



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

Autor:

Hernández Caiza José Mauricio

Tutor:

Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre – 2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **HERNÁNDEZ CAIZA JOSÉ MAURICIO** con cédula de ciudadanía No. **1724739766**, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, siendo el Ingeniero **PhD. MEDARDO ÁNGEL ULLOA ENRÍQUEZ**, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI** y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, es de mi exclusiva responsabilidad.

Atentamente;

Hernández Caiza José Mauricio

CI. 1724739766



AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”, de HERNÁNDEZ CAIZA JOSÉ MAURICIO, de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, septiembre 2020

Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

C.I: 100097032-5



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, el postulante: **HERNÁNDEZ CAIZA JOSÉ MAURICIO** con el título de Proyecto de titulación: **“OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, septiembre 2020

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Nombre: ING. MSC. RAUL ANDRANGO

CC: 171752625-3

Lector 2

Nombre: ING. MSC. ÁNGEL TELLO

CC: 050151855-9

Lector 3

Nombre: ING. MSC. HERNÁN NAVAS

CC: 050069554-9



AVAL DE LA EMPRESA

CERTIFICADO

En calidad de Gerente de Operaciones de la Empresa **DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF)**. A petición del interesado CERTIFICO que el Sr. Hernández Caiza José Mauricio, portador de la cedula de ciudadanía N° 1724739766 realizó el proyecto de Titulación respectivo con el tema **“OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, cumple con los requerimientos metodológicos y aporte que requiere la empresa para una mejora en su proceso y autorizo LA IMPLEMENTACIÓN de dicho proyecto en las instalaciones de la DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DEL ECUADOR (DIAF).

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para que el interesado pueda hacer uso para los fines que crea conveniente.

Atentamente:

Sr. TCRN. EMT. AVC. IVÁN OÑATE PIEDRA
GERENTE DE OPERACIONES DIAF

CC. 1708010549

Cel. 0958983809



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas de sus aulas y brindarme la oportunidad de desarrollarme profesional y personalmente, a mis amigos y compañeros que en la lejanía fueron mi segunda familia y a la empresa DIAF que me permitió el desarrollo del presente proyecto.

José



DEDICATORIA

A mi más grande fuente de inspiración mi madre por su amor y apoyo incondicional, a mis hermanos y hermanas por estar siempre presentes en los momentos difíciles.

José



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.

AUTOR: José Mauricio Hernández Caiza

RESUMEN

El presente proyecto investigativo se lo realizó en la sección de recepción de partes y repuestos de la empresa Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana DIAF de la ciudad de Latacunga, siendo la actividad económica principal de la DIAF el mantenimiento de aviones civiles y militares, para lo cual manejan gran cantidad de partes y repuestos de carácter aeronáutico, mismos que son receptados siguiendo exigencias de autoridades y compañías aeronáuticas. El objetivo principal del presente proyecto se centró en optimizar dicho proceso, ya que la empresa tenía un proceso generalizado y no específico, a causa de aquello se desconocía de un estándar de tiempo de las actividades y de la productividad en función a los recursos en mano de obra empleados, afectando en varias ocasiones al cumplimiento de la planificación del mantenimiento. En función de los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería industrial y con la guía del personal docente se ejecutó el presente trabajo de la mejor manera, utilizando principalmente las metodologías y técnicas de la ingeniería de métodos. En la primera fase se realizó un levantamiento del estado inicial del proceso cuyos resultados fueron representados en diagramas de proceso, de flujo y de recorrido; luego se realizó un estudio de tiempos en dicho estado, para determinar el estándar del tiempo y la producción; posteriormente se propuso un método mejorado, con reducción del tiempo estándar y con el aumento de la productividad. Quedando estandarizado el método mejorado en un manual de procedimientos para la recepción de partes y repuestos de la DIAF.

Palabras claves: Optimización de procesos, ingeniería de métodos, productividad, estudio de tiempos, manual de procedimientos.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
SCIENCES OF ENGINEERING AND APPLIED FACULTY

THEME: OPTIMIZATION IN THE PARTS RECEPTION PROCESS AND SPARE PARTS AT THE DIRECTION OF THE AERONAUTICAL INDUSTRY FROM ECUADORIAN AIR FORCE (DIAF) IN LATACUNGA CITY.

Author: José Mauricio Hernández Caiza

ABSTRACT

This researching project was carried out in the reception of parts section and spare parts of the enterprise Direction of the Aeronautical Industry from Ecuadorian Air Force DIAF in the Latacunga city, cause of DIAF main economic activity is the maintenance of civil and military aircrafts, for this reason they handle a great amount of parts and spare parts of aeronautical purpose, which ones are received following requirements of authorities and aeronautical companies. The main objective of this project focused in improving this process, cause of enterprise had a generalized but not specific process, for this reason, a standard time of activities and productivity was unknown according to the resources in labor employed, by affecting many times to the maintenance planning fulfillment. According to the acquired knowledge in the industrial engineering career and with the support of educational staff, the present research was made in the best way, by using the methodologies and techniques of methods engineering. In the first part was carried out a survey of the initial status of the process, which results were represented in flow and route diagrams process; then we made a time study in this state, to determine the standard time and productivity; next we purpose an improved method, with the reduction of standard time and with the increase of the productivity. The improved method was standardized in a procedure manual to the parts reception of parts and spare parts in DIAF.

KEYWORDS: Process optimization, method engineering, productivity, time study, procedure manual.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA APLICADAS: HERNÁNDEZ CAIZA JOSÉ MAURICIO**, cuyo título versa **“OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS EN LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA (DIAF) DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Septiembre del 2020

Atentamente,

Ing. Msc. DARWIN VALLEJO MOSQUERA
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 1802263549



ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE LA EMPRESA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
AVAL DE TRADUCCIÓN	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	5
4.1. Beneficiarios Directos	5
4.2. Beneficiarios Indirectos.....	6
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
6. OBJETIVOS.....	7
6.1. Objetivo General	7
6.2. Objetivos Específicos	7
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	8
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	9
8.1. Introducción	9
8.2. Optimización.....	9
8.3. Proceso	10
8.4. Proceso industrial.....	10



8.5. Elementos de un Proceso	11
8.6. Optimización de procesos.....	12
8.7. Diagrama de procesos	13
8.8. Diagrama de flujo.....	14
8.9. Diagrama de recorrido.....	15
8.10. Diseño del proceso	16
8.11. Ingeniería de métodos	17
8.12. Medición del trabajo.....	20
8.12.1. Procedimiento y técnicas para la medición del trabajo	21
8.13. Estudio de tiempos	21
8.13.1. Requerimiento del estudio de tiempos.	22
8.13.2. Número de observaciones (muestras).....	23
8.13.3. Tiempo de ciclo observado promedio	24
8.13.4. Tiempo normal.....	24
8.13.4.1. Sistema de calificación Westinghouse	25
8.13.5. Tiempo estándar	25
8.14. Productividad	26
8.15. Manual de procedimientos.....	27
8.15.1. Ventajas del manual de procedimientos	27
8.15.2. Requisitos formales de diseño de los manuales	28
9. HIPÓTESIS	29
9.1. Variable dependiente.....	29
9.2. Variable independiente.....	29
10. METODOLOGÍAS	29
10.1. Tipos de investigación.....	29
10.1.1. Investigación exploratoria.....	29
10.2. Métodos	29
10.2.1. Método Analítico.....	29
10.2.2. Método Inductivo	30
10.3. Técnicas	30
10.3.1. La entrevista.....	30
10.3.2. La observación directa.....	30
10.3.3. Estudio de tiempos.	31



10.4. Instrumentos.....	31
10.4.1. Diagrama de procesos.....	31
10.4.2. Diagrama de flujo.....	31
10.4.3. Diagrama de recorrido.....	31
10.4.5. Formas para el estudio de tiempos.....	32
10.4.6. Cronometro.....	32
10.4.7. Tablero de registro.....	32
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	33
11.1. Antecedentes de la empresa.....	33
11.1.1. Visión.....	33
11.1.2. Misión.....	33
11.2. Resultados obtenidos para el cumplimiento del primer objetivo.....	33
11.2.1. Descripción del proceso.....	33
11.2.2. Diagrama de procesos.....	45
11.2.3. Diagrama de flujo.....	48
11.2.4. Diagrama de recorrido.....	49
11.3. Resultados obtenidos en base al cumplimiento del objetivo 2.....	50
11.3.1. Número de muestras.....	50
11.3.2. Estudio de tiempos en las condiciones iniciales.....	51
11.3.2.1. Límites de control.....	51
11.3.2.2. Desviación estándar.....	51
11.3.2.3. Tiempo de ciclo observado promedio.....	54
11.3.2.4. Tiempo normal.....	54
11.3.2.4.1. Sistema de calificación Westinghouse (C).....	54
11.3.2.5. Tiempo estándar.....	56
11.3.3. Productividad en el estado inicial.....	59
11.4. Resultados obtenidos en base al objetivo 3.....	60
11.4.1. Mejoras aplicadas al proceso.....	60
11.4.1.1. Análisis del tiempo productivo.....	61
11.4.1.2. Análisis de cada actividad del proceso.....	61
11.4.2. Diagrama de proceso del método propuesto.....	65
11.4.3. Diagrama de flujo para el método propuesto.....	65
11.4.4. Diagrama de flujo para el método propuesto.....	65



11.4.5. Estudio de tiempos del proceso mejorado	65
11.4.6. Productividad del método propuesto.	68
11.4.7. Análisis de los resultados obtenidos al inicio y al final del proyecto.....	68
11.4.8. Manual de procedimientos.....	69
11.4.9. Respuesta referente a la hipótesis.....	72
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	72
12.1. Impactos técnicos.	73
12.2. Impacto social.	73
12.3. Impacto ambiental.	73
12.4. Impacto económico	73
13. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO	74
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
14.1. Conclusiones	75
14.2. Recomendaciones.....	75
15. BIBLIOGRAFÍA	77
16. ANEXOS.....	81
Anexo I: Hoja de vida del tutor del proyecto investigativo	81
Anexo II: Hoja de vida del autor del proyecto investigativo.	82
Anexo III: Tablas de calificación del sistema Westinghouse.....	83
Anexo IV: Diagrama de proceso del método propuesto	84
Anexo V: Diagrama de flujo del método propuesto.	85
Anexo VI: Diagrama de recorrido del método propuesto.	86
Anexo VII: Tabla de muestras de los tiempos para el método propuesto.....	87
Anexo VIII: Límites de control desviación estándar del método propuesto.	88
Anexo IX: Muestras dentro de los límites de control (método propuesto).	89
Anexo X: Tabla de designación de suplementos por actividad para el método propuesto.....	90
Anexo XI: Manual de procedimiento.....	91



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos	6
Tabla 2. Actividades a realizar para cada uno de los objetivos.	8
Figura 2: Diagrama de procesos y su simbología.	14
Tabla 3: Número recomendado de ciclos de observación.	24
Tabla 5: Sistema de suplementos o tolerancias por descanso.	26
Tabla 6: Resumen de actividades del proceso.	46
Tabla 7: Diagrama de proceso de las condiciones iniciales	47
Tabla 8: Tiempos de las actividades del proceso.	50
Tabla 9: Límites de control y desviación estándar	52
Tabla 10: Muestras dentro de los límites de control.	53
Tabla 11: Sistema de calificación Westinghouse.	55
Tabla 12: Sistema de calificación Westinghouse.	55
Tabla 13: Calificación del ritmo de trabajo.	56
Tabla 14: Suplementos asignados.	57
Tabla 15: Estudio de tiempos en las condiciones iniciales	58
Tabla 16: Determinación del tiempo productivo e improductivo.	59
Tabla 17: Resumen de actividades del proceso mejorado.	64
Tabla 18: Comparación del número de actividades de los métodos inicial y mejorado	64
Tabla 19: Estudio de tiempos del método propuesto.	67
Tabla 20: Tiempo productivo del método propuesto	68
Tabla 21: Resumen de los resultados obtenidos.	69
Tabla 22: Presupuesto para la ejecución del proyecto.	74



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico básico de proceso.	11
Figura 3: Simbología ISO 9000 para elaborar diagramas de flujo.	14
Figura 4: Oportunidades de ahorros a través de la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.	18
Figura 5: Principales etapas de un programa de ingeniería de métodos.	19
Figura 6: Estudio del trabajo.	20
Figura 7: Etapas básicas para la medición del trabajo	21
Figura 8: Técnicas para la medición del trabajo.	21
Figura 9: Etapa preliminar.	34
Figura 10: Recepción de partes.	35
Figura 11: Revisión del embalaje.	35
Figura 12: Llenado de la DIAF CL 04.	36
Figura 13: Documento DIAF CL 04.	37
Figura 13: Packing list.	38
Figura 14: Empaque abierto.	38
Figura 15: Trazabilidad.	39
Figura 16: Revisión de la trazabilidad.	39
Figura 17: Copias de la trazabilidad.	40
Figura 18: Material fuera del empaque.	41
Figura 19: Verificación de P/N.	41
Figura 20: Verificación de S/N y P/N.	42
Figura 21: Material guardado en el empaque.	42
Figura 22: Empaque numerado.	43
Figura 23: DIAF FORM PA 003	43
Figura 24: DIAF FORM PA 012.	44
Figura 25: Impresión de documentos.	44
Figura 26: Entrega de la documentación al técnico de bodega.	45
Figura 29: Diagrama de flujo.	48
Figura 30: Diagrama de recorrido.	49
Figura 31: Portada del manual de procedimientos.	70
Figura 32: Formato para el registro de revisiones.	71



Figura 33: Formato del encabezado 72

Figura 34: Formato del pie de página 72



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo del tiempo de ciclo promedio.	24
Ecuación 2: Para encontrar el tiempo normal.	25
Ecuación 3: Cálculo del tiempo estándar.	25
Ecuación 4: Cálculo de la productividad	27
Ecuación 5: Ecuación de la desviación estándar.	51
Ecuación 6: Cálculo de la productividad.....	60

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

Optimización en el proceso de recepción de partes y repuestos en la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (DIAF) de la ciudad de Latacunga.

Fecha de inicio:

Mayo 2020

Fecha de finalización:

Septiembre 2020

Lugar de ejecución:

La propuesta se implementará en la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (DIAF) ubicada en el Aeropuerto Internacional Cotopaxi de la ciudad de Latacunga en la provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial.

Proyecto de investigación vinculado:

No aplica a ningún proyecto vigente.

Equipo de trabajo:

Ing. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez / Tutor del proyecto investigativo

Hoja de vida, ver **Anexo I.**

Hernández Caiza José Mauricio/Autor del proyecto investigativo

Hoja de vida, ver **Anexo II.**

Área de Conocimiento:

El proyecto investigativo se basa en la nomenclatura de la UNESCO mostrada a continuación:

33 Ciencias tecnológicas

3310 Tecnología Industrial

3310.03 Procesos Industriales

3310.07 Estudio de Tiempos y movimientos

53 Ciencias Económicas

5311 Organización y dirección de empresas

5311.03 Estudios Industriales

5311.08 Niveles Óptimos de Producción

5311.09 Organización de la Producción. (Acosta, 2015)

Objetivos del Plan Toda una Vida:

La investigación se vincula con el objetivo N° 5 de Plan Nacional del Desarrollo “Toda una Vida” que define “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria”.

- Línea 5.4 Incrementar la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica. (Senplades, 2017-2021)

Línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi:

Se relaciona con la cuarta línea “Procesos Industriales”. (*Universidad Técnica de Cotopaxi > INVESTIGACIÓN > Líneas Investigación, 2015-2020*)

Sub líneas de investigación de la Carrera:

La sub línea a la cual se apega el proyecto corresponde a Calidad, diseño de procesos productivos e ingeniería de métodos. (*Universidad Técnica de Cotopaxi > INVESTIGACIÓN > Líneas Investigación, 2015-2020*)

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La actividad económica de la DIAF está dirigida principalmente al mantenimiento mayor de aeronaves comerciales y militares. Los trabajos de mantenimiento aeronáutico requieren tareas y pasos específicos, material y equipos especiales. Para satisfacer las necesidades de dichos trabajos la DIAF en su departamento logístico cuenta con el área de recepción de partes y repuestos.

Es oportuno mencionar que la DIAF no tiene estudios previos donde se haya establecido un estándar de tiempos de acuerdo a su realidad actual, ni un control de las actividades realizadas por el personal inmerso en el mantenimiento de las aeronaves; es por ello que se aplicará una metodología exploratoria para el desarrollo del presente proyecto.

Para la recolección y análisis de los datos, será necesaria la aplicación de los métodos (Analítico e inductivo), técnicas (entrevista y observación) e instrumentos (registros, fotografías, formas etc.).

Aplicando los conocimientos adquiridos en las aulas de clases se diseñarán los instrumentos para la recolección de la información. Dicha información será necesaria para medir y evaluar el trabajo dentro de la empresa.

En primera estancia se identificarán las actividades del técnico inmerso en el área de recepción de partes y repuestos de la DIAF, luego se medirá el tiempo de cada actividad con las herramientas (formas, cámara, cronometro, computadores, tablero, bolígrafos, etc.) respectivas para dicha actividad.

Para saber cómo se encuentran las condiciones actuales del trabajo se describirán las actividades en diagramas de flujo, de proceso, de recorrido, etc. Los datos de los tiempos medidos se procesarán y analizarán calculando los tiempos normales, y estándar; además se obtendrá la productividad.

Una vez analizados e interpretados los datos, en concordancia con el personal de la empresa y con la aplicación de los conocimientos adquiridos en las aulas de clases se procederá a la toma

de decisiones para la mejora y optimización del proceso, eliminando actividades innecesarias (recorridos, demoras, tiempos ociosos, etc.).

Ya eliminadas dichas actividades se graficarán nuevamente los diferentes diagramas (de flujo, recorrido y proceso.) y se calcularán los nuevos tiempos normales y estándar y la productividad. Para compararlos con los datos obtenidos al principio de la investigación, finalmente se elaborará un manual de procedimientos de trabajo estandarizado para el área de recepción de partes y repuestos de la DIAF.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Se dice y es comprobado que el transporte más seguro es el avión, debido a los altos protocolos y estándares de calidad establecidos por los diferentes entes regulatorios a nivel mundial que rigen a la industria aeronáutica en todas sus estancias. La DIAF no está exenta de dichos protocolos. La logística es un tema de vital importancia dentro del mantenimiento aeronáutico ya que todo componente, parte, repuesto, material, herramienta por más insignificante que parezca deben seguir y cumplir con estrictas normas de calidad y seguridad que garanticen la aeronavegabilidad de un avión.

Por lo descrito anteriormente el departamento logístico de la DIAF se subdivide en áreas, tales como, bodega de herramientas, bodega de materiales y herramientas condenadas, bodega de cuarentena para partes, repuesto y materiales, recepción de partes y repuestos. Una de las áreas más críticas y donde generalmente se presentan demoras, las cuales afectan a toda la planificación del mantenimiento de una aeronave es la de recepción de partes y repuestos.

Anteriormente se había mencionado la falta de estudios previos en la empresa donde se haya establecido un estándar de tiempos de acuerdo a su realidad actual, es por ello que se realizará dicho estudio, el cual servirá como base para optimizar el proceso en el área de recepción de partes y repuestos. Con el desarrollo del presente trabajo y en todas sus fases se podrá identificar las causas de las demoras, para posteriormente proponer soluciones para la problemática.

Los inconvenientes identificados dentro de la planificación de mantenimiento de una aeronave han traído consigo consecuencias negativas para toda la empresa, generando pérdidas de

recursos, entregas a destiempo e inconformidades con el cliente. Siendo uno de los principales causantes la demora en la recepción de las partes y repuestos.

Por tales razones es necesaria la aplicación de la presente investigación ya que se evaluará cada actividad que se realiza en el proceso de recepción de partes y repuestos de la DIAF. Además que se tendrán establecidos los tiempos reales utilizados en las diferentes tareas que competen a dicha área.

El principal eje de la Ingeniería Industrial es la productividad, es por ello que, los conocimientos adquiridos en las aulas de clase son vitales para desarrollar de la manera más adecuada el presente trabajo, ya que principalmente se aplicará un estudio de tiempos, impartidos en la cátedra de ingeniería de métodos; además que será necesaria la elaboración de diagramas de proceso, de flujo, de recorrido, entre otros. También será necesario saber la productividad al principio y luego de aplicar las mejoras al proceso. Temas que fueron tratados en varias asignaturas, como lo son: Administración de la producción, calidad, localización y diseño de plantas industriales, etc.

Por todo lo expuesto anteriormente, el desarrollo de la presente investigación facilitará la toma de decisiones para la mejora del proceso en la recepción de partes y repuestos, y se logrará optimizar los recursos de la empresa.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos

Son considerados como beneficiarios directos a todos los trabajadores de la OMA DIAF. En la tabla 1 se muestran detallados los números tanto del personal militar y del personal de servidores públicos.

Tabla 1. Beneficiarios directos

ÁREA	OFICIALES	AEROTÉCNICOS	SP/TP. FAE	SP/TP. DIAF	SER. PROF.	TOTAL
MANTENIMIENTO	1	35	2	21	22	81
ADMINISTRATIVA	4	7	2	16	13	42
TOTAL	5	42	4	37	35	123

Elaborado por: José Hernández

4.2. Beneficiarios Indirectos

Son los clientes de las diversas compañías de servicio de transporte aéreo civil y militar, nacionales e internacionales para los cuales la DIAF posee las certificaciones, habilitaciones y capacidades para su flota de aeronaves. También están los proveedores de partes y repuestos principalmente la BOEING COMPANY.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La DIAF es una entidad de derecho público, adscrita a la Fuerza Aérea Ecuatoriana, con independencia jurídica, operativa, económica, financiera y administrativa, dedicada al desarrollo aeronáutico, mantenimiento, electrónica, aviónica, ingeniería e investigación aplicada a producción de bienes y servicios aeronáuticos, construcción de elementos necesarios para la industria y provisión de partes y repuestos integrando la más alta calidad con tecnología de punta en todo servicio que brinda, por esta razón maneja un gran prestigio a nivel nacional e internacional en el mercado de mantenimiento aeronáutico, respaldando su gestión y trabajo con las certificaciones DGAC y FAA.

En los últimos años el índice de los tiempos estimados por el fabricante para el mantenimiento de una aeronave dentro del programa de mantenimiento (MPD) se ha visto afectado de forma notoria en la DIAF, debido a que el personal que labora en la sección de mantenimiento presenta inconvenientes al culminar la tarea encomendada dentro del tiempo planificado. Se ha detectado que hay tiempos muertos e improductivos de consideración (hasta 40 minutos aproximadamente) al momento que el técnico se dirige a retirar algún componente, parte o repuesto en la bodega de entrega de dichos materiales.

Esto se debe principalmente al proceso de recepción de partes y repuestos, ya que varias de las

actividades que se identificaron en estudios previos son repetitivas e innecesarias, las tareas para los técnicos de dicha aérea no están distribuidas de manera adecuada teniendo como efecto pérdidas considerables de carácter económico, la cual afecta la estabilidad y bienestar de toda la organización e inconformidades con los clientes por destiempo en la entrega del trabajo.

Dichos aspectos negativos son originados por no contar con un proceso optimizado y estandarizado en la recepción de partes y repuestos teniendo una productividad baja en varios de los proyectos.

Por todo lo antes mencionado es claro que la DIAF presenta dificultades en el control de tiempos en las actividades realizadas por el personal que labora en el área de partes y repuestos, los efectos negativos de aquello generan una reacción en cadena que afecta a todos los niveles de la organización.

¿Cómo mejorar el proceso en la recepción de partes y repuestos de la DIAF?

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Optimizar el proceso de recepción de partes y repuestos en la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Área Ecuatoriana (DIAF), para el mejoramiento de la planificación de mantenimiento.

6.2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento de información detallado de las actividades en la recepción de partes y repuestos en las condiciones actuales.
- Aplicar métodos y técnicas de optimización para el mejoramiento del proceso.
- Estandarizar las actividades de recepción de partes y repuestos para el mejoramiento de la planificación de mantenimiento.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

La tabla 2 indica las actividades necesarias que darán cumplimiento a los objetivos específicos y finalmente la consecución del objetivo general del presente trabajo.

Tabla 2. Actividades a realizar para cada uno de los objetivos.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Realizar un levantamiento de información detallado de las actividades en la recepción de partes y repuestos para la determinación de las condiciones actuales del proceso.	- Identificación de las actividades para la realización de diagramas.	Establecimiento de condiciones actuales del proceso.	- Diagrama de procesos. - Diagrama de flujo. - Diagrama de recorrido.
Aplicar métodos y técnicas de optimización para el mejoramiento del proceso	- Aplicación del estudio de tiempos.	- Forma de tiempos cronometrados de cada actividad. - Tiempo estándar, y productividad en condiciones iniciales.	- Forma de los tiempos cronometrados. - Estudio de tiempos en las condiciones iniciales.
Estandarizar las actividades de recepción de partes y repuestos para el mejoramiento de la planificación de mantenimiento.	- Estudio de tiempos de las condiciones mejoradas, determinando el tiempo estándar. - Realización del manual de procedimientos.	- Proceso mejorado y estandarizado.	- Tabla de resultados de estudio de tiempos. - Manual de procedimiento de actividades para el área de recepción de partes y repuestos.

Elaborado por: José Hernández.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. Introducción

La fundamentación científica técnica se desarrolla en base a información bibliográfica puntual y actual de varios Autor, dicha información será la guía para el desarrollo práctico de la investigación. La optimización aplicada a un proceso industrial significa mejorar dicho proceso en todas sus fases aplicando los métodos y las herramientas adecuadas y aplicables a determinada industria, para poder hacer un levantamiento de información de un proceso se disponen de herramientas como diagramas de proceso, flujo y recorrido donde se ilustran, mediante simbologías la secuencia de las actividades de los procesos (operación, transporte, inspección, demora, almacenamiento). Con el levantamiento de la información se puede diseñar un nuevo proceso mejorado y eficiente, tomando en consideración los recursos disponibles de la empresa. La ingeniería de métodos es de gran aplicabilidad para la optimización de los procesos, ya que provee de técnicas y herramientas para aumentar la productividad, como lo es la medición del trabajo con un estudio de tiempos, que aplicado de manera correcta ayuda a determinar el tiempo de ciclo, normal y estándar para todo el proceso, una vez optimizado el proceso la empresa tendrá que estandarizarlo en un manual de procedimientos haciendo constatar quien debe hacerlo, cuando, donde y como se debe hacer, que recursos se deben utilizarse, etc.

8.2. Optimización

Una vez analizadas las diferentes fuentes bibliográficas se dice que, la optimización consiste en la selección de una alternativa mejor, en algún sentido, que las demás alternativas posibles. (Ramos, 2010, pág. 5);

Otro autor menciona a la optimización como el análisis detallado de las actividades que integran al proceso, con el fin de buscar las condiciones, los medios y la mejor ruta, para lograr el máximo rendimiento, y la mejor utilización de los recursos, y así cumplir con los objetivos establecidos. (Granizo, 2018, pág 11)

En consecuencia se entiende que optimización es sinónimo de mejorar, dentro de una empresa

optimizar es reducir al máximo los costos de producción manteniendo un estándar en todos sus procesos.

8.3. Proceso

Campos menciona que, proceso es la secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. (Campos, 2020, pág. 18).

Otros Autor dicen que un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Por tanto, este concepto sugiere que los resultados se pueden lograr de forma más eficiente cuando las actividades se ven relacionadas entre sí, tomando en cuenta que se van a transformar entradas en salidas y que en esta transformación se debe aportar valor. (C. Gutiérrez & Almendáres, 2016, pág. 16).

Partiendo de las definiciones anteriores queda claro que el proceso consiste básicamente y esencialmente en transformar entradas (materia prima, recursos) en salidas (bienes o servicios) que satisfagan alguna necesidad.

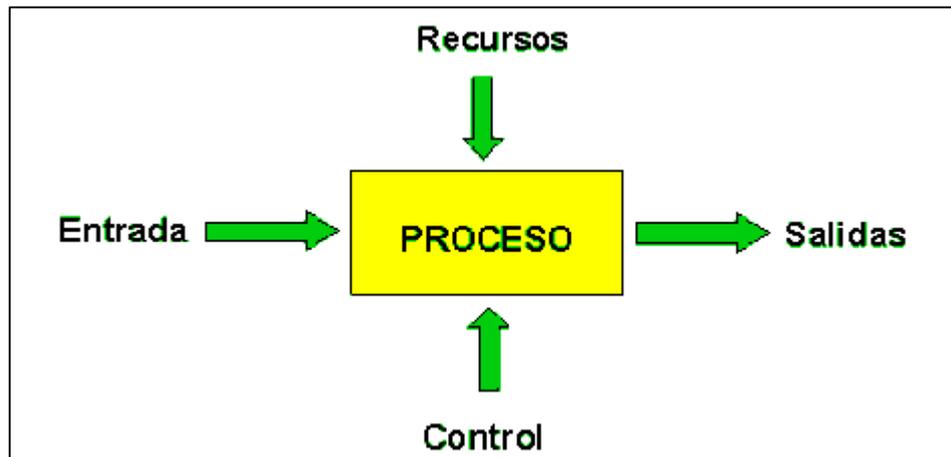
8.4. Proceso industrial

Mediante el análisis de las definiciones de proceso industrial, se manifiesta que un proceso industrial o proceso de fabricación es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las materias primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética. Para la obtención de un determinado producto serán necesarias una multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina/herramienta. (Campos, 2020, pág. 18).

De la definición anterior se entiende que un proceso industrial involucra a todas las actividades desde la obtención de materias primas hasta la fabricación final de un bien o servicio que

satisfaga una necesidad.

Figura 1: Gráfico básico de proceso.



Fuente: (Calidad ISO 9001, 2013).

8.5. Elementos de un Proceso

Un proceso está constituido por una serie de elementos, que a continuación se los describe a cada uno de ellos.

- **Entradas (inputs):** “insumo” que responda al estándar o criterio de aceptación definido y que proviene de un proveedor (interno o externo).
- **Salidas (outputs):** “producto” que representa algo de valor para el cliente interno y externo.
- **Recursos y estructuras:** máquinas, materiales, personas, especificaciones, procedimientos, otros, para transformar el insumo de la entrada.
- **Límites:** condiciones de frontera y conexiones con otros procesos claros y definidos.
- **Retroalimentación:** la retroacción o retroalimentación (feedback), es el retorno o entrada de insumos en el proceso, si es que ésta es positiva, agiliza e incrementa sus operaciones y en consecuencia produce más salidas o resultados. La retroalimentación puede volverse negativa cuando la acción del proceso es exagerada y va más allá de lo necesario, es negativa porque impide la entrada de insumos y frena y reduce sus operaciones y por consiguiente

produce menos salidas o resultados.

- **Dueño del proceso:** responsable, persona que asume la responsabilidad de la eficacia y eficiencia del proceso.
- **Proveedor:** “organización o persona que proporciona un producto. Ejemplo: productor, distribuidor, minorista o vendedor de un producto, o prestador de un servicio o información”. Un proveedor puede ser interno o externo a la organización. En una situación contractual el proveedor puede denominarse “contratista”.
- **Clientes:** “organización o persona que recibe un producto. Ejemplo: consumidor, usuario final, minorista, beneficiario y comprador”. El cliente puede ser interno o externo a la organización. (Gutiérrez & Almendáres, 2016).

8.6. Optimización de procesos

Unificando las definiciones de optimización y procesos se manifiesta que Un proceso es toda actividad que absorbe una entrada, agregando valor a la misma, y crea una salida para un cliente interno o externo. Para ello, durante este proceso se requiere unos recursos, con la intención de fundar unos definitivos resultados. Para ello, es transcendental aumentar ese valor a la actividad. Es aquí donde se introduce a la optimización de procesos, la forma en la que los recursos que se invierte son los más eficientes posibles. (Gualpa, 2019).

Haciendo énfasis en el desarrollo del presente proyecto se tiene que Optimización de Procesos de Trabajo es una de las partes componentes del Estudio del Trabajo junto con la Medición de Tiempos. En su aplicación se requieren los siguientes pasos: en primer lugar, se selecciona el proceso de trabajo objeto de mejora y se registra mediante alguno de los diagramas existentes al respecto. A continuación, se analiza críticamente el sistema actual de trabajo aplicando lo que se denomina Técnica del Interrogatorio, conjunto de preguntas cuyo objetivo no es otro que encontrar los fallos del proceso actual indagando en el cuándo, cómo, quién, qué y por qué de las acciones actuales. Una vez detectadas las ineficiencias del proceso se procede a desarrollar otro sistema de trabajo que mejore al anterior. Y esta mejora debe ser vista desde diferentes perspectivas. (Rodríguez, 2011, pág. 225)

Optimizar un proceso industrial significa mejorarlo utilizando o asignando todos los recursos que intervienen en el de la manera más excelente posible. La optimización está orientada hacia dos metas fundamentales:

- Maximizar ganancias y minimizar costos.
- Producir más y mejor a un costo menor. (Salamanca, 2018, pág. 24).

La optimización de procesos industriales es el esfuerzo de la organización destinado a garantizar:

- El aumento máximo de la productividad.
- El aumento máximo de la seguridad.
- La reducción de los costos de operación.

El objetivo es mantener los niveles de productividad y eficiencia lo más alto posible. (Castro, 2018, pág. 11).

En resumen se puede decir que para la optimización de los procesos es necesario un levantamiento de las actividades en un estado inicial luego se aplicaran métodos y técnicas de la ingeniería de métodos para la optimización de procesos (diagramas de proceso, recorrido, estudio de tiempos, etc.). Y finalmente se podrá diseñar un proceso estandarizado.

8.7. Diagrama de procesos

Indagando documentación referente al diagrama de procesos se dice que Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda la secuencia de actividades, dentro de un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza incluye; además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. (Vera, 2012); otros Autor lo definen como la Representación gráfica de un proceso de manufactura. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 550).

La finalidad de hacer un diagrama de procesos es resumir y entender la secuencia de las actividades de un proceso; además, se pueden descubrir actividades improductivas ocultas.

Figura 2: Diagrama de procesos y su simbología.

Método actual <input checked="" type="checkbox"/>		DIAGRAMA DEL PROCESO		Método propuesto <input type="checkbox"/>	
CONTENIDO DEL DIAGRAMA <u>Proceso de ensamble de hamburguesa</u>			FECHA <u>1/1/03</u>		
			ELABORADO POR <u>KH</u>		
			DIAGRAMA NÚM. <u>1</u>		
DEPARTAMENTO _____			HOJA NÚM. <u>1</u> DE <u>1</u>		
DISTAN- CIA EN PIES	TIEMPO EN MINUTOS	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
	—	○ → □ ▽	<i>Croquetas de carne almacenadas</i>		
1.5	.05	○ → □ ▽	<i>Transferir a la parrilla</i>		
	2.50	○ → □ ▽	<i>Parrilla</i>		
	.05	○ → □ ▽	<i>Inspección visual</i>		
1.0	.05	○ → □ ▽	<i>Transferir al anaquel</i>		
	.15	○ → □ ▽	<i>Almacenamiento temporal</i>		
.5	.10	○ → □ ▽	<i>Obtener bollos, lechuga, etc.</i>		
	.20	○ → □ ▽	<i>Ensamblar el pedido</i>		
.5	.05	○ → □ ▽	<i>Colocar en el anaquel final</i>		
3.5	3.15	2 4 1 - 2	TOTALES		
Tiempo con valor agregado = Tiempo de operación / tiempo total = (2.50+.20)/3.15 = 85.7%					
○ = operación; → = transporte; □ = inspección; ▽ = demora; ▽ = almacenamiento.					

Fuente: (Render & Heizer, 2007).

8.8. Diagrama de flujo

Uno de los Autor investigados menciona que un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso. El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones de interdepartamentales. Facilita también la selección de indicadores de proceso. (Suquilanda, 2016, pág. 25).

En dicho diagrama se puede verificar el flujo secuencial de las actividades ya que a cada actividad se une con flechas que indican la dirección del proceso.

Figura 3: Simbología ISO 9000 para elaborar diagramas de flujo.

SÍMBOLO	REPRESENTA
	Operaciones. Fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección y medición. Representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y producto.
	Operación e inspección. Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	Transportación. Indica el movimiento de personas, material o equipo.
	Demora. Indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.
	Decisión. Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción.
	Entrada de bienes. Productos o material que ingresan al proceso.
	Almacenamiento. Depósito y/o resguardo de información o productos.

Fuente: (Vivas, 2008).

8.9. Diagrama de recorrido

En referencia al diagrama de recorrido se lo define como la representación gráfica del flujo del proceso en el plano de la bodega, planta de producción o en general del lugar en donde se desarrolla alguna actividad. Este diagrama en general muestra las distancias específicas que se deben recorrer para realizar una determinada actividad. En el diagrama se deben incluir componentes arquitectónicos tales como paredes, puertas, maquinaria además de los lugares y elementos que en general sean relevantes en la realización de la actividad que se esté analizando. (Cardona, 2011, pág.7).

De la definición anterior se deduce que el diagrama de recorrido tiene estrecha relación con el diagrama de flujo ya que la simbología de las actividades es la misma con la característica de que al diagrama de recorrido se lo grafica en el plano de la planta incluyendo principalmente las medidas de las distancias que se desplaza durante todo el proceso.

8.10. Diseño del proceso

Para la optimización de procesos es necesario diseñar un nuevo proceso, una de las fuentes investigadas menciona que, el diseño del proceso es una de las decisiones más importantes que los administradores de operaciones toman están aquellas que se relacionan con el diseño y el mejoramiento de los procesos para la producción de bienes y servicios. Tales decisiones incluyen la elección del proceso y de la tecnología, el análisis de los flujos a través de las operaciones y el valor asociado que se añade en las operaciones. Estos temas dan fundamento y unifican la parte dos: primero, la idea de diseñar y mejorar un proceso para optimizar los flujos de materiales, los clientes y la información; segundo: la idea de eliminar el desperdicio en el diseño del proceso. Estos principios pueden emplearse para diseñar y administrar un proceso que no sólo sea eficiente sino que proporcione valor para los clientes. (Schroeder., 2011, pág. 59).

Otro de los Autor consultados explica que El diseño del proceso incluye seleccionar la tecnología apropiada, medir el proceso en el tiempo, determinar el papel del inventario en el proceso y ubicar el proceso. Entre las decisiones de infraestructura se encuentra la lógica de los sistemas de planeación y control, métodos de aseguramiento y control de calidad, estructura de pago por el trabajo, y organización de las funciones de operaciones y cadena de suministro. Puede pensarse en las capacidades de operaciones de una empresa como una cartera de valores adaptable a las cambiantes necesidades del producto y/o servicio para los clientes. (Chase & Jacobs, 2014, pág. 24).

Además; es importante saber que El diseño del proceso está dirigido a generar productos de alta calidad. El problema consiste en que cada una de estas metas individuales puede estar optimizando un objetivo diferente. El resultado es una compleja estructura de la planta en la que la dirección y la mano de obra asumen posiciones contrarias. (Nahmias, 2019, pág. 11).

8.10.1. Selección del proceso

En un breve resumen una de las fuentes consultadas menciona que, entre los procesos, cuatro factores parecen influir en la selección del proceso:

- Condiciones de mercado.
- Necesidades de capital.
- Mano de obra.
- Tecnología.

Otro fragmento clave e importante consultado dice que Las opciones de selección de procesos afectan a todas las partes de la empresa, son decisiones estratégicas que determinan las capacidades futuras de la compañía y que, por lo tanto, involucran a todas las áreas funcionales junto con la administración en general. Con una coordinación interfuncional adecuada, los procesos seleccionados pueden ofrecer una ventaja competitiva a la organización y serán apoyados por todas las áreas funcionales. (Schroeder., 2011, pág. 79).

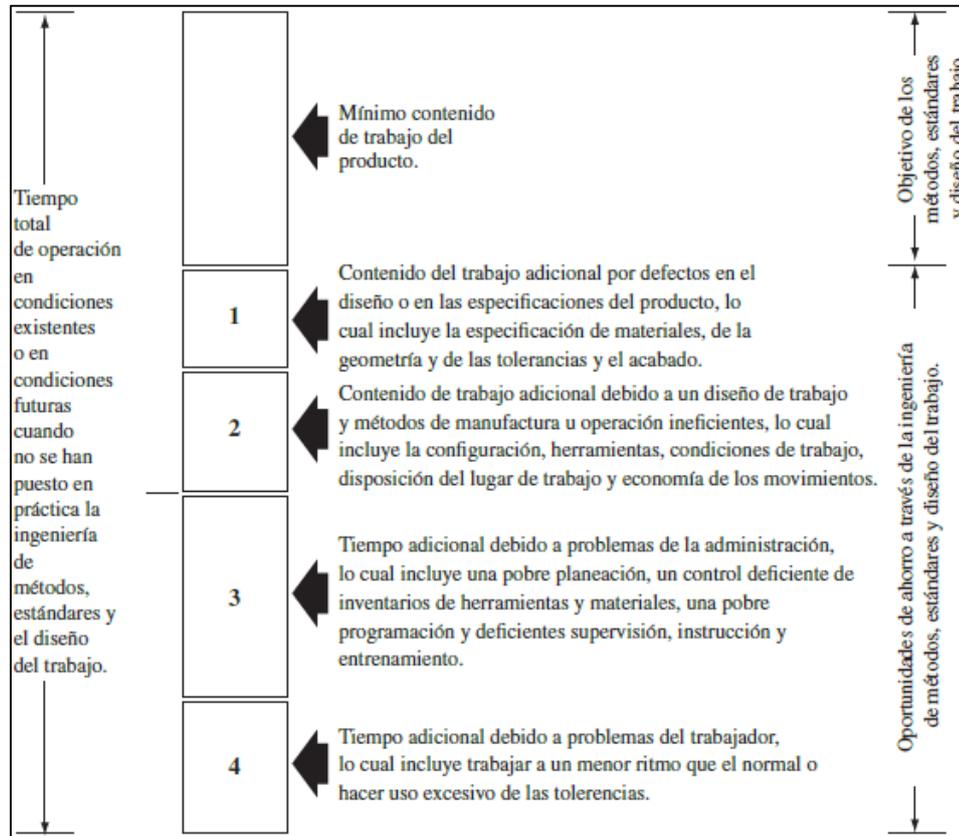
Para la optimización de los procesos es necesario definir el proceso en su estado inicial, con la finalidad de identificar falencias, que se las eliminará en el diseño de un nuevo proceso mejorado, logrando generar un efecto positivo que abarque a toda la empresa.

8.11. Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos es una de las herramientas claves para el desarrollo del presente proyecto, por tal razón es necesario saber las definiciones, uno de los Autor la define, como un sinónimo de organización del trabajo y plantea que es la técnica que somete cada actividad de una determinada tarea a un delicado y minucioso análisis tendiente a eliminar toda actividad innecesaria, y en aquellas que sean necesarias, hallar la mejor y más rápida manera de ejecutarlas. (Bernal & Iglesias, 2012, pág. 3); en otra fuente investigada mencionan que:

Muy a menudo, los términos análisis de operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se utilizan como sinónimos. En la mayoría de los casos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad. La ingeniería de métodos incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 2).

Figura 4: Oportunidades de ahorros a través de la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.

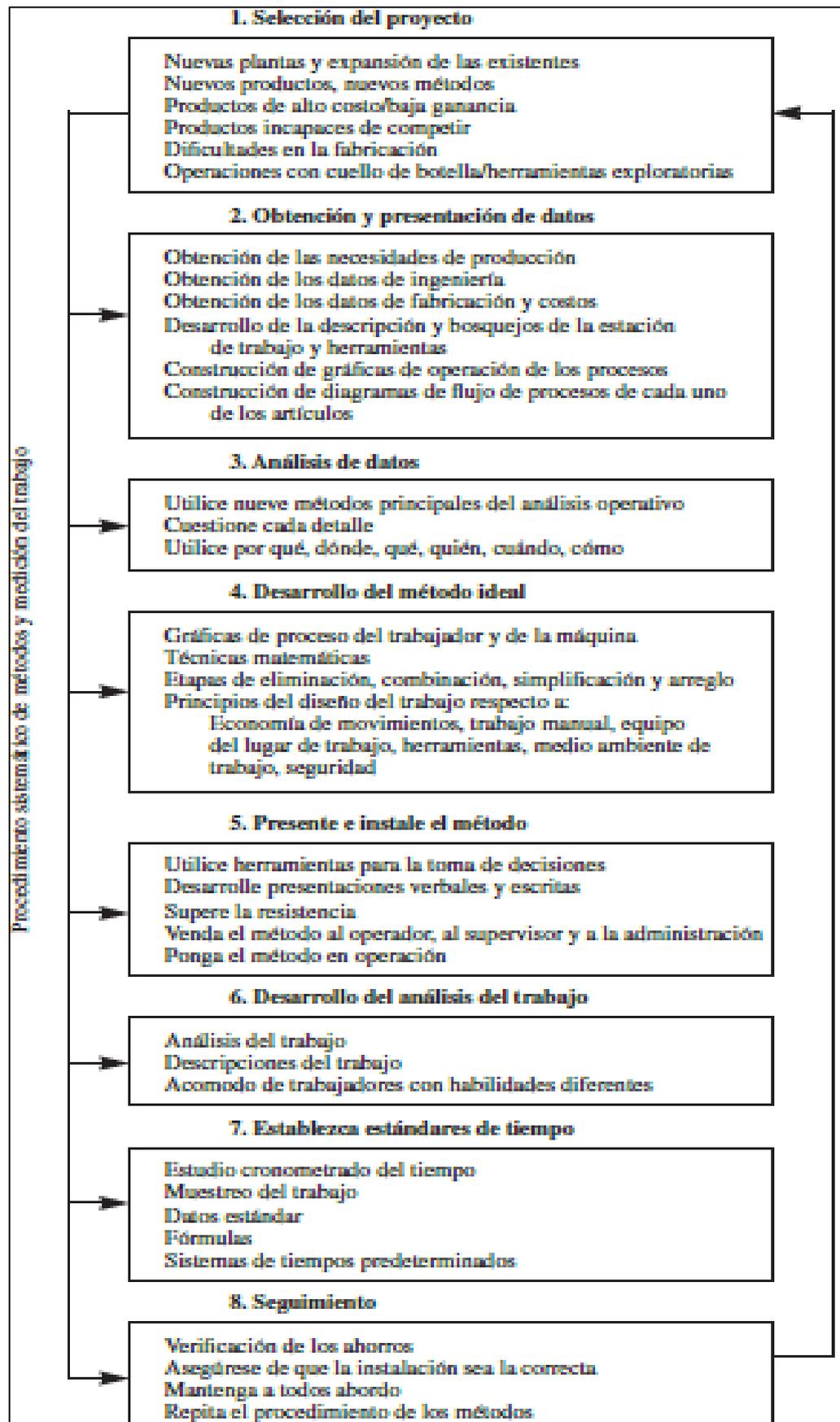


Fuente: (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 4).

En la actualidad, la ingeniería de métodos busca mejorar los procesos y los procedimientos, la disposición de fábrica, los talleres y el lugar de trabajo, así como el diseño del equipo, las instalaciones y las condiciones del trabajo. También busca economizar el esfuerzo humano, los materiales, el uso de máquinas y de la mano de obra. Todo esto con el objetivo de hacer más fácil y seguro el desempeño laboral. No obstante también incrementar la productividad, la rentabilidad y la seguridad en la operación del sistema productivo. La mejora del método significa reducir, eliminar, combinar, simplificar y cambiar todas aquellas actividades que intervienen en un proceso de trabajo. Para la mejora del método, todas las actividades, directas e indirectas, que generen o no valor agregado, son evaluadas de forma analítica, sistemática y meticulosa. (Peralta et al., 2014, pág. 8).

El objetivo principal de la ingeniería de métodos es mejorar la productividad con la aplicación de un método adecuado y ajustable al proceso que requiera ser mejorado. La ingeniería de métodos consiste de varias etapas para su correcta aplicación que a continuación se presentan en la figura 5.

Figura 5: Principales etapas de un programa de ingeniería de métodos.



Fuente: (Niegel & Freivalds, 2012, pág. 5).

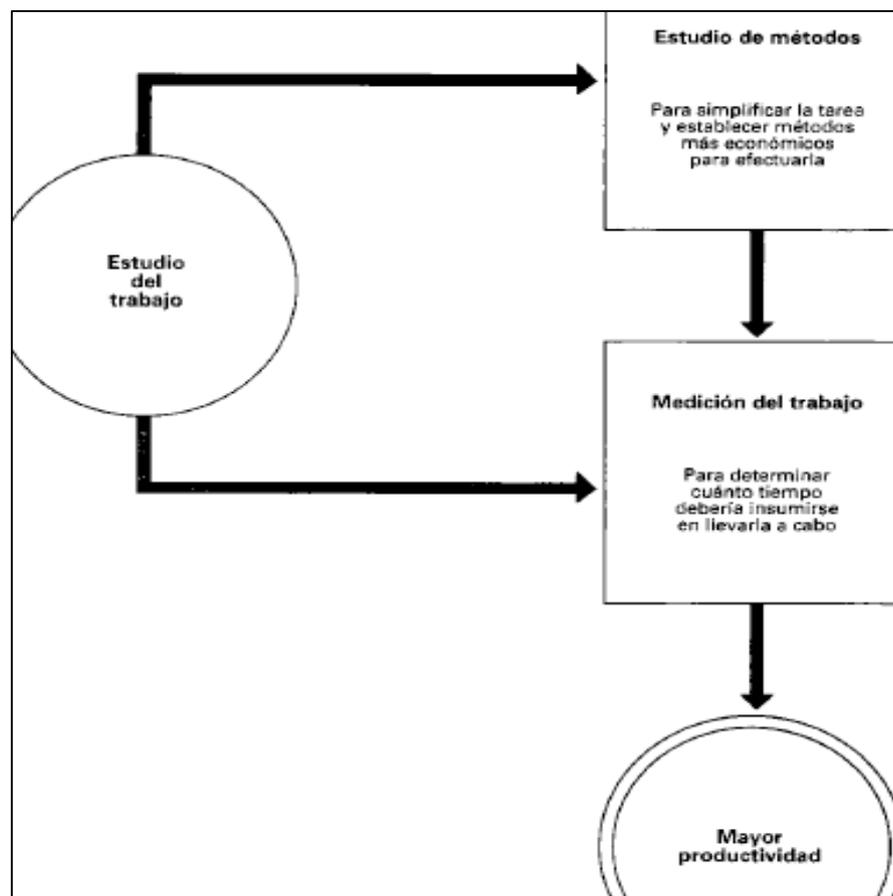
8.12. Medición del trabajo.

Uno de los Autor consultados indica que la Medición del trabajo se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador calificado en efectuar sus actividades contemporáneas comparándolas con estándares preestablecidos. La medición del trabajo tiene dos objetivos principales.

- Detectar, reducir y/o eliminar el tiempo improductivo.
- Crear normas o estándares de tiempo de ejecución de una tarea y se detecte cuando el obrero se toma más tiempo del estipulado para ejecutar el trabajo. (Guaraca, 2015, pág. 15).

Se entiende que la medición del trabajo tiene la finalidad de medir el tiempo que un trabajador tarda en realizar un trabajo determinado

Figura 6: Estudio del trabajo.



Fuente: (Kanawaty, 2013, pág. 20).

8.12.1. Procedimiento y técnicas para la medición del trabajo

La figura 7 muestra las etapas básicas para la aplicación sistemática de la medición del trabajo.

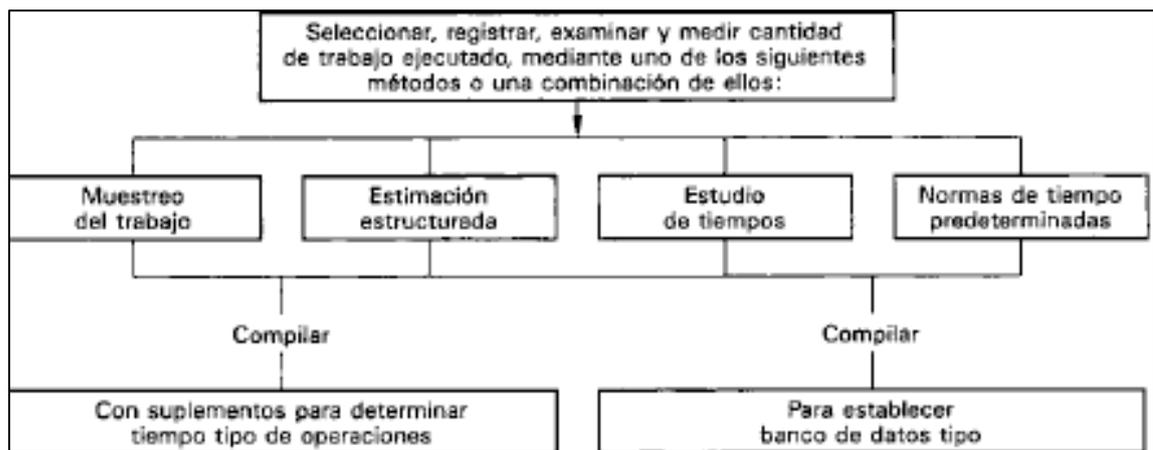
Figura 7: Etapas básicas para la medición del trabajo

<input type="checkbox"/>	SELECCIONAR	el trabajo que va a ser objeto de estudio.
<input type="checkbox"/>	REGISTRAR	todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
<input type="checkbox"/>	EXAMINAR	los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
<input type="checkbox"/>	MEDIR	la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
<input type="checkbox"/>	COMPILAR	el tiempo tipo de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
<input type="checkbox"/>	DEFINIR	con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ése será el tiempo tipo para las actividades y métodos especificados.

Fuente: (Kanawaty, 2013, pág 255).

En la figura 8 se pueden apreciar las técnicas empleadas para la medición del trabajo.

Figura 8: Técnicas para la medición del trabajo.



Fuente: (Kanawaty, 2013, pág. 256).

8.13. Estudio de tiempos

Kanaway define al estudio de tiempos como una técnica de medición del trabajo empleada para

registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. El estudio de tiempos exige cierto material fundamental, a saber:

- Un cronómetro;
- Un tablero de observaciones;
- Formularios de estudio de tiempos; (Kanawaty, 2013, pág. 280).

Dicho de otro modo la técnica el estudio de tiempos es la técnica de la medición del trabajo que ayuda a tener definidos y registrados los tiempos de cada una de las actividades de in proceso.

8.13.1. Requerimiento del estudio de tiempos.

Haciendo énfasis en el requerimiento del estudio de tiempos una de las fuentes consultadas recomienda que, antes de realizar un estudio de tiempos, deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales. Por ejemplo, si se requiere un estándar de un nuevo trabajo, o de un trabajo antiguo en el que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar completamente familiarizado con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas. Los analistas deben decirle al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada una de estas partes puede realizar los pasos necesarios para permitir un estudio sin contratiempos y coordinado. El operario debe verificar que está aplicando el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de esa operación. El supervisor debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, etc., cumplen con las prácticas estándar, como lo establece el departamento de métodos. También debe investigar la cantidad de material disponible para que no se presenten faltantes durante el estudio. Después, el representante del sindicato se asegura que sólo se elijan operarios capacitados y competentes, debe explicar por qué se realiza el estudio y responder a cualquier pregunta pertinente que surja por parte del operario. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 328).

Cualquier persona capacitada y con experiencia puede establecer un estándar siguiendo estos ocho pasos:

1. Definir la tarea por estudiar (después de realizar un análisis de métodos).
2. Dividir la tarea en elementos precisos (partes de una tarea que con frecuencia no necesitan más que unos cuantos segundos).
3. Decidir cuántas veces se medirá la tarea (el número de ciclos o muestras necesarias).
4. Tomar el tiempo y registrar los tiempos elementales y las calificaciones del desempeño.
5. Calcular el tiempo del ciclo observado promedio.
6. Determinar la calificación del desempeño y después calcular el tiempo normal para cada elemento.
7. Sumar los tiempos normales de cada elemento para determinar el tiempo normal de una tarea.
8. Calcular el tiempo estándar. (Render & Heizer, 2007, pág. 263).

Queda claro que se deben cumplir con requerimientos previos para la aplicación de un adecuado estudio de tiempos, el proceso debe estar estandarizado, la persona o personas a las cuales se les aplicará el estudio de tiempos serán de amplia experiencia en su área; además, estarán al tanto de la aplicación del estudio. Se deberán seguir los ocho pasos mencionados anteriormente para obtener el tiempo estandarizado.

8.13.2. Número de observaciones (muestras)

Uno de los Autor consultados menciona que, el tamaño óptimo de la muestra es esencial para poder tener estimaciones confiables y precisas de los parámetros poblacionales. (Badii et al., 2014, pág. 1).

Niebel & Freivalds dicen que, la determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo es un asunto que ha causado una discusión considerable entre los analistas de estudio de tiempos, así como entre los representantes sindicales. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que demanda cierto tamaño de muestra basado en

la dispersión de las lecturas individuales del elemento. General Electric Company estableció la siguiente tabla como una guía aproximada para el número de ciclos que se deben observar. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 340).

Tabla 3: Número recomendado de ciclos de observación.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Niebel & Freivalds, 2012, pág. 340.

8.13.3. Tiempo de ciclo observado promedio

El primer tiempo que se deberá obtener es el tiempo de ciclo promedio, Niebel & Freivalds lo definen como la suma de todos los tiempos elementales divididos entre el número de observaciones que se hicieron durante el ciclo. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 560).

Ecuación 1: Cálculo del tiempo de ciclo promedio.

$$\overline{TC} = \frac{(\sum \text{tiempos elementales registrados})}{\# \text{ de ciclos observados}}$$

Fuente: Autore.

8.13.4. Tiempo normal

Una vez obtenido el tiempo de ciclo observado promedio se procede a calcular el tiempo normal, la fuente consultada menciona que, es el tiempo que se requiere para que un operario estándar realice una operación cuando trabaja a paso estándar, sin demoras por razones personales o por circunstancias inevitables. Para encontrar el tiempo normal o básico se aplica la siguiente ecuación: (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 560.).

Ecuación 2: Para encontrar el tiempo normal.

$$TN = \overline{TC} \times \frac{C}{100}$$

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 362).

En referencia al valor de calificación se dice que, el valor de una calificación se escribe en la columna *C* del formulario de estudio de tiempos. Por lo general, se omite el punto decimal y se escribe un número entero (es decir, porcentaje) para ahorrar tiempo. Después de completar la etapa del cronómetro, el analista multiplica el tiempo de ciclo observado promedio (\overline{TC}) por la calificación *C*, escalada a 100, para obtener el tiempo normal (TN). (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 362).

8.13.4.1. Sistema de calificación Westinghouse

Método de calificación desarrollado en Westinghouse Corp., que se basa en cuatro factores, habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 558). Ver las tablas de calificaciones en el Anexo III.

8.13.5. Tiempo estándar

Chase & Jacobs explican que el tiempo estándar, se encuentra mediante la suma del tiempo normal más ciertas permisibilidades para necesidades personales (descansos para ir al baño o tomar café), demoras inevitables (descomposturas del equipo o falta de materiales) y fatiga del trabajador (física o mental). (Chase & Jacobs, 2014, pág. 143).

Ecuación 3: Cálculo del tiempo estándar.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo estándar} &= \text{Tiempo normal} + (\text{Tolerancias} \times \text{Tiempo normal}) \\ \text{o} & \\ TE &= TN (1 + \text{permisibilidades}) \\ \text{y} & \\ TE &= \frac{TN}{1 - \text{Tolerancias}} \end{aligned}$$

Fuente: (Chase & Jacobs, 2014, pág. 143).

Tabla 5: Sistema de suplementos o tolerancias por descanso.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO							
SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas			
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm ² /segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER				
a) Trabajo de Pie				16		0	
Trabajo de pie		2	4	14		0	
				12		0	
b) Postura anormal				10		3	
Ligeramente incómoda		0	1	8		10	
Incómoda (inclinado)		2	3	6		21	
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7	5		31	
				4		45	
				3		64	
				2		100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				f) Tensión visual			
Peso levantado por kilogramo				Trabajos de cierta precisión		0	0
2.5		0	1	Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
5		1	2	Trabajos de gran precisión		5	5
7.5		2	3	g) Ruido			
10		3	4	Continuo		0	0
12.5		4	6	Intermitente y fuerte		2	2
15		5	8	Intermitente y muy fuerte		5	5
17.5		7	10	Estridente y muy fuerte		7	7
20		9	13	h) Tensión mental			
22.5		11	16	Proceso algo complejo		1	1
25		13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida		4	4
30		17	-	Proceso muy complejo		8	8
33.5		22	-	i) Monotonía mental			
				Trabajo algo monótono		0	0
d) Iluminación				Trabajo bastante monótono		1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Trabajo muy monótono		4	4
Bastante por debajo		2	2	j) Monotonía física			
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo algo aburrido		0	0
				Trabajo aburrido		2	1
				Trabajo muy aburrido		5	2

Fuente: (Rodríguez, 2015, pág.3).

En resumen se entendió que una vez obtenidas las muestras, se tiene que calcular el tiempo de ciclo promedio, luego se puede obtener el tiempo normal considerando el sistema de calificación Westinghouse y finalmente se consigue el tiempo estándar que es la relación del tiempo normal con los suplementos por descanso detallados en la tabla 5.

8.14. Productividad

Anteriormente se dijo que uno de los objetivos de la optimización de los proceso es aumentar

la productividad, la cual se la define como, un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). Es decir:

Ecuación 4: Cálculo de la productividad

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

Fuente: (Carro & González, 2012, pág. 1).

La productividad será el indicador principal del desarrollo exitoso del presente proyecto.

8.15. Manual de procedimientos

Se deberá plasmar en un manual de procedimientos el proceso mejorado y el tiempo estándar determinado que en referencia a una de la fuentes consultadas menciona que, es la manera específica de realizar una actividad, que debe estar contenida en documentos aprobados la cual incluye el objeto y el alcance de una actividad, qué debe hacerse y quién debe hacerlo, cuándo, dónde y cómo debe hacerse, que materiales y equipos y documentos deben utilizarse y cómo debe controlarse y registrarse. (Pérez & Lanza, 2014, pág. 5).

Queda claro que en el manual de procedimientos el proceso mejorado o propuesto quedará escrito y estandarizado para el uso de la empresa.

8.15.1. Ventajas del manual de procedimientos

A continuación se mencionan las ventajas que ofrece el contar con un manual de este tipo.

- Permiten fundamentar los procedimientos bajo un Marco Jurídico - Administrativo establecido.
- Contribuyen a la unificación de los criterios en la elaboración de las actividades y uniformidad en el trabajo.
- Estandarizan los métodos de trabajo.
- Ayudan al desarrollo de las actividades de manera eficiente y permiten conocer la ubicación de los documentos en general. La ubicación consiste en identificar dentro del

procedimiento el lugar físico en donde se encuentran los documentos que acompañan a las actividades, éste puede ser: archivero, computadora, diskette, escritorio, almacén, entre otras.

- La información que maneja es formal; es decir, información autorizada.
 - Delimitan las funciones y responsabilidades del personal.
 - Son documentos de consulta permanente que sirven de apoyo para la mejora continua de las actividades.
 - Establecen los controles administrativos.
 - Facilitan la toma de decisiones.
 - Evitan consultas continuas a las áreas normativas y eluden la implantación de procedimientos incorrectos.
 - Eliminan confusiones, incertidumbre y duplicidad de funciones.
 - Sirven de base para el adiestramiento y la capacitación al personal de nuevo ingreso.
- (Vivanco, 2017, pág. 4).

8.15.2. Requisitos formales de diseño de los manuales

Un manual de procedimientos deberá cumplir con una serie de requisitos formales que a continuación se los menciona:

- Hacerlos útiles y agradables.
- Utilizar un lenguaje sencillo, comprensible y claro. Evitar las palabras rebuscadas, sofisticadas o ajenas a la forma de hablar utilizada en la entidad.
- Emplear todos los medios necesarios y posibles:
- Debe estar actualizado, con todos los cambios de la realidad.
- Hacerlo lo más sencillo posible.
- Incluir la máxima cantidad de información necesaria.
- Debe estar disponible a todos los que lo necesiten.
- No debe ser accesible a nadie que no lo necesite ni esté autorizado a consultarlo. (Pérez & Lanza, 2014, pág. 7).

Se pudo entender la importancia del manual de procedimientos para una empresa ya que es un documento de carácter formal que presenta una serie de ventajas para las empresas.

9. HIPÓTESIS

¿La optimización de las actividades en la recepción de partes y repuestos mejorara la planificación de mantenimiento?

9.1. Variable dependiente

Optimización de las actividades en la recepción de partes y repuestos.

9.2. Variable independiente

Planificación de mantenimiento.

10. METODOLOGÍAS

10.1. Tipos de investigación

10.1.1. Investigación exploratoria.

De acuerdo con Morales la investigación exploratoria, es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento. (Morales, 2012)

Se aplicará la investigación exploratoria ya que se desconoce de estudios previos de la optimización de las actividades en la recepción de partes y repuestos en la OMA DIAF.

10.2. Métodos

10.2.1. Método Analítico

Referente al método analítico se dice que, a partir del conocimiento general de una realidad realiza la distinción, conocimiento y clasificación de los distintos elementos esenciales que forman parte de ella y de las interrelaciones que sostienen entre sí. (Abreu, 2014, pág 199).

Se aplicara el método analítico para identificar cada una de actividades del procesos de partes y repuestos y posteriormente identificar los puntos donde se generen demoras.

10.2.2. Método Inductivo

De las fuentes investigadas se menciona que, mediante este método se observa, estudia y conoce las características genéricas o comunes que se reflejan en un conjunto de realidades para elaborar una propuesta o ley científica de índole general. (Abreu, 2014, pág 200).

Se aplicara en método inductivo de investigación ya que se hará un análisis de cada actividad del proceso, se identificara las actividades innecesarias que puedan ser eliminadas del proceso para finalmente dar cumplimiento al objetivo general.

10.3. Técnicas

Según los tipos de investigación a aplicar las técnicas necesarias son las siguientes:

10.3.1. La entrevista

La entrevista consiste en, la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto. (Laura Díaz, 2013)

Se aplicara con la finalidad de obtener información de parte del personal calificado al cual se le aplicara el estudio de tiempos, además serán entrevistados los supervisores del área de mantenimiento por su amplia experiencia en la empresa.

10.3.2. La observación directa

La observación directa se da cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar. (Díaz, 2011)

Consiste en observar directa, detallada y atentamente el lugar de la aplicación de la

investigación, además la observación es la técnica que ayuda a la obtención de toda la información posible y necesaria que se podrá registrar y analizar posteriormente.

10.3.3. Estudio de tiempos.

En base a la definición planteada en el marco teórico se tiene claro que, el estudio de tiempos es la técnica de la medición del trabajo aplicada para la obtención y análisis de los resultados de los tiempos del proceso. Es de gran importancia ya que se cronometrará el tiempo de cada actividad por ende se podrá saber con datos numéricos exactos el ritmo de trabajo del técnico de recepción de partes y repuestos.

10.4. Instrumentos

10.4.1. Diagrama de procesos.

En base a la definición planteada en el marco teórico se tiene claro que en el diagrama de procesos se tendrá detallada cada una de las actividades, con su respectivo tiempo y distancia, con lo cual se podrán identificar las actividades innecesarias que con el posterior análisis se las podrán eliminar.

10.4.2. Diagrama de flujo.

Ya definido el diagrama de flujo anteriormente es claro que se lo aplicará para apreciar fácilmente la distribución de la operación desde su entrada hasta su salida, además que se podrá apreciar la lógica de la secuencia del proceso. Y al igual que en el diagrama de proceso se podrá identificar las actividades innecesarias que generan demoras.

10.4.3. Diagrama de recorrido.

Anteriormente ya se definió al diagrama de recorrido, por tal razón con dicho diagrama se podrá apreciar el camino que sigue el proceso desde su inicio hasta su fin, con sus respectivas medidas ya que dicho diagrama se lo hará dentro del plano de la sección logística. En dicho diagrama se podrá apreciar principalmente los transportes innecesarios.

10.4.5. Formas para el estudio de tiempos.

Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La forma proporciona espacio para registrar toda la información pertinente sobre el método que se estudia, las herramientas utilizadas, etc. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 331).

Es uno de los instrumentos necesarios para el estudio de tiempos, en dicha forma se registrarán todas las muestras de tiempos requeridas para la aplicación del estudio de tiempos del proceso.

10.4.6. Cronometro.

En referencia al cronómetro se tiene que, en la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: el tradicional cronómetro minuter decimal (0.01 min) y el cronómetro electrónico que es mucho más práctico. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 330)

Es otro de los instrumentos para el estudio de tiempos por cronómetro, con el cual se obtendrá la medida de tiempo de cada actividad, dicha medida será registrada en la forma descrita anteriormente.

10.4.7. Tablero de registro.

El tablero debe ser ligero, de manera que no se canse el brazo, ser fuerte y suficientemente duro para proporcionar el apoyo necesario para la forma de estudio de tiempos. (Niebel & Freivalds, 2012, pág. 331)

Forma también parte de los instrumentos para el estudio de tiempos, en donde estarán alojadas y aseguradas las formas para el registro de los tiempos, además que se podrá tener en orden las muestras de los tiempos medidos.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Antecedentes de la empresa

La DIAF es el organismo de más alto nivel en el Ecuador dedicado al desarrollo aeronáutico, mantenimiento, electrónica , aviónica, ingeniería e investigación aplicada a producción de bienes y servicios aeronáuticos, construcción de elementos necesarios para la industria y provisión de partes y repuestos integrando la más alta calidad con tecnología de punta en todo servicio que brinda.

11.1.1. Visión

Ser una organización competitiva en el mantenimiento aeronáutico e innovación tecnológica orientada a la defensa y desarrollo.

11.1.2. Misión

Proveer bienes y servicios aeronáuticos de calidad a fin de satisfacer las necesidades de fuerzas armadas, empresas públicas, operadores aéreos y afines; y, contribuir a la defensa nacional y desarrollo. (Diaf - Dirección de La Industria Aeronáutica Del Ecuador, 2019)

11.2. Resultados obtenidos para el cumplimiento del primer objetivo.

11.2.1. Descripción del proceso

El proceso para la recepción de las partes y repuestos en la DIAF lo hace un técnico y un inspector en tres estaciones de trabajo identificadas, la estación 1 es la oficina de recepción de partes donde inicia el proceso, la estación 2 es el lugar donde llega el material y la estación 3 es la bodega de materiales donde el proceso termina. Además se identificaron 29 actividades y 48 metros en recorrido que a continuación se describen:

- 1. Imprimir invoice:** El proceso da inicio con la impresión del invoice, que es un documento donde se representa la factura de la parte o repuesto. La documentación se la llevará en un

tablero de registro.

2. **Abrir en el computador la documentación requerida para el proceso:** Los documentos digitales requeridos en proceso son los siguientes: DIAF CL 04 y DIAF FORM PA 012

Figura 9: Etapa preliminar



Fuente: DIAF

3. **Dirigirse a la bodega de materiales a pedir la DIAF FORM PA 003:** Es un documento impreso requerido en el proceso que se lo explicara a su debido tiempo.
4. **Pedir la DIAF FORM PA 003:** El técnico de bodega es quien dispone dicho documento, indispensable para culminar con el proceso de recepción.
5. **Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material:** El técnico se dirige al lugar de la recepción de los materiales. Con los documentos previamente obtenidos (Invoice y DIAF FORM PA 003).

Figura 10: Recepción de partes.



Fuente: DIAF.

- 6. Verificar la condición del embalaje:** Consiste en realizar una inspección visual detallada de toda la envoltura o embalaje de la parte o repuesto. El técnico revisa que el embalaje no este roto, que no esté mojado o húmedo, según las Instrucciones Técnicas de embalaje de la OACI.

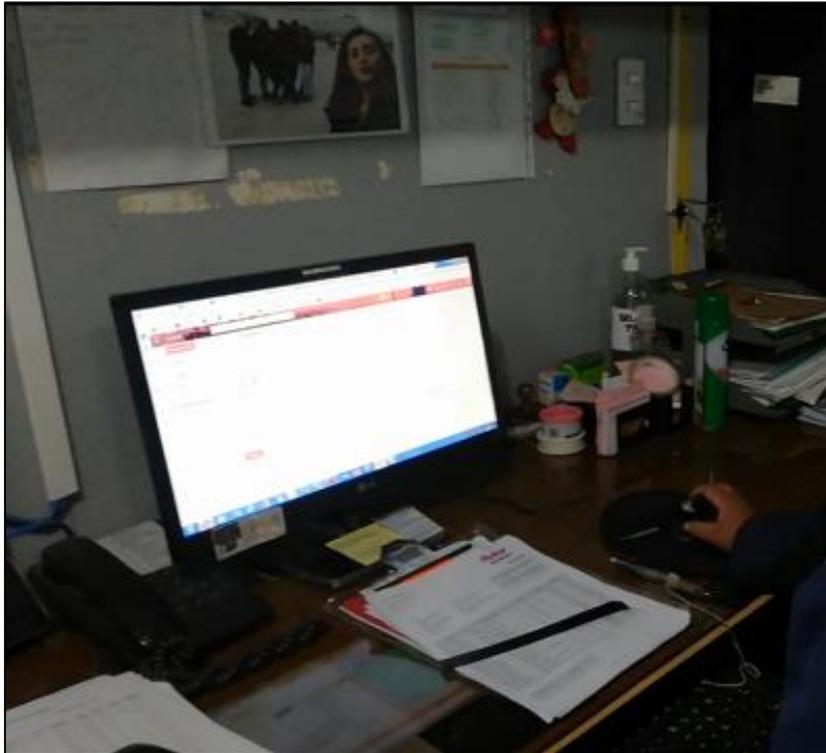
Figura 11: Revisión del embalaje.



Fuente: DIAF.

7. **Caminar a la oficina a elaborar el documento DIAF CL04:** Una vez inspeccionado el embalaje el técnico tiene que dirigirse a la oficina a elaborar un documento donde se aprueba la conformidad o no conformidad de la condición del embalaje.
8. **Elaborar el documento DIAF CL 04:** Ya en la oficina el técnico digita e ingresa los datos requeridos en el documento DIAF CL 04.

Figura 12: Llenado de la DIAF CL 04.



Fuente: DIAF.

9. **Imprimir el documento DIAF CL 04:** Una vez lleno el documento, se tiene que imprimir para que el inspector certifique la condición del embalaje.

Figura 13: Documento DIAF CL 04.

DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONAUTICA (DIAF)			
PHYSICAL ADDRESS: AEROPUERTO INTERNACIONAL COTOPAXI HANGAR No. 1 LATAJUNGA-ECUADOR		FAA REPAIR/STATION NUMBER: Q25Y-444Y DGAC No. N-01-DIAF INAC OMAC-E No. 512 OTHERS: _____	
INCOMING INSPECTION CHECK LIST FOR COMPONENTS			
Date:	Supplier:	SAT	N/S
Invoice. No:	No. of Items:		
THE INSPECTION OF RECEPTION OF PARTS WILL INCLUDE THE FOLLOWING:			
VISUAL INSPECTION OF EXTERNAL PACKING FOR OBVIOUS DAMAGES.			
ESD ITEM			
PACKING LIST ANNEXED OR INVOICE NUMBER			
VERIFY THAT THE P/N, MODEL, S/N IS IN ACCORDANCE WITH THE ATTACH DOCUMENTATION; IT MUST BE COMPLETED AND SIGNED.			
PHYSICAL INSPECTION IN DETAIL OF THE PART OR COMPONENT FOR OBVIOUS DAMAGES			
SHELF LIFE (IF IS APPLICABLE)			
FOR MATERIAL(S) TO BE USED IN THE CREW OR PASSENGER COMPARTMENT THE FLAME-RESISTANT REPORT AS APPLICABLE			
IF THE PART IS NEW OR IT HAS BEEN REBUILDING, OVERHAULED, INSPECTED OR REPAIRED THE RECORDS THEY WILL INCLUDE AS IT IS APPLICABLE			
FORM FAA 8130-3 OR FORM ONE			
TEAR DOWN REPORT			
CARD OF RETURN TO THE SERVICE (IF IT IS APPLICABLE)			
WHEN RECEIVING THE MATERIAL CLASS II VERIFY THAT IT WILL NOT EXCEED THE TIME OF STORAGE OF THE FOLLOWING ITEMS:			
- AVIONICS EQUIPMENT - HYDRAULIC PUMPS - BRAKES - VALVES - LUBRICANTS - OILS - GREASES - SEALANTS	IAW. OEM / OHM / CMM		
- RUBBERS - "O" RINGS (PACKINGS, GASKETS, HOSES, SEALS)	IAW. OEM /MIL-HDBK-895(as revised) and SAE-ARP 5316		
IF THE MATERIAL EXCEEDS THE TIME OF STORAGE SENT TO QUARANTINE AND CONSULT TO THE MANUFACTURER			
NOTE: Unapproved parts should be reported in accordance with AC No. 021-029 as revised.			
No conformities:			
ACCEPTED BY RECEIVING PARTS INSPECTOR:		SIGNATURE:	
DIAF CL 04		REV. 7	

Fuente: DIAF.

10. Dirigirse hacia donde se encuentra el material: Una vez aprobada la condición del embalaje, el técnico e inspector regresan hacia donde se encuentra el material a ser receptado.

11. Retirar el packing list del material: Consiste en retirar el packing list que se encuentra sobre la envoltura de la parte o repuesto, el packing list es una lista de los ítems que conforman la parte o repuesto.

Figura 13: Packing list.



Fuente: DIAF.

12. Abrir el empaque: Con un estilete se procede a cortar el embalaje para que se pueda abrir el empaque del componente.

Figura 14: Empaque abierto.



Fuente: DIAF.

13. Retirar la trazabilidad: Una vez que abierto el material lo primero que se puede observar en un componente aeronáutico es la trazabilidad donde se encuentran datos como el P/N, S/N, número de lote, etc. Es decir se encuentra detallada toda la procedencia del

componente, la trazabilidad es un documento técnico emitido por el fabricante y de mucha importancia ya que el técnico de mantenimiento adjunta dicha trazabilidad al culminar la instalación de la parte o repuesto en la aeronave, además el departamento de confiabilidad de la empresa aérea podrá tener un control total de cada componente de la aeronave, por tales razones se tiene que custodiar dicha trazabilidad.

Figura 15: Trazabilidad.



Fuente: DIAF.

14. Revisar la trazabilidad: Debida la importancia explicada anteriormente se deben revisar minuciosamente los datos de la trazabilidad, que contengan la información requerida y de manera clara y legible.

Figura 16: Revisión de la trazabilidad.



Fuente: DIAF.

15. Caminar a la oficina con la trazabilidad: Una vez retirada y revisada la trazabilidad el

técnico tiene que dirigirse a la oficina para archivar la trazabilidad.

- 16. Sacar copias de la trazabilidad:** Ya en la oficina el técnico saca una copia de la trazabilidad, para garantizar el respaldo de la información. Para las impresiones y copias se cuenta con una impresora Epson modelo Xp 400.

Figura 17: Copias de la trazabilidad.



Fuente: DIAF.

- 17. Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos:** La trazabilidad se la entrega al técnico de base de datos, ya que es la persona encargada de toda la documentación del departamento logístico.
- 18. Caminar hacia donde está el material:** Para continuar con el proceso de recepción el técnico regresa al lugar donde se encuentra el material, con la copia de la trazabilidad.
- 19. Sacar el material del empaque:** Ya en el lugar de recepción, el siguiente paso consiste en sacar el material de su empaque.

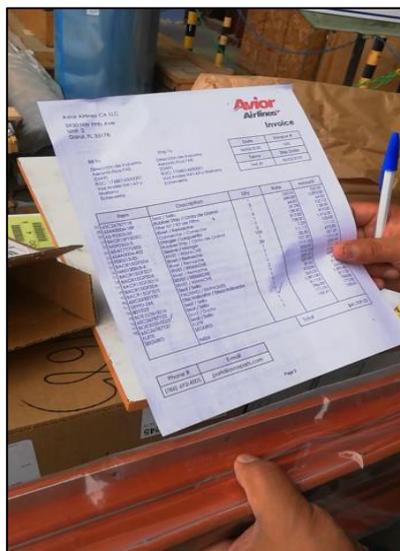
Figura 18: Material fuera del empaque.



Fuente: DIAF.

20. Verificar P/N del Material vs Invoice: Esta actividad consiste revisar la condición física del elemento y en corroborar que el número de parte que el componente tiene grabado en su cuerpo sea el mismo que la del invoice. Si el material presenta algún daño o los datos no son los mismos el material pasa a la bodega de cuarentena, donde el proceso le corresponde a control de calidad.

Figura 19: Verificación de P/N.



Fuente: DIAF.

21. Verificar P/N y S/N de la trazabilidad vs material vs invoice: En esta actividad se verifica que los números de parte y serie sean los mismos en documentación y en físico. De

no coincidir dichos datos el material pasa a la bodega de cuarentena.

Figura 20: Verificación de S/N y P/N.



Fuente: DIAF.

22. Guardar el material en la caja: Cuando se verificó que el material este en buenas condiciones y los datos de la documentación son los requeridos el material es regresado a su empaque para su posterior almacenaje.

Figura 21: Material guardado en el empaque.



Fuente: DIAF.

23. Marcar en el empaque el número de ítem: Esta actividad consiste en poner con un

marcador el número de ítem en el empaque para facilitar el almacenaje por parte del personal de bodega.

Figura 22: Empaque numerado.



Fuente: DIAF.

24. Elaborar DIAF FORM PA 003: El técnico llena y el inspector certifica la DIAF FORM PA 003, que es una tarjeta de identificación de material servible, dicho documento será entregado a personal de bodega. El documento tiene que ser llenado con esfero de tinta negra o azul, por tal razón el llenado se lo hace en el lugar de la recepción.

Figura 23: DIAF FORM PA 003

DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONAUTICA (DIAF) IDENTIFICATION CARD		
1. PART NUMBER:	2. DESCRIPTION:	
3. SERIAL NUMBER:	4. QTY.:	6. UNIT :
8. LOT / BATCH No.:	7. CERTIFICATE No. :	8. CURE / PKG DATE:
9. SHELF LIFE / EXPIRATION DATE:	10. CUSTOMER / SUPPLIER	11. INVOICE / SHIPMENT No.:
12. LAST CALIBRATION:	13. DUE CALIBRATION	
14. DATE:	16. APPROVED BY:	
DIAF FORM PA 003		REV. 4

Fuente: DIAF.

25. Caminar a la oficina a elaborar la DIAF FORM PA 012: El técnico se dirige hacia la oficina a elaborar el documento que certifica las condiciones favorables del material

receptado.

26. Elaborar DIAF FORM PA 012: Se llena los datos requeridos en dicho formato que garantizan la condición favorable del material ingresado.

Figura 24: DIAF FORM PA 012.

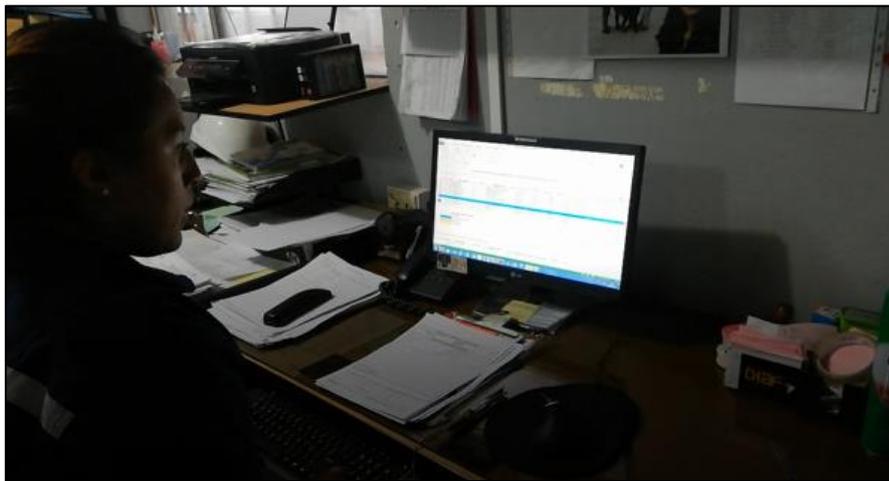
DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONAUTICA (DIAF)											
PHYSICAL ADDRESS: AEROPUERTO INTERNACIONAL COTOPAXI HANGAR No. 1 LATACUNGA-ECUADOR						FAA REPAIR/STATION NUMBER: QQ6Y-444Y DGAC No. N-01-DIAF INAC OMAC-E No. 512 OTHERS: _____					
PARTS RECEPTION RECORD											
1 ITEM	2 DATE	3 INVOICE Nro.	4 PART Nro.	5 DESCRIPTION	6 QTY.	7 U/E	8 LOT No.	9 SHELF LIFE	10 PASS		11 INSPECTOR
									YES	NOT	

DIAF FORM PA 012 REV. 5

Fuente: DIAF.

27. Imprimir la DIAF FORM PA 012: En esta etapa se tiene que imprimir el documento para que el inspector certifique la condición favorable de la recepción del material.

Figura 25: Impresión de documentos.



Fuente: DIAF.

28. Caminar a la bodega de partes: El técnico y el inspector se dirigen a la bodega de materiales donde se encuentra el técnico de bodega.

29. Entregar la documentación favorable de la recepción al técnico de bodega: Se entrega toda la documentación del proceso favorable de recepción al técnico de bodega. Siendo esta actividad la finalización del proceso de recepción de partes y repuestos.

Figura 26: Entrega de la documentación al técnico de bodega.



Fuente: DIAF.

11.2.2. Diagrama de procesos.

Para facilitar el desarrollo de los diagramas de proceso, flujo y recorrido se elaboró una tabla resumen de actividades, además se anotaron las distancias que recorre en el proceso. La *tabla 6* indica dicha actividad.

Tabla 6: Resumen de actividades del proceso.

Nº	Nombre de actividad	Tipo de actividad	Distancia (m)
1	Imprimir Invoice	Operación 1	
2	Abrir documentación (Digital)	Operación 2	
3	Dirigirse a la bodega	Trasporte 1	5
4	Pedir DIAF FORM PA 003	Operación 3	
5	Caminar hacia donde se encuentra el material	Trasporte 2	8
6	Verificar la condición del embalaje	Operación combinada 1	
7	Caminar a la oficina	Trasporte 3	6
8	Llenar Doc. DIAF CL 04	Operación 4	
9	Imprimir Doc. DIAF CL 04	Operación 5	
10	Caminar hacia donde se encuentra el material	Trasporte 4	6
11	Retirar el packing list	Operación 6	
12	Abrir el empaque	Operación 7	
13	Retirar la trazabilidad	Operación 8	
14	Revisar la Trazabilidad	Inspección 1	
15	Caminar a la oficina	Trasporte 5	6
16	Sacar copias de la trazabilidad	Operación 9	
17	Entregar trazabilidad al técnico de datos	Operación 10	
18	Caminar hacia donde se encuentra el material	Trasporte 6	6
19	Desempacar el material	Operación 11	
20	Verificar P/N (material vs invoice)	Operación combinada 2	
21	Verificar P/N y S/N (trazabilidad, material, invoice)	Operación combinada 3	
22	Empacar el material	Operación 12	
23	Marcar el empaque	Operación 13	
24	Elaborar DIAF FORM PA 003	Operación 14	
25	Caminar a la oficina	Trasporte 7	6
26	Elaborar DIAF FORM PA 012	Operación 15	
27	Imprimir DIAF FORM PA 012	Operación 16	
28	Dirigirse a la bodega	Trasporte 8	5
29	Entregar la documentación favorable	Operación 17	

Fuente: Autor.

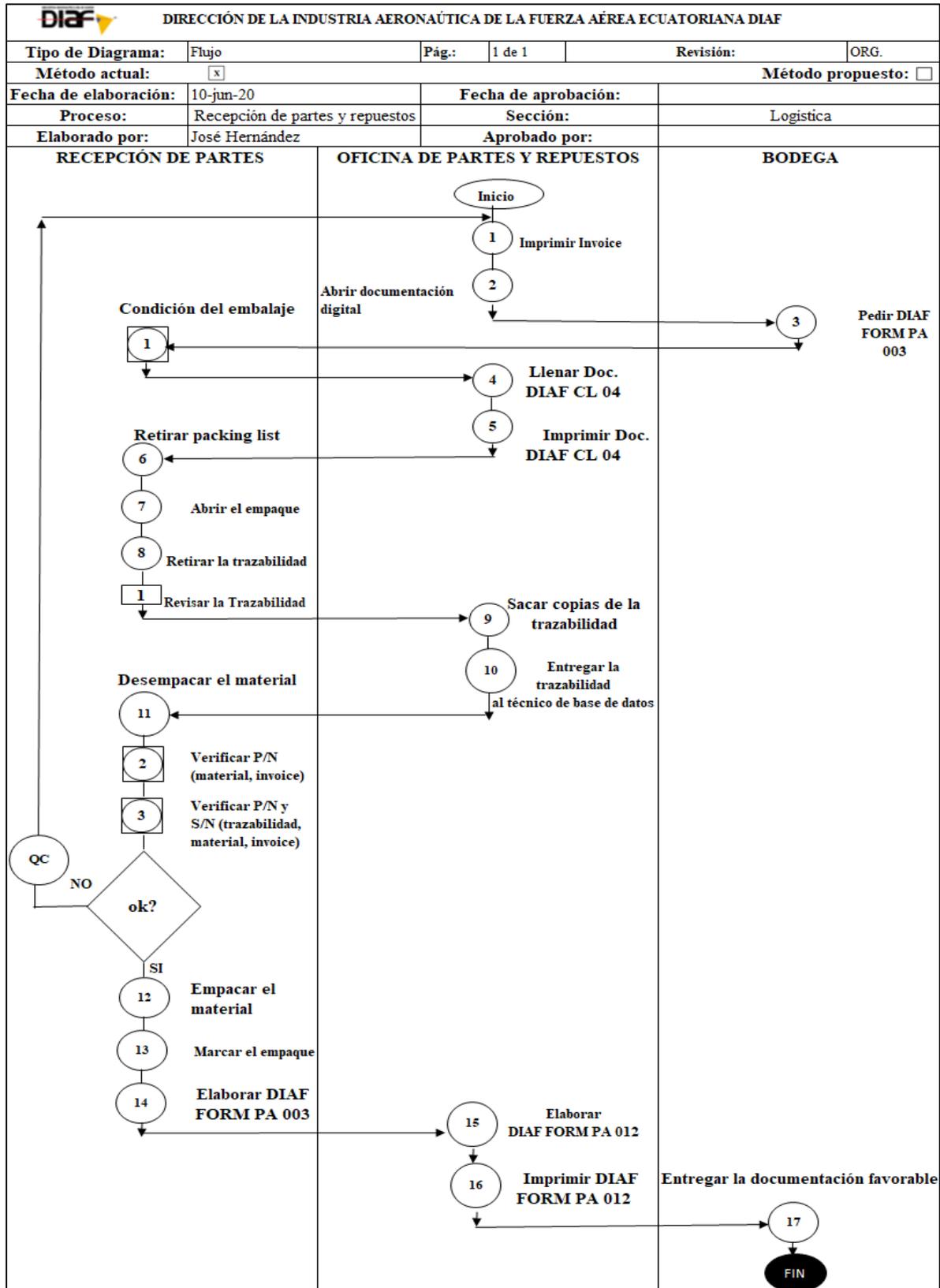
Tabla 7: Diagrama de proceso de las condiciones iniciales

 DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONAÚTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA DIAF		Pág.:	1 de 1	Revisión:	ORG.			
Tipo de Diagrama:	Proceso							
Método actual	<input checked="" type="checkbox"/>	RESUMEN						
Método propuesto	<input type="checkbox"/>							
Fecha de elaboración:	10-jun-20	Actividades	Simbología	Total				
Fecha de aprobación:		Operación		17				
Proceso:	Recepción de partes y repuestos	Transporte		8				
Sección:	Logística	Inspección		1				
Eficiencia gráfica:	72%	Espera		0				
Elaborado por:	José Hernández	Almacenamiento		0				
Aprobado por:		Operación combinada		3				
N°	Descripción del proceso	Simbología						Distancia (metros)
								
1	Imprimir el Invoice							
2	Abrir la documentación							
3	Dirigirse a la bodega							5
4	Pedir DIAF FORM PA 003							
5	Caminar hacia el material a receptor							8
6	Verificar la condición del embalaje							
7	Caminar a la oficina							6
8	llenar Doc. DIAF CL 04							
9	Imprimir Doc. DIAF CL 04							
10	Caminar hacia el material a receptor							6
11	Retirar el packing list							
12	Abrir el empaque							
13	Retirar la trazabilidad							
14	Revisar la Trazabilidad							
15	Caminar a la oficina							6
16	Sacar copias de la trazabilidad							
17	Entregar trazabilidad al técnico de base de datos							
18	Caminar hacia el material a receptor							6
19	Desempacar el material							
20	Verificar P/N (material vs Invoice)							
21	Verificar P/N y S/N (trazabilidad, material, invoice)							
22	Empacar el material							
23	Marcar el empaque							
24	Elaborar DIAF FORM PA 003							
25	Caminar a la oficina							6
26	Elaborar DIAF FORM PA 012							
27	Imprimir DIAF FORM PA 012							
28	Dirigirse a la bodega							5
29	Entregar la documentación favorable en bodega							
TOTAL		17	8	1	0	0	3	48

Fuente: Autor.

11.2.3. Diagrama de flujo.

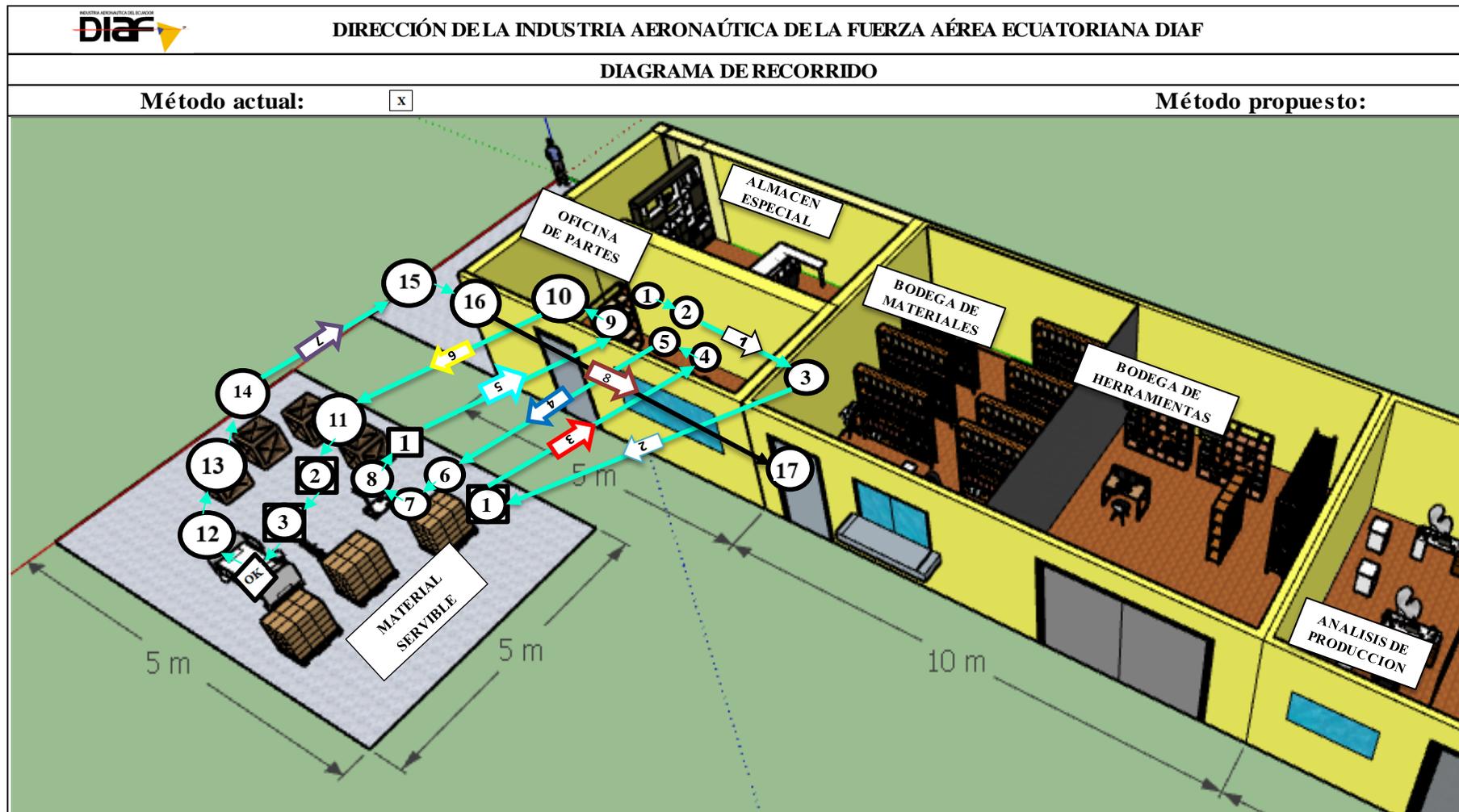
Figura 29: Diagrama de flujo.



Fuente: Autor.

11.2.4. Diagrama de recorrido.

Figura 30: Diagrama de recorrido.



Fuente: Autor.

11.3. Resultados obtenidos en base al cumplimiento del objetivo 2

11.3.1. Número de muestras

La *tabla 8* ilustra los tiempos tomados por cada actividad. El formato de los tiempos está establecido en formato hora, minutos y segundos (HH:MM:SS).

Tabla 8: Tiempos de las actividades del proceso

FORMA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS						
FECHA:	12-jun-20				ANALISTA (S):	
ESTUDIO:	Tiempos				Hernández J.	
PROCESO:	Recepción de partes y repuestos					
SECCION:	Logística					
EMPRESA:	Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana					
N°	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5
1	Imprimir Invoice	0:01:16	0:01:20	0:01:22	0:01:26	0:01:18
2	Abrir documentación (Digital)	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:12
3	Dirigirse a la bodega	0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16	0:00:18
4	Pedir DIAF FORM PA 003	0:00:20	0:00:24	0:00:22	0:00:20	0:00:18
5	Dirigirse hacia donde está el material	0:00:26	0:00:30	0:00:28	0:00:24	0:00:26
6	Verificar la condición del embalaje	0:00:24	0:00:32	0:00:28	0:00:34	0:00:28
7	Caminar a la oficina	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:22	0:00:16
8	Llenar Doc. DIAF CL 04	0:10:46	0:11:00	0:10:52	0:10:54	0:10:44
9	Imprimir Doc. DIAF CL 04	0:00:40	0:00:46	0:00:38	0:00:44	0:00:40
10	Regresar donde esta el material	0:00:18	0:00:16	0:00:20	0:00:18	0:00:16
11	Retirar el packing list del material	0:00:10	0:00:14	0:00:14	0:00:12	0:00:12
12	Abrir el empaque	0:00:48	0:00:40	0:00:44	0:00:46	0:00:40
13	Retirar la trazabilidad	0:00:16	0:00:18	0:00:14	0:00:14	0:00:16
14	Revisar la trazabilidad	0:00:08	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:08
15	Caminar a la oficina	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:16
16	Sacar copias de la trazabilidad	0:01:20	0:01:26	0:01:22	0:01:26	0:01:22
17	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos	0:00:40	0:00:46	0:00:50	0:00:44	0:00:52
18	Caminar hacia donde está el material	0:00:12	0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16
19	Sacar el material del empaque	0:00:34	0:00:40	0:00:42	0:00:40	0:00:36
20	Verificar P/N: Material vs Invoice	0:01:56	0:02:02	0:01:58	0:02:04	0:02:10
21	Verificar P/N y S/N de packing list vs	0:02:30	0:02:20	0:02:34	0:02:40	0:02:28
22	Guardar el material en la caja	0:00:52	0:00:56	0:00:50	0:00:54	0:00:54
23	Marcar en el empaque el número de ítem	0:00:06	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04
24	Elaborar DIAF FORM PA 003	0:01:30	0:01:24	0:01:28	0:01:26	0:01:32
25	Caminar a la oficina	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:14
26	Elaborar DIAF FORM PA 012	0:12:16	0:12:24	0:12:30	0:12:08	0:12:22
27	Imprimir DIAF FORM PA 012	0:00:42	0:00:38	0:00:40	0:00:38	0:00:44
28	Caminar a la bodega de partes	0:00:12	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:14
29	Entregar la documentación de recepción aprobada téc. De bodega	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12

Fuente: Autor.

11.3.2. Estudio de tiempos en las condiciones iniciales

El estudio de tiempos es la técnica de la medición del trabajo que se aplicó para determinar el tiempo estándar. Se diseñaron formas para la aplicación de dicho estudio, mismas que se las aprecian en el desarrollo de los resultados.

Los cálculos y las resoluciones de las ecuaciones en su gran mayoría se los realizó en Microsoft Excel.

11.3.2.1. Límites de control

Previo el cálculo de los tiempos de cíclico, normal y estándar, es necesaria la determinación de los límites de control tanto máximos como mínimos de las muestras obtenidas con la finalidad de determinar las lecturas consistentes para cada actividad. Para calcular los límites de control se aplican las siguientes fórmulas.

$$T_{max.} = \bar{X} + s \qquad T_{min.} = \bar{X} - s,$$

Dónde: T_{max} y T_{min} son los límites de control máximo y mínimo respectivamente, \bar{X} es el tiempo promedio de cada actividad y s es la desviación estándar, dichos datos se obtienen en base a la *tabla 8*.

11.3.2.2. Desviación estándar

La desviación estándar representa la tolerancia en relación al tiempo promedio, ya que se tendrá más ajustado y controlado el número de muestras en base al nivel de confianza. Se aplicó la siguiente ecuación para hallar la desviación estándar:

Ecuación 5: Ecuación de la desviación estándar.

$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum (\text{cada observación de la muestra} - \bar{x})^2}{\text{número en la muestra} - 1}}$
<p>donde x_i = valor de cada observación \bar{x} = media de las observaciones n = número de observaciones en la muestra</p>

Fuente: (Render & Heizer, 2007, pág. 267)

Los resultados de s y de los límites de control calculados se muestran continuación en la *tabla 9*.

Tabla 9: Límites de control y desviación estándar

FORMA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS											
FECHA:	12-jun-20				ANALISTA (S):						
ESTUDIO:	Tiempos				Hernández J.						
PROCESO:	Recepción de partes y repuestos										
SECCION:	Logística										
EMPRESA:	Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana										
N°	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	ΣT	TC	S	LCS	LCI
1	Imprimir Invoice	0:01:16	0:01:20	0:01:22	0:01:26	0:01:18	0:06:42	0:01:20	0:00:04	0:01:24	0:01:17
2	Abrir documentación (Digital)	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:56	0:00:11	0:00:01	0:00:12	0:00:10
3	Dirigirse a la bodega	0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16	0:00:18	0:01:24	0:00:17	0:00:01	0:00:18	0:00:16
4	Pedir DIAF FORM PA 003	0:00:20	0:00:24	0:00:22	0:00:20	0:00:18	0:01:44	0:00:21	0:00:02	0:00:23	0:00:19
5	Dirigirse hacia donde está el material	0:00:26	0:00:30	0:00:28	0:00:24	0:00:26	0:02:14	0:00:27	0:00:02	0:00:29	0:00:25
6	Verificar la condición del embalaje	0:00:24	0:00:32	0:00:28	0:00:34	0:00:28	0:02:26	0:00:29	0:00:04	0:00:33	0:00:25
7	Caminar a la oficina	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:22	0:00:16	0:01:32	0:00:18	0:00:02	0:00:21	0:00:16
8	Llenar Doc. DIAF CL 04	0:10:46	0:11:00	0:10:52	0:10:54	0:10:44	0:54:16	0:10:51	0:00:06	0:10:58	0:10:45
9	Imprimir Doc. DIAF CL 04	0:00:40	0:00:46	0:00:38	0:00:44	0:00:40	0:03:28	0:00:42	0:00:03	0:00:45	0:00:38
10	Regresar donde esta el material	0:00:18	0:00:16	0:00:20	0:00:18	0:00:16	0:01:28	0:00:18	0:00:02	0:00:19	0:00:16
11	Retirar el packing list del material	0:00:10	0:00:14	0:00:14	0:00:12	0:00:12	0:01:02	0:00:12	0:00:02	0:00:14	0:00:11
12	Abrir el empaque	0:00:48	0:00:40	0:00:44	0:00:46	0:00:40	0:03:38	0:00:44	0:00:04	0:00:47	0:00:40
13	Retirar la trazabilidad	0:00:16	0:00:18	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:01:18	0:00:16	0:00:02	0:00:17	0:00:14
14	Revisar la trazabilidad	0:00:08	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:08	0:00:42	0:00:08	0:00:01	0:00:09	0:00:08
15	Caminar a la oficina	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:16	0:01:26	0:00:17	0:00:01	0:00:18	0:00:16
16	Sacar copias de la trazabilidad	0:01:20	0:01:26	0:01:22	0:01:26	0:01:22	0:06:56	0:01:23	0:00:03	0:01:26	0:01:21
17	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos	0:00:40	0:00:46	0:00:50	0:00:44	0:00:52	0:03:52	0:00:46	0:00:05	0:00:51	0:00:42
18	Caminar hacia donde está el material	0:00:12	0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16	0:01:18	0:00:16	0:00:02	0:00:18	0:00:13
19	Sacar el material del empaque	0:00:34	0:00:40	0:00:42	0:00:40	0:00:36	0:03:12	0:00:38	0:00:03	0:00:42	0:00:35
20	Verificar P/N: Material vs Invoice	0:01:56	0:02:02	0:01:58	0:02:04	0:02:10	0:10:10	0:02:02	0:00:05	0:02:07	0:01:57
21	Verificar P/N y S/N de packing list vs	0:02:30	0:02:20	0:02:34	0:02:40	0:02:28	0:12:32	0:02:30	0:00:07	0:02:38	0:02:23
22	Guardar el material en la caja	0:00:52	0:00:56	0:00:50	0:00:54	0:00:54	0:04:26	0:00:53	0:00:02	0:00:55	0:00:51
23	Marcar en el empaque el número de ítem	0:00:06	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:22	0:00:04	0:00:01	0:00:05	0:00:04
24	Elaborar DIAF FORM PA 003	0:01:30	0:01:24	0:01:28	0:01:26	0:01:32	0:07:20	0:01:28	0:00:03	0:01:31	0:01:25
25	Caminar a la oficina	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:14	0:01:24	0:00:17	0:00:02	0:00:19	0:00:15
26	Elaborar DIAF FORM PA 012	0:12:16	0:12:24	0:12:30	0:12:08	0:12:22	1:01:40	0:12:20	0:00:08	0:12:28	0:12:12
27	Imprimir DIAF FORM PA 012	0:00:42	0:00:38	0:00:40	0:00:38	0:00:44	0:03:22	0:00:40	0:00:03	0:00:43	0:00:38
28	Caminar a la bodega de partes	0:00:12	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:14	0:01:10	0:00:14	0:00:01	0:00:15	0:00:13
29	Entregar la documentación de recepción aprobada téc. De bodega	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:56	0:00:11	0:00:01	0:00:12	0:00:10

Fuente: Autor.

Las muestras que no estén dentro del rango de los límites de control se las puede eliminar o a su vez se puede tomar un nuevo tiempo que este dentro del rango. A continuación se muestran

en la *tabla 10* las muestras consideradas como consistentes para el estudio de tiempos.

Tabla 10: Muestras dentro de los límites de control.

FORMA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS								
FECHA:	12-jun-20			ANALISTA (S):				
ESTUDIO:	Tiempos			Hernández J.				
PROCESO:	Recepción de partes y repuestos							
SECCION:	Logística							
EMPRESA:	Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana							
N°	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	LCS	LCI
1	Imprimir Invoice		0:01:20	0:01:22		0:01:18	0:01:24	0:01:17
2	Abrir documentación (Digital)	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10
3	Dirigirse a la bodega	0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:16
4	Pedir DIAF FORM PA 003	0:00:20		0:00:22	0:00:20		0:00:23	0:00:19
5	Dirigirse hacia donde está el material	0:00:26		0:00:28		0:00:26	0:00:29	0:00:25
6	Verificar la condición del embalaje		0:00:32	0:00:28		0:00:28	0:00:33	0:00:25
7	Caminar a la oficina	0:00:18	0:00:18	0:00:18		0:00:16	0:00:21	0:00:16
8	Llenar Doc. DIAF CL 04	0:10:46		0:10:52	0:10:54		0:10:58	0:10:45
9	Imprimir Doc. DIAF CL 04	0:00:40		0:00:38	0:00:44	0:00:40	0:00:45	0:00:38
10	Regresar donde esta el material	0:00:18	0:00:16		0:00:18	0:00:16	0:00:19	0:00:16
11	Retirar el packing list del material		0:00:14	0:00:14	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:11
12	Abrir el empaque		0:00:40	0:00:44	0:00:46	0:00:40	0:00:47	0:00:40
13	Retirar la trazabilidad	0:00:16		0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:17	0:00:14
14	Revisar la trazabilidad	0:00:08	0:00:08	0:00:08		0:00:08	0:00:09	0:00:08
15	Caminar a la oficina	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:16	0:00:18	0:00:16
16	Sacar copias de la trazabilidad		0:01:26	0:01:22	0:01:26	0:01:22	0:01:26	0:01:21
17	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos		0:00:46	0:00:50	0:00:44		0:00:51	0:00:42
18	Caminar hacia donde está el material		0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16	0:00:18	0:00:13
19	Sacar el material del empaque		0:00:40	0:00:42	0:00:40	0:00:36	0:00:42	0:00:35
20	Verificar P/N: Material vs Invoice		0:02:02	0:01:58	0:02:04		0:02:07	0:01:57
21	Verificar P/N y S/N de packing list vs material vs invoice	0:02:30		0:02:34		0:02:28	0:02:38	0:02:23
22	Guardar el material en la caja	0:00:52			0:00:54	0:00:54	0:00:55	0:00:51
23	Marcar en el empaque el número de ítem		0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:05	0:00:04
24	Elaborar DIAF FORM PA 003	0:01:30		0:01:28	0:01:26		0:01:31	0:01:25
25	Caminar a la oficina	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:18		0:00:19	0:00:15
26	Elaborar DIAF FORM PA 012	0:12:16	0:12:24			0:12:22	0:12:28	0:12:12
27	Imprimir DIAF FORM PA 012	0:00:42	0:00:38	0:00:40	0:00:38		0:00:43	0:00:38
28	Caminar a la bodega de partes		0:00:14	0:00:14		0:00:14	0:00:15	0:00:13
29	Entregar la documentación de recepción aprobada téc. De bodega	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:10

Fuente: Autor

11.3.2.3. Tiempo de ciclo observado promedio

Una vez determinada las muestras y los límites de control, el siguiente paso fue calcular el tiempo de ciclo observado promedio (\overline{TC}) en base a los datos de la *tabla 10* aplicando la *ecuación 1*.

$$\overline{TC} = \frac{(\sum \text{tiempos elementales registrados})}{\# \text{ de ciclos observados}}$$

En la *tabla 15* se pueden apreciar los resultados de los tiempos de ciclo observado promedio.

11.3.2.4. Tiempo normal

Una vez obtenidos el tiempo de ciclo observado promedio (\overline{TC}) el siguiente paso consistió en determinar el tiempo normal, aplicando la *ecuación 2*.

$$TN = \overline{TC} \times \frac{C}{100}$$

Siendo C , un factor de calificación el cual se lo debió determinar para la resolución de hallar el TN.

11.3.2.4.1. Sistema de calificación Westinghouse (C)

Consiste en darle una calificación numérica al trabajador, basados en los siguientes cuatro factores:

- **Habilidad:** Se observó y evaluó minuciosamente la destreza con la cual el técnico ejecuta cada una de sus actividades.
- **Esfuerzo:** Consistió en palpar la voluntad y empeño del técnico, es decir el compromiso al realizar su trabajo.
- **Condiciones:** Se hace referencia a como se halla el lugar de trabajo, si hace frio, calor, ruido, etc. Al estar la planta ubicada junto a la pista del aeropuerto el técnico generalmente

está expuesto al ruido, por lo cual se debe utilizar protección auditiva constantemente.

- **Consistencia:** Se verificó la variación del tiempo de cada actividad en cada ciclo. Cabe recalcar que el trabajador debe ser una persona de amplia experiencia en el desarrollo de su trabajo. Los valores de calificación se obtienen de las tablas del sistema de calificación Westinghouse contenidas en el *Anexo IV* y con los criterios de valoración del supervisor e inspector del área de partes y repuestos, ya que son las personas que se encuentran día a día en la empresa y por su amplia experiencia. A continuación se presentan los valores obtenidos.

Tabla 11: Sistema de calificación Westinghouse.

SISTEMA DE CALIFICACIÓN WESTINGHOUSE					
HABILIDADES			ESFUERZO		
+ 0,15	A1	Superior	+ 0,13	A1	Superior
+ 0,13	A2	Superior	+ 0,12	A2	Superior
+ 0,11	B1	Excelente	+ 0,10	B1	Excelente
+ 0,08	B2	Excelente	+ 0,08	B2	Excelente
+ 0,06	C1	Bueno	+ 0,05	C1	Bueno
+ 0,03	C2	Bueno	+ 0,02	C2	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
- 0,05	E1	Aceptable	- 0,04	E1	Aceptable
- 0,10	E2	Aceptable	- 0,18	E2	Aceptable
- 0,16	F1	Malo	- 0,12	F1	Malo
- 0,22	F2	Malo	- 0,17	F2	Malo

Fuente: Autor.

Tabla 12: Sistema de calificación Westinghouse.

SISTEMA DE CALIFICACIÓN WESTINGHOUSE					
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+ 0,06	A	Ideal	+ 0,04	A	Perfecta
+ 0,04	B	Excelente	+ 0,03	B	Excelente
+ 0,02	C	Bueno	+ 0,01	C	Buena
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
- 0,03	E	Aceptable	- 0,02	E	Aceptable
- 0,07	F	Malo	- 0,04	F	Mala

Fuente: Autor

En la *tabla 11* se aprecia una calificación promedio tanto para la habilidad y esfuerzo, en la *tabla 12* se tiene un valor promedio tanto para habilidad y constancia. A continuación se presenta la *tabla 13* del resumen de los valores y de la sumatoria de la calificación del ritmo del

trabajo.

Tabla 13: Calificación del ritmo de trabajo.

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO	
FACTORES	CALIFICACIÓN
Habilidad	0,00
Esfuerzo	0,00
Condiciones	0,00
Consistencia	0,00
TOTAL	0,00
%	0%
C	100%

Fuente: Autor.

Como se puede apreciar en la *tabla 13* se obtuvo una calificación estándar del 100/100 (100%), debido a la experiencia que el técnico tiene en su trabajo y en referencia a los textos consultados. Además de la experiencia el técnico e inspector de logística deben cumplir con un perfil que contenga los siguientes cursos:

- HAZARDOUS MATERIALS & DANGEROUS GOODS (materiales peligrosos y mercancías peligrosas).
- SUSPECTED UNAPPROVED PARTS & TRACEABILITY (partes no aprobadas sospechosas y trazabilidad).
- Ingles técnico (70%)

Una vez obtenida la calificación del ritmo del trabajo *C*, se calculó el tiempo normal, cuyos valores se muestran en la *tabla 15*.

11.3.2.5. Tiempo estándar

Una vez encontrado el tiempo normal, el siguiente paso consistió en calcular el tiempo estándar aplicando la *ecuación 3*.

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} + (\text{Tolerancias} \times \text{Tiempo normal})$$

$$TE = TN (1 + \text{permisibilidades})$$

$$TE = \frac{TN}{1 - \text{Tolerancias}}$$

Previo cálculo del *TE* fue necesario determinar las tolerancias o suplementos que establece la OIT (ver *tabla 5*), clasificándolos en suplementos fijos (Necesidades personales, fatigas normales) y variables (Suplementos por contingencias, por políticas de la empresa, especiales, etc.). Los valores a atribuir en los suplementos variables dependerán de si la persona evaluada es hombre o mujer, para el caso del presente estudio las personas son de sexo masculino.

A continuación se detallan los valores asignados para las tolerancias:

Tabla 14: Suplementos asignados

SISTEMA DE SUPLEMENTOS ASIGNADOS		
Suplementos constantes		Actividades que apliquen
Necesidades personales	5	En todo el proceso
Básico por fatiga	4	
TOTAL SUPL. CTES.	9	
Suplementos variables		
Trabajo de pie	2	Act: 3-7, 10-25, 28,29
Levantar objetos 5 Kg.	1	Act.: 19, 22
Trabajos de precisión o fatigosos	2	Act.: 20,21
Ruido intermitente y muy fuerte	5	En todo el proceso
Proceso algo complejo	1	Act.: 20,21

Fuente: Autor

Los suplementos constantes aplican a todas las actividades del proceso, mientras que los suplementos variables aplican a las actividades que se detallaron en la *tabla 14*.

En la *tabla 15* se pueden apreciar los resultados del estudio de tiempos en las condiciones iniciales. Se obtuvo un tiempo de ciclo promedio de 40 minutos con 33 segundos, un tiempo normal de 40 minutos con 33 segundos y un tiempo estándar de 46 minutos con 40 segundos.

Tabla 15: Estudio de tiempos en las condiciones iniciales

ESTUDIO DE TIEMPOS EN LAS CONDICIONES INICIALES											
FECHA DE INICIO:		12-jun-20			FECHA DE FINALIZACIÓN:			30-jun-20			
ESTUDIO:		Tiempos			PROCESO:			Recepción de partes y repuestos			
SECCION:		Logística			ANALISTA (S):			Hernández J.			
EMPRESA:		Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (DIAF)									
N°	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	TC	C	TN	Tolerancias	TS
1	Imprimir Invoice		0:01:20	0:01:22		0:01:18	0:01:20	100%	0:01:20	0,14	0:01:31
2	Abrir documentación (Digital)	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:11	100%	0:00:11	0,14	0:00:13
3	Dirigirse a la bodega	0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16	0:00:18	0:00:17	100%	0:00:17	0,16	0:00:19
4	Pedir DIAF FORM PA 003	0:00:20		0:00:22	0:00:20		0:00:21	100%	0:00:21	0,16	0:00:24
5	Dirigirse hacia donde está el	0:00:26		0:00:28		0:00:26	0:00:27	100%	0:00:27	0,16	0:00:31
6	Verificar la condición del embalaje		0:00:32	0:00:28		0:00:28	0:00:29	100%	0:00:29	0,16	0:00:34
7	Caminar a la oficina	0:00:18	0:00:18	0:00:18		0:00:16	0:00:17	100%	0:00:17	0,16	0:00:20
8	Llenar Doc. DIAF CL 04	0:10:46		0:10:52	0:10:54		0:10:51	100%	0:10:51	0,14	0:12:22
9	Imprimir Doc. DIAF CL 04	0:00:40		0:00:38	0:00:44	0:00:40	0:00:41	100%	0:00:41	0,14	0:00:46
10	Regresar donde esta el material	0:00:18	0:00:16		0:00:18	0:00:16	0:00:17	100%	0:00:17	0,16	0:00:20
11	Retirar el packing list del material		0:00:14	0:00:14	0:00:12	0:00:12	0:00:13	100%	0:00:13	0,16	0:00:15
12	Abrir el empaque		0:00:40	0:00:44	0:00:46	0:00:40	0:00:42	100%	0:00:42	0,16	0:00:49
13	Retirar la trazabilidad	0:00:16		0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:15	100%	0:00:15	0,16	0:00:17
14	Revisar la trazabilidad	0:00:08	0:00:08	0:00:08		0:00:08	0:00:08	100%	0:00:08	0,16	0:00:09
15	Caminar a la oficina	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:18	0:00:16	0:00:17	100%	0:00:17	0,16	0:00:20
16	Sacar copias de la trazabilidad		0:01:26	0:01:22	0:01:26	0:01:22	0:01:24	100%	0:01:24	0,16	0:01:37
17	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos		0:00:46	0:00:50	0:00:44		0:00:47	100%	0:00:47	0,16	0:00:54
18	Dirigirse donde está el material		0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16	0:00:16	100%	0:00:16	0,16	0:00:19
19	Sacar el material del empaque		0:00:40	0:00:42	0:00:40	0:00:36	0:00:40	100%	0:00:40	0,17	0:00:46
20	Verificar P/N: Material vs Invoice		0:02:02	0:01:58	0:02:04		0:02:01	100%	0:02:01	0,19	0:02:24
21	Verificar P/N y S/N de packing list vs material vs invoice	0:02:30		0:02:34		0:02:28	0:02:31	100%	0:02:31	0,19	0:02:59
22	Guardar el material en la caja	0:00:52			0:00:54	0:00:54	0:00:53	100%	0:00:53	0,17	0:01:02
23	Marcar en el empaque el número de ítem		0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04	100%	0:00:04	0,16	0:00:05
24	Elaborar DIAF FORM PA 003	0:01:30		0:01:28	0:01:26		0:01:28	100%	0:01:28	0,16	0:01:42
25	Caminar a la oficina	0:00:16	0:00:18	0:00:18	0:00:18		0:00:18	100%	0:00:18	0,16	0:00:20
26	Elaborar DIAF FORM PA 012	0:12:16	0:12:24			0:12:22	0:12:21	100%	0:12:21	0,14	0:14:04
27	Imprimir DIAF FORM PA 012	0:00:42	0:00:38	0:00:40	0:00:38		0:00:40	100%	0:00:40	0,14	0:00:45
28	Caminar a la bodega de partes		0:00:14	0:00:14		0:00:14	0:00:14	100%	0:00:14	0,16	0:00:16
29	Entregar la documentación de recepción aprobada téc. De bodega	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:11	100%	0:00:11	0,16	0:00:13
TOTAL							0:40:33		0:40:33		0:46:40

Fuente: Autor.

11.3.3. Productividad en el estado inicial

Para el cálculo de la productividad se tomó en cuenta que la jornada laboral es de ocho horas al día 40 horas a la semana.

Al ser la DIAF una entidad adscrita a la FAE y por políticas militares, todas las mañanas el personal militar y civil se reúne en el hangar para el respectivo parte, dicha actividad dura 20 minutos aproximadamente.

Otra de las actividades y como parte del programa de incentivos y descanso es que todo el personal tiene derecho a un receso de 20 minutos para hacer actividades varias, generalmente consumir un pequeño refrigerio.

Cada sección tiene reuniones de trabajo de 10 minutos para estar al tanto de las diferentes novedades de trabajo de la empresa.

Con la finalidad de dar cumplimiento a la disposición del departamento de Seguridad y Salud ocupacional en lo referente al orden y limpieza, los trabajadores deben realizar la limpieza de su lugar de trabajo en un tiempo estimado de 10 min.

En la *tabla 16* se puede visualizar un resumen de la distribución de los tiempos durante la jornada laboral, teniendo un tiempo productivo de 7 horas.

Tabla 16: Determinación del tiempo productivo e improductivo

RESUMEN DE LA JORNADA LABORAL (hh:mm:ss.)			
Tiempo disponible	Tiempo no productivo		Tiempo útil (productivo)
8:00:00	Parte	0:20:00	7:00:00
	Receso	0:20:00	
	Reuniones de trabajo	0:10:00	
	Limpieza	0:10:00	
	Total T. no prod.	1:00:00	

Fuente: Autor.

En función a los datos del tiempo estándar y del tiempo productivo se calculó la producción diaria, misma que se utilizará para hallar la productividad.

Ecuación 6: Cálculo de la productividad.

$$Producción = \frac{Tb}{Tc}$$

Fuente: Autor.

Dónde: Tb es el tiempo de base, para el presente caso es el tiempo productivo (7 horas) y Tc se lo considera al tiempo estándar (46 minutos con 40 segundos). Se obtuvo como resultado de la producción diaria de repuestos/día. La resolución se muestra a continuación:

$$Producción = \frac{7 \text{ horas}}{46.40 \text{ min/repuesto}}$$

$$Producción = 9.05 \text{ repuestos/día} \approx 9 \text{ repuestos/día}$$

La productividad se la obtuvo aplicando la *ecuación 4*, donde las *salidas* son representadas son la producción diaria y las *entradas* se las hace referencia a la mano de obra que para el caso es un técnico y el inspector. Se obtuvo un valor de productividad diaria de 5 repuestos/día/persona. A continuación se muestra la resolución:

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos empleados}$$

$$Productividad = \frac{9 \text{ repuestos/día}}{2 \text{ personas}}$$

$$Productividad = 4.5 \text{ repuestos/día/persona} \approx 5 \text{ repuestos/día/persona.}$$

11.4. Resultados obtenidos en base al objetivo 3

11.4.1. Mejoras aplicadas al proceso

Se realizó un análisis de cada una de las actividades identificadas en el proceso, en conjunto

con el técnico, supervisor e inspector encargados de la recepción de partes y repuesto, tomando en cuenta aspectos de carácter, técnico, económico, infraestructura y tecnológico.

11.4.1.1. Análisis del tiempo productivo.

Para aumentar el tiempo productivo, el técnico no asistirá al parte, ya que dicha actividad es de carácter obligatorio para el personal militar, teniendo en cuenta que cualquier disposición que se de en el parte será comunicada por el supervisor o jefe inmediato al técnico. Por lo tanto se tendrán 20 minutos más disponibles de tiempo productivo que en total serán 7 horas con 20 minutos.

11.4.1.2. Análisis de cada actividad del proceso.

- 1. Imprimir invoice:** Se mantiene la actividad con una mejora en la velocidad de impresión, ya que la DIAF contrató a una empresa de servicio de impresiones y copias, la cual provee a manera de préstamo impresoras láser multifuncionales. Siendo beneficiaria del servicio el área de logística.
- 2. Abrir en el computador la documentación requerida para el proceso:** La actividad se mantiene en las mismas condiciones.
- 3. Dirigirse a la bodega de materiales a pedir la DIAF FORM PA 003:** Se elimina ya que con la producción determinada el técnico podrá pedir un número de tarjetas mensuales para tenerlas en la oficina de recepción de partes y repuestos.
- 4. Pedir la DIAF FORM PA 003:** Cambia la actividad, ya que el técnico tiene a su disposición las tarjetas, entonces la actividad será: poner en el tablero de registro la documentación (invoice y DIAF FORM PA 003).
- 5. Con el tablero de registro dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material:** La actividad se mantiene.
- 6. Verificar la condición del embalaje:** La actividad se mantiene.

7. **Caminar a la oficina a elaborar el documento DIAF CL04:** Se elimina la actividad, ya que más adelante el técnico hará un solo recorrido para realizar las actividades necesarias en la oficina.
8. **Elaborar el documento DIAF CL 04:** La actividad se mantiene, pero se la hará posteriormente cuando el técnico este en la oficina.
9. **Imprimir el documento DIAF CL 04:** La actividad se mantiene, pero se la hará posteriormente cuando el técnico este en la oficina. Con la mejora de la velocidad de impresión.
10. **Dirigirse hacia donde se encuentra el material:** Se elimina, porque el técnico ya no camina a la oficina.
11. **Retirar el packing list del material:** La actividad se mantiene.
12. **Abrir el empaque:** La actividad se mantiene.
13. **Retirar la trazabilidad:** La actividad se mantiene.
14. **Revisar la trazabilidad:** La tarea se la hará en conjunto con las actividades 20 y 21, haciendo una operación combinada.
15. **Caminar a la oficina con la trazabilidad:** Se elimina la actividad, ya que más adelante el técnico hará un solo recorrido para realizar las actividades necesarias en la oficina.
16. **Sacar copias de la trazabilidad:** La actividad se mantiene, pero se la hará posteriormente cuando el técnico este en la oficina. Con la particularidad de mejora en la velocidad de copiado.
17. **Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos:** La actividad se mantiene, pero se la hará posteriormente cuando el técnico este en la oficina.
18. **Caminar hacia donde está el material:** Se elimina porque no es necesario que el técnico

se mantiene en el lugar de la recepción.

- 19. Sacar el material del empaque:** La actividad se mantiene
- 20. Verificar P/N del Material vs Invoice:** Se unifica con la actividad 21, siendo la actividad unificada: Verificar P/N y S/N del material, Trazabilidad e invoice. Se mantiene la condición que en el caso de no coincidir los datos el material se pasa a cuarentena, hasta que control de calidad haga el procedimiento respectivo para dar solución, haciendo que el proceso de recepción se haga desde el inicio.
- 21. Verificar P/N y S/N de la trazabilidad vs material vs invoice:** Se unificó con la actividad 20 y 14.
- 22. Guardar el material en la caja:** La actividad se mantiene.
- 23. Marcar en el empaque el número de ítem:** La actividad se mantiene.
- 24. Elaborar DIAF FORM PA 003:** La actividad se mantiene.
- 25. Caminar a la oficina a elaborar la DIAF FORM PA 012:** Cambia el nombre de la actividad ya que el recorrido se lo hará para hacer todas las tareas necesarias en la oficina. Siendo la nueva actividad. Caminar a la oficina a elaborar la documentación necesaria que certifique de favorable el proceso de recepción.
- 26. Elaborar DIAF FORM PA 012:** Se mantiene la actividad.
- 27. Imprimir la DIAF FORM PA 012:** La actividad se mantiene, con la mejora en velocidad de impresión.
- 28. Caminar a la bodega de partes:** La actividad se mantiene.
- 29. Entregar la documentación favorable de la recepción al téc. De bodega:** La actividad se mantiene.

A continuación se presenta una tabla resumen de las actividades del proceso mejorado.

Tabla 17: Resumen de actividades del proceso mejorado.

N°	Nombre de actividad	Tipo de actividad	Distancia (m)
1	Imprimir Invoice	Operación 1	
2	Abrir documentación (Digital)	Operación 2	
3	Poner en el tablero de registro la documentación (invoice y DIAF FORM PA 003).	Operación 3	
4	Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material, llevando el tablero de registro	Transporte 1	6
5	Verificar la condición del embalaje	Operación combinada 1	
6	Retirar el packing list del material	Operación 4	
7	Abrir el empaque	Operación 5	
8	Retirar la trazabilidad	Operación 6	
9	Sacar el material del empaque	Operación 7	
10	Verificar P/N y S/N del material vs Trazabilidad vs invoice	Operación combinada 2	
11	Guardar el material en la caja	Operación 8	
12	Marcar en el empaque el número de ítem	Operación 9	
13	Elaborar DIAF FORM PA 003	Operación 10	
14	Caminar a la oficina a elaborar la documentación necesaria que certifique de favorable el proceso de recepción.	Transporte 2	6
15	Elaborar DIAF FORM PA 012	Operación 11	
16	Imprimir la DIAF FORM PA 012	Operación 12	
17	Elaborar el documento DIAF CL 04	Operación 13	
18	Imprimir el documento DIAF CL 04	Operación 14	
19	Sacar copias de la trazabilidad	Operación 15	
20	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos	Operación 16	
21	Caminar a la bodega de partes	Transporte 3	5
22	Entregar la documentación favorable de la recepción al téc. De bodega	Operación 17	

Fuente: Autor.

Tabla 18: Comparación del número de actividades de los métodos inicial y mejorado

Método	Total de actividades	Operación	Inspección	Transporte	Operación combinada
Condiciones iniciales	29	17	1	8	3
Condiciones mejoradas	22	17	0	3	2

Fuente: Autor.

En las condiciones iniciales se identificaron un total de 29 actividades y 3 estaciones, mientras que con las mejoras se obtuvo un total de 22 actividades en las mismas 3 estaciones de trabajo, se mantienen las 17 operaciones pero en el método propuesto se tiene la mejora en las actividades referentes a impresión y copiado ya que la empresa implementó una impresora láser para el área de logística, la única inspección de las condiciones iniciales se unifica en el método propuesto quedando cero inspecciones, los transportes ocultan actividades improductivas las cuales se las identificó y se logró reducir de 8 a 3 trasportes o de 48 a 17 metros para todo el proceso, finalmente en el método inicial se encontraron 3 operaciones combinadas mismas que para el método propuesto se las puede ejecutar en 2 operaciones combinadas.

Las actividades del método propuesto serán estandarizadas y plasmadas en el manual de procedimientos para la recepción de partes y repuestas (ver Anexo XII).

11.4.2. Diagrama de proceso del método propuesto.

Ver el anexo IV.

11.4.3. Diagrama de flujo para el método propuesto.

Ver el anexo V.

11.4.4. Diagrama de flujo para el método propuesto.

Ver el anexo VI.

11.4.5. Estudio de tiempos del proceso mejorado

Una vez determinadas y establecidas las actividades del proceso mejorado fue necesario hacer un estudio de tiempos, con la finalidad de determinar el tiempo estándar para el método propuesto. Ya que la propuesta quedará estandarizada y plasmada en el diagrama de procedimientos.

- **Número de muestras:** La tabla de muestras de los tiempos para el método propuesto se muestran en el Anexo VII.

- **Límites de control y desviación estándar:** La tabla de los límites de control y de la desviación estándar se la puede visualizar en el Anexo X.
- **Muestras dentro de los límites de control:** La tabla de tiempos dentro de los límites de control se las puede observar en el Anexo IX.
- **Tiempo de ciclo observado promedio:** La tabla de los resultados de los tiempos promedios se visualizan en la *tabla 19*.
- **Tiempo normal:** Los tiempos normales del método propuesto se muestran en la *tabla 19*.
- **Sistema de calificación Westinghouse (C):** La calificación del desempeño se mantiene con valor promedio es decir 100%. Ver *tablas 11, 12 y 13*.
- **Tolerancias o suplementos:** La tabla de designación de suplementos por actividad se muestra en el Anexo X.
- **Tiempo estándar:** Los resultados del tiempo estándar se muestran a continuación en la *tabla 19*.

Tabla 19: Estudio de tiempos del método propuesto.

ESTUDIO DE TIEMPOS DEL MÉTODO MEJORADO											
FECHA DE INICIO:	23-jul-20				FECHA DE FINALIZACIÓN:	30-jul-20					
ESTUDIO:	Tiempos				PROCESO:	Recepción de partes y repuestos					
SECCION:	Logística				ANALISTA (S):	Hernández J.					
EMPRESA:	Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (DIAF)										
N°	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	TC	C	TN	Tolerancias	TS
1	Imprimir Invoice	0:00:16	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:15	100%	0:00:15	0,14	0:00:17
2	Abrir documentación (Digital)	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:10	0:00:12	0:00:11	100%	0:00:11	0,14	0:00:12
3	Poner en el tablero de registro la documentación (invoice y DIAF FORM PA 003).	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:13	100%	0:00:13	0,14	0:00:15
4	Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material, llevando el tablero de registro.	0:00:20	0:00:18		0:00:18	0:00:18	0:00:19	100%	0:00:19	0,16	0:00:21
5	Verificar la condición del embalaje		0:00:24		0:00:24	0:00:24	0:00:24	100%	0:00:24	0,16	0:00:28
6	Retirar el packing list del material	0:00:12	0:00:12	0:00:10		0:00:10	0:00:11	100%	0:00:11	0,16	0:00:13
7	Abrir el empaque	0:00:38	0:00:40	0:00:40		0:00:40	0:00:40	100%	0:00:40	0,16	0:00:46
8	Retirar la trazabilidad	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:11	100%	0:00:11	0,16	0:00:13
9	Sacar el material del empaque	0:00:40		0:00:38	0:00:44	0:00:40	0:00:41	100%	0:00:41	0,17	0:00:47
10	Verificar P/N y S/N del material vs Trazabilidad vs invoice		0:02:44	0:02:48	0:02:48	0:02:46	0:02:46	100%	0:02:46	0,19	0:03:18
11	Guardar el material en la caja		0:00:54	0:00:54	0:00:52	0:00:52	0:00:53	100%	0:00:53	0,17	0:01:02
12	Marcar en el empaque el número de ítem	0:00:06	0:00:06	0:00:04	0:00:06	0:00:04	0:00:05	100%	0:00:05	0,16	0:00:06
13	Elaborar DIAF FORM PA 003	0:01:36		0:01:34	0:01:34	0:01:36	0:01:35	100%	0:01:35	0,16	0:01:50
14	Caminar a la oficina a elaborar la documentación necesaria que certifique de favorable el proceso de recepción.	0:00:18	0:00:18	0:00:20	0:00:20	0:00:20	0:00:19	100%	0:00:19	0,16	0:00:22
15	Elaborar DIAF FORM PA 012		0:11:56	0:11:52	0:12:00	0:11:56	0:11:56	100%	0:11:56	0,14	0:13:36
16	Imprimir la DIAF FORM PA 012	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:14	0:00:16	0:00:15	100%	0:00:15	0,14	0:00:17
17	Elaborar el documento DIAF CL 04		0:10:46	0:10:50	0:10:44		0:10:47	100%	0:10:47	0,14	0:12:17
18	Imprimir el documento DIAF CL 04	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14		0:00:13	100%	0:00:13	0,14	0:00:15
19	Sacar copias de la trazabilidad	0:00:14	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:13	100%	0:00:13	0,16	0:00:15
20	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos	0:00:36		0:00:38		0:00:34	0:00:36	100%	0:00:36	0,16	0:00:42
21	Caminar a la bodega de partes	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:14	0:00:12	0:00:13	100%	0:00:13	0,16	0:00:15
22	Entregar la documentación favorable de la recepción al téc. De bodega	0:00:10	0:00:08	0:00:10	0:00:08	0:00:12	0:00:10	100%	0:00:10	0,16	0:00:11
TOTAL							0:33:04		0:33:04		0:37:59

Fuente: Autor.

Con el método propuesto se mejoró el proceso, se obtuvo un tiempo de ciclo de 33 minutos con 04 segundo, un tiempo normal de 33 minutos con 4 segundos y un tiempo estándar de 37 minutos con 59 segundos. Los datos de tiempo estándar de cada actividad quedarán plasmados en el manual de procedimientos para la recepción de partes y repuestos de la empresa.

11.4.6. Productividad del método propuesto.

Se la obtendrá en función de los datos del tiempo estándar del método propuesto y con el nuevo tiempo productivo. La *tabla 20* indica el resultado del tiempo productivo mejorado.

Tabla 20: Tiempo productivo del método propuesto

Resumen de la jornada laboral (hh:mm:ss.)			
Tiempo disponible	Tiempo no productivo		Tiempo útil (productivo)
8:00:00	Receso	0:20:00	7:20:00
	Reuniones de trabajo	0:10:00	
	Limpieza	0:10:00	
	Total t. imp.	0:40:00	

Fuente: Autor.

En base a los datos del método propuesto se obtuvo una productividad diaria de 12 repuestos/día en base al tiempo productivo mejorado.

$$Producción = \frac{7:20 \text{ horas}}{37:59 \text{ min/repuesto}}$$

$$Producción = 11,5 \text{ repuestos/día} \approx 12 \text{ repuestos/día}$$

Con las mejoras aplicadas al proceso se obtiene una productividad diaria de 6 repuestos/día/persona

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos empleados}$$

$$Productividad = \frac{12 \text{ repuestos/día}}{2 \text{ personas}}$$

$$Productividad = 6 \text{ repuestos/día/persona.}$$

11.4.7. Análisis de los resultados obtenidos al inicio y al final del proyecto.

Se hizo un análisis en base al incremento de cada uno de los datos relevantes calculados. Para saber el impacto que generaron las mejoras aplicadas al método en términos porcentuales.

Tabla 21: Resumen de los resultados obtenidos.

VARIANTES	CONDICIONES INICIALES	MÉTODO MEJORADO	INCREMENTO	INCREMENTO PORCENTUAL
			$\Delta(+/-)$	$\Delta\%$
TC (hh:mm:ss)	0:40:33	0:33:04	(-) 0:07:29	-18,45%
TN (hh:mm:ss)	0:40:33	0:33:04	(-) 0:07:29	-18,45%
TS (hh:mm:ss)	0:46:40	0:37:59	(-) 0:08:41	-18,61%
Produccion (repuestos/día)	9	12	(+) 3	33,33%
Productividad (repuestos/día/persona)	5	6	(+) 1	20,00%
Tiempo productivo (hh:mm:ss)	7:00:00	7:20:00	(+) 0:20:00	4,76%
Distancia recorrida (m)	48	17	(-) 31	-64,58%

Fuente: Autor.

En la tabla 21 se puede apreciar los incrementos en cantidad numérica y porcentual el signo positivo (+) indica un aumento mientras que el signo negativo (-) indica una disminución. Con la aplicación del método mejorado se tiene, en primera instancia una reducción de 7 minutos con 29 segundos equivalentes a un 18,45%, a continuación se puede apreciar como el tiempo normal se redujo 7 minutos con 29 segundos equivalentes al 18,45%, seguidamente se tiene que el tiempo estándar se redujo 8 minutos con 41 segundos equivalentes a un 18,61%, la producción diaria aumentó 3 repuestos/día equivalente a un 33,33%, la productividad diaria también tuvo un incremento de 1 repuesto/día/persona equivalente a un 20%, el tiempo productivo también tuvo un incremento de 20 minutos equivalentes a un 4,76% y finalmente la distancia a recorrer se redujo 31 metros equivalentes a un 64,58%. Por lo tanto, las mejoras aplicadas al proceso tuvieron los resultados esperados.

Para que las actividades con sus respectivos tiempos, distancias a recorrer y demás aspectos de carácter relevantes del método mejorado queden estandarizados en la empresa se diseñó y elaboró un manual de procedimientos que a continuación se detalla su realización.

11.4.8. Manual de procedimientos

El objetivo de la implementación del manual de procedimientos es que el técnico de recepción de partes y repuestos tenga una guía clara y estandarizada para la ejecución de su trabajo, ya que en dicho manual contiene información referente al nombre de cada actividad, tiempo

estándar, distancia a recorrer, etc. Dicho manual será de gran ayuda para que otra persona pueda guiarse al receptor una parte o repuesto cuando el técnico no pueda asistir al lugar del trabajo, por algún imprevisto.

El diseño del manual de procedimientos se lo realizó en base al formato de manuales aprobado por la empresa. La estructura es la siguiente:

- **Portada:** Es la primera hoja, donde se encuentran el nombre de la empresa, el código del manual, el logotipo de la empresa, el nombre del manual, la revisión y la fecha.

Figura 31: Portada del manual de procedimientos.



Fuente: Autor.

- **Tabla de contenidos:** Es el índice, a excepción de la portada las páginas preliminares se numeran con números romanos (i, ii, etc.) y las páginas restantes con números arábigos (1.2.3.4, etc.).
- **Lista de páginas efectivas:** Esta página aplica cuando los manuales han sido modificados o cambiados de revisión, para el presente caso se pondrá N/A (no aplica), debido a que la

revisión es la ORIGINAL.

- **Registro de revisiones:** Contiene una tabla donde se registrarán las futuras revisiones.

Figura 32: Formato para el registro de revisiones.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG																					
		FECHA: 01/AGO/2020																					
REGISTRO DE REVISIONES																							
Inserte las páginas revisadas, una vez que termine, escriba el número de la revisión, fecha de la revisión, fecha en que la revisión es insertada y el nombre de la persona que ingresa la revisión (nombre y apellido) en la tabla que se muestra a continuación:																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REVISION NÚMERO</th> <th>FECHA DE REVISIÓN</th> <th>FECHA DE INSERCIÓN</th> <th>INSERTADO POR:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Original</td> <td>01/AGO/2020</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REVISION NÚMERO	FECHA DE REVISIÓN	FECHA DE INSERCIÓN	INSERTADO POR:	Original	01/AGO/2020																	
REVISION NÚMERO	FECHA DE REVISIÓN	FECHA DE INSERCIÓN	INSERTADO POR:																				
Original	01/AGO/2020																						

Fuente: Autor.

- **Referencia:** Son los documentos (leyes o regulaciones aeronáuticas, políticas, normativas) donde se apoyan los diferentes manuales, para el presente caso la referencia será la el MOM, el Manual de procedimientos, el Manual de formatos de la DIAF, y la RDAC 145.
- **Introducción:** Breve descripción de la aplicación del procedimiento.
- **Definiciones:** Definición breve de los términos claves que se redacten en el procedimiento.
- **Alcance:** Menciona al grupo de técnicos que deben cumplir con el procedimiento. Para el caso son el técnico de recepción de partes, técnico de base de datos y técnico de bodega.
- **Responsabilidad:** Indica la persona o Departamento responsable del cumplimiento del procedimiento. La responsabilidad del proceso es para el técnico, supervisor e inspector de partes y repuestos.
- **Procedimiento:** Se detallan los equipos y materiales necesarios para el trabajo, y las secuencia de actividades que se deberán cumplir.

- **Archivos:** Indica la forma en la cual se maneja la documentación que se genera del cumplimiento del procedimiento.
- **Anexos:** Documentos o formatos que certifican el cumplimiento del procedimiento.
- **Encabezado:** En todas las paginas a excepción de la portada.

Figura 33: Formato del encabezado.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
		FECHA: 01/AGO/2020

Fuente: Autor.

- **Pie de página:** Lo contendrán todas las hojas a excepción de la portada.

Figura 34: Formato del pie de página.

CAPITULO: PSS	PÁGINA: 3
---------------	-----------

Fuente: Autor.

NOTA: El tipo de letra utilizada para todo el manual es Arial, el margen moderado, espacio entre líneas 1,0 y un espacio de separación entre párrafos.

El manual de procedimientos ya desarrollado se lo puede visualizar en el *Anexo XI*.

11.4.9. Respuesta referente a la hipótesis.

La hipótesis tuvo un resultado favorable ya que, el desarrollo del proyecto alcanzó los resultados esperados, mismos que se reflejaron en *tabla 21*. Se pudo dar el cumplimiento exitoso a cada uno de los objetivos planteados, mediante la aplicación de los métodos, técnicas y herramientas de la ingeniería de métodos que es la rama de la ingeniería industrial que se encarga del estudio del trabajo.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

12.1. Impactos técnicos.

Se obtuvo un impacto técnico positivo de beneficio mutuo. Por parte de los Autor el conocimiento se fortaleció y aumentó ya que para el desarrollo del presente proyecto se tuvo que indagar varias fuentes de información textos, internet, asesoramiento del tutor, para la elección y aplicación del método más adecuado para la optimización de procesos de la empresa, además se pudo tener experiencia práctica que de seguro será de gran ayuda en el ámbito laboral. Y la empresa ya cuenta con un proceso optimizado y estandarizado, plasmado en el manual de procedimientos, que además será de guía para la planificación semanal del mantenimiento.

12.2. Impacto social.

El impacto social que se obtuvo en principio generó algo de temor debido a que el ser humano generalmente tiene miedo al cambio y a salir de su zona de confort, con el desarrollo del proyecto ese temor fue desapareciendo, ya que en primera instancia la recepción de partes y repuestos la hacían de memoria y basándose en instrucciones generales, siendo varias actividades innecesarias. Finalmente ese impacto fue positivo para toda el área de logística y para la empresa, ya que uno de sus procesos fue mejorado y estandarizado y la productividad aumentó. Salir de la zona de confort y arriesgarse al cambio siempre dejan enseñanzas que resultan positivas para toda la sociedad.

12.3. Impacto ambiental.

En el manual de procedimientos se detallan los materiales y equipos que realmente se necesitan para cada actividad, generando un impacto positivo para el ambiente, ya que se disminuyó el consumo innecesario de insumos.

12.4. Impacto económico

La productividad se incrementó en un 20%, manteniendo la mano de obra que es el costo de producción más alto en el proceso de la recepción de partes, por lo tanto el impacto económico es positivo. Es decir que la mano de obra será aprovechada de mejor manera.

13. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 22: Presupuesto para la ejecución del proyecto.

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO				
RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
COSTOS DIRECTOS				
RECOLECCIÓN DE DATOS				
Esferográficos	2	unidad	\$ 0,35	\$ 0,70
Portaminas	2	unidad	\$ 0,50	\$ 1,00
Borrador de queso	2	unidad	\$ 0,20	\$ 0,40
Tableros para recolección de datos	2	unidad	\$ 3,00	\$ 6,00
Libretas	1	unidad	\$ 0,50	\$ 0,50
Cronómetro	1	unidad	\$ 15,00	\$ 15,00
Cámara digital	1	unidad	\$ 175,00	\$ 175,00
Elaboración de formatos para la toma de datos	10	unidad	\$ 0,70	\$ 7,00
EQUIPOS				
Internet	1512	horas	\$ 0,03	\$ 45,36
Laptop Toshiba	1	unidad	\$ 450,00	\$ 450,00
Laptop Lenovo	1	unidad	\$ 770,00	\$ 770,00
Mouse	2	unidad	\$ 12,00	\$ 24,00
Flexómetro	1	unidad	\$ 5,00	\$ 5,00
SOFTWARE				
Paquete ACAD	1	unidad	\$ 8,00	\$ 8,00
Paquetes Office	1	unidad	\$ 5,00	\$ 5,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 1.512,96
COSOTOS INDIRECTOS				
GASTOS LOGÍSTICOS				
Transporte a la empresa	20	viajes	\$ 15,00	\$ 300,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 300,00
OTROS GASTOS				
Alimentación	60	Desayuno/almuerzo	\$ 2,00	\$ 120,00
Impresiones a color	160	unidades	\$ 0,05	\$ 8,00
Impresiones a blanco y negro	238	unidades	\$ 0,03	\$ 7,14
Copias	50	unidades	\$ 0,02	\$ 1,00
Carpetas folder	2	unidades	\$ 0,60	\$ 1,20
Llamadas telefónicas	120	min	\$ 0,10	\$ 12,00
TOTAL OTROS GASTOS				\$ 149,34
TOTAL				\$ 1.962,30

Fuente: Autor.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- En la fase primaria y en cumplimiento con cada una de las actividades del primer objetivo se definieron las condiciones iniciales del proceso. Mediante la elaboración de un diagrama de proceso, un diagrama de flujo y un diagrama de recorrido se identificaron tres estaciones, 29 actividades en un recorrido total de 48 metros.
- Se aplicó un estudio de tiempos en el estado inicial, para poder definir la producción y la productividad ya que esa información no se la disponía. Teniendo como resultados un tiempo estándar de 46 minutos con 40 segundos para cada recepción, una producción de 9 recepciones/diarias y una producción de 5 repuestos/día/persona.
- Para optimizar el proceso, se realizó un análisis de cada una de las actividades, posteriormente se aplicaron métodos, técnicas y herramientas de la ingeniería industrial, específicamente la medición del trabajo con un estudio de tiempos. El método mejorado tuvo como resultados un tiempo estándar de 37 minutos con 59 segundos, en un recorrido de 17 metros. La producción aumento en un 33,33% y la productividad aumento en un 20%. Para que el proceso quede estandarizado se diseñó y elaboró un manual de procedimientos para la recepción de partes y repuestos la DIAF el cual también servirá como guía al departamento de planificación de mantenimiento.

14.2. Recomendaciones

- Optimizar los procesos de las diferentes áreas del departamento logístico, según los métodos de mejoras aplicables en dichas áreas, ya que serán el complemento para el presente proyecto además los recursos podrán ser aprovechados de mejor manera.
- Al departamento de planificación de mantenimiento, guiarse en los resultados obtenidos en el presente estudio al momento de elaborar la programación del trabajo semanal.
- Poner en consideración la aprobación del manual de procedimientos para la recepción de partes y repuestos ante los diferentes entes regulatorios de la Dirección de la Industria

Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana DIAF, con lo cual se podrá dar un mejor cumplimiento a la inspección de recepción de partes y repuestos según la RDAC 145. Así como también, mantener la actualización del manual en caso de existir alguna modificación en el proceso; además, auditar de manera continua al personal encargado de la recepción de partes y repuestos con la finalidad de que las actividades sean cumplidas según las instrucciones del manual.

- Para aumentar la calificación del ritmo del trabajo específicamente en el esfuerzo y que el personal tenga un mayor compromiso con la empresa, se recomienda a la DIAF implementar programas de incentivos, como pueden ser, capacitaciones, actividades recreativas, etc. Por pequeño que sea el incentivo los trabajadores se sentirán más identificados con la empresa.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. (2014). El Método de la Investigación. In *Daena: International Journal of Good Conscience* (Vol. 9, Issue 3).
- Acosta, L. (2015). *CÓDIGOS UNESCO Nomenclatura Internacional de la UNESCO para los campos de Ciencia y tecnología*. https://www.academia.edu/31245831/CÓDIGOS_UNESCO_Nomenclatura_Internacional_de_la_UNESCO_para_los_campos_de_Ciencia_y_tecnología
- Badii, M. H., Guillen, A., & Abreu, J. L. (2014). Tamaño Óptimo de Muestra en Ciencias Sociales y Naturales Optimal Simple Size (OSS) in Social and Natural Sciences5. In *Daena: International Journal of Good Conscience* (Vol. 9, Issue 2).
- Bernal, J., & Iglesias, L. (2012). *Procedimiento para el estudio de la organización del trabajo en empresas cubanas*. 7(June), 3.
- Calidad ISO 9001. (2013). *Elementos de un proceso ISO 9001 calidad. Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9000*. <http://iso9001calidad.com/elementos-de-un-proceso-30.html>
- Campos, A. (2020). *UNIDAD I "BALANCE DE MATERIA SIN REACCIÓN QUÍMICA EN FLUJO*.
- Cardona, Y., Castro, L., & Estrada, J. (2011). *IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE PICKING EN LA EMPRESA COMPULENS Y LLANES LTDA. JULY*.
- Carro, R., & González, D. (2012). *PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD*.
- Castro, J. (2018). *MEJORA EN EL PROCESO DE COSTURA PARA EL TAPETE DE VINILO PARA CAMIONES*.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministros: Vol. №3* (J. M. Chacón (Ed.); 13th ed.).
- Diaf - Dirección de la Industria Aeronáutica del Ecuador. (2019). <https://diaf.gob.ec/#nosotros>
- Díaz, Laura. (2013). *La entrevista, recurso flexible y dinámico*. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007->

50572013000300009&script=sci_arttext

- Díaz, Lidia. (2011). *La Observación*.
http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf
- F, M. (2012). *Conozca 3 tipos de investigacion*. In *Academia.Edu* (p. 41).
<http://www.mistareas.com.ve/investigacion-descriptiva.htm>
- Granizo, C. (2018). OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE UNA EMPRESA COMERCIAL CASO: BC LLANTAS [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR]. In *1* (Issue 2). <https://doi.org/10.1051/mateconf/201712107005>
- Gualpa, W. (2019). *OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL USO DE UN SOFTWARE DE GESTIÓN ORIENTADO A LA INDUSTRIA CARTONERA*. UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO.
- Guaraca, S. (2015). *MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD, EN LA SECCIÓN DE PRENSADO DE PASTILLAS, MEDIANTE EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y LA MEDICIÓN DEL TRABAJO, DE LA FÁBRICA DE FRENOS AUTOMOTRICES EGAR S.A. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL*.
- Gutiérrez, C., & Almendáres, D. (2016). *Propuesta de Modelo de Gestión por Procesos para el Taller de Servicio Automotriz "ServiAuto", ubicado en Managua, Nicaragua*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
- Kanawaty, G. (2013). INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO. In C. Sebilla (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (Cuarta, Vol. 53, Issue 9). 1996.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Méndez, J. (2010). *APLICACIÓN DEL SISTEMA MOST PARA LA DETERMINACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDARES EN MAQUILADORA CHAMBERS DE MÉXICO S.A DE C.V.* UNIVERSIDAD DE SONORA.
- Nahmias, S. (2019). Análisis de la producción y de las operaciones. In Ricardo del Bosque Alayón (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (Quinta, Vol. 53, Issue 9).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Niebel, B., & Freivalds, A. (2012). *Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo* (R. Alayón & A. Rodríguez (Eds.); Duodécima).
- Peralta, J., Enrique, J., & Ocha, M. (2014). *Estudio Del Trabajo* (G. E. P. S. A. de C.V (Ed.); Primera). https://www.academia.edu/26971034/Estudio_del_trabajo
- Pérez, J., & Lanza, E. (2014). Manuales De Procedimientos Y El Control Interno : Una Necesaria Interrelación. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 1696–8352, 5. <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/cu/2014/manual-procedimiento.html>
- Ramos, A., Sánchez, P., Ferrer, J., Barquín, J., & Linares, P. (2010). *MODELOS MATEMÁTICOS DE OPTIMIZACIÓN*.
- Render, B., & Heizer, J. (2007). Administración de la producción. In *Ingeniería Industrial* (Vol. 25, Issue 3, p. 99,100).
- Rodríguez, M. (2011). *Procesos de trabajo teoría y casos prácticos* (D. L. Pearson Prentice Hall (Ed.); Primera).
- Rodriguez, N. (2015). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA MINERA AUTLÁN*. 4. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1892/1/T-UTC-1782.pdf>
- Salamanca, J. (2018). *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CORTE DE CAJAS, PERFORADO Y DESPIECE DE MEDIDAS PARA LAS VENTANAS CORREDERAS REFERENCIA 5020 MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TROQUEL Y EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE DESPIECE DE MEDIDAS*. FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES.
- Schroeder, R., Goldstein, S. M., & Rungtusanatham, M. J. (2011). *Administración de operaciones Conceptos y casos contemporáneos* (J. M. Chacón & K. E. Arriaga (Eds.); Quinta). 2005.
- Senplades. (n.d.). *Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida*. Retrieved August 20, 2020, from www.planificacion.gob.ec
- Suquilanda, J. (2016). *DIAGRAMA DE FLUJO COMO PARTE DE LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE DE LAS CADENAS*

ALIMENTICIAS, EN LOS ESTUDIANTES DEL OCTAVO GRADO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA PARALELO “C” DEL CENTRO DE FORMACIÓN ARTESANAL “MONSEÑOR FRANCISC. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

Universidad Técnica de Cotopaxi > INVESTIGACIÓN > Lineas Investigación. (2015).
<http://www.utc.edu.ec/INVESTIGACIÓN/Lineas-Investigación>

Vera, X. (2012). *Definición de Diagrama de Proceso | Diseño | Transporte.*
<https://es.scribd.com/doc/91299613/Definicion-de-Diagrama-de-Proceso>

Vivanco, M. (2017). *LOS MANUALES DE PROCEDIMIENTOS COMO HERRAMIENTAS DE CONTROL INTERNO DE UNA ORGANIZACIÓN.* 4. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

Vivas, M. (2008). *FLUJOGRAMAS.* Tecnología, Empresariales.
<https://es.slideshare.net/anieto61/flujoqramas>

16. ANEXOS

Anexo I: Hoja de vida del tutor del proyecto investigativo

DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS:	Ulloa Enríquez Medardo Ángel
FECHA DE NACIMIENTO:	17 de septiembre de 1957
CÉDULA DE CIUDADANÍA:	100097032-5
DIRECCIÓN DOMICILIO:	Latacunga - Cotopaxi
ESTADO CIVIL:	Casado
CELULAR:	+593 992741822
E-MAIL:	medardo.ulloa@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL SUPERIOR:	Universidad Tecnológica Equinoccial – Ingeniero del Trabajo
------------------------	--

CURSOS Y SEMINARIOS

- MAGISTER EN GESTION DE LA PRODUCCION (UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI)
- DIPLOMADO EN DIDACTICA DE LA EDUCACION SUPERIOR (UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI)
- DOCTOR EN CIENCIAS TECNICAS (PhD) (UNIVERSIDAD OSCAR LUCERO MOYA - HOLGUIN – CUBA)

EXPERIENCIA LABORAL

Docente de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Técnica de Cotopaxi

Anexo II: Hoja de vida del autor del proyecto investigativo.

José Mauricio Hernández Caiza

31 Años
 Calle 13 de Abril y 9 de Octubre, Cayambe, Ecuador
 Telf. : 0996252979
 Email: jose.hernandez9766@utc.edu.ec
 Cédula de identidad: 1724739766
 Estado civil: Soltero



ESTUDIOS

2013 **Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica, Mención Aviones**
Latacunga - Ecuador Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

2013 **Suficiencia en el Idioma Ingles**
Latacunga - Ecuador Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

2014 **Licencia de Mecánico AIRFRAME & POWERPLANT, #:2645**
Latacunga - Ecuador Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC)

2020 **Egresado en Ingeniería Industrial**
Latacunga - Ecuador Universidad Técnica de Cotopaxi

Idiomas: **Español:** Natal
Inglés: Intermedio

Programas manejados: Utilitarios de Office, ProModel 2016/2018 (básico).

EXPERIENCIA LABORAL

Octubre 2013 - Diciembre 2019 DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AEREA ECUATORIANA (DIAF), Sector Aeropuerto

Latacunga, Ecuador **Cargo ocupado: Téc. De mantenimiento de aeronaves**

Tareas realizadas: Inspecciones mayores y menores en los diferentes sistemas de aviones civiles y militares. En el aérea Técnica y Administrativa.

Enero 2020- Febrero 2020 DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AEREA ECUATORIANA (DIAF), Sector Aeropuerto

Latacunga, Ecuador **Cargo ocupado: Pasante en el departamento del SIS.**

Anexo III: Tablas de calificación del sistema Westinghouse.

Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse		
+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo

Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse		
+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.18	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse		
+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

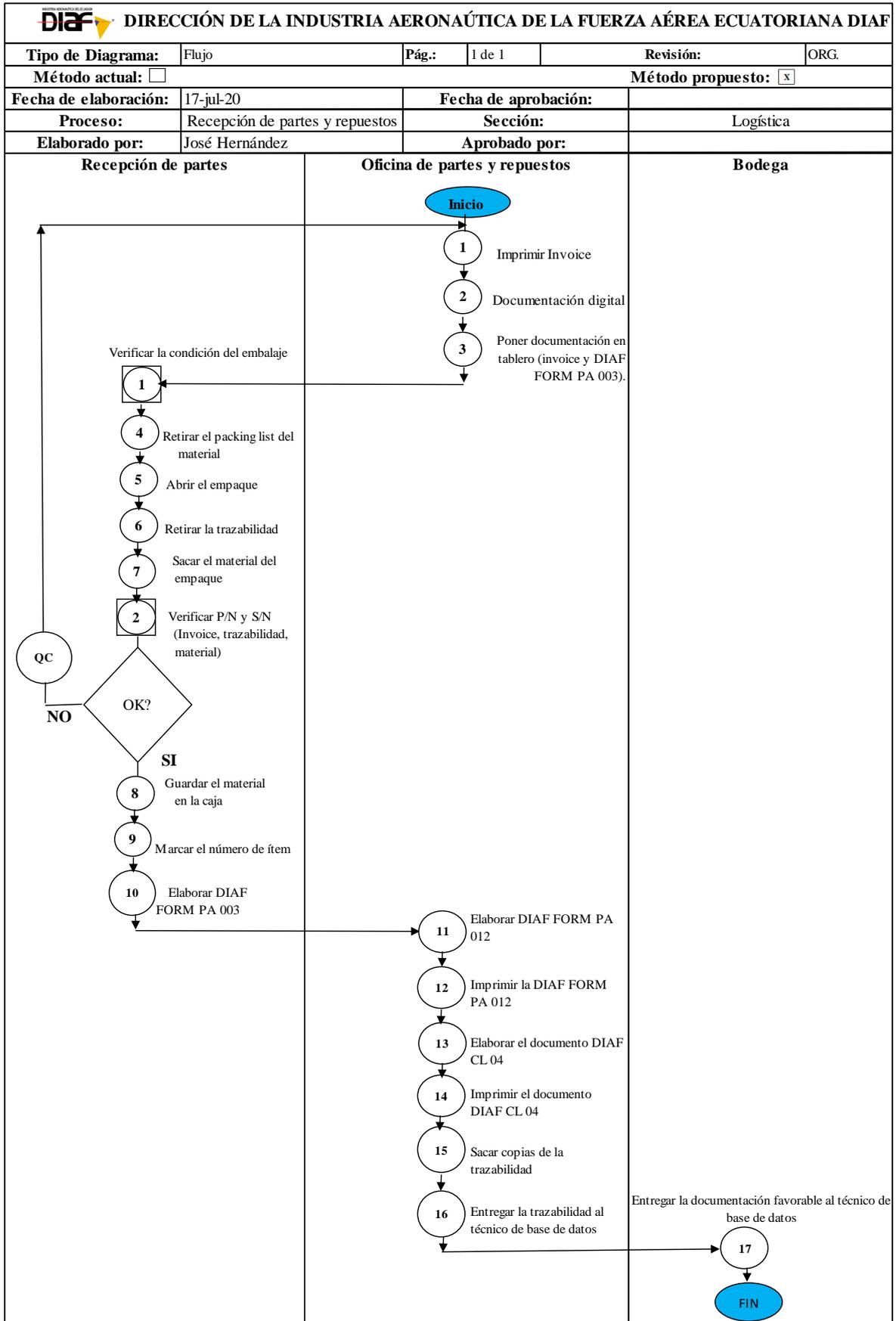
Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse		
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: (Méndez, 2010, págs. 61-63).

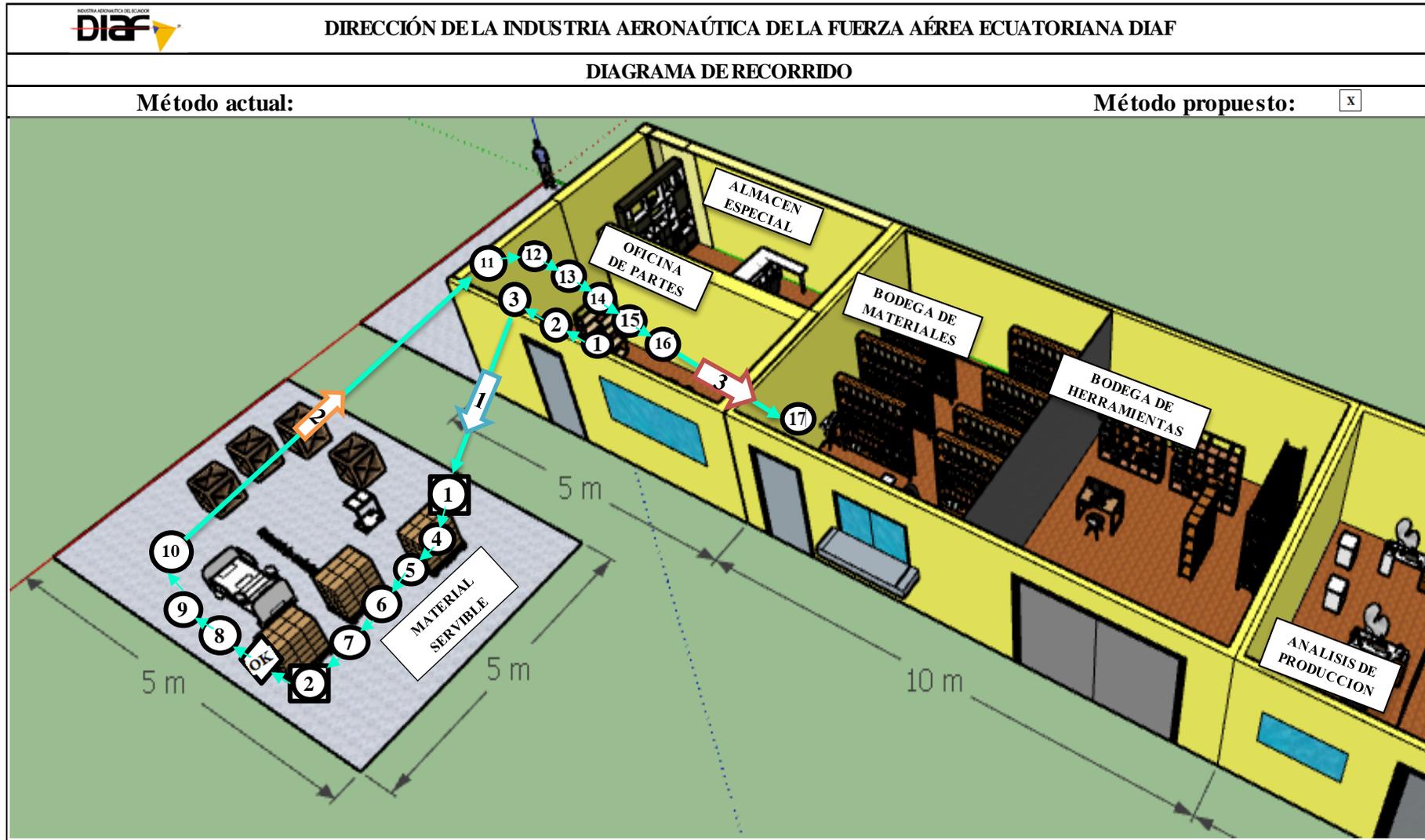
Anexo IV: Diagrama de proceso del método propuesto

 DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONAÚTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA DIAF								
Tipo de Diagrama:	Proceso	Pág.:	1 de 1	Revisión:	ORG.			
Método actual	<input type="checkbox"/>	RESUMEN DE ACTIVIDADES						
Método propuesto	<input checked="" type="checkbox"/>							
Fecha de elaboración:	17-jul-20	Actividades	Simbología	Total				
Fecha de aprobación:		Operación		17				
Proceso:	Recepción de partes y repuestos	Transporte		3				
Sección:	Logística	Inspección		0				
Eficiencia gráfica:	86%	Espera		0				
Elaborado por:	José Hernández	Almacenamiento		0				
Aprobado por:		Operación combinada		2				
N°	Descripción del proceso	Simbología						Distancia (metros)
								
1	Imprimir Invoice							
2	Abrir documentación (Digital)							
3	Poner en el tablero de registro la documentación (invoice y DIAF FORM PA 003).							
4	Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material, llevando el tablero de registro							6
5	Verificar la condición del embalaje							
6	Retirar el packing list del material							
7	Abrir el empaque							
8	Retirar la trazabilidad							
9	Sacar el material del empaque							
10	Verificar P/N y S/N del material vs Trazabilidad vs invoice							
11	Guardar el material en la caja							
12	Marcar en el empaque el número de ítem							
13	Elaborar DIAF FORM PA 003							
14	Caminar a la oficina a elaborar la documentación necesaria que certifique de favorable el proceso de recepción.							6
15	Elaborar DIAF FORM PA 012							
16	Imprimir la DIAF FORM PA 012							
17	Elaborar el documento DIAF CL 04							
18	Imprimir el documento DIAF CL 04							
19	Sacar copias de la trazabilidad							
20	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos							
21	Caminar a la bodega de partes							5
22	Entregar la documentación favorable de la recepción al téc. De bodega							
TOTAL		17	3	0	0	0	2	17

Anexo V: Diagrama de flujo del método propuesto.



Anexo VI: Diagrama de recorrido del método propuesto.



Anexo VII: Tabla de muestras de los tiempos para el método propuesto.

FORMA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS						
FECHA:	23-jul-20			ANALISTA (S):		
ESTUDIO:	Tiempos			Hernández J.		
PROCESO:	Recepción de partes y repuestos					
SECCION:	Logística					
EMPRESA:	Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana					
N°	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5
1	Imprimir Invoice	0:00:16	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:16
2	Abrir documentación (Digital)	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:10	0:00:12
3	Poner en el tablero de registro la documentación (invoice y DIAF FORM PA 003).	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:12
4	Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material, llevando el tablero de registro.	0:00:20	0:00:18	0:00:22	0:00:18	0:00:18
5	Verificar la condición del embalaje	0:00:26	0:00:24	0:00:22	0:00:24	0:00:24
6	Retirar el packing list del material	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:14	0:00:10
7	Abrir el empaque	0:00:38	0:00:40	0:00:40	0:00:42	0:00:40
8	Retirar la trazabilidad	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10
9	Sacar el material del empaque	0:00:40	0:00:46	0:00:38	0:00:44	0:00:40
10	Verificar P/N y S/N del material vs Trazabilidad vs invoice	0:02:38	0:02:44	0:02:48	0:02:48	0:02:46
11	Guardar el material en la caja	0:00:50	0:00:54	0:00:54	0:00:52	0:00:52
12	Marcar en el empaque el número de ítem	0:00:06	0:00:06	0:00:04	0:00:06	0:00:04
13	Elaborar DIAF FORM PA 003	0:01:36	0:01:30	0:01:34	0:01:34	0:01:36
14	Caminar a la oficina a elaborar la documentación necesaria que certifique de favorable el proceso de recepción.	0:00:18	0:00:18	0:00:20	0:00:20	0:00:20
15	Elaborar DIAF FORM PA 012	0:12:04	0:11:56	0:11:52	0:12:00	0:11:56
16	Imprimir la DIAF FORM PA 012	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:14	0:00:16
17	Elaborar el documento DIAF CL 04	0:10:40	0:10:46	0:10:50	0:10:44	0:10:52
18	Imprimir el documento DIAF CL 04	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:16
19	Sacar copias de la trazabilidad	0:00:14	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:12
20	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos	0:00:36	0:00:32	0:00:38	0:00:40	0:00:34
21	Caminar a la bodega de partes	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:14	0:00:12
22	Entregar la documentación favorable de la recepción al téc. De bodega	0:00:10	0:00:08	0:00:10	0:00:08	0:00:12

Anexo VIII: Límites de control desviación estándar del método propuesto.

FORMA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS											
FECHA:	23-jul-20					ANALISTA (S):					
ESTUDIO:	Tiempos					Hernández J.					
PROCESO:	Recepción de partes y repuestos										
SECCION:	Logística										
EMPRESA:	Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana										
N°	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	Σ T	TC	S	LCS	LCI
1	Imprimir Invoice	0:00:16	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:01:16	0:00:15	0:00:01	0:00:16	0:00:14
2	Abrir documentación (Digital)	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:10	0:00:12	0:00:54	0:00:11	0:00:01	0:00:12	0:00:10
3	Poner en el tablero de registro la documentación (invoice y DIAF FORM PA 003).	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:01:04	0:00:13	0:00:01	0:00:14	0:00:12
4	Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material, llevando el tablero de registro.	0:00:20	0:00:18	0:00:22	0:00:18	0:00:18	0:01:36	0:00:19	0:00:02	0:00:21	0:00:17
5	Verificar la condición del embalaje	0:00:26	0:00:24	0:00:22	0:00:24	0:00:24	0:02:00	0:00:24	0:00:01	0:00:25	0:00:23
6	Retirar el packing list del material	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:14	0:00:10	0:00:58	0:00:12	0:00:02	0:00:13	0:00:10
7	Abrir el empaque	0:00:38	0:00:40	0:00:40	0:00:42	0:00:40	0:03:20	0:00:40	0:00:01	0:00:41	0:00:39
8	Retirar la trazabilidad	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:56	0:00:11	0:00:01	0:00:12	0:00:10
9	Sacar el material del empaque	0:00:40	0:00:46	0:00:38	0:00:44	0:00:40	0:03:28	0:00:42	0:00:03	0:00:45	0:00:38
10	Verificar P/N y S/N del material vs Trazabilidad vs invoice	0:02:38	0:02:44	0:02:48	0:02:48	0:02:46	0:13:44	0:02:45	0:00:04	0:02:49	0:02:41
11	Guardar el material en la caja	0:00:50	0:00:54	0:00:54	0:00:52	0:00:52	0:04:22	0:00:52	0:00:02	0:00:54	0:00:51
12	Marcar en el empaque el número de ítem	0:00:06	0:00:06	0:00:04	0:00:06	0:00:04	0:00:26	0:00:05	0:00:01	0:00:06	0:00:04
13	Elaborar DIAF FORM PA 003	0:01:36	0:01:30	0:01:34	0:01:34	0:01:36	0:07:50	0:01:34	0:00:02	0:01:36	0:01:32
14	Caminar a la oficina a elaborar la documentación necesaria que certifique de favorable el proceso de recepción.	0:00:18	0:00:18	0:00:20	0:00:20	0:00:20	0:01:36	0:00:19	0:00:01	0:00:20	0:00:18
15	Elaborar DIAF FORM PA 012	0:12:04	0:11:56	0:11:52	0:12:00	0:11:56	0:59:48	0:11:58	0:00:05	0:12:02	0:11:53
16	Imprimir la DIAF FORM PA 012	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:14	0:00:16	0:01:14	0:00:15	0:00:01	0:00:16	0:00:14
17	Elaborar el documento DIAF CL 04	0:10:40	0:10:46	0:10:50	0:10:44	0:10:52	0:53:52	0:10:46	0:00:05	0:10:51	0:10:42
18	Imprimir el documento DIAF CL 04	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:16	0:01:08	0:00:14	0:00:02	0:00:15	0:00:12
19	Sacar copias de la trazabilidad	0:00:14	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:01:04	0:00:13	0:00:01	0:00:14	0:00:12
20	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos	0:00:36	0:00:32	0:00:38	0:00:40	0:00:34	0:03:00	0:00:36	0:00:03	0:00:39	0:00:33
21	Caminar a la bodega de partes	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:14	0:00:12	0:01:04	0:00:13	0:00:01	0:00:14	0:00:12
22	Entregar la documentación favorable de la recepción al téc. De bodega	0:00:10	0:00:08	0:00:10	0:00:08	0:00:12	0:00:48	0:00:10	0:00:02	0:00:11	0:00:08

Anexo IX: Muestras dentro de los límites de control (método propuesto).

FORMA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS								
FECHA:	23-jul-20				ANALISTA (S):			
ESTUDIO:	Tiempos				Hernández J.			
PROCESO:	Recepción de partes y repuestos							
SECCION:	Logística							
EMPRESA:	Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana							
N°	ACTIVIDADES	T1	T2	T3	T4	T5	LCS	LCI
1	Imprimir Invoice	0:00:16	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:16	0:00:14
2	Abrir documentación (Digital)	0:00:10	0:00:12	0:00:10	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10
3	Poner en el tablero de registro la documentación (invoice y DIAF FORM PA 003).	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:12
4	Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material, llevando el tablero de registro.	0:00:20	0:00:18		0:00:18	0:00:18	0:00:21	0:00:17
5	Verificar la condición del embalaje		0:00:24		0:00:24	0:00:24	0:00:25	0:00:23
6	Retirar el packing list del material	0:00:12	0:00:12	0:00:10		0:00:10	0:00:13	0:00:10
7	Abrir el empaque	0:00:38	0:00:40	0:00:40		0:00:40	0:00:41	0:00:39
8	Retirar la trazabilidad	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:12	0:00:10	0:00:12	0:00:10
9	Sacar el material del empaque	0:00:40		0:00:38	0:00:44	0:00:40	0:00:45	0:00:38
10	Verificar P/N y S/N del material vs Trazabilidad vs invoice		0:02:44	0:02:48	0:02:48	0:02:46	0:02:49	0:02:41
11	Guardar el material en la caja		0:00:54	0:00:54	0:00:52	0:00:52	0:00:54	0:00:51
12	Marcar en el empaque el número de ítem	0:00:06	0:00:06	0:00:04	0:00:06	0:00:04	0:00:06	0:00:04
13	Elaborar DIAF FORM PA 003	0:01:36		0:01:34	0:01:34	0:01:36	0:01:36	0:01:32
14	Caminar a la oficina a elaborar la documentación necesaria que certifique de favorable el proceso de recepción.	0:00:18	0:00:18	0:00:20	0:00:20	0:00:20	0:00:20	0:00:18
15	Elaborar DIAF FORM PA 012		0:11:56	0:11:52	0:12:00	0:11:56	0:12:02	0:11:53
16	Imprimir la DIAF FORM PA 012	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:14
17	Elaborar el documento DIAF CL 04		0:10:46	0:10:50	0:10:44		0:10:51	0:10:42
18	Imprimir el documento DIAF CL 04	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14		0:00:15	0:00:12
19	Sacar copias de la trazabilidad	0:00:14	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:12
20	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos	0:00:36		0:00:38		0:00:34	0:00:39	0:00:33
21	Caminar a la bodega de partes	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:12
22	Entregar la documentación favorable de la recepción al téc. De bodega	0:00:10	0:00:08	0:00:10	0:00:08	0:00:12	0:00:11	0:00:08

Anexo X: Tabla de designación de suplementos por actividad para el método propuesto.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS ASIGNADOS		
Suplementos constantes		Actividades que apliquen
Necesidades personales	5	En todo el proceso
Básico por fatiga	4	
TOTAL SUPL. CTES.	9	
Suplementos variables		
Trabajo de pie	2	Act: 4-14, 19-22
Levantar objetos 5 Kg.	1	Act.: 9,11
Trabajos de precisión o fatigosos	2	Act.: 10
Ruido intermitente y muy fuerte	5	En todo el proceso
Proceso algo complejo	1	Act.: 10

Anexo XI: Manual de procedimiento.

**DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA
AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA
ECUATORIANA “DIAF”**

N-01-DIAF



**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA
LA RECEPCIÓN DE PARTES Y
REPUESTOS**

REVISIÓN: ORG.

FECHA: 01/AGO/2020

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	ii
LISTA DE PÁGINAS EFECTIVAS	iii
REGISTRO DE REVISIONES	iv
1. Referencia	1
2. Introducción	1
3. Definiciones	1
4. Alcance	2
5. Responsabilidad	2
6. Procedimiento	2
1.1 Equipos y materiales	2
2.1 Actividades del proceso	3
7. Archivo	4
8. Anexos	4
Anexo 1. DIAF FORM PA 003	5
Anexo 2. DIAF FORM PA 012	7
Anexo 3. DIAF CL 04	8
Anexo 4. DIAGRAMA DE FLUJO	9
Anexo 5. DIAGRAMA DE RECORRIDO	10

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

LISTA DE PÁGINAS EFECTIVAS

N/A: Revisión original

CAPITULO: TDC	PÁGINA: iii
---------------	-------------

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

REGISTRO DE REVISIONES

Inserte las páginas revisadas, una vez que termine, escriba el número de la revisión, fecha de la revisión, fecha en que la revisión es insertada y el nombre de la persona que ingresa la revisión (nombre y apellido) en la tabla que se muestra a continuación:

REVISION NÚMERO	FECHA DE REVISIÓN	FECHA DE INSERCIÓN	INSERTADO POR:
Original	01/AGO/2020		

CAPITULO: TDC	PAGINA: iv
---------------	------------

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

1. Referencia

RDAC Parte 145.340

MOM, Capítulo 1, numeral 1.7.7.2.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS, Capítulo 4, numeral 4.5.

MANUAL DE FORMATOS.

2. Introducción

Asegurar la integridad de las materias primas, partes, repuestos y ensamblajes, revisar que la documentación que acompaña al material recibido (invoice, packing list y trazabilidad), sea la correcta con especial énfasis en la igualdad de número de parte y serie con el elemento físico. Además de garantizar el registro y manejo de los pedidos en concordancia con todo el departamento de logística, mantenimiento y con el cliente.

3. Definiciones

- **Recepción:** Se llama Recepción al recibimiento de encargos es uno de los procesos de un almacén de logística. Corresponde al punto de transferencia de propiedad entre un proveedor y un cliente.
- **Parte:** Todo material, componente o accesorio de equipo aeronáutico.
- **Repuesto:** Cualquier parte, adjuntos y accesorios de la aeronave, (diferentes de los motores de la aeronave y hélices), de los motores de las aeronaves (diferentes de las hélices), de las hélices dispositivos mantenidos para la instalación o uso en la aeronave, motor de la aeronave, hélice o dispositivos, pero que en el momento no están instaladas o adjuntas.
- **Invoice:** Es un documento comercial que detalla y registra una transacción entre un comprador y un vendedor.
- **Packing list:** Es una lista con una relación de contenidos del paquete que completa la información de la factura y debe ser emitida por la persona que realiza el envío, el remitente.
- **Trazabilidad:** Condición técnica y legal de cada una de las partes para su posterior uso en las aeronaves.
- **Embalaje:** Es todo aquello necesario en el proceso de acondicionar los productos para protegerlos, y/o agruparlos de manera temporal pensando en su manipulación, transporte y almacenamiento

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

4. Alcance

La recepción lo hace el técnico de recepción de partes, la trazabilidad la maneja el técnico de base de datos y la documentación de recepción favorable en conjunto con el material aeronáutico aprobado la maneja el técnico de bodega.

5. Responsabilidad

El técnico en coordinación con el supervisor e inspector de partes y repuestos son los responsables de la recepción de los materiales aeronáuticos.

6. Procedimiento

1.1 Equipos y materiales

- ✓ **Equipos:** Computador de escritorio, impresora/copiadora, escritorio modular, silla.
- ✓ **Materiales:** Lápiz, borrador, tablero de registro, esfero (negro o azul), marcador permanente (color disponible), estilete, hojas (A4 y carta)

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	---------------

2.1 Actividades del proceso.

Nº	Actividades	Materiales y equipos	Tiempo estándar (hor:min:seg.)	Distancia recorrida (metros)
1	Imprimir Invoice	Computador de escritorio, impresora/copiadora, escritorio modular, silla, hojas A4 o carta	0:00:17	NA
2	Abrir documentación digital (DIAF DIAF FORM PA 012 y DIAF CL 04)	Computador de escritorio.	0:00:12	NA
3	Poner en el tablero de registro la documentación (invoice y DIAF FORM PA 003).	Tablero de registro	0:00:15	NA
4	Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el material, llevando el tablero de registro	N/A	0:00:21	6
5	Verificar la condición del embalaje	N/A	0:00:28	NA
6	Retirar el packing list del material	Estilete	0:00:13	NA
7	Abrir el empaque	Estilete	0:00:46	NA
8	Retirar la trazabilidad	N/A	0:00:13	NA
9	Sacar el material del empaque	N/A	0:00:47	NA
10	Verificar P/N y S/N del material vs Trazabilidad vs invoice	Tablero de registro, lápiz, borrador	0:03:18	NA
11	Guardar el material en la caja	N/A	0:01:02	NA
12	Marcar en el empaque el número de ítem	Marcador permanente (color disponible)	0:00:06	NA
13	Elaborar DIAF FORM PA 003 (Ref. manual de formatos)	Tablero de registro, esfero (azul o negro)	0:01:50	NA
14	Caminar a la oficina a elaborar la documentación necesaria que certifique de favorable el proceso de recepción.	N/A	0:00:22	6
15	Elaborar DIAF FORM PA 012 (Ref. manual de formatos)	Computador de escritorio, escritorio modular.	0:13:36	NA
16	Imprimir la DIAF FORM PA 012	Computador de escritorio, impresora/copiadora, escritorio modular, silla, hojas A4 o carta	0:00:17	NA
17	Elaborar el documento DIAF CL 04 (Ref. manual de formatos)	Computador de escritorio, escritorio modular.	0:12:17	NA
18	Imprimir el documento DIAF CL 04	Computador de escritorio, impresora/copiadora, escritorio modular, silla, hojas A4 o carta	0:00:15	NA
19	Sacar copias de la trazabilidad	Impresora/copiadora	0:00:15	NA
20	Entregar la trazabilidad al técnico de base de datos	N/A	0:00:42	NA
21	Caminar a la bodega de partes	N/A	0:00:15	5
22	Entregar la documentación favorable de la recepción al téc. De bodega	N/A	0:00:11	NA
TOTAL			0:37:59	17

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	---------------

7. Archivo

La documentación generada por este procedimiento será archivada en el departamento de Logística.

8. Anexos

DIAF FORM PA 003
DIAF FORM PA 012
DIAF CL 04
DIAGRAMA DE FLUJO
DIAGRAMA DE RECORRIDO

CAPITULO: PLG6	PAGINA: 4
----------------	-----------

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

Anexo 1. DIAF FORM PA 003

DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONAUTICA (DIAF) IDENTIFICATION CARD		
1. PART NUMBER:		2. DESCRIPTION:
3. SERIAL NUMBER:	4. QTY.:	5. UNIT:
6. LOT/BATCH No.:	7. CERTIFICATE No.:	8. CURE/PKG DATE:
9. SHELF LIFE / EXPIRATION DATE:	10. CUSTOMER / SUPPLIER:	11. INVOICE / SHIPMENT No.:
12. LAST CALIBRATION:		13. DUE CALIBRATION:
14. DATE:	15. APPROVED BY:	

DIAF FORM PA 003

REV. 4

<p>THIS SIDE INTENTIONALLY LEFT BLANK</p>
--

INSTRUCCIONES DE LLENADO

1. Part Number: Número de parte tomado del documento recibido previa verificación con el IT
(Número de Parte) **ítem.**
2. Description: El nombre
(Descripción)
3. Serial Number: El número de serie verificado del documento
(Número de Serie)
4. QTY: La cantidad a la fecha del ingreso.
(Cantidad)
5. Unit: Unidad de entrega del material recibido Eje.: EA, MT, FT, etc.
(U/E)
6. Lot / Batch Nro.: Número de lote que se encuentra en el documento del ítem recibido.
(Lote No.)
7. Certificate Nro.: El número de certificado otorgado por parte de la Cía. Proveedor, el mismo
(Certificado No.) **que consta en el documento del material recibido.**
8. Cure / PKG Date: Fecha de fabricación
(Fecha de Empacado)

CAPITULO: PLG6	PÁGINA: 5
----------------	-----------

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

9. Shelf Life / Expiration Date: Fecha de expiración
(Fecha máxima de almacenaje)
10. Customer / Supplier: Nombre del proveedor
(Cliente / Proveedor)
11. Invoice/Shipment No.: Número de documento con el que se recibe el material
(Documento No.)
12. Last Calibration: Fecha de la última calibración
(Fecha Última Calibración)
13. Due calibration: Fecha de próxima calibración
(Próxima calibración)
14. Date: Fecha en la que es llenada esta tarjeta.
(Fecha)
15. Approved by: Firma, apellido e inicial del nombre y licencia aeronáutica del inspector de recepción de partes o persona autorizada.
(Aprobado por)

CAPITULO: PLG6	PÁGINA: 6
----------------	-----------

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	---------------

Anexo 2. DIAF FORM PA 012

DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONAUTICA (DIAF)											
PHYSICAL ADDRESS: AEROPUERTO INTERNACIONAL COTOPAXI AVANGAR No. 1 LATAQUINGA-ECUADOR					FAA REPAIR/STATION NUMBER: Q90Y-444Y DGAC No. N01-DIAF RAC OBAC-E No. 012 OTHERS:						
PARTS RECEPTION RECORD											
1 ITEM	2 DATE	3 INVOICE Nro.	4 PART Nro.	5 DESCRIPTION	6 QTY.	7 UE	8 LOT No.	9 SHELF LIFE	10 PASS		11 INSPECTOR
									YES	NOT	

DIAF FORM PA 012 REV. 5

INSTRUCCIONES DE LLENADO

1. Ítem: Numeración secuencial
2. Date: Fecha que el Inspector chequea el material recibido
(Fecha)
3. (Invoice No.): Número de la factura y documento con que llega el material
(Número de Factura)
4. Part Number: Número de parte o de referencia del material recibido, (en caso de tener
(Número de Parte) número de serie se registrará el mismo).
5. Description: Descripción del material recibido (incluyendo especificaciones técnicas, si
(Descripción) amerita)
6. Quantity: Cantidad de material recibido
(Cantidad)
7. Unit: Unidad de entrega del material (EA, FT, m₂, etc.)
(UE)
8. Lot No. : Número de lote del material recibido
(Lote No.)
9. Shelf life: Tiempo de vida útil del ítem perecible recibido
(Tiempo de vida)
10. Pass: El inspector escribirá YES o NO antes de colocar su firma; de que el material que no
(Observaciones) cumpla el proceso será rechazado.
11. Inspector: Nombre, firma y licencia aeronáutica del Inspector de recepción de partes
(Inspector)

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

Anexo 3. DIAF CL 04

DIRECCION DE LA INDUSTRIA AERONAUTICA (DIAF) PHYSICAL ADDRESS: AEROPUERTO INTERNACIONAL COTOPAXI HANGAR No. 1 LATACUNGA-ECUADOR				FAA REPAIR/STATION NUMBER: Q06Y-444Y DGAC No. N-01-DIAF INAC OMAC-E No. 512 OTHERS: _____	
INCOMING INSPECTION CHECK LIST FOR COMPONENTS					
Date:		Supplier:		SAT	N/S
Invoice. No:		No. of Items:			
THE INSPECTION OF RECEPTION OF PARTS WILL INCLUDE THE FOLLOWING:					
VISUAL INSPECTION OF EXTERNAL PACKING FOR OBVIOUS DAMAGES.					
ESD ITEM					
PACKING LIST ANNEXED OR INVOICE NUMBER					
VERIFY THAT THE P/N, MODEL, S/N IS IN ACCORDANCE WITH THE ATTACH DOCUMENTATION; IT MUST BE COMPLETED AND SIGNED.					
PHYSICAL INSPECTION IN DETAIL OF THE PART OR COMPONENT FOR OBVIOUS DAMAGES					
SHELF LIFE (IF IS APPLICABLE)					
FOR MATERIAL(S) TO BE USED IN THE CREW OR PASSENGER COMPARTMENT THE FLAME-RESISTANT REPORT AS APPLICABLE					
IF THE PART IS NEW OR IT HAS BEEN REBUILDING, OVERHAULED, INSPECTED OR REPAIRED THE RECORDS THEY WILL INCLUDE AS IT IS APPLICABLE					
FORM FAA 8130-3 OR FORM ONE					
TEAR DOWN REPORT					
CARD OF RETURN TO THE SERVICE (IF IT IS APPLICABLE)					
WHEN RECEIVING THE MATERIAL CLASS II VERIFY THAT IT WILL NOT EXCEED THE TIME OF STORAGE OF THE FOLLOWING ITEMS:					
<ul style="list-style-type: none"> - AVIONICS EQUIPMENT - HYDRAULIC PUMPS - BRAKES - VALVES - LUBRICANTS - OILS - GREASES - SEALANTS 			IAW. OEM / OHM / CMM		
<ul style="list-style-type: none"> - RUBBERS - "O" RINGS (PACKINGS, GASKETS, HOSES, SEALS) 			IAW. OEM /MIL-HDBK-895(as revised) and SAE-ARP 5316		
IF THE MATERIAL EXCEEDS THE TIME OF STORAGE SENT TO QUARANTINE AND CONSULT TO THE MANUFACTURER					
NOTE: Unapproved parts should be reported in accordance with AC No. 021-029 as revised.					
No conformities:					
ACCEPTED BY RECEIVING PARTS INSPECTOR:				SIGNATURE:	

DIAF CL 04

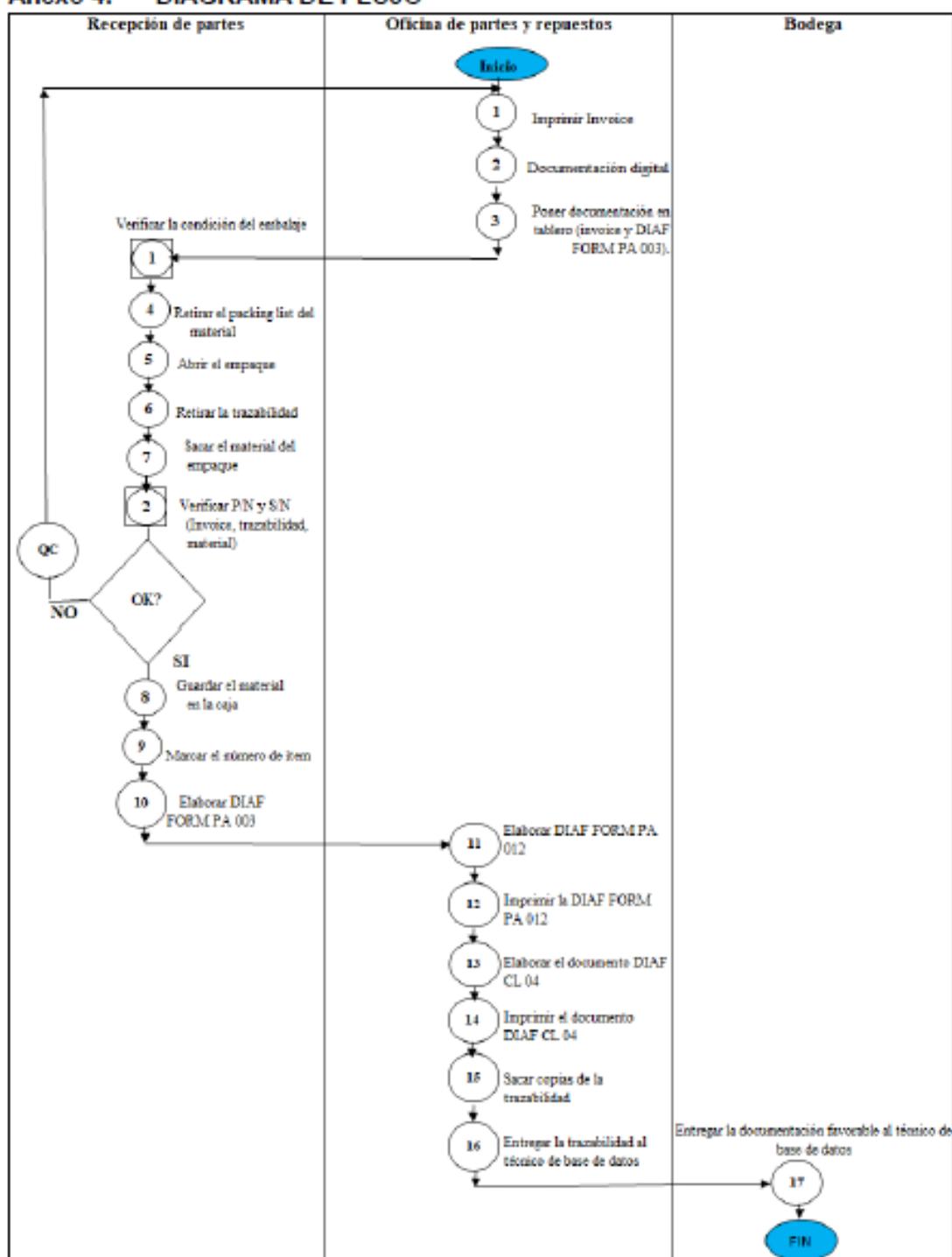
REV. 7

Note 1: For item ESD used procedure PMC 2

Note 2: For components, materials, belonging to an invoice that is being checked and not meet the requirement of MOM Chapter 4.1 "Procedures for receiving inspections", will be identified and reporting the discrepancy found in DIAF FORM PA 013 and sent to quarantine room.

CAPITULO: PLG6	PAGINA: 8
----------------	-----------

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA RECEPCIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	REVISION: ORG
---	---	----------------------

Anexo 4. DIAGRAMA DE FLUJO


Anexo 5. DIAGRAMA DE RECORRIDO

