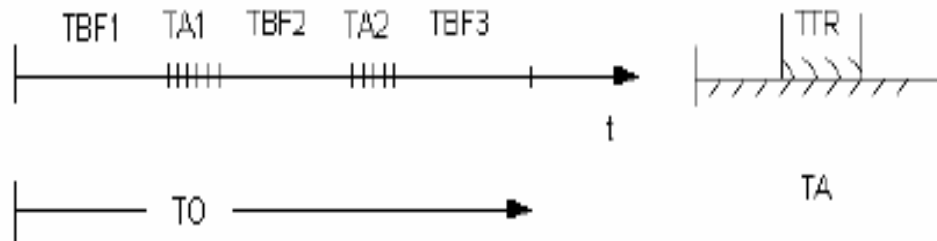


Figura 3. Tiempos de funcionamiento

Donde cada segmento tiene como significado:

- TBF: Tiempo entre fallos
- TA: Tiempo de parada
- TTR: Tiempo de reparación
- TO: Tiempo de operación
- n: Número de fallos en el periodo considerado.

6. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del programa de este mantenimiento preventivo basado en análisis de fiabilidad se debe tener en cuenta varios aspectos y procedimientos, además de un trabajo anterior realizado por operadores del sistema BHS. Inicialmente el trabajo comienza con la recopilación de toda la información obtenida en las bitácoras e informes diarios de Opain S.A sobre el funcionamiento del sistema BHS del aeropuerto el Dorado desde comienzos del año 2013 donde se muestra la operatividad del sistema con sus correspondientes correctivos, realizando una lista en hoja de cálculo tomando datos importante como fecha, hora de inicio, hora de finalización, línea afectada y tipo de daño. Esto lleva a pedir autorizaciones para el manejo de información y debida confidencialidad.

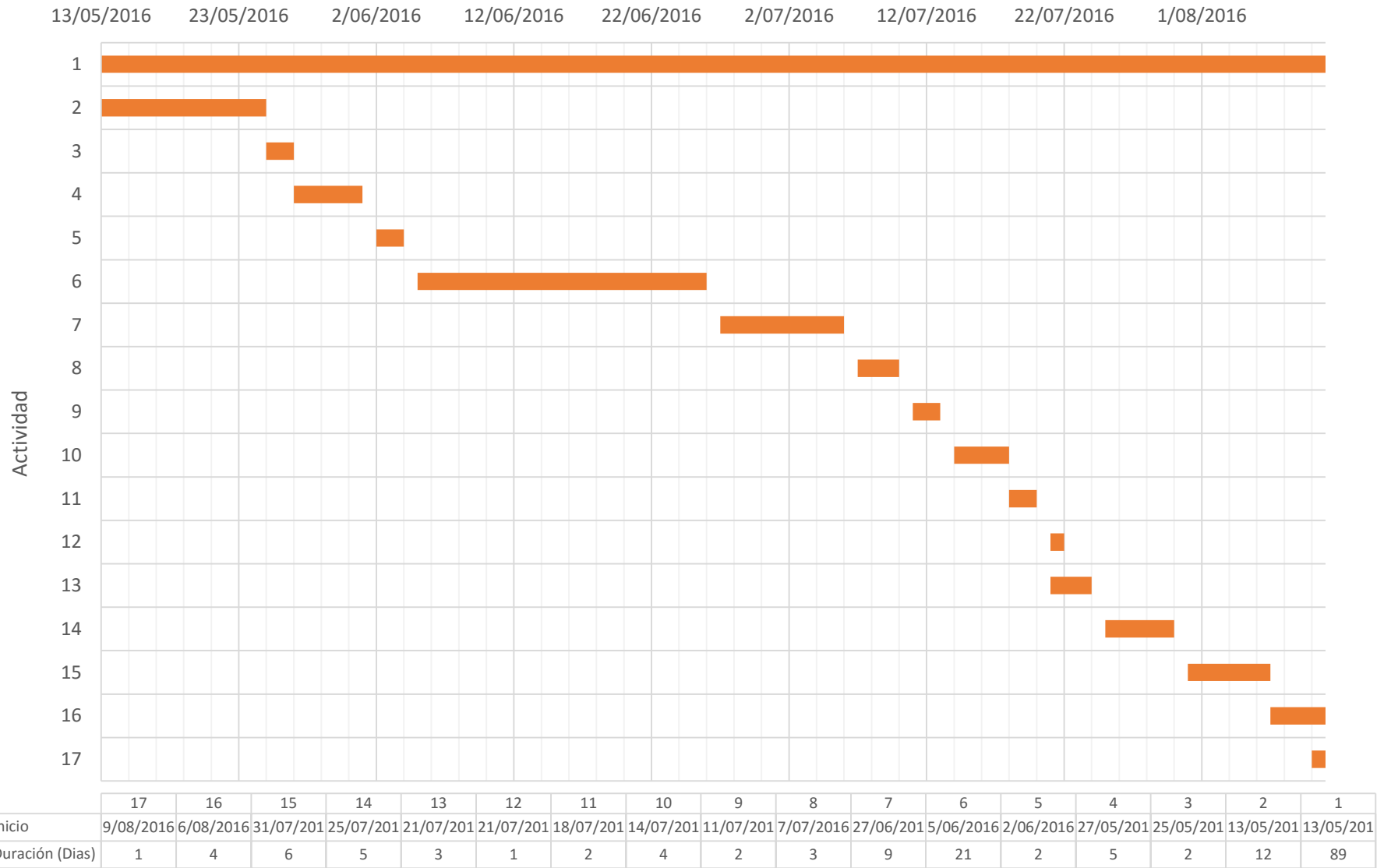
Seguidamente se realiza un análisis de todos los datos obtenidos anteriormente, dando inicialmente como deducciones los fallos comunes, cantidad de recurrencias y los tiempos de manejo. Ya con esta información organizada y datos establecidos se empieza a determinar y realizar los cálculos necesarios para efectuar el análisis de fiabilidad, los cuales nos servirá para concretar los criterios de estimación del programa de mantenimiento preventivo y opciones por lo cual podría encaminarse el desarrollo del trabajo.

Posteriormente continuamos con el planteamiento del programa de mantenimiento preventivo basándonos en los resultados obtenidos a partir del análisis de fiabilidad, lo cual será reformado cada vez que se avance en el sondeo del programa solución que permita más fiabilidad y disponibilidad del sistema. Además se realiza una evaluación del programa obtenido. Con todo esto se realiza el análisis y la conglomeración de todos los resultados y planteamientos para dar los resultados pedidos. Finalizando se realiza una verificación general para reducir la posibilidad de errores. Se efectúa con la entrega de las conclusiones y el programa de mantenimiento basado en análisis de fiabilidad a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y al Aeropuerto Internacional el Dorado de Bogotá.

7. CRONOGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES

Actividad	Nombre	Duración (Días)	Inicio	Terminación
1	Programa de mantenimiento preventivo basado en análisis de fiabilidad	82	20/05/2016	10/08/2016
2	Aprobación de viabilidad del proyecto	12	13/05/2016	25/05/2016
3	Radicación permisos de uso de información confidencial	2	25/05/2016	27/05/2016
4	Recopilación de la información	5	27/05/2016	1/06/2016
5	Análisis de la información técnica e histórica	2	2/06/2016	4/06/2016
6	Filtración de la información histórica	21	5/06/2016	26/06/2016
7	Cálculos de valores de fiabilidad.	9	27/06/2016	6/07/2016
8	Verificación de valores recurrentes y ocasionales	3	7/07/2016	10/07/2016
9	Creación de gráficas para interpretación	2	11/07/2016	13/07/2016
10	Análisis de resultados de fiabilidad	4	14/07/2016	18/07/2016
11	Tiempo adicional manejo de imprevistos o demoras	2	18/07/2016	20/07/2016
12	Concentración de la información de fiabilidad y del mantenimiento actual	1	21/07/2016	22/07/2016
13	Programa de mantenimiento preventivo	3	21/07/2016	24/07/2016
14	Mantenimiento preventivo general	5	25/07/2016	30/07/2016
15	Mantenimiento basado en resultados de fiabilidad	6	31/07/2016	6/08/2016
16	Conclusiones y documentación de cierre	4	6/08/2016	10/08/2016
17	Entrega de resultados a Universidad Distrital y Aeropuerto el Dorado	1	9/08/2016	10/08/2016

Diagrama de Gantt



Inicio ■ Duración (Días)

8. BIBLIOGRAFÍA

1. *Fiabilidad, mantenibilidad y mantenimiento*, CARLOS PRIETO GARCIA 2008, pág. 18
2. *Análisis de la producción y las operaciones*, STEVEN NAHMIAS, 6ª edición, pág. 573
3. *Fiabilidad y seguridad*, ANTONIO CREUS SOLE, 2a edición, año 2005
4. <https://sistemasmanufactura.wordpress.com/page/11/>, sesión 22, Análisis de fiabilidad
5. *Técnicas de mantenimiento industrial*, 2da edición, JUAN DÍAS NAVARRO, año 2010.
6. Inferencia estadística:
<http://sauce.pntic.mec.es/~jpeo0002/Archivos/PDF/T04.pdf>