UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de mejora de procesos en la atención de aeronaves en tránsito de la flota Airbus de LAN Perú, para incrementar la productividad en el área de mantenimiento

TESIS

Para optar por el título profesional de: Ingeniero Industrial

Autor

Luis Andrés Gamarra Sánchez (0000-0003-0220-4317)

ASESOR DE TESIS

Juan Carlos Eyzaguirre Munarriz (0000-0003-4617-4412)

Lima, 24 de Mayo de 2018

DEDICATORIA:

*Esta tesis se la dedico a mi
hijo Mariano, quien es el
motivo que me impulsa a
salir cada día adelante, y
a mi madre por todo el
apoyo brindado.*

RESUMEN

La presente tesis se basa en una propuesta de mejora de procesos en la atención de aeronaves en tránsito de la flota Airbus de una aerolínea comercial, cuyo objetivo es incrementar la productividad en el área de mantenimiento. En el capítulo 1, se desarrolló en el marco teórico las metodologías y herramientas para buscar dar solución al problema. En el capítulo 2, se describen los procesos y se analizó el problema, determinando que en el proceso de producción, donde se realizan trabajos de mantenimiento programados en el hangar, actualmente se cancelan en promedio el 30% de trabajos por falta de horas hombre, encontrándose por encima del 15% del límite establecido por la compañía, el cual trae como consecuencia asumir costos de hangar sin utilizarlo a su máxima capacidad. Por otro lado, en el proceso de línea, donde se realizan inspecciones y mantenimiento correctivo a las aeronaves en los gates del aeropuerto, se identificó que existen desperdicios de horas hombre por actividades que no agregan valor al proceso, generando una baja productividad en el área. En el capítulo 3, se propone alternativas de solución bajo la metodología PDCA de mejora continua y herramientas de Ingeniería de Métodos, donde se busca recuperar horas hombre del personal técnico del proceso de línea, para distribuir las al proceso de producción, con el fin de reducir el porcentaje de trabajos cancelados, sustentado la viabilidad económica del proyecto en un análisis financiero. En el capítulo 4, se realizó la simulación del proceso mejorado, apoyado en el software Arena y @RISK con el fin de validar la propuesta. Finalmente, en el capítulo 5 se concluyó que con la mejora de procesos se lograra incrementar la productividad de 3.08 aviones/técnico a 5.88 aviones/técnico.

Palabras clave: Mejora de procesos, productividad, ingeniería de métodos, PDCA.

ABSTRACT

This thesis is based on a proposal to improve processes in the attention of aircraft in transit of the Airbus fleet of a commercial airline, whose objective is to increase productivity in the maintenance area. In chapter 1, the methodologies and tools to find a solution to the problem were developed in the theoretical framework. In chapter 2, the processes were described and the problem was analyzed, determining that in the production process, where scheduled maintenance works are carried out in the hangar, an average of 30% of the works are currently canceled due to lack of man hours, being above 15% of the limit established by the company, which has the consequence of assuming the costs of the hangar without using it to its maximum capacity. On the other hand, in the line process, where inspections and corrective maintenance are carried out on the aircraft at the airport gates, it was identified that there is waste of man hours for activities that do not add value to the process, generating low productivity in the area. In chapter 3, alternative solutions are proposed under the PDCA methodology of continuous improvement and tools of Methods Engineering, where it is sought to recover man-hours of the technical personnel of the line process, to distribute them to the production process, in order to reduce the percentage of jobs canceled, supporting the economic viability of the project in a financial analysis. In Chapter 4, the simulation of the improved process was carried out, supported by the Arena and @RISK software to validate the proposal. Finally, in chapter 5 it was concluded that with the processes improvement it will be possible to increase the productivity of 3.08 aircraft / technicians to 5.88 aircraft / technicians.

Keywords: Process improvement, productivity, method engineering, PDCA.

Tabla de contenido

CAPITULO I: MARCO TEORICO	12
1.1 PROCESOS: DEFINICIÓN DE PROCESOS	12
1.1.1 CARACTERISTICAS DE LOS PROCESOS.....	13
1.2 GESTION DE PROCESOS	16
1.2.1 PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN DE PROCESOS	18
1.2.2 OBJETIVOS DE LA GESTIÓN POR PROCESOS	19
1.2.3 TIPOS DE PROCESO	19
1.2.4 VENTAJAS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN POR PROCESOS.....	21
1.2.5 BENEFICIOS DEL ENFOQUE DE PROCESOS	22
1.2.6 ETAPAS DE LA GESTIÓN DE PROCESOS	23
1.2.7 SEGMENTACION DE PROCESOS	26
1.2. 8 Mecanismos para apoyar la implementación del enfoque de procesos	28
1.3 Metodologías para gestionar procesos.....	29
1.4 MODELAMIENTO VISUAL DE PROCESOS	30
1.4.1 Mapa de procesos	31
1.5 Flujograma de información	32
1.6 Lista de tareas por cada actividad.....	34
1.7 Fases de la gestión de procesos	34
1.8 Identificación de interrelaciones y principales diferencias entre la gestión por procesos y la gestión integrada por procesos.	38
1.9 Mejora continua de procesos	39
1.9.1 Características de la mejora continua de procesos	40
1.10 Aportes desde la gestión de la calidad.....	40
1.11 Indicadores Clave de desempeño	42
1.11.1 Importancia de los Indicadores de Procesos.....	43
1.11.2 La Clave del Proceso de Selección de KPIs	43
1.11.3 Clasificación de Indicadores	44
.....	45
.....	45
1.11.4 Sistema de Indicadores.....	46
1.12 DIAGRAMA DE ISHIKAWA	47
1.13 Clasificación ABC.....	50
1.14 Pronósticos.	51
1.15 CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO.	53
1.16 PRODUCTIVIDAD.....	56

1.17 Estudio de Tiempos y movimientos	61
1.18 METODOLOGIAS DE MEJORA DE PROCESOS	66
1.18.1 Mejora continua ciclo PDCA	67
1.18.2 SEIS SIGMA.....	68
1.18.3 REINGENIERIA.....	70
1.19 DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN	71
CAPITULO 2	73
2.1 ANALISIS DEL SECTOR AEROCOMERCIAL	74
2.1.1 ANTECEDENTES DEL SECTOR AEROCOMERCIAL.....	76
2.1.2 ANALISIS DE LA DEMANDA DE PASAJEROS EN EL SECTOR AEROCOMERCIAL.....	77
2.1.3 ANALISIS DEMANDA DE PASAJEROS A NIVEL NACIONAL.....	78
2.1.4 ANALISIS DEMANDA DE PASAJEROS A NIVEL INTERNACIONAL	79
2.1.5 CIUDADES CON MAYOR TRAFICO DE PASAJEROS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	80
2.1.6 PARTICIPACION DE MERCADO DE AEROLINEAS A NIVEL NACIONAL.....	81
2.1.7 PARTICIPACION DE MERCADO AEROLINEAS A NIVEL INTERNACIONAL	81
2.1.8 PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SECTOR AEROCOMERCIAL.....	82
2.1.9 INFRAESTRUCTURA DE AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ	83
2.1.10 INFRAESTRUCTURA AEROPUETOS DE PROVINCIAS	84
2.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA LATAM AIRLINES GROUP	86
2.2.1 DESCRIPCION LATAM AIRLINES FILIAL PERÚ	87
2.2.2 VISION, MISIÓN DE LATAM AIRLINES GROUP	89
2.2.3 ESTRATEGIA LATAM AIRLINES GROUP	89
2.2.4 PRINCIPALES FORATALEZAS LATAM AIRLINES GROUP.....	91
2.2.5 CADENA DE VALOR LATAM AIRLINES GROUP.....	91
2.3 PROCESOS GENERALES LATAM AIRLINES	104
2.4 PROCESOS LATAM PERÚ	114
2.5 DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO LATAM PERÚ	117
2.6 ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO LATAM PERÚ	118
2.7 DESCRIPCION DE PROCESOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO LATAM PERÚ ...	119
2.7.1 Procesos de dirección	120
2.7.3 Procesos de Soporte	123
2.8 DESCRIPCION PROCESO EN ESTUDIO	125
2.8.1 PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LINEA.....	126
2.8.2 PROCESO DE MANTENIMIENTO AREA DE PRODUCCION.....	131
2.9 INDICADORES DEL PROCESO	136
2.10 DETERMINACION DEL PROBLEMA Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS	137
2.10.1 Motivos de trabajos cancelados.....	138
2.10.2 ANALISIS DE FALTA DE HH MEC Y HH ESTRUCTURAS	141
2.10.3 Análisis de la capacidad de horas hombre de mecánicos y personal de estructuras	143

2.10.4 Impacto económico de problema	146
2.10.5 Causas de cancelación de trabajos programados	149
2.10.6 Análisis de la causa raíz con Cinco Porqués	152
2.10.7 Análisis del proceso de línea	154
2.10.8 Cuantificación de desperdicios de horas de hombre	159
2.10.9 Relación de dependencia de variables	160
CAPITULO 3	162
3.1 EVALUACION Y ANALISIS COMPARATIVO PARA ELEGIR LA METODOLOGIA A APLICAR.....	163
3.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PDCA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA	171
3.3 PLANIFICAR	171
3.3.1 IDENTIFICAR Y ANALIZAR LA MAGNITUD DEL PROBLEMA	171
3.3.2 BUSCAR TODAS LAS POSIBLES CAUSAS	173
3.3.3 IDENTIFICAR LAS CAUSAS MÁS IMPORTANTES	174
3.3.4 ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE DESEMPEÑO EXIGIDO	175
OBJETIVOS DE LA MEJORA	175
3.3.5 MEDIDAS REMEDIO A CONSIDERAR	175
3.3.6 Selección del trabajo a estudiar	176
3.3.7 REGISTRAR INFORMACION DEL METODO DE TRABAJO ACTUAL.....	178
3.3.8 DAP ACTUAL DEL PROCESO DE LINEA:.....	185
3.3.9 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES ACTUAL DEL PROCESO DE LINEA:.....	186
3.3.10 DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PERSONAL TECNICO EN EL PROCESO DE LINEA.....	187
3.3.11 EXAMINAR LOS METODOS DE TRABAJO	190
3.3.12 ESTABLECER LA EVALUCION E IDEAR NUEVAS OPCIONES	191
3.3.13 DEFINIR EL METODO MAS ADECUADO	207
3.4 HACER	230
3.4.1 PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO DEL NUEVO METODO	231
3.4.2 RECURSOS PARA EL NUEVO METODO DEL PROCESO DE LINEA	234
3.4.3 ESTANDARIZACION DEL NUEVO METODO DEL PROCESO	236
3.4.4 PLAN Y CORONOGRAMA DE LA IMPLEMETACION DE LA MEJORA	242
3.5 VERIFICAR.....	245
3.5.1 Cuadro De Mando Integral.....	245
3.5.2 Fichas del Proceso.....	247
3.6 ACTUAR	250
3.7 VALIDACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA	253
3.7.1 Ingresos de la mejora de proceso	253
3.7.2 Inversión para la mejora de proceso	254

3.7.3 Costos de la mejora del proceso	254
3.7.4 Flujo de caja de inversión del proyecto de mejora	256
3.7.5 Evaluación de escenarios de la propuesta de mejora.....	259
CAPITULO 4	263
4.1 SIMULACION EN ARENA PROCESO ACTUAL.....	263
4.2 SIMULACION EN ARENA DEL PROCESO MEJORADO.....	271
CAPITULO 5	276
5.1 CONCLUSIONES.....	276
5.2 RECOMENDACIONES.....	278
Bibliografía.....	280

Índice de Tablas

TABLA 1: RESUMEN DE BENEFICIOS DEL USO DEL ENFOQUE DE PROCESOS	22
TABLA 2: FINALIDAD DE LOS OBJETIVOS PRINCIPALES	27
TABLA 3: CRITERIOS PARA SEGMENTAR PROCESOS	28
TABLA 4: RESULTADOS DE CALIFICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS SEGÚN ENFOQUE DEMING.....	30
TABLA 5: DIFERENCIAS GESTIÓN POR PROCESOS Y GESTIÓN INTEGRADA POR PROCESOS.....	39
TABLA 6: CRONOLOGÍA DE LA DEFINICIÓN DE PRODUCTIVIDAD	56
TABLA 7: FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD	59
TABLA 8: SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE HABILIDADES DE WESTINGHOUSE.....	63
TABLA 9: SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE ESFUERZO DE WESTINGHOUSE.....	63
TABLA 10: SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE CONDICIONES DE WESTINGHOUSE.....	64
TABLA 11: SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE CONDICIONES DE WESTINGHOUSE.....	64
TABLA 12: TOLERANCIAS	65
TABLA 13: TOLERANCIAS	66
TABLA 14: CICLO PHVA.....	68
TABLA 15: PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD	69
TABLA 16: VALORES DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	72
TABLA 17: PORCENTAJE DE TRABAJOS CANCELADOS	137
TABLA 18: MOTIVO DE CANCELACIONES DE TRABAJOS	140
TABLA 19: PORCENTAJE DE CANCELACIONES DE TRABAJOS PROGRAMADOS	141
TABLA 20: DEMANDA DE HORAS HOMBRE – HH MECÁNICOS	144
TABLA 21: DEMANDA DE HORAS HOMBRE – HH ESTRUCTURAS.....	145
TABLA 22: COSTO DE HORAS EXTRAS POR FALTA DE HH MEC.....	147
TABLA 23: COSTO DE HORAS EXTRAS POR FALTA DE HH ESTRUC.....	148
TABLA 24: COSTO POR NO USO DE HANGAR	149
TABLA 25: PONDERACIÓN DE CAUSAS	152
TABLA 26: ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMA MEDIANTE CINCO PORQUÉS	153
TABLA 27: DATOS PARA CALCULAR TAMAÑO DE MUESTRA.....	157
TABLA 28: PROMEDIO DE EFICIENCIAS	158
TABLA 29: COSTO POR DESPERDICIOS DE HORAS HOMBRE	159
TABLA 30: VARIABLES EN ESTUDIO.....	160
TABLA 31: COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS EN FUNCIÓN DE LOS CRITERIOS	163
TABLA 32: COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS	164
TABLA 33: ÍNDICES ALEATORIOS	167
TABLA 34: COMPARACIÓN DE PARES Y NORMALIZACIÓN DE TABLA	168
TABLA 35: COMPARACIÓN DE CRITERIOS.....	169

TABLA 36: COMPARACIÓN DE PARES Y NORMALIZACIÓN DE TABLA DE CRITERIOS.....	169
TABLA 37: CALCULO DE PONDERADOS CRITERIOS VS METODOLOGÍAS	170
TABLA 38: SELECCIÓN DE METODOLOGÍA	171
TABLA 39: IMPACTO ECONÓMICO DEL PROBLEMA.....	173
TABLA 40: OBSERVACIONES PRELIMINARES	180
TABLA 41: NUMERO DE OBSERVACIONES PARA CADA ACTIVIDAD	181
TABLA 42: TIEMPO OBSERVADO TO	182
TABLA 43: CALCULO TIEMPO NORMAL CON VALORACIÓN WESTINGHOUSE	183
TABLA 44: CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR CON FACTOR DE VALORACIÓN GENERAL - ELECTRIC	184
TABLA 45: PREGUNTAS PRELIMINARES TÉCNICA DE INTERROGATORIO	191
TABLA 46: PREGUNTAS DE FONDO TÉCNICAS DE INTERROGATORIO.....	192
TABLA 47: DIAGRAMA ACTIVIDADES MÚLTIPLES - PERSONAL EN TRÁNSITO DE AERONAVE.	221
TABLA 48: MEDICIÓN DE CARGA DE TRABAJO DE ENCARGADO DE OPERACIONES (EOP)	223
TABLA 49: MEDICIÓN DE CARGA DE TRABAJO PILOTO AL MANDO DE AERONAVE	224
TABLA 50: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PERSONAL DE OPERACIONES	232
TABLA 51: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PERSONAL DE MANTENIMIENTO	233
TABLA 52: CRONOGRAMA DE LAS FASES DEL PROYECTO	243
TABLA 53: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	244
TABLA 54: CUADRO DE MANDO INTEGRAL PROPUESTO PARA ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	246
TABLA 55: INGRESOS DE LA MEJORA DE PROCESOS.....	253
TABLA 56: COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO	254
TABLA 57: COSTOS PAGO A NUEVO PERSONAL	255
TABLA 58: COSTOS DE CAMIONETA POR TRIMESTRE	255
TABLA 59: COSTOS DATOS INTERNET Y CONEXIÓN DE PLANTAS ELÉCTRICAS	256
TABLA 60: FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO.....	258
TABLA 61: FALTA DE HORAS HOMBRE.....	259
TABLA 62: ESCENARIOS	260
TABLA 63: VALIDACIÓN DATOS DE ENTRADA.....	264

Índice de Figuras

FIGURA 1: MAPA DE PROCESOS.....	20
FIGURA 2: MAPA DE PROCESOS DE LA EMPRESA LINHOGAR	32
FIGURA 3: FLUJO GRAMA DE INFORMACIÓN DE LA ETAPA VENDER CON ENTREGA EN LA TIENDA, DEL PROCESO COMERCIALIZAR AL DETALLE.....	33
FIGURA 4: LISTA DE TAREAS DE UNA ACTIVIDAD	34
FIGURA 5: FASES DE LA GESTIÓN DE PROCESOS.....	35
FIGURA 6: RELACIÓN ENTRE EL OBJETIVO EMPRESARIAL Y EL INDICADOR	42
FIGURA 7: CLASIFICACIÓN DE LOS INDICADORES	44
FIGURA 8: MÉTODO AVANZADO	52
FIGURA 9: FÓRMULA PARA DETERMINAR LA PRODUCTIVIDAD DEL FACTOR HUMANO.	58
FIGURA 10: NUMERO DE OBSERVACIONES.....	61
FIGURA 11: DISTINTAS FORMAS DE DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN.....	71
FIGURA 12: DEMANDA MENSUAL DE PASAJEROS A NIVEL NACIONAL 2009 - 2017.....	78
FIGURA 13: DEMANDA MENSUAL DE PASAJEROS A NIVEL INTERNACIONAL 2009-2017	79
FIGURA 14: PARTICIPACIÓN DE MERCADO DE AEROLÍNEAS A NIVEL NACIONAL 2016.....	81
FIGURA 15: PARTICIPACIÓN DE MERCADO DE AEROLÍNEAS 2016.....	82
FIGURA 16: ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO LAN PERÚ	118
FIGURA 17: MAPA DE PROCESOS MANTENIMIENTO.....	119
FIGURA 18: RECEPCIÓN DE AERONAVE-COMUNICACIÓN CON TRIPULACIÓN	127
FIGURA 19: CONEXIÓN PLANTA ELÉCTRICA (GRUPO ELECTRÓGENO).....	127
FIGURA 20: RECARGA DE COMBUSTIBLE.....	128
FIGURA 21: DESPACHO DE AERONAVE	129
FIGURA 22: SIPOC PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LÍNEA	130
FIGURA 23: FLUJO GRAMA DE PROCESO DE ATENCIÓN DE AERONAVES EN TRÁNSITO	131
FIGURA 24: SIPOC PROCESO DE MANTENIMIENTO PRODUCCIÓN	134
FIGURA 25: TRASLADO DE AERONAVE CON REMOLCADOR DESDE GATE HACIA EL HANGAR	134
FIGURA 26: HANGAR DE MANTENIMIENTO LAN.....	135
FIGURA 27: DISTRIBUCIÓN DE AERONAVES EN HANGAR DE MANTENIMIENTO LAN PERÚ	135
FIGURA 28: PORCENTAJE DE TRABAJOS CANCELADOS	138
FIGURA 29: DIAGRAMA DE PARETO	140
FIGURA 30: PORCENTAJE DE CANCELACIONES HH MEC Y HH ESTRUCT.....	142
FIGURA 31: PORCENTAJE DE TRABAJOS CANCELADOS PONDERADO.....	143
FIGURA 32: DEMANDA DE HORAS HOMBRE - HH MECÁNICOS	145
FIGURA 33: DEMANDA DE HORAS HOMBRE – HH ESTRUCTURAS	146
FIGURA 34: DIAGRAMA DE ISHIKAWA	150
FIGURA 35: CARTA GANTT DE TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO.....	156
FIGURA 36: TAMAÑO DE MUESTRA.....	157
FIGURA 37: PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE HORAS HOMBRE	158
FIGURA 38: GRAFICA DE DISPERSIÓN DE LAS VARIABLES	161
FIGURA 39: PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LÍNEA	176
FIGURA 40: FORMULA TAMAÑO DE MUESTRA	179
FIGURA 41: DAP DEL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO	185
FIGURA 42: DAM DEL PROCESO	187
FIGURA 43: DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL TÉCNICO.....	188
FIGURA 44: DIAGRAMA DE RECORRIDO DE AERONAVE DESDE PISTA DE ATERRIZAJE HACIA GATE	189

FIGURA 45: DESCRIPCIÓN DIAGRAMA DE RECORRIDO	190
FIGURA 46: CORRELACIÓN ENTRE HORA PROGRAMADA Y REAL DE LLEGADA DE AERONAVES	209
FIGURA 47: CORRELACIÓN ENTRE HORA PROGRAMADA Y REAL DE SALIDA DE AERONAVES	210
FIGURA 48: RESUMEN DE DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES	211
FIGURA 49: CONCENTRACIÓN DE AERONAVES EN GATES.	218
FIGURA 50: MÁXIMO NÚMERO DE FALLAS EN PARALELO DURANTE LOS TRÁNSITOS.....	219
FIGURA 51: PROPUESTA DE PROCESO MEJORADO	229
FIGURA 52: CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO	230
FIGURA 53: FASES DEL PROYECTO PDCA	242
FIGURA 54: FICHA DE INDICADOR EFICIENCIA TÉCNICO DE LÍNEA	247
FIGURA 55: FICHA DE INDICADOR PRODUCTIVIDAD PROCESO DE LÍNEA	248
FIGURA 56: FICHA DE INDICADOR DISPONIBILIDAD TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN	248
FIGURA 57: FICHA DE INDICADOR RETRASOS POR MANTENIMIENTO	249
FIGURA 58: ANÁLISIS DEL VAN.....	260
FIGURA 59: ANÁLISIS DEL TIR.....	261
FIGURA 60: ANÁLISIS BENEFICIO - COSTO	262
FIGURA 61: BPMN DE ACTIVIDADES DEL TÉCNICO DE LÍNEA	263
FIGURA 62: ACTIVIDADES DEL TÉCNICO EN ARENA	266
FIGURA 63: ACTIVIDADES DEL TÉCNICO EN ARENA	267
FIGURA 64: INGRESO DE DATOS DEL TIEMPO DE PERMANENCIA EN TIERRA DE AERONAVE.....	268
FIGURA 65: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE PERMANENCIA EN TIERRA DE AERONAVE.	269
FIGURA 66: CORRIDA DEL PROCESO ACTUAL DE ATENCIÓN DE AVIONES	270
FIGURA 67: RESULTADO EN ARENAS DE MODELO ACTUAL.....	270
FIGURA 68: RESULTADO RECURSOS.....	271
FIGURA 69: BPMN DEL PROCESO MEJORADO DE AVIONES EN TRÁNSITO	272
FIGURA 70: CORRIDA DEL PROCESO MEJORADO	273
FIGURA 71: REPORTE DE CORRIDA PROCESO MEJORADO	274

Introducción

LAN Perú es una empresa del grupo LAN Airlines, la cual tiene como objetivo estar entre las tres mejores aerolíneas del mundo, diferenciando su producto en calidad de servicio, para lo cual se encuentra en la búsqueda constante de mejora de todos sus procesos para ser eficientes y competitivos en el mercado. Su indicador más importante en la compañía es la puntualidad, donde todas las áreas operativas, y también de mantenimiento trabajan de manera integrada en todos sus procesos para alcanzar los estándares de puntualidad deseados sin descuidar la seguridad.

Debido a la alta demanda de pasajeros en el mercado nacional e internacional, la aerolínea ha incorporado a su flota 17 aviones Airbus de la familia A320 para cubrir la demanda, generando problemas en el área de mantenimiento por falta de personal técnico para cumplir con los trabajos de mantenimiento programado exigidos por el fabricante. Como consecuencia, se están generando altos costos por envío de aeronaves al extranjero para que se realicen los mantenimientos, incremento de costos por pago horas extras, y sobre contratación de personal técnico calificado para dar cumplimiento al programa de mantenimiento. El hangar de mantenimiento tiene la infraestructura necesaria para realizar mantenimiento a la flota de aeronaves, pero no se está utilizando su máxima capacidad debido a la falta de horas hombre disponible para cubrir la demanda de horas necesarias que se requieren para cumplir con los trabajos de mantenimiento programado, siendo una de las causas de la baja productividad del área de mantenimiento.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 PROCESOS: DEFINICIÓN DE PROCESOS

Un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice

Según la definición de la ISO 9000 el proceso es el conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.¹

Los procesos son aquello que constituye el núcleo de una organización, son las actividades y tareas que realiza a través de las cuales producen o genera un servicio o producto para sus usuarios. El punto central implícito en la gestión de calidad de un proceso es el “agregar valor” a este resultado u output.²

Existen diversas definiciones de proceso, quizás la más aceptada define un proceso como el conjunto de recursos y actividades relacionadas entre sí que transforman elementos entrantes en elementos salientes. Se define como un conjunto de actividades que utilizan recursos para transformar entradas en salidas. De manera que el enfoque de procesos

¹ Cfr. Pérez 2010: 51

² Pepper 2011: 2

reconoce explícitamente, al menos, tres elementos en torno a las actividades de cualquier organización: entradas, transformaciones y salidas.³

1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS

Los procesos se organizan en torno a un objetivo macro que se debe alcanzar a través de una o más estrategias.

De éstas surgen procesos que se desagregan en subprocesos, que a su vez están constituidos por actividades y éstas por tareas.

Un conjunto de actividades puede definirse como proceso si cumple con las siguientes características:

- Tiene un propósito claro.
- Puede descomponerse en tareas.
- Tiene entradas y salidas; se pueden identificar los clientes, los proveedores y el producto final.
- Se pueden identificar tiempos, recursos, responsables.

Todo proceso tiene dos características importantes de destacar y que son particularmente relevantes para la prestación de servicios:

1. Variabilidad: Cada vez que se repite el proceso hay ligeras variaciones en las distintas actividades realizadas, las que a su vez, generan variaciones en los resultados del mismo: “Nunca dos resultados son idénticos”.

³ Cfr. Alonso-Torres 2014: 160

2. Repetitividad: Los procesos se crean para producir un resultado e intentar repetir ese resultado una y otra vez. Esta característica permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo: “A más repeticiones, más experiencia y mejores resultados”.

Estas características hacen que por un lado, las actividades en salud deban ser protocolizadas u homologadas buscando las mejores prácticas, con el objetivo de lograr los mejores resultados y disminuir su variabilidad. Y por otro lado, especialmente si una actividad es compleja, requiere que las personas que la realizan la repitan una y otra vez para lograr la habilidad que garantiza la calidad en su ejecución.⁴

Los rasgos característicos de la gestión por procesos:

- Es una forma de organización para la dirección de una entidad.
- Centra la atención en los procesos de dicha entidad, mediante su identificación, documentación, control y mejora continua

Está enfocado a obtener la satisfacción de ambas partes con énfasis en el cliente.

Los procesos en su actuar transformador evidencian determinadas características, que es importante conocer, dada la implicación que su adecuada comprensión y análisis tiene sobre la gestión que de los mismos se realice. Así, entre las más importantes se encuentran:

⁴ Cfr. Pepper 2011: 3

- La repetitividad: esta es la que justifica el hecho de que se inviertan esfuerzos y recursos en mejorarlos, pues el efecto del esfuerzo invertido se multiplica prácticamente por la cantidad de veces que se repita el proceso.

De ahí la importancia de elaborar procedimientos que especifiquen con precisión las formas de realizar las actividades del proceso y por ende el proceso en cuestión.

- La variabilidad: esta se manifiesta en las desigualdades que se pueden obtener y de hecho se obtienen generalmente, en los resultados luego de producirse en diversas ocasiones el proceso (repetitividad), repercutiendo en su eficacia. Existen disímiles técnicas para el estudio y análisis de estas variaciones con vistas a lograr el control necesario sobre las mismas.

- Son susceptibles de ser mejorados: los procesos siempre se pueden mejorar, constantemente se encuentra algún detalle, alguna secuencia que aumenta su rendimiento en aspectos de la productividad de las operaciones o de disminución de defectos, en vistas de optimizar su resultado. Además, los procesos han de evolucionar para adaptarse a los requisitos cambiantes de mercados, clientes, nuevas tecnologías, etc.

- Rebasan las estructuras funcionales: los procesos no tienen fronteras claras como las que tienen los departamentos de una organización y con frecuencia cruzan los límites funcionales repetidamente. Ello hace que en ocasiones fuercen la cooperación entre las distintas estructuras organizativas de la organización, ello propician el desarrollo de una cultura organizacional más abierta y menos jerárquica, que puede contribuir a obtener mejores resultados.⁵

⁵ Cfr. Ruíz y otros 2014: 5-6

1.2 GESTION DE PROCESOS

La gestión por procesos puede definirse como una forma de enfocar el trabajo, donde se persigue el mejoramiento continuo de las actividades de una organización mediante la identificación, selección, descripción, documentación y mejora continua de los procesos. Toda actividad o secuencia de actividades que se llevan a cabo en las diferentes unidades constituye un proceso y como tal, hay que gestionarlo.

El proceso va a ser el núcleo principal donde van a confluir los conocimientos de las personas que participan en las diferentes unidades funcionales de la organización, integrando los intereses propios de cada una de esas unidades en una meta común y cuyo objetivo será cumplir con las expectativas de los clientes a los que se dirige dicho proceso.⁶

La gestión de procesos es una disciplina que ayuda a la dirección de la empresa a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para lograr la confianza del cliente.⁷ Este autor introduce términos como la formalización y el control, ello puede favorecer la regulación de los procesos de gestión.

La gestión por procesos es una práctica que consiste en gestionar integralmente cada uno de los procesos que tienen lugar en la empresa, y no únicamente los procesos productivos o relativos al área de ventas, como tradicionalmente se ha venido haciendo”. Gestionar un sistema con un enfoque basado en procesos significa enfocarse en las actividades que producen los resultados en lugar de limitarse a los resultados finales. Implica la

⁶ Cfr. Pepper 2011: 1

⁷ Cfr. Bravo 2012: 35

identificación de los diferentes procesos que interactúan para lograr un resultado y hacer que el trabajo y las interfaces entre los diferentes procesos fluyan en forma ágil y con la claridad adecuada.⁸

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como enfoque basado en procesos. Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad. La importancia de la gestión de procesos se basa en:

- Comprensión y el cumplimiento de los requisitos.
- Necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor.
- Obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso.
- Mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

La importancia de gestionar utilizando un enfoque de procesos radica en que no se pone el acento en los resultados. Se ignora si los procesos previos involucrados, para obtener los resultados, están o no cumpliendo sus objetivos y desempeño esperado. El énfasis está en determinar qué proceso origina los resultados, analizando las actividades que realmente agregan valor al producto, los materiales, los métodos, los criterios y flujos de trabajo, la actitud de trabajo, las máquinas, entre otras.⁹

⁸ Cfr. Alonso-Torres 2014: 161

⁹ Cfr. Alonso-Torres 2014: 162

1.2.1 PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN DE PROCESOS

Los principios que orientan la gestión de procesos se sustentan en los siguientes conceptos:

- La misión de una organización es crear valor para sus clientes; la existencia de cada puesto de trabajo debe ser una consecuencia de ello: existe para ese fin.
- Los procesos siempre han de estar orientados a la satisfacción de los clientes.
- El valor agregado es creado por los empleados a través de su participación en los procesos; los empleados son el mayor activo de una organización.
- La mejora del proceso determinará el mayor valor suministrado o entregado por el mismo.
- La eficiencia de una empresa será igual a la eficiencia de sus procesos.¹⁰

El enfoque de gestión de procesos puede sustentarse en los siguientes cinco principios:

- Los procesos existen en cualquier organización aunque nunca se hayan identificado o definido.
- Cualquier actividad o tarea puede ser encuadrada en algún proceso.
- No existen procesos sin un producto o servicio, tampoco productos o servicios sin un proceso.
- No existe un cliente sin un producto y/o servicio.
- Un proceso se justifica si crea valor.¹¹

¹⁰ Cfr. Pérez 2010: 52

¹¹ Cfr. Alonso-Torres 2014: 163

1.2.2 OBJETIVOS DE LA GESTIÓN POR PROCESOS

Otro aspecto importante de la gestión por procesos, son los objetivos ya que son la guía para que la organización obtenga y aplique los recursos para obtener mejores beneficios.

A continuación se mencionan algunos objetivos relevantes:

- Reducir los costos internos innecesarios: despilfarro, ineficiencia, actividades sin valor añadido.
- Acortar los plazos de entrega reduciendo los tiempos del ciclo.
- Mejorar la calidad y el valor percibido por el cliente.
- Incorporar actividades adicionales de servicio, de escaso costo, cuyo valor sea fácil de percibir por el cliente.¹²

1.2.3 TIPOS DE PROCESO

En las empresas se puede distinguir gran variedad de procesos, pudiendo ser clasificados atendiendo a distintos criterios, como son alcance, estructura, etc.

La clasificación más importante es, desde el punto de vista de la gestión por procesos, en función al impacto más o menos directo sobre el usuario final. Esta clasificación, utilizada de forma frecuente por todos los especialistas en gestión por procesos, se puede ver de forma en la figura 1:

¹² Cfr. Pérez 2010: 175

Figura 1: Mapa de procesos

Pérez define los procesos de la siguiente manera:

- **Procesos estratégicos:** procesos destinados a definir y controlar las metas de la organización, sus políticas y estrategias, adecuándolas a las necesidades y expectativas de los clientes. Suelen ser realizados por la dirección o por otras entidades generalmente en el largo plazo.
- **Procesos operativos o clave:** Combinan y transforman recursos para obtener el producto/servicio que se entrega al cliente. Estos se relacionan con las actividades que generan mayor valor añadido y por lo tanto tienen mayor impacto sobre la satisfacción del cliente. Estos procesos son también los principales responsables de conseguir los objetivos de la empresa
- **Procesos de apoyo o soporte:** procesos que abarcan las actividades necesarias para el correcto funcionamiento de los procesos operativos. Se suelen referir a procesos relacionados con recursos y mediciones.¹³

¹³ Cfr. Pérez 2010: 107-108

1.2.4 VENTAJAS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN POR PROCESOS

Las ventajas de la gestión por procesos son muchas. Aquí se mencionan algunas:

- Permite la orientación de los procesos de la organización a la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos.
- Favorece la gestión de las interrelaciones y evita que se produzcan rupturas entre las unidades administrativas, ya que los procesos “cruzan” unidades.
- Ofrece una visión completa de la organización y de las interrelaciones de sus procesos.
- Disminuye los plazos de prestación del servicio como consecuencia de la reducción del tiempo de ciclo de procesos.
- Ayuda a entender cómo añade valor el proceso realizado y permite disminuir costos, como consecuencia de la eliminación de aquellas actividades que no añaden valor a los procesos.
- Es para la organización una herramienta que permite detectar ineficiencias, debilidades organizativas y de los sistemas de información, permitiendo realizar cambios rápidamente, metódicamente y con una adecuada gestión para reducir el máximo riesgo.
- Suministra un método para preparar la organización a fin de cumplir con sus desafíos futuros.¹⁴

Para Ruíz y otros autores las ventajas de la gestión de procesos son:

¹⁴ Cfr .Pérez 2010: 115

- Alinea los objetivos de la organización con las expectativas y necesidades de los clientes.
- Muestra cómo se crea valor en la organización.
- Señala como están estructurados los flujos de información y materiales.
- Indica como realmente se realiza el trabajo y como se articulan las relaciones proveedor cliente entre funciones.¹⁵

1.2.5 BENEFICIOS DEL ENFOQUE DE PROCESOS

Un resumen particular de beneficios que se considera oportuno resaltar.

Tabla 1: Resumen de beneficios del uso del enfoque de procesos

Núm.	Beneficios
1.	Permite medir la actuación de la organización, reducir los costos internos innecesarios (actividades sin valor agregado) y acortar los plazos de entrega (reducir tiempos del ciclo) para mejorar la calidad de los productos/servicios.
2.	Revela los procesos relacionados con los factores críticos para el éxito y los que son redundantes e improductivos.
3.	Define el grado de satisfacción del cliente interno o externo y lo compara con la evaluación del desempeño personal.
4.	Identifica las necesidades de los usuarios o clientes externos y orienta a la organización para compatibilizar la mejora de la satisfacción del cliente con mejores resultados organizacionales.
5.	Permite entender las diferencias de alcance entre la mejora orientada a los procesos (qué y para quién se hacen las cosas) y aquella dirigida a los departamentos o a las funciones (cómo se hace).
6.	Revela aquello que es positivo del trabajo en equipo contra el trabajo individual y la eficacia de los procesos con una óptica integradora en lugar de parcial.
7.	Anula las divisiones de las funciones por departamentos o unidades organizativas.
8.	Analiza y resuelve las limitaciones de la organización funcional vertical.
9.	Apunta a la organización en torno a resultados y no a tareas.
10.	Asigna responsabilidades a cada proceso.
11.	Establece en cada proceso indicadores de funcionamiento y objetivos de mejora.
12.	Mantiene los procesos bajo control, mejora continuamente su funcionamiento global y reduce su inestabilidad a causa de cambios imprevistos.

Fuente: Alonso-Torres, C.(2014: 163).

¹⁵ Cfr. Ruíz y otros 2014: 7

1.2.6 ETAPAS DE LA GESTIÓN DE PROCESOS

Los procesos ya existen dentro de la organización y el enfoque inicial debería limitarse a identificarlos y gestionarlos de la manera más apropiada. La gestión de los procesos tiene cuatro etapas fundamentales que son¹⁶:

- Identificación de los procesos y sus interrelaciones internas y externas
- Documentación, formación y ejecución
- Control
- Mejora

Entre los principales factores para la identificación y selección de los procesos se encuentran:

- Influencia en la satisfacción del cliente.
- Los efectos en la calidad del producto/servicio.
- Influencia en Factores Clave de Éxito.
- Influencia en la misión y estrategia.
- Cumplimiento de requisitos legales o reglamentarios.
- Los riesgos económicos y de insatisfacción.
- Utilización intensiva de recursos.

Una vez efectuada la identificación y la selección de los procesos, surge la necesidad de definir y reflejar esta estructura de forma que facilite la determinación e interpretación de las interrelaciones existentes entre los mismos.

¹⁶ Cfr. Ruíz y otros 2014: 7

La manera más representativa de reflejar los procesos identificados y sus interrelaciones es a través de un mapa de procesos, que viene a ser la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión.

La descripción de las actividades de un proceso se puede llevar a cabo a través de un diagrama, donde se pueden representar estas actividades de manera gráfica e interrelacionadas entre sí.

Estos diagramas facilitan la interpretación de las actividades en su conjunto, debido a que se permite una percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso y los límites del mismo.

La ficha de procesos se puede considerar como un soporte de información que pretende recabar todas aquellas características relevantes para el control de las actividades de las actividades definidas en el diagrama, así como para la gestión del proceso.

Entre las informaciones que se incluyen en la Ficha de Proceso se encuentran: Misión u objeto, Propietario del proceso, Límites del proceso, Alcance del proceso, Indicadores del proceso, Variables de control, Inspecciones, Documentos y/o registros, Recursos.

Los indicadores constituyen un instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma que se pueda determinar la capacidad y eficacia de los mismos, así como la eficiencia.

Entre las características que debe cumplir un indicador se destacan:

Representatividad, Sensibilidad, Rentabilidad, Fiabilidad, Relatividad en el tiempo.

Para ejercer un control sobre los procesos, la información recabada por los indicadores debe permitir el análisis del proceso y la toma de decisiones que repercutan en una mejora del comportamiento del proceso.

De éste análisis de datos se debe obtener la información relevante para conocer que procesos no alcanzan los resultados planificados, y donde existen oportunidades de mejora.

Para llevar a cabo la mejora de dichos procesos es necesario seguir una serie de pasos, estos se pueden encontrar en el clásico ciclo de mejora continua de Deming, o ciclo PDCA. Este considera cuatro grandes pasos para establecer la mejora continua de los procesos: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

Con la importancia que ha adquirido en la actualidad la gestión por procesos para alcanzar la calidad y el éxito sostenido, son varios los modelos, métodos o procedimientos que se han difundido por el mundo y que tienen popularidad en el ámbito empresarial. Estos son modelos de calidad, y que hacen énfasis en el enfoque de procesos. Los más reconocidos son ¹⁷:

- Método PDCA de Deming
- Método REDER
- Modelo EFQM de Excelencia
- Cuadro de Mando Integral
- Método Sistemático o Científico de Mejora de Procesos

¹⁷ Cfr. Ruíz y otros 2014: 9

1.2.7 SEGMENTACION DE PROCESOS

La tarea de identificar los procesos que han de conformar un mapa de procesos tiene dos hitos relevantes: identificar los sub procesos de interés y agruparlos en las tres categorías clásicas.

Para la primera etapa, se describen los beneficios de utilizar la metodología de diagramas de afinidad en el ámbito cualitativo. Este método permite identificar grupos de actividades afines que luego se pueden relacionar con un factor de interés, adjudicándole un nombre que puede dar lugar al nombre de un sub procesos de interés.

Además, esta metodología, que está catalogada como grupal, permitirá definir el nombre de los sub procesos de manera consensuada y, a la vez, precisar el tipo de actividades o tareas específicas que lo componen.

Hay una disponibilidad de metodologías para organizar los procesos dentro de un mapa de procesos, quien zanja la discusión de cómo ubicar los procesos en cada una de la tres categorías de procesos más comunes de utilizar.

En esta propuesta se identifican los atributos que debiera reunir cada uno de los tres tipos de procesos para contextualizarlos debidamente en alguna de las tres categorías anteriores.

Es frecuente encontrar conceptualizaciones de procesos en categorías equivocadas, o incompletamente respaldadas para ubicarlas en algún segmento. Un ejemplo de lo anterior son: procesos de auditoría, de control de producto no conforme de acciones correctivas y preventivas consideradas como procesos estratégicos cuando más bien cumplen una función, generalmente de apoyo a los procesos operativos.

En la Tabla 2, se presentan y resumen las principales características de estos tres tipos de procesos. Los atributos descritos en la siguiente Tabla ayudan a distinguir si un proceso

corresponde o no a una determinada categoría. Por ejemplo, si en una empresa manufacturera sería adecuado considerar las actividades del control de calidad como un proceso de apoyo; esas mismas actividades se consideran como operativas en una empresa para el control de calidad.

Tabla 2: Finalidad de los objetivos principales

Tipo de Proceso	Finalidad
Estratégicos	Destinados a definir y controlar las metas de la empresa, sus políticas y estrategias. Estos procesos son gestionados directamente por la alta dirección en conjunto, se ejecutan en las organizaciones para planificar, organizar y controlar los recursos. Son aquellos mediante los cuales la empresa desarrolla sus estrategias y define los objetivos.
Operativos	Estos procesos están destinados a llevar a cabo las acciones que permiten desarrollar las políticas y estrategias definidas para la empresa para dar servicio a los clientes. Constituyen las actividades primarias de la cadena de valor y afectan el objetivo central de la organización en relación con la satisfacción del cliente, son propios de la actividad de la empresa. De estos procesos se encargan los directores funcionales, que deben contar con la cooperación de los otros directores y de sus equipos humanos.
De Apoyo	Estos procesos, no están directamente ligados a las acciones de desarrollo de las políticas, pero cuyo rendimiento influye directamente en el nivel de los procesos operativos. Constituyen actividades que permiten el funcionamiento de los procesos operativos y estratégicos, son los que proporcionan los medios (recursos) y el apoyo necesario para que los procesos clave se puedan llevar a cabo.

Fuente : Alonso-Torres, C.(2014: 165).

En definitiva, los cinco criterios indicados en la Tabla 3, al utilizarlos como criterios de calificación para cualquier proceso permitirá dilucidar con mayor objetividad a cuál de los tres segmentos le corresponde su ubicación.

Tabla 3: Criterios para segmentar procesos

Criterio	Estratégicos	Operativos	De Apoyo
1	Permite definir y desplegar las estrategias y objetivos de la empresa	Inciden directamente en su satisfacción o insatisfacción de los clientes	Necesarios para el control y mejora de los sistemas de gestión
2	Intervienen en la visión de la empresa.	Intervienen en la misión de la empresa	Se relacionan con asegurar el cumplimiento de estándares
3	Proporcionan las guías de actuación de la empresa	Consumen muchos recursos	No intervienen en la misión ni visión de la empresa
4	Relacionan la empresa con su entorno	La optimización de sus procesos es clave para la competitividad de la empresa	Proporcionan recursos a los procesos operativos
5	Involucran a personal de primera línea, o de la alta dirección	Son valorados por los clientes y accionistas	Generalmente sus clientes son internos
Relación con ISO 9001:2008	Se pueden relacionar con los requisitos del área 5 de ISO 9001	Se pueden relacionar con los requisitos del área 7 de ISO 9001.	Se pueden relacionar con los requisitos del área 6 y/o área 8 de ISO 9001.

Fuente: Alonso-Torres, C.(2014: 166)

1.2. 8 Mecanismos para apoyar la implementación del enfoque de procesos

La matriz SIPOC, sigla que corresponde, en inglés, a Proveedores (Suppliers), Entradas (Inputs), procesos (Process), Salidas (Outputs) y Clientes (Customers). Es una herramienta útil para apoyar la implementación del enfoque debido a que obliga a describir las entradas, salidas, clientes y otros atributos que intervienen en las actividades inherentes a un proceso. En algunos casos, como por ejemplo el autor Bulla, se incorporan dos atributos adicionales a los cinco citados en la metodología SIPOC para complementar la caracterización de los procesos, la identificación del responsable y de los recursos del proceso.¹⁸ Días y Palma y Ortiz y Sánchez también se distingue la utilización de la matriz SIPOC para ayudar en la caracterización de los procesos.¹⁹ Pero, solo Días y Palma (2010)

¹⁸ Cfr. Bulla, G. 2011: 53

¹⁹ Cfr. Ortiz. & Sánchez 2011: 64

establece que la utilización de la matriz SIPOC y mapa de procesos fue una herramienta útil para caracterizar procesos.²⁰ La matriz SIPOC permitió tener una visión elevada de la cadena de valor del proyecto de formación y su entorno; de esa manera, se puede entender el sistema mediante la identificación de los elementos relevantes.²¹

Quienes estén a cargo de la gestión de los procesos que: deben tener la aptitud y sobretodo la actitud, de abandonar los antiguos esquemas de valoración, adoptando la evaluación integral a nivel institucional, tanto interna como externa, que ofrezca claridad de su función principal a sus dirigentes y miembros del cumplimiento: la de brindar a todos los alumnos, sin distinción alguna, los servicios educativos necesarios en busca de su desarrollo armónico.²²

1.3 Metodologías para gestionar procesos

Medina et al (2012), se indican siete metodologías para lograr una implementación por procesos.²³ La cantidad de etapas entre las metodologías fluctúa entre siete y once etapas. Se seleccionaron siete metodologías para gestionar procesos con el fin de analizar el potencial de algunas metodologías disponibles en la literatura. Estas metodologías se analizaron cualitativamente mediante el grado en que cada uno de sus pasos incluía claramente prescripciones respecto de cada una de las cuatro etapas del Ciclo Deming. Los resultados indican que la principales prescripciones para apoyar el enfoque de procesos ponen énfasis en las etapas de planificación del Ciclo Deming, observándose además, débiles orientaciones para apoyar las restantes etapas de dicho ciclo.

²⁰ Cfr. Dias, K. & Palma, J. 2010: 131

²¹ Cfr. Balcázar & Lagunas 2013: 117

²² Cfr. Barrera & Aguado 2013:220

²³ Cfr. Medina y otros 2012 :27

Tabla 4: Resultados de calificación de las metodologías según enfoque Deming

	Hernández 1 (2002)	Hernández 2(2002)	Hernández 3(2002)	Hernández 4(2002)	Hernández, Medina, Hernández & Pérez (2012).	ISO (2004)	Camisón, Cruz & González (2007).	Promedio
P	2	1	2	2	2	3	2	2.0
H	1	1	2	1	1	1	1	1.1
V	1	1	1	1	1	1	1	1.0
A	1	2	1	1	1	1	1	1.1

Fuente: Alonso-Torres, C.(2014: 167)

1.4 MODELAMIENTO VISUAL DE PROCESOS

Modelar los procesos es tomar consciencia de lo que hacemos y cómo lo hacemos. Tiene que ver con detenerse, mirar y escuchar para reflexionar y actuar.

Aunque cualquier tipo de modelo no sirve, porque si es muy complejo no ayudará en esa toma de consciencia. Debe ser visual y simple.

Por más que se esmere el bodeguero en buscar prontamente los productos, su esfuerzo individual, heroico, tendrá poco impacto si el diseño del proceso está obsoleto. Se requiere una labor de conjunto que ayude a detenerse y mirar el hacer, preguntar a los clientes, observar lo que hacen los demás y aplicar innovación para modelar los procesos adecuados a la realidad.

En años recientes, en un hospital público del norte de Chile, se produjo una conmoción porque no se había informado de enfermedades graves a decenas de pacientes, frente a lo cual intervino el Ministerio de Salud y se designó a un encargado con la misión de mirar los procesos. El encargado debería haber llegado a ver los mapas de procesos y flujo gramas de información, vigentes y que representaran razonablemente la realidad. No sabemos si los encontró o no. La opción de mirar directamente la realidad del proceso, sin los modelos, es mucho más compleja, porque equivale a realizar el levantamiento.

No todos los modelos ayudan a comprender el proceso, algunos obstaculizan la visión si son muy complejos.

El modelamiento visual de los procesos es la nueva propuesta de la teoría de modelos para lograr la participación de todas las personas de la organización. Es vital, porque ya pasaron los tiempos en que unos pocos modelos sólo eran entendidos por especialistas (y hasta eso es discutible, porque en la experiencia del autor muchos modelos complicados ni siquiera eran entendidos por su autor después de un tiempo).²⁴

Para efectos del modelamiento visual de los procesos de la organización, utilizamos sólo tres modelos: mapa de procesos, flujo grama de información y lista de tareas.

1.4.1 Mapa de procesos

El mapa de procesos provee una visión de conjunto, holística o de helicóptero de todos los procesos de la organización. El mapa de procesos debe estar siempre actualizado y pegado en las paredes de cada gerencia, para comprender rápidamente el hacer de la organización. Se trata de un mapa con un tamaño promedio de unos dos metros cuadrados donde está todo el hacer a nivel de los tipos de procesos y de sus divisiones principales: etapas y versiones.

Se puede apreciar un ejemplo de la cadena de tiendas Linhogar, observe que es posible entenderlo prácticamente sin mayores explicaciones. Esa es la idea del modelamiento visual.²⁵

²⁴ Cfr. Bravo 2011: 13

²⁵ Cfr. Bravo 2011: 15

Figura 2: Mapa de procesos de la empresa Linhogar

Fuente: Bravo 2011: 15

1.5 Flujograma de información

Un flujograma de información (Figura 3) describe un proceso. Si éste tiene divisiones en su interior, se elabora un FI por cada etapa o versión. En el flujograma de información los recuadros representan actividades, la secuencia sigue la temporalidad (las actividades de más abajo ocurren después) y sobre todo, se busca el vistazo, significa que con una mirada se recuerda cómo es el proceso. Decimos se recuerda, considerando que todo usuario del proceso debería haber participado en su elaboración o haber sido capacitado. Vital es la simplicidad: letra grande, poco texto en las cajas, etc. Para lograr el vistazo es necesario que el flujograma de información esté pegado en una pared, a la vista para guiar el proceso.

1.6 Lista de tareas por cada actividad

En la figura 4 se observa la lista de tareas de la cuarta actividad del FI:

Entregar. Nótese que siempre se comienza con un verbo en infinitivo.

Figura 4: Lista de tareas de una actividad

LISTA DE TAREAS	
ACTIVIDAD: ENTREGAR	ROL: DESPACHADOR
TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
Tomar GD	desde la carpeta de GDs los 3 ejemplares de la GD. Forma FIFO
Buscar producto	en la bodega según ubicación indicada en la misma GD
Registrar	en la ficha de producto ubicada en el estante destinado al producto
Rebajar stock	en el mesón de despacho, usa el lector de código de barras
Verificar producto	junto con el cliente a quien pide firmar los 3 ejemplares de la GD (punto de control)
Entregar al cliente	los ejemplares 1 y 2 de la GD junto con el producto
Enviar a finanzas	a través del estafeta, cada ejemplar 3 de la GD firmada por el cliente
OBSERVACIONES:	
1. Mantener el orden de la bodega para la agilidad del proceso	
2. Mantener el orden dentro de la carpeta de GDs	

Fuente: Bravo 2011: 16

1.7 Fases de la gestión de procesos

Los 4 ciclos terminan en la gestión integral del cambio, entendiendo por tal arraigar en la organización las nuevas prácticas, llevarlas al cuerpo y aplicarlas productivamente en el día a día. Trabajar en los 4 ciclos corresponde al curso normal de los eventos. Es una forma secuencial para cada proceso. Haciendo la consideración de que no se trabaja con todos los procesos a la vez, sino que cada uno tiene diferentes niveles de avance. Los 4 ciclos con sus 9 fases son:

Ciclo 1. Desde la estrategia de la organización. Se refiere a que la incorporación de la gestión de procesos debe estar expresada en el plan estratégico. Consta de una sola fase:

1. Incorporar la gestión de procesos en la organización. Donde se resuelve: crear un área de procesos y designar el equipo de trabajo, definir las grandes líneas de trabajo en la gestión de procesos, identificar la tecnología necesaria y realizar la preparación adecuada de las personas del área y de toda la organización.

Figura 5: Fases de la gestión de procesos

Fuente: Bravo 2011: 18

Ciclo 2. Modelamiento visual de los procesos, un tema tan importante que le destinamos el capítulo 2. Consta de dos fases:

2. Diseñar el mapa de procesos: consiste en ver la totalidad de los procesos de la organización: el proceso de dirección estratégica, los procesos del negocio y los procesos de apoyo. Desde esta visión de conjunto se comienza a segmentar y detallar. Este mapa es vital para elaborar el plan estratégico de la organización.

3. Representar los procesos mediante modelos visuales: flujogramas de información y listas de tareas, donde también se realizan observaciones y recomendaciones generales.

Ciclo 3. Intervenir procesos modelados. Este ciclo exige conocer previamente la totalidad de los procesos a nivel del modelamiento visual. A las dos fases donde se propone y realiza el cambio: mejora y rediseño de procesos, se le llama también optimización de procesos. Consta de cuatro fases:

4. Gestión estratégica de procesos: contempla priorizar procesos desde lo indicado en la estrategia e incluye la definición de indicadores y de dueños de procesos. También señala los objetivos para la optimización de procesos (mejora o rediseño).

5. Mejorar procesos: se refiere a definir y aplicar las mejoras para cumplir los objetivos de rendimiento del proceso señalados en la fase anterior.

6. Rediseñar procesos: se refiere a definir y aplicar una solución para cumplir los objetivos de rendimiento del proceso señalados en la fase anterior. Se suman en esta fase los aportes de la gestión de proyectos porque el rediseño se orienta al cambio mayor.

7. Formalizar procesos: contempla elaborar el procedimiento como detalle completo de un proceso optimizado. Debe asegurarse que la nueva práctica se incorpore y mantenga en la organización.

Ciclo 4. Durante la vida útil del diseño del proceso formalizado. Este ciclo exige que el proceso esté formalizado producto de un diseño reciente o de una optimización. Consta de dos fases:

8. Controlar procesos: se refiere al seguimiento, al cumplimiento de estándares y a la reacción en caso de situaciones fuera del estándar. Este rol lo cumple el dueño del proceso.

9. Mejora continua: se refiere al diseño y la práctica de cómo el diseño del proceso se continuará perfeccionando tanto para adaptar a la realidad como para capitalizar innovaciones.²⁷

²⁷ Cfr. Bravo 2011: 19

1.8 Identificación de interrelaciones y principales diferencias entre la gestión por procesos y la gestión integrada por procesos.

Las interrelaciones están dadas por los criterios de formulación de objetivos, salidas, recursos y premisas que lo condicionan, estas son:

- La alta dirección parte de objetivos cuantificables en las salidas globales de la organización (producto o servicio que recibe el cliente final) y es capaz de desglosar estos objetivos totales, en objetivos parciales e interrelacionados dentro de la red de procesos de la organización.
- La salida concreta es una unidad de producto/servicio generado por la totalidad de la organización. El destinatario del flujo de salida son los clientes finales que compran, adquieren, utilizan los productos/servicios finales de la organización así como otras partes interesadas enmarcadas en el entorno organizacional.
- Los recursos son todos aquellos elementos materiales, humanos, financieros o de información que la organización consume o necesita utilizar para poder generar los productos/servicios globales de la organización.
- Las premisas fundamentales están asociadas al grupo humano que la compone, el cual deberá invertir tiempo y esfuerzo en las siguientes direcciones: liderazgo de la dirección, participación de los empleados y formación.²⁸

²⁸ Cfr. Llanes 2014: 18

Las principales diferencias se detallan en la tabla 5 siguiente:

Tabla 5: diferencias Gestión por procesos y Gestión integrada por procesos

GESTIÓN POR PROCESOS	GESTIÓN INTEGRADA POR PROCESOS
El propósito es mejorar la eficiencia y eficacia de la organización para alcanzar los objetivos definidos	El propósito es mejorar la integración del sistema organizacional para alcanzar los objetivos definidos.
El documento básico es la ficha de proceso que describe esencialmente la etapa de planificación del proceso. No se incorporan los resultados del control y mejora del proceso	El documento básico es el expediente del proceso, que integra con la aplicación de herramientas informáticas, las etapas de planificación, operación, evaluación y mejora del proceso, es decir, se registra la historia del ciclo de vida del proceso.
En la descripción de las actividades del proceso se utilizan los esquemas "qué" y "quién- qué"	En la descripción de las actividades es indispensable la utilización del esquema "quién- qué" y la identificación para su gestión de los agujeros negros (se interpretan como desconexiones en las interfaces funcionales, que se manifiesta luego, en un sistema de procesos no armonizado), a través de los mapas funcionales integrados.
Se establecen para los objetivos del proceso, las categorías de medición de eficacia y eficiencia	Se establecen para los objetivos del proceso, las categorías de medición de eficacia, eficiencia y flexibilidad.
Prevalece el enfoque a sistema.	Prevalece el enfoque a sistema y el enfoque de "competencias integradoras" de los actores (roles) involucrados en el proceso.
Generalmente en las entradas del proceso, se identifican los requisitos aplicables (RA) del sistema de gestión a implementar.	En las entradas del "proceso integrado", se identifican todos los requisitos unificados aplicables (RUA), del marco legal- técnico - normativo que regula el proceso.
Prevalece la aplicación de las herramientas clásicas de la calidad.	Prevalece la aplicación de las herramientas clásicas de la calidad y las de la GIP, que propician la integración e informatización del proceso integrado.
Está sustentado en los ocho principios de gestión de la calidad.	Está sustentado en los ocho principios de gestión de la calidad y en el principio de gestión de los agujeros negros.

Fuente: Llanes (2014: 19).

1.9 Mejora continua de procesos

La mejora continua de procesos es el conjunto de acciones de perfeccionamiento del diseño del proceso que se realizan durante su vida útil, dirigidas por el dueño del proceso, coordinadas por un área de mejora continua y con la participación de todos los actores del proceso. La idea es perfeccionar lo que se está haciendo, una opción relativamente fácil de implementar cuando existe una cultura de participación. Mejorar procesos es

realizar muchos cambios pequeños para llegar a tener clientes que confían en nosotros. Ciertamente, muchos cambios menores se pueden realizar de inmediato. Sin embargo, hay otros que exceden el contexto del proceso o son muy complejos, éstos se coordinan con el área de mejora continua de la organización, unidad que debe llevar registro centralizado de las mejoras que se realizan, incluso de aquellas que se hicieron de inmediato.²⁹

1.9.1 Características de la mejora continua de procesos

Algunas características de la mejora continua de procesos:

- Se busca perfeccionar los detalles del proceso existente, para mejorar en aspectos bien estudiados de costo, eficiencia, resultados, tiempo, calidad de atención, etc.
- El foco es la satisfacción del cliente, abandonando el antiguo concepto de cliente interno, el cual es parte de ver la organización como una serie de partes en lugar de una unidad orientada al cliente.
- Comienza algún nivel de cuestionamiento de por qué se hace de esa manera y mejor aún, para qué se hace.
- Se aprecia una orientación al interior del proceso, a mejorar sus detalles.
- Se tiende a crear equipos de trabajo con las mismas personas que realizan y dirigen un proceso.³⁰

1.10 Aportes desde la gestión de la calidad

El objetivo es gestionar la calidad del proceso, centrada en el cliente, tal como señala la norma ISO 9001:2008. El escenario competitivo hace que sea conveniente cambiar

²⁹ Cfr. Bravo 2011: 38

³⁰ Cfr. Bravo 2011: 39

al objetivo perseguido por la calidad. De la calidad del producto se pasa a perseguir la satisfacción del cliente (referencial ISO 9001) o de las partes interesadas: clientes, personas, proveedores, sociedad, accionistas (ISO 9004 – EFQM), metiéndose así en la temática de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC).³¹

El profesor Alfredo Serpell dice: Un sistema de gestión de la calidad incluye: la estructura organizacional, las políticas, las responsabilidades, los procedimientos y los recursos necesarios para llevar a cabo una función o atender a una necesidad de la organización. El sistema de gestión de la calidad de una organización se estructura sobre la base de todos los procesos necesarios para llevar a cabo la realización de un producto o de un servicio de acuerdo con los requerimientos de los clientes.³² Nótese dos palabras clave de esta definición: procesos y clientes.

La norma ISO 9001:2008 contempla que se gestiona la calidad con un enfoque de procesos. Esto es, la mirada de principio a fin, transversal a las unidades funcionales. El desafío es realizar es gestionar la calidad del proceso, lo cual es más que mantener y es una tarea de todos. Es avanzar, algo intrínsecamente humano.

Un proceso bien gestionado está en perfeccionamiento permanente de cara al cliente. Significa potenciar a las personas que participarán en su operación. El término potenciar se usa en el sentido de llevar a las personas a desarrollar la plenitud de sus posibilidades a través de otorgarles la preparación y la oportunidad de realizar los cambios necesarios para la adaptación del proceso.³³

³¹ Cfr. Bravo 2011: 40

³² Cfr. Serpell 2010: 116

³³ Cfr. Bravo 2011: 41

1.11 Indicadores Clave de desempeño

KPI, del inglés Key Performance Indicators, o Indicadores Clave de Desempeño, miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando qué tan buenos son los procesos.

Los indicadores clave de desempeño son métricas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, y que generalmente se recogen en su plan estratégico.

Los indicadores son necesarios para poder mejorar, puesto lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar.³⁴

Figura 6: Relación entre el Objetivo empresarial y el Indicador

³⁴ Cfr. Luzardo & Vásquez 2010:13

Los KPIs son "vehículos de comunicación"; permiten que los ejecutivos de alto nivel comuniquen la misión y visión de la empresa a los niveles jerárquicos más bajos, involucrando directamente a todos los colaboradores en realización de los objetivos estratégicos de la empresa.

1.11.1 Importancia de los Indicadores de Procesos

- Ayudan a interpretar lo que está ocurriendo en la organización
- Sirven como apoyo al proceso de toma de decisiones cuando las variables se salen de los límites establecidos, o se quiere proponer una nueva meta.
- Definen la necesidad de introducir cambios y/o mejoras a un determinado proceso o forma de actuación, así como también facilitan el compromiso de mejores resultados.³⁵

1.11.2 La Clave del Proceso de Selección de KPIs

Aunque cada empresa tiene sus propios KPI, las mediciones más comunes apuntan a tener indicadores de la productividad de los empleados, la calidad de los productos y servicios, la rentabilidad del negocio, el cumplimiento de plazos, la eficacia de los procesos, los tiempos de desarrollo de trabajos, el uso de los recursos, el crecimiento, control de costos, el nivel de innovación y desempeño de la infraestructura tecnológica.

En general, los indicadores más utilizados ayudan a las organizaciones a determinar si se están manejando acertadamente los recursos y costos, contribuyendo a que la gerencia

³⁵ Cfr. Luzardo & Vásquez 2010:14

tenga una noción clara de lo que acontece en un momento específico para tomar medidas correctivas oportunamente.

Definir, sin embargo, un conjunto correcto de KPI en cada organización tiene sus complejidades, ya que el desafío real no es seleccionar sólo indicadores que ayuden a cumplir con las metas presupuestarias, sino también, y más importante aún, que estén en perfecta sintonía con las metas estratégicas de la empresa.

Por lo anteriormente expuesto, cuando se definen los KPI'S se suele aplicar el acrónimo SMART, ya que los indicadores tienen que ser:

- Específicos (Specific)
- Medibles (Measurable)
- Alcanzables (Achievable)
- Realistas (Realistic)
- a Tiempo (Timely)

1.11.3 Clasificación de Indicadores

Figura 7: Clasificación de los Indicadores

Los indicadores se clasifican en dos grandes grupos:

- Por el Ámbito de Control; y
- En función de sus dimensiones

ÁMBITO DE CONTROL

Insumos.- Son los recursos que la organización tiene disponible para lograr un producto o resultado. Ej. Colaboradores, recursos materiales.

Procesos.- Formas en que el trabajo es realizado, actividades necesarias para realizar el producto. Ej. Procesos de Administración, procedimientos de compras.

Productos.- Representan los productos o servicios generados en un determinado sistema o proceso. Mide el volumen de producción que se ha alcanzado durante un periodo de gestión. Ej. Unidades producidas, Personal contratado.

Resultados.- Impacto final que se alcanza, cuando los productos o servicios cumplen con su fin. Ej. Satisfacción de clientes, incremento de ventas.

Eficacia.- Miden el grado de cumplimiento de los objetivos de la organización, sin referirse al costo de los mismos.

Eficiencia.- Sirven para evaluar los costos por unidad de servicios o bienes producidos.

Calidad.- Miden las características técnicas del producto o servicio entregado, así como también la proporción del producto que cumple con los requisitos del Cliente.

Economía.- Miden la capacidad de la empresa para movilizar adecuadamente sus recursos financieros.

Ecología.- Miden el grado de contaminación o polución liberado al Ambiente en cada etapa del proceso productivo y generación de productos.

1.11.4 Sistema de Indicadores.

Un sistema de Indicadores se encuentra conformado por el Indicador, el nivel base, el valor actual, la meta, y el uso de semáforos para la evaluación del desempeño del Indicador.

Los objetivos y tareas que se propone alcanzar una organización deben expresarse en términos medibles, que permitan evaluar el grado de cumplimiento o avance de los mismos. Es aquí donde el uso de **indicadores** tiene su mayor fortaleza. Los indicadores pueden ser de tipo positivos o negativos, veamos:

Indicadores Positivos.- Son aquellos en los cuales un **aumento** en su valor o tendencia, estarían indicando un avance hacia la situación deseada. El nivel de cumplimiento o desempeño, se mide mediante:

$$D_{\text{desempeño}} = \frac{V_{\text{valor}} - B_{\text{base}}}{M_{\text{meta}} - B_{\text{base}}} 100\%$$

Indicadores Negativos.- Son aquellos en los cuales una **disminución** de su valor o tendencia, estarían indicando un avance en la situación deseada. Su nivel de desempeño se mide por:

$$D_{\text{desempeño}} = \frac{B_{\text{base}} - V_{\text{valor}}}{B_{\text{base}} - M_{\text{meta}}} 100\%$$

Nivel Base.- Se refiere a la medición inicial o nivel estándar que toma el indicador, y representa el desempeño logrado antes el efecto de mejora de las iniciativas estratégicas.

Valor Actual.- Representa las mediciones período a período del indicador, las cuales se ven afectadas por los efectos de las iniciativas estratégicas.

Meta.- Es el nivel esperado del indicador que la organización desea lograr luego de ejecutar exitosamente las acciones de mejora.

Semáforos.- Para poder observar de una manera fácil el nivel de desempeño de los indicadores, se hace uso de semáforos, donde el verde representa un desempeño esperado, el amarillo un desempeño preocupante y el rojo nos indica un desempeño inaceptable.³⁶

1.12 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa y efecto, es una de las herramientas esenciales para la gestión de la calidad.

El diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto es una de las herramientas clave para llevar a cabo la gestión eficaz de la calidad en la empresa.

A la hora de encontrar las causas, tanto negativas como positivas, de un resultado que se está estudiando, esta herramienta se convierte en un potente aliado ya que permite determinar un conjunto de causas probables que delimitan el campo de actuación o revisión para comprender los orígenes del aspecto estudiado.³⁷

El diagrama de Ishikawa proporciona una imagen visual y muy gráfica de todas las posibles causas que han provocado el efecto estudiado.

El diagrama de causa y efecto fue creado a principios de los años 40 por Kaoru Ishikawa como una herramienta que permite la identificación, clasificación de los distintos aspectos en categorías útiles y muestra, gracias a todo lo anterior, un conjunto de posibles causas

³⁶ Cfr. Luzardo & Vásquez 2010:18

³⁷ Cfr. Rojo, A. 2014: 10

que han provocado un problema o efecto. Este diagrama también es conocido como diagrama de Ishikawa en honor a su creador y diagrama de espina de pescado debido a la imagen visual que adopta una vez finalizado y que se asemeja, utilizando un poco de imaginación, a la espina de un pescado común.

De esta forma se convierte en una herramienta muy eficaz que permite a aquel que lo utilice poder identificar con un simple vistazo todas las posibles interrelaciones existentes entre un efecto y sus posibles causas.

Sus utilidades son infinitas ya que no debemos solamente centrarnos en los aspectos negativos, es decir, no puede ser concebido únicamente como un instrumento para buscar las posibles causas de un problema o una situación no deseada, sino que también se puede emplear para identificar todos aquellos posibles factores que llevaron a una situación exitosa o a un triunfo.

No debemos olvidar que es igual de importante conocer las causas del éxito tanto como las causas de un fracaso o problema, aunque en muchas situaciones tendemos a concentrarnos más en este último debido a la necesidad imperiosa de conocer las causas para atajarlas, y corregirlas y así evitar que vuelvan a producirse.

Aunque este diagrama de Ishikawa aporta importantes ventajas en su utilización como la potenciación del consenso y la concentración, el refuerzo de los conocimientos existentes y la fluidez de la información, potencia la participación, etc., no es todo la panacea. Y es que a pesar de todo lo anteriormente comentado, hay que tener muy claro a la hora de utilizar el diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto que nunca va a poder reemplazar la comprobación empírica, ya que esta herramienta solo permite mostrar de una forma estructurada, clara y concisa las posibles hipótesis que se pueden barajar sobre las causas, efectos o situaciones que se estén analizando.

Es por esa razón que todos aquellos que deseen ir más allá de determinar los diversas causas probables y busquen conocer con absoluta certeza cuál es la causa de fondo, deben centrarse en utilizar otra herramienta ya que esta no es la adecuada debido a que solamente va a determinar la posible dirección sobre la que se encuentra la causa pero no la va a señalar.

Pasos a seguir:

A la hora de implantar esta herramienta se debe adaptar a las necesidades del grupo o la empresa, sin embargo siempre hay que tener claros una serie de puntos o pasos que se deben seguir y que, de forma genérica, nos permitirán que se forme la tan característica espina de pescado que caracteriza este diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto. Los pasos a seguir son:

- 1.- Definir de forma clara, sencilla y concisa el efecto o problema del que se quieren definir las causas. Con ello formamos la espina central.
- 2.- Se identifican las causas que van a contribuir al efecto o problema.
- 3.- Se seleccionan las causas principales que constituyen las ramas principales del diagrama.
- 4.- Se asocia, a las ramas principales anteriormente identificadas, las causas que se han determinado para el efecto principal asociado.
- 5.- Se añaden causas sub diarias que contribuyen a las causas del punto anterior. Este punto junto con los dos anteriores van a formar las espinas laterales y van a dibujar la forma de espina de pescado tan característica.

6.- Se verifica la lógica del diagrama que se ha conseguido y su utilidad real y, por último, se extraen conclusiones sobre lo detallado.³⁸

1.13 Clasificación ABC.

Tanto en organizaciones de bienes tangibles e intangibles, se manejan diferentes productos todos ellos con sus características propias, el manejo de estos productos sugiere una diferencia dependiendo de la importancia de estos procesos en la compañía y de su viabilidad de adquisición, no podemos suponer que todos los productos se deben controlar igual, esto seguramente incurriría en costos innecesario. Es por ello que dentro de las herramientas de gestión de la cadena de suministro la clasificación ABC se presenta como una alternativa muy poderosa.

El método ABC consiste en clasificar los productos siguiendo diferentes criterios en tres grandes clases, lo cual permitirá direccionar los esfuerzos de la organización hacia las clases más relevantes.³⁹

La mayoría de las referencias bibliográficas utilizan como criterio el valor de los inventarios y dan porcentajes relativamente arbitrarios para hacer esta clasificación. Por ejemplo, el 20% de los productos representan el 80% del valor acumulado de ítems, esta es la zona A (0%-20%), ubicamos el 50% del valor acumulado de los ítems y esta sería la zona B (20%-50%). Finalmente ubicamos el 100% del valor acumulado de los ítems y esta sería la zona C (50%-100%). Por otro lado también otros ítems y criterios de evaluación.⁴⁰

³⁸ Cfr. Rojo, A. 2014: 11

³⁹ Cfr. Vargas 2010: 35

⁴⁰ Cfr. Cusinga 2013: 13

1.14 Pronósticos.

El pronóstico es una estimación de las ventas para un periodo determinado de tiempo, este puede cubrir gran o poca parte del mercado) existen varios métodos estandarizados para pronosticar, el los clasifica en tres grupos: los cualitativos, de proyección histórica y causales, por ello cada uno de estos varia en su precisión así como en la proyección de la misma (largo o corto plazo).

-Métodos Cualitativos, este método se adecuan mejor para pronósticos de mediano y largo plazo. Consiste en considerar una serie criterios en los cuales el más influyente es la opinión de expertos que pueden predecir ciertas tendencias ajenas al normal comportamiento del mercado como el cambio de políticas de estado entre otros, asimismo, también se utilizan encuestas o técnicas comparativas para aplicar este método. Al ser un método empírico no se puede cuantificar su precisión ni estandarizar su proceso lo cual lo hace hasta cierto punto impreciso para el análisis, aunque muchas veces es lo único que se tiene.

-Proyección histórica, este tipo de pronóstico se basa en función de la data histórica que se maneje, mientras más información se tenga se podrá determinar mejor la estacionalidad de algunos productos, los picos entre periodos se mantengan de cierto modo definidas contribuyen de manera significativa en la creación del modelo de pronóstico, donde se espera que se cumpla la premisa básica de que el patrón del tiempo futuro sea la réplica del patrón del pasado.⁴¹

⁴¹ Cfr. Cusinga 2013: 16

-Métodos Avanzados

Este método describe tres métodos adicionales para los pronósticos de series de tiempo que tienen componentes de tendencia y de periodos estacionales. (...) Cuando el modelo de series de tiempo posee un componente de tendencia, puede desarrollarse un modelo de suavización exponencial basado en la actualización de dos variables en cada periodo: un nivel promedio y una tendencia. (...) Este método implica la descomposición de una serie de tiempo en componentes de nivel, tendencia, estacionales, y posiblemente cíclicos. (...) Schroeder, R. G., Meyer, G. S., & Rungtusanatham, M. J. (2011). A continuación se muestra la siguiente figura xxx, con el ejemplo del modelo:

Figura 8: Método Avanzado

TABLA S11.3
Método de descomposición clásica

Trimestre	Ventas*	Promedio móvil de cuatro periodos	Promedio móvil de dos periodos	Razón estacional
1	30			
2	42			
3	55	56.75	57.4	.958
4	100	58	58.5	1.709
5	35	59	59.5	.588
6	46	60	62.5	.736
7	59	65	66.0	.894
8	120	67	68.4	1.754
9	43	69.75	71.3	.603
10	57	72.75	75.5	.755
11	71	78.25		
12	142			

Trimestre de razones estacionales

1	2	3	4	
.588	.736	.958	1.709	
.603	.755	.894	1.754	
Promedio	.596	.746	.926	1.732

*Las ventas están en miles de dólares.

Fuente: Schroeder, R. G., Meyer, G. S., & Rungtusanatham, M. J. (2011).

1.15 CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO.

En el Centro de Mantenimiento Aeronáutico hay la plena y total satisfacción de sus clientes, proporcionándoles servicios de acuerdo con los estándares de Calidad establecido por los diferentes organismos y entidades como D.G.A.C.(Dirección General de Aviación Civil del Ecuador) y F.A.A Administración Federal de Aviación (Federal Aviation Administration) El Mantenimiento aeronáutico es la actividad técnica que tiene por objetivo asegurar que un avión se mantenga en condición de "Aeronavegabilidad" es decir Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que: Que exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo, Que la aeronave lleve una operación efectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.), hasta su próximo mantenimiento a lo largo de su vida útil. Tanto en transporte de pasajeros, como de carga, a consecuencia del fenómeno migratorio, incremento del turismo y aumento de las exportaciones, operando hacia mercados externos, con elevados niveles de ocupación.⁴²

Por la tanto para que las líneas aéreas cumplan sus operaciones de vuelo con seguridad someten a cada aeronave a un conjunto de revisiones con la periodicidad que recomienda el fabricante y que determina la compañía aérea con la autorización de la Dirección de Aviación Civil (DAC) que en su documentación contempla tres tipos de revisiones:

Mantenimiento en línea: contempla dos revisiones, la inspección diaria que se realiza antes del primer vuelo del día y es de carácter general, y la revisión S, cada 100 horas de

⁴² Cfr. Campoverde y otros 2011: 10

vuelo, en la que se revisan todos los aspectos relacionados con la seguridad y se reponen niveles de fluidos (combustibles, líquido hidráulico, grasas, anticongelante).

Mantenimiento menor: dentro de esta categoría entran tres revisiones en las que se inspecciona cuidadosamente la estructura interior y exteriormente cada 200 horas, se comprueba el correcto funcionamiento de sistemas y elementos, siendo cada una de ellas de mayor profundidad, duración y tiempo entre revisiones.

Así, la revisión A se realiza una vez al mes, la revisión B se lleva a cabo cada cuatro meses aproximadamente, y la revisión C, en la que el avión ha de estar parado entre una y tres semanas y se llega a decapar la pintura para examinar exhaustivamente la estructura, se efectúa cada año.⁴³

Mantenimiento Mayor: consiste en la revisión D o también llamada “Gran Parada”, porque el avión está fuera de servicio un mes o algo más. Se desmonta el avión casi por completo. Se quita la pintura, se desmontan los motores, los trenes de aterrizaje y otros elementos que se revisan aparte, corrigiendo cualquier anomalía y sustituyendo lo que sea necesario (porque esté defectuoso o por cumplir plazos de normativa según orden técnica OT). Y una vez que se vuelve a montar todo otra vez, se pinta y se colocan asientos y mobiliario de cabina, se realizan pruebas de vuelo en las que se comprueba la respuesta de los sistemas a situaciones de emergencia. Tras esta revisión, se considera el avión con 0 horas de vuelo, como recién salido de fábrica. El sector aerocomercial, además del servicio de transporte, incluye otras industrias comerciales conexas que sin ellas no podrían desarrollarse. Una línea aérea requiere para operar sin problemas: del mantenimiento de sus aviones en buen estado técnico, de la compra de combustible, de la

⁴³ Cfr. Campoverde y otros 2011: 11

venta de pasajes, de la atención que a sus pasajeros antes, durante y después del vuelo proveyendo seguridad a los usuarios finales.

Gracias a los avances tecnológicos, la industria aerocomercial ha crecido a pasos agigantados en las tres últimas décadas, por lo tanto es indispensable que las empresas aeronáuticas desarrollen planes de mantenimiento de sus unidades, para eso debemos tener en cuenta los acontecimientos históricos que han marcado su evolución.

Aviónica de a bordo es la Expresión que designa todo dispositivo electrónico (y su parte eléctrica) utilizado a bordo de las aeronaves; incluyendo las instalaciones de radio, los mandos de vuelo automáticos y los sistemas de instrumentos y navegación.⁴⁴

Una de las principales preocupaciones de las compañías de aviación es la búsqueda permanente de la seguridad en la operación de todos sus vuelos, la cual va asociada a la satisfacción del cliente y la calidad en el servicio, dos puntos que son indispensables para conseguir ser más competitivos en un entorno que exige cada vez más a las compañías que se desenvuelven en la aviación tanto en el ámbito nacional como internacional.

La calidad es el elemento más valorado en la prestación del servicio de mantenimiento adicional a las certificaciones de calidad se requiere trabajar con altos estándares de calidad en todo momento; el tiempo en la aviación, ofrece mayor alistamiento, entregándolos de manera oportuna y rápida genera una ventaja competitiva; las tarifas es uno de los criterios sensibles en la decisión de un cliente y costo por lo tanto se debe controlar constante y rigurosamente; la actualización de la tecnología, permite mantener nuestras capacidades en equipos y herramientas en óptimas para el desarrollo de las capacidades de mantenimiento. Y la identificación del cliente permite conocer las

⁴⁴ Cfr. Campoverde y otros 2011: 13

necesidades y expectativas de los clientes tanto de la Fuerza Pública como de la aviación General.

1.16 PRODUCTIVIDAD.

Es la relación entre cierta producción y ciertos insumos.

Productividad = producción / insumos

Se trata de la relación entre lo que produce una organización y los recursos requeridos para tal producción.⁴⁵

Tabla 6: Cronología de la definición de Productividad

Autor	Año	Definición
Quesnay	1766	La palabra productividad aparece por primera vez.
Litré	1883	Facultad de producir
Early	1900	Relación entre producción y los medios empleados para lograrla
OEEC	1950	Cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producció Figura 7- Clasificación de los Indicadores n.
Davis	1955	Cambio en el producto por los recursos gastados
Fabricant	1962	Siempre una razón entre la producción y los insumos
Kendrick y Creamer	1965	Definiciones funcionales para la productividad parcial, de factor total y total
Siegel	1976	Una familia de razones
Sumanth	1979	Productividad total. La razón de producción tangible entre insumos tangibles

Fuente: Sumanth (2011)

⁴⁵ Cfr. Belcher 2012: 5

Es el resultado final de un complejo proceso social, compuesto por ciencia, investigación y desarrollo, educación, tecnología, dirección de empresa, medios de producción y organización de trabajadores.⁴⁶

Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.⁴⁷

La productividad es el producto final del esfuerzo y combinación de todos los recursos humanos, materiales y financieros que integran una empresa.⁴⁸

El concepto de productividad se entiende como el resultado de la relación que existe entre el valor de la producción obtenida, medida en unidades físicas o de tiempo asignado a esa producción y la influencia que hayan tenido los costos de los factores empleados en su consecución, medida también esa influencia en las mismas unidades contempladas en el valor de la producción.

Siempre que se calcule la productividad, es necesario indicar el factor considerado para el cálculo y en función del cual se desee expresar el resultado.

Si la productividad es calculada usando el factor humano medido en las unidades de tiempo invertido en la producción realizada, de las que se desea obtener su índice de

⁴⁶ Cfr. Kurosawa 2013:39

⁴⁷ Cfr. Prokopenko 2010: 105

⁴⁸ Cfr. Mercado 2011: 13

aprovechamiento, se debe denominar productividad de la mano de obra o rendimiento de los trabajadores.⁴⁹

Figura 9: Fórmula para determinar la productividad del factor humano.

donde:

$$E = \frac{P}{F_p}$$

E = Productividad, rendimiento o eficiencia del factor humano.
 P = Producción obtenida medida en unidades físicas (piezas, elementos, conjuntos, subconjuntos, etc.) o en unidades de tiempo asignado a la producción obtenida.
 F_p = Factores productivos humanos, referidos al tiempo invertido en obtener la producción realizada.

Fuente: Alfaro, F. y Alfaro, M.(2010).

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.⁵⁰

La productividad es una expresión de cuán eficientemente los bienes y servicios están siendo producidos. Es por eso que la productividad se expresa en unidades físicas o económicas, en las cantidades o los valores (dinero).⁵¹

⁴⁹ Cfr. Alfaro 2010: 51

⁵⁰ Cfr. Gutiérrez 2013: 29

⁵¹ Cfr. Lucey 2010:73

Los factores que afectan la productividad son⁵²:

Tabla 7: Factores que afectan la productividad

Factores	Factores encontrados	Autor
Externos	Reglamentación del gobierno, competencia, el cliente, política económica del gobierno, infraestructuras, estabilidad política, la sociedad, entorno político, medio ambiente	Sumanth (1990), Schroeder (1994), Prokopenko (1987), Fernández Avella y Fernández (2003), Acevedo (2004), Ramírez (2005), Anaya (2000), Mosley et al. (2005).
Internos		
Gestión Administrativa	La administración, creación del conocimiento, aprendizaje organizativo, toma de decisiones centralizadas	Sumanth (1990), Riggs (1998), Prokopenko (1987), Fernández et al. (2003), Render y Heizer (2004), Acevedo (2004), Mosley et al. (2005), Steenhuis y Bruijn (2006).
Mano de obra	Mezcla de la fuerza de trabajo, estabilidad, influencia sindical, capacitación, remuneraciones, calidad de la fuerza laboral, destrezas	Sumanth (1990), Schroeder (1994), Riggs (1998), Prokopenko (1987), Fernández et al. (2003), Render y Heizer (2004), Acevedo (2004), Abad et al., (2004), Ramírez (2005), Anaya (2000), Mosley, León y Pietri (2005), Steenhuis y Bruijn (2006).
Materiales y suministros	Energía, compras, inventarios, diseño del producto, materiales, logística, almacenamiento y manejo de materiales	Sumanth (1990), Schroeder (1994), Riggs (1998), Acevedo (2004), Abad et al. (2004), Anaya (2000).

⁵² Cfr. Rodríguez & Velásquez 2014: 86

Maquinarias y equipos	Vida útil de los equipos, tecnología, mantenimiento, innovación tecnológica	Sumanth (1990), Schroeder (1994), Riggs (1998), Prokopenko (1987), Fernández et al. (2003), Acevedo (2004), Ramírez (2005), Steenhuis y Bruijn, (2006).
Métodos de Trabajo	Diseño del trabajo, flujos del proceso, mejoramiento de los sistemas, ergonomía, mejoras técnicas, condiciones de trabajo, curva de aprendizaje	Schroeder (1994), Prokopenko (1987), Fernández et al. (2003), Acevedo (2004), Ramírez (2005), Anaya (2000), Steenhuis y Bruijn (2006).
Capital	Inversión, razón capital/trabajo, utilización de la capacidad, investigación y desarrollo	Sumanth (1990), Schroeder (1994), Riggs (1998), Prokopenko (1987), Fernández et al. (2003), Render y Heizer (2004), Acevedo (2004), Steenhuis y Bruijn (2006).
Cultura	Ética del trabajo, calidad, valorar el tiempo disponible, trabajo en equipo	Sumanth (1990), Schroeder (1994), Steenhuis y Bruijn (2006), Cantú (2001), Palomo (2008).

Fuente: Rodríguez C. y Velásquez Y. (2014)

1.17 Estudio de Tiempos y movimientos

El primer paso es registrar la toma de tiempos observados (TO), donde se obtiene una media y una desviación estándar de la muestra. Luego se define el error de muestreo K para cada elemento y un grado de libertad según el número de registros. Esta información se utiliza para la siguiente ecuación con distribución t para $n < 30$, donde se calcula el número de observaciones para que sea representativa.⁵³

Figura 10: Numero de observaciones

$$N = \left[\frac{t \times s}{k \times \bar{X}} \right]^2$$

Fuente: Torrez, Perez, Marmolejo Ordoñez, Y Garcia 2010

Donde:

n: número de observaciones

s: desviación estándar de la muestra

t: distribución t ($n < 30$)

k: error de muestreo

x: media aritmética de la muestra

⁵³ Cfr Torrez, Perez, Marmolejo Ordoñez, Y Garcia 2010

El siguiente paso es calcular el tiempo normal (TN) y el tiempo estándar (TE), donde al tiempo observado (TO) se agregan los factores complementarios (FC) y factores suplementarios (FS). Los factores complementarios, según el método Westinghouse, dependen de la habilidad, esfuerzo, condiciones, y consistencia del operario. Respecto a los factores suplementarios estos dependen de tolerancias constantes como necesidades personales, fatiga, además, de tolerancias variables relacionadas a las condiciones de trabajo como iluminación, ruido, trabajo de pie, iluminación, monotonía, etc.⁵⁴

La fórmula para el cálculo del tiempo estándar (TE) es la siguiente:

$$TN = TO + (TO * FC)$$

$$TS = 1 + FS$$

$$TE = TN * TS$$

Factores complementarios método Westinghouse:

(...) Este método considera cuatro factores para ser calificados:

Habilidad: Se define como la destreza del empleado para ejecutar un método predeterminado; se determina por su experiencia y aptitudes netas. Por lo general, se califican seis grados de habilidad: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema.

Esfuerzo: Se refiere a la demostración de la voluntad del operario para trabajar con eficiencia. Se distinguen seis niveles de esfuerzo: deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo.

⁵⁴ Cfr. Baca, G. (2014)

Condiciones de trabajo: Son los niveles de iluminación, ruido, temperatura y ventilación que pueden afectar al operario. Las clases de condiciones son: ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

Consistencia: Los resultados obtenidos por el trabajador se repiten constantemente. Las clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. (...) Baca, G. (2014).

A continuación se muestran las tablas de calificación Westinghouse para cada uno de los factores.

Tabla 8: 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	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
−0.05	E1	Aceptable
−0.10	E2	Aceptable
−0.16	F1	Mala
−0.22	F2	Mala

Fuente: Niebel y Freivalds (2012)

Tabla 9: 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
−0.08	E2	Aceptable
−0.12	F1	Malo
−0.17	F2	Malo

Fuente: Niebel y Freivalds (2012)

Tabla 10: 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

Fuente: Niebel y Freivalds (2012)

Tabla 11: Sistema de calificación de condiciones 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: Niebel y Freivalds (2012)

Factores suplementarios (Tolerancias constantes y variables)

Para determinar el tiempo estándar es necesario agregar tolerancias, las cuales son fracciones de tiempo constantes o variables. A continuación en las siguientes tablas 12 y 13, se muestran algunas recomendaciones hechas por la organización internacional del trabajo.⁵⁵

Tabla 12: Tolerancias

A. Tolerancias constantes:	Añadir %
1) Tolerancia por necesidades personales	5
2) Tolerancia básica por fatiga	4
B. Tolerancias variables:	
1) Tolerancia por ejecutar el trabajo de pie	2
2) Tolerancia por posiciones anormales en el trabajo:	
a) Ligeramente molesta	0
b) Molesta (cuerpo encorvado)	2
c) Muy molesta (acostado, extendido)	7
3) Empleo de fuerza o vigor muscular (esfuerzo para levantar, tirar, empujar), determinado por el peso levantado (en kilogramos y libras, respectivamente):	
a) 2.5 kg/5 lb	0
b) 5/10	1
c) 7.5/15	2
d) 10/20	3
e) 12.5/25	4
f) 15/30	5
g) 17.5/35	7
h) 20/40	9
i) 22.5/45	11

Fuente: Baca, G. (2014)

⁵⁵ Cfr. Baca, G. (2014)

Tabla 13: Tolerancias

4) Alumbrado deficiente:	
a) Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b) Muy inferior	2
c) Sumamente inadecuado	5
5) Condiciones atmosféricas (calor y humedad) variables.	0-10
6) Atención estricta:	
a) Trabajo moderadamente fino	0
b) Trabajo fino o de gran cuidado	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7) Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente-fuerte	2
c) Intermitente-muy fuerte	5
d) De alto volumen-fuerte	5
8) Esfuerzo mental:	
a) Proceso moderadamente complicado	1
b) Complicado o que requiere amplia atención	4
c) Muy complicado	8
9) Monotonía:	
a) Escasa	0
b) Moderada	1
c) Excesiva	4

Fuente: Baca, G. (2014)

1.18 METODOLOGIAS DE MEJORA DE PROCESOS

(...) La aplicación de gestión de procesos de negocio genera una serie de beneficios para las organizaciones. En las situaciones en las cuales se ha utilizado este concepto, se han logrado beneficios que pasan desde la mejora de las capacidades de la organización, por la reducción de barreras a la hora de reaccionar ante los cambios del mercado, hasta adquirir mayor capacidad de análisis sobre el cometido de la organización. Algunos otros beneficios que se derivan de una adecuada mejora de procesos son: Disminuyen los tiempos y así se aumenta la productividad. Disminuyen recursos (financieros, materia prima, mano de así la eficiencia. (...) Martínez, M. A., & Cegarra, N. J. G. (2014)

1.18.1 Mejora continua ciclo PDCA

(...) Estamos en un entorno de cambios continuos en el que lograr un objetivo solo nos indica el siguiente que debemos comenzar. La mejora continua, en un entorno cambiante, es un proceso organizado en el que pueden participar todos los miembros de la organización con la finalidad de ir mejorando paulatinamente la calidad, la productividad y también claro está, la competitividad, generando un uso eficiente de los recursos y aumentando el valor para el cliente. La aplicación repetidamente de esta estrategia genera, para los clientes beneficios (en el sentido de que estarán más satisfechos sus requerimientos), para la organización (posibilidad de aumentar eficiencia y mayor capacidad de buscar nuevas oportunidades) y para los miembros de la organización (mayor satisfacción por el trabajo, aumento de la motivación y de la capacidad). Una acción de mejora se dice que es aquella cuya finalidad es cambiar el modelo en que se está realizando un proceso buscando hacerlo más eficiente. Otro modo de expresar lo que es mejora de procesos, podemos decir que es la iniciativa, proyecto o método por medio del cual el rediseño radical o incremental de los procesos de negocios logra aportar mejoras en los resultados de la empresa (...)

Martínez, M. A., & Cegarra, N. J. G. (2014)

(...) Dicho proceso permite visualizar un horizonte más amplio, donde se buscará siempre la excelencia y la innovación que llevarán a los empresarios a aumentar su competitividad, disminuir los costos, orientando los esfuerzos a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes. (...) Ángel, M. J. (2011)

(...) Para llevar a cabo este proceso de Mejoramiento Continuo tanto en un departamento determinado como en toda la empresa, se debe tomar en consideración que dicho proceso debe ser: económico, es decir, debe requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta; y acumulativo, que la mejora que se haga permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras a la vez que se garantice el cabal aprovechamiento del nuevo nivel de desempeño logrado. (...) Ángel, M. J. (2011)

(...) La mejora continua es menos riesgosa porque el impacto de cada cambio es generalmente pequeño, más allá del impacto de los cambios acumulativos en el tiempo. (...) Lefcovich, M. (2009).

(...) A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización. (...) Ángel, M. J. (2011)

Ventajas:

- (...) Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles
- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.

- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos (...) Ángel, M. J. (2011)

Pasos del proceso de mejoramiento ciclo PHVA:

(...) Cuando un equipo se reúne con el propósito de ejecutar un proyecto para resolver un problema importante y recurrente, antes de proponer soluciones y aventurar acciones se debe contar con información y seguir un método que incremente la probabilidad de éxito. De esta manera, la planeación, el análisis y la reflexión se harán un hábito y gracias a ello se reducirán las acciones por reacción. En este sentido se propone que los equipos de mejora siempre sigan el ciclo PHVA junto con los ocho pasos que a continuación se describen y que se sintetizan en la tabla 6.1

Tabla 14: Ciclo PHVA

Tabla 6.1 Ciclo PHVA y 8 pasos en la solución de un problema

Etapas del ciclo	Paso núm.	Nombre del paso	Técnicas que se pueden usar
Planear	1	Definir y analizar la magnitud del problema.	Pareto, h. de verificación, histograma, c. de control.
	2	Buscar todas las posibles causas.	Observar el problema, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa.
	3	Investigar cuál es la causa más importante.	Pareto, estratificación, d. de dispersión, d. de Ishikawa.
	4	Considerar las medidas remedio.	Por qué ... necesidad. Qué ... objetivo. Dónde ... lugar. Cuánto ... tiempo y costo. Cómo ... plan.
Hacer	5	Poner en práctica las medidas remedio.	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados.
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos.	Histograma, Pareto, c. de control, h. de verificación.
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del problema.	Estandarización, inspección, supervisión, h. de verificación, cartas de control.
	8	Conclusión.	Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro.

Fuente: Gutiérrez, P. H. (2014)

1.18.2 SEIS SIGMA

(...) Seis Sigma Seis Sigma es un término acuñado en Motorola en los años 80 para denominar una metodología de reducción radical de defectos en producción. Posteriormente ha sido ampliamente utilizada como metodología de mejora de procesos en multitud de organizaciones de fabricación y servicios. Se basa en la medición y en el análisis de datos para alcanzar resultados excelentes en los procesos sobre los que se aplica. Se utiliza para mejorar características o atributos de un producto, reducir los costes, mejorar la productividad y acortar los tiempos de ciclo, centrándose de esta forma sobre las cuestiones relevantes para los clientes, tanto internos como externos. Los resultados de los procesos son función de una serie de parámetros que deben controlarse. Estos parámetros presentan variación en el tiempo, y la metodología Seis Sigma lo que pretende es eliminar las causas de variación todo lo posible para acabar con las ineficacias e ineficiencias. (...) Pardo, Á. J. M. (2017)

(...) Es importante tener una visión global de los objetivos y metas requeridas para tener un buen resultado ya que la aplicación de la técnica es un proceso largo y costoso el cual puede tardar entre un año y medio y tres años e incluso de 5 a 10 años para empresas grandes como Motorola, Allied Signal o General Electrics. (...) Víctor, G. S., & María de los Ángeles, Rodrigo Oltra. (2016)

(...) En la tabla 13.3 se puede observar cómo se reduce de forma drástica el número de defectos al mejorar la capacidad del proceso, con el consiguiente ahorro de costes implícito. (...) Pardo, Á. J. M. (2017)

Tabla 15: Productos defectuosos en función de la capacidad

Capacidad del proceso (Cp)	Partes por millón de defectos (PPM)	Desviación típica (σ)
1	66.813	3
1,33	6.210	4
1,5	1.350	4,5
1,67	233	5
1,83	32	5,5
2,00	3,4	6

Fuente: Pardo, Á. J. M. (2017)

(...) Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos que se suele realizar en equipo. Los roles que habitualmente se definen son los siguientes:

- Champions: directivos que van a definir, concretar, monitorizar y apoyar los equipos de mejora Seis Sigma.
- Black Belts: líderes de los equipos de mejora Seis Sigma que van a guiar al equipo en el uso de herramientas y técnicas.
- Green Belts: miembros de los equipos de mejora. (...) Pardo, Á. J. M. (2017)

La metodología Seis Sigma se estructura como un proceso de 5 pasos conocido como DMAIC:

- Define / Definición
- Measure / Medición
- Analyze / Análisis
- Improve / Mejora
- Control /Control ⁵⁶

⁵⁶ Cfr. Pardo, Á. J. M. (2017).

Beneficios Seis Sigma:

(...) Los tres beneficios fundamentales a destacar de la aplicación de la técnica Seis Sigma son:

1. Aumento de la participación de los empleados: a través de la aplicación de la técnica se involucra a los empleados, los cuales adquieren un mayor aprecio por el impacto del trabajo realizado siendo conscientes de la importancia de una labor bien hecha.

2. Aumento de las Ganancias de la empresa: la reducción de fallos genera beneficios que provienen de las siguientes tres fuentes:

Reducción de los costes operativos - Mejora en la rentabilidad de los negocios - Mayor eficiencia en todos los procesos de la compañía

3. Mayor satisfacción del cliente: al centrarse en las necesidades y requerimientos de los clientes se aumenta la satisfacción de los mismos lo cual repercute positivamente en el éxito del negocio. Mayor fidelización hacia los productos de la empresa - Aumento de la participación en el mercado - Mayor competitividad (...) Víctor, G. S., & María de los Ángeles, Rodrigo Oltra. (2016)

1.18.3 REINGENIERIA

(...) Nuevo pensamiento fundamental y rediseño radical de los procesos de negocios para lograr considerables mejoramientos en costo, calidad, servicio y rapidez. (...) Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2014)

(...) Proceso que replantea y re direcciona los procesos, la estructura organizacional, los sistemas y la toma de decisiones de una corporación o negocio con objeto de instrumentar cambios drásticos y profundos para elevar en forma eficaz su desempeño y competitividad. (...) Franklin, F. E. B. (2014)

(...) Puede resultar difícil cambiar la forma en que una persona hace las cosas. Aún más difícil es cambiar la forma en que toda una compañía hace las cosas. Por esa razón, la reingeniería de procesos de negocios (BPR) es un proceso doloroso, aun cuando funcione. Los éxitos más importantes de la BPR han provenido de funciones de servicio, pero el concepto puede aplicarse a cualquier contexto. Es el proceso de repensar el cómo y el por qué se hacen las cosas de una cierta manera. Hecha de manera inteligente, la BPR puede lograr mejoras espectaculares. Sin embargo, también puede ser un proceso que consuma mucho tiempo y dinero. (...) Nahmias, S. (2014)

(...) En el caso de la reingeniería los riesgos son mayores porque el impacto es grande y afecta transversalmente la organización. En tanto que el costo de los cambio llega a ser muy elevado en la reingeniería, los costos atribuibles a la mejora continua es en la mayoría de los casos irrelevante. (...) Lefcovich, M. (2009).

Rediseñar los procesos implica:

- Identificación de los procesos actuales de la organización.
- Delimitar del alcance del proceso.
- Analizar y combinar el proceso.
- Establecer el proceso ideal. Ello implica describir el proceso ideal, comparándolo posteriormente con el proceso actual, y evaluando las diferencias.
- Comprobar el nuevo proceso.
- Y fundamentalmente, instaurar el nuevo proceso.⁵⁷

1.19 DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN

Es conveniente graficar los datos para entender su funcionamiento y distribución, una de las herramientas estadísticas son los diagramas de dispersión. Estos sirven para medir el grado de relación que existe entre una pareja de datos, y es una buena herramienta para saber si existe relación de causa y efecto entre dos variables.⁵⁸

A continuación se muestra los diagramas de dispersión más comunes:

Figura 11: Distintas formas de diagramas de dispersión

Fuente: Baca, G. (2014)

⁵⁷ Cfr. Martínez, M. A., & Cegarra, N. J. G. (2014)

⁵⁸ Cfr. Baca, G. (2014)

(...) Para conocer a relación existente entre dos variables, se utiliza el método de *Pearson* que utiliza un valor llamado coeficiente de correlación (r) de *Pearson*. (...) Baca, G. (2014)

La siguiente tabla 16 muestra los diferentes valores de r y su significado de cada valor:

Tabla 16: Valores de coeficiente de correlación

Coeficiente de correlación	Relación
$0.80 \leq r \leq 1.0$	Fuerte, positiva
$0.30 \leq r \leq 0.8$	Débil, positiva
$-0.30 \leq r \leq 0.3$	No existe relación
$-0.80 \leq r \leq -0.3$	Débil, negativa
$-1.0 \leq r \leq -0.8$	Fuerte, negativa

Fuente: Baca, G. (2014)

(...) Para poder interpretar correctamente la tabla anterior, es necesario mencionar que la relación de los datos es positiva cuando ambas variables aumentan (si x se incrementa, y también aumentará). En caso contrario, cuando una variable disminuye y la otra también, se dice que existe una correlación negativa. (...) Baca, G. (2014)

CAPITULO 2

Actualmente la dirección de mantenimiento se divide en dos procesos principales, Mantenimiento de producción y Mantenimiento de línea. El área de producción es la encargada de realizar el mantenimiento programado en el hangar a las aeronaves y el área de línea se encarga de realizar las inspecciones en cada tránsito de las aeronaves en los gates de llegada.

Los problemas que aqueja el área de producción es la falta de horas hombre disponible para cumplir con los trabajos de mantenimiento programado, mientras que en el área de línea, el personal técnico tiene una gran cantidad de horas ociosas, debido a largos tiempos de espera, a consecuencia de realizar funciones operativas, que no son actividades propias de un técnico de mantenimiento aeronáutico.

Con herramientas de ingeniería y mejora de procesos, se realizara un estudio de los procesos y actividades del área de mantenimiento, para solucionar el problema de las horas ociosas, y eliminar actividades innecesarias, incrementando las horas hombre disponible y poder llevar dichas horas ganadas al área de producción, y de esta manera, cumplir con la demanda de horas que se necesitan para realizar el mantenimiento programado a las aeronaves.

2.1 ANALISIS DEL SECTOR AEROCOMERCIAL

Durante los últimos diez años, el mercado aerocomercial peruano ha experimentado un desarrollo constante. Según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (Mincetur), estamos conectados con 22 países a través de 25 líneas aéreas. “Entre los años 2011 al 2016 se incrementaron las rutas comerciales un 29% y la frecuencia de vuelos semanales pasó de 502 a 657. El desarrollo de este mercado estaría sustentado en el incremento de los ingresos de la clase media”, explican en su reporte semanal.⁵⁹

Otra ventaja en este sector aerocomercial, es que Lima tiene todo a favor para convertirse en el centro de conexiones aéreas, “HUB”, más importante de Sudamérica, debido a su excelente ubicación en el centro del continente y a orillas del Océano Pacífico, siendo un gran destino de hombres de negocios que han apostado por el país, debido al crecimiento de nuestra economía. Pero, debido al retraso en el inicio de las obras de ampliación del terminal del aeropuerto Jorge Chávez, no será posible que gane la competencia de convertirse en el hub de la región, ya que, otros aeropuertos con los que compite por este posicionamiento (Bogotá, Sao Paulo y Santiago de Chile), serán ampliados y operativos sus nuevos terminales para el 2019, mientras que el de Lima con suerte recién funcionara su segunda pista de aterrizaje y nuevo terminal para el 2023, según Indica Ramón Jiménez, country manager para el Perú y Bolivia de IATA.⁶⁰

⁵⁹ DIARIO GESTION (febrero 2017)

⁶⁰ HURTADO, Carlos (2016)

Carlos Gutiérrez, gerente general de la Asociación de Empresas de Transporte Aéreo Internacional (AETAI), indicó que el mercado peruano es uno de los más prometedores por la aún baja penetración de vuelos y el bajo precio del petróleo, por lo que se buscaría atraer a una decena de aerolíneas de bajo costo (conocidas internacionalmente como low cost). “Son tres extranjeras (Interjet, Plus Ultra y Lufthansa), siete peruanas aún en desarrollo y Viva Air Perú, que pertenece a Irlanda Aviation, líder mundial en este sector”.⁶¹

Según José Castellanos, director general de Viva Air Perú, se tendría previsto incrementar un 40% el número de personas que viajan en avión, a través de una política de precios bajos. Cabe indicar que, tras el ingreso de la aerolínea de bajo costo, LATAM anunció recientemente su plan de ajuste de tarifas de 20% desde marzo próximo.⁶²

El desarrollo del modelo low cost supone un gran reto, sobre todo por la coordinación de tiempos, ya que se busca que el avión permanezca el menor tiempo posible en tierra. El aeropuerto internacional Jorge Chávez ofrece la característica favorable de que las puertas de embarque se encuentran cerca de los estacionamientos de las aeronaves, lo que facilita el tiempo de vuelo.⁶³

⁶¹ Cfr. DIARIO GESTION (febrero 2017)

⁶² Cfr. DIARIO GESTION (febrero 2017)

⁶³ Cfr. DIARIO GESTION (febrero 2017)

Así, podríamos preguntarnos cuál hubiera sido el impacto del mercado low cost en el sector turismo de estar concretada la ampliación del aeropuerto, proyecto pendiente desde hace varios años. Esta ampliación supondría la creación de otra pista de aterrizaje, de características similares a la actual, lo que permitiría el incremento del número de aerolíneas y la ampliación de rutas, así como la reducción de tiempos de espera de los vuelos.⁶⁴

Asimismo, la construcción del aeropuerto de Chinchero constituye una potencial oportunidad para el desarrollo del mercado aerocomercial low cost dado que se volverá en unos de los principales destinos turísticos. De acuerdo con cifras del Mincetur, las visitas vía aérea a la ciudad imperial, en el periodo enero-octubre de 2016, alcanzaron la cifra de 1'578.234, lo que representa un incremento del 10.29% respecto al mismo periodo de 2015.⁶⁵

2.1.1 ANTECEDENTES DEL SECTOR AEROCOMERCIAL.

Hace 27 años el mercado aerocomercial estaba concentrado en las aerolíneas AeroPerú y Faucett, en aquel momento solo se movilizaban en promedio 2.5 millones de pasajeros al año, en la actualidad el tráfico aéreo moviliza a 16.7 millones de pasajeros. Hasta 1991 el sector aerocomercial era operado por el estado, quien además de fijar las tarifas, controlaba el acceso al mercado. Dicha estructura fue transformada a fines del año 1991 dentro del marco de los procesos de liberación y privatización de la economía, permitiendo que empresas privadas establezcan libremente sus tarifas de acuerdo a criterios del mercado, admitiendo la entrada de empresas extranjeras al sector.⁶⁶

⁶⁴ Cfr. DIARIO GESTION (febrero 2017)

⁶⁵ Cfr. DIARIO GESTION (febrero 2017)

⁶⁶ Cfr. BARDALES, Edwin (2015)

Un hito importante fue la concesión del aeropuerto Internacional Jorge Chávez a la empresa Lima Airport Partners (LAP) desde el año 2001 hasta el 2031, actualmente se ha negociado la ampliación del contrato de concesión hasta el año 2041. Por otro lado, la empresa Aeropuertos del Peru (ADP), asumió en el año 2006, el reto de mejorar y operar una red de 11 terminales aéreas del norte peruano ubicados en Tumbes, Talara, Piura, Cajamarca, Chiclayo, Chachapoyas, Tarapoto, Trujillo, Huaraz, Iquitos y Pucallpa, además del terminal aéreo de Pisco. Mientras que los aeropuertos del sur del Perú; Arequipa, Tacna, Juliaca, Madre de Dios, y Ayacucho; son operados por la empresa Aeropuertos Andinos del Peru (AAP).⁶⁷ Cuando se hicieron cargo de la concesión en el año 2011, la infraestructura de los terminales ya tenían más de 30 años en promedio, y en todos los casos no habían tenido mantenimiento o remodelaciones, encontrándose infraestructuras sin estándares adecuados.⁶⁸

2.1.2 ANALISIS DE LA DEMANDA DE PASAJEROS EN EL SECTOR AEROCOMERCIAL

Según los reportes de la Dirección General De Aeronáutica Civil (DGAC), El transporte aéreo nacional e internacional de pasajeros ascendió a 19'845,860 entre enero y diciembre 2016, incrementándose en un 8.9% respecto a similar período del 2015, cuando se movilizaron 18'216, 303 pasajeros.

⁶⁷ Cfr. BARDALES, Edwin (2015)

⁶⁸ Cfr. BARDALES, EDWIN (2015)

2.1.3 ANALISIS DEMANDA DE PASAJEROS A NIVEL NACIONAL

De enero a diciembre del 2016, la demanda del tráfico aéreo en vuelos nacionales fue de 10' 794, 031 pasajeros, lo que representó un incremento de 7.9% respecto a similar período del 2015, cuando se movilizaron 10'005,244 pasajeros.

En el ultimo reporte de la DGAC, de enero a febrero del 2017 el tráfico aéreo en vuelos nacionales fue de 1' 781, 354 pasajeros, lo que representó un incremento de 4.3% respecto a similar período del 2016, cuando se movilizaron 1' 707, 675 pasajeros, lo cual indica una tendencia positiva en la demanda de pasajeros para el presente año.

En la siguiente figura 12 se muestra la demanda mensual de pasajeros a nivel nacional desde el año 2009 hasta marzo del 2017.

Figura 12: Demanda mensual de pasajeros a nivel nacional 2009 - 2017

Fuente: Estadísticas DGAC 2017

En la gráfica anterior muestra la demanda de pasajeros mensual desde el año 2009 hasta el mes de marzo del 2017, la demanda de pasajeros mantiene una tendencia positiva con respecto a años anteriores, lo cual es un buen indicador para el sector aerocomercial. El

problema presentado ante esta creciente demanda, es la capacidad instalada de los aeropuertos de Lima y Cuzco, donde se vienen desarrollando proyectos de ampliación.

2.1.4 ANALISIS DEMANDA DE PASAJEROS A NIVEL INTERNACIONAL

La demanda de pasajeros internacionales durante el 2016, según la DGAC el tráfico aéreo fue de 9' 051, 829 pasajeros, lo que representó un incremento de 10.2% respecto a similar período del 2015, cuando se movilizaron 8' 211, 059 pasajeros. En el último reporte de enero a febrero del 2017, el tráfico aéreo en vuelos internacionales fue de 1' 633, 847 pasajeros, lo que representó un incremento de 13.4% respecto a similar período del 2016, cuando se movilizaron 1' 440, 833 pasajeros.

Figura 13: Demanda mensual de pasajeros a nivel internacional 2009-2017

Fuente: Estadísticas DGAC 2017

En la gráfica anterior muestra la demanda internacional de pasajeros mensual desde el año 2009 hasta el mes de marzo del 2017, la cual mantiene una tendencia positiva con respecto a años anteriores, siendo un buen indicador para el sector aerocomercial.

El problema presentado ante esta creciente demanda, es la capacidad instalada del aeropuerto de Lima, donde se vienen desarrollando proyectos de ampliación del terminal aéreo y la construcción de la segunda pista de aterrizaje para cumplir con la demanda de los próximos años.

2.1.5 CIUDADES CON MAYOR TRAFICO DE PASAJEROS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL.

Durante febrero del 2017, las ciudades a nivel nacional con mayor tráfico fueron Cusco con 225, 891 pasajeros (variación positiva de 2.9% respecto a febrero del 2016), Arequipa con 118 167 pasajeros (inferior en 4.4% a la cifra de febrero del año anterior), Iquitos con 82 169 pasajeros (menor en 5.3% respecto a febrero del 2016) y Piura con 66 718 pasajeros (tráfico 8.6% inferior al de febrero del 2016).

A nivel internacional, durante febrero del 2017, las ciudades que registraron mayor tráfico de pasajeros fueron Santiago con 128, 058 pasajeros (superior en 18.3% respecto de febrero del 2016), Bogotá con 65 056 pasajeros (incremento de 23.8% sobre febrero del 2016), Buenos Aires con 62 169 pasajeros (variación positiva de 17.2% respecto de febrero del año anterior) y Miami con 56, 088 pasajeros (mayor en 1.0% sobre febrero del año pasado).

2.1.6 PARTICIPACION DE MERCADO DE AEROLINEAS A NIVEL NACIONAL

Durante el 2016, LATAM Perú tuvo la más alta participación dentro del tráfico aéreo nacional al transportar 6'627,050 pasajeros, lo que representó el 61.4% del mercado nacional, seguido por Peruvian Airlines con 1 344 370 (12.5% del mercado nacional), Taca Perú con 1' 284, 324 pasajeros (11.9%), LC. Perú con 906,144 pasajeros (8.4%) y Star Perú con 486, 526 pasajeros (4.5%).

Figura 14: Participación de mercado de aerolíneas a nivel nacional 2016

Fuente: Estadísticas DGAC 2017

2.1.7 PARTICIPACION DE MERCADO AEROLINEAS A NIVEL INTERNACIONAL

A nivel internacional, LATAM Perú tuvo la más alta participación en el tráfico aéreo, al transportar 2'665,104 pasajeros, lo que representó el 29.4% del mercado, seguido por Taca Perú con 1'122,065 (12.4% del mercado internacional), LATAM Airlines con

912,705 pasajeros (10.1%), Copa con 470,127 pasajeros (5.2%), América Airlines con 334,853 pasajeros (3.7%), Y otras aerolíneas con baja participación.

Figura 15: Participación de mercado de aerolíneas 2016

Fuente: Estadísticas DGAC 2017

Durante los últimos años, la empresa LATAM Perú se ha mantenido líder en el mercado aerocomercial, tanto a nivel nacional como internacional, cabe resaltar que es la aerolínea que cubre la mayor cantidad de destinos desde la ciudad de Lima.

2.1.8 PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SECTOR AEROCOMERCIAL

Según Castro (2016), debido a la alta demanda de pasajeros, el cual se viene incrementando de manera positiva cada año, nos hace pensar en un mejor futuro para el sector aerocomercial. Sin embargo, hay temas preocupantes que las autoridades y el estado no están tomando en cuenta. Si la industria aérea no logra desarrollarse en el país, el turismo tampoco podrá hacerlo al ritmo que se espera. Y esto pasa por temas urgentes, como ampliar la capacidad del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (AIJCh) que está

al tope; mejorar la infraestructura aeroportuaria en provincias; renovar la exoneración del ISC al combustible de aviación para no encarecer el producto; derogar la ley sobre el internamiento temporal de aeronaves; y revisar algunas normas de protección al consumidor que restan competitividad al sector aéreo. Esta problemática fue expuesta por la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) y la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (Aetai) de Perú, según estos gremios, si no se amplía el AIJCh, en los próximos tres años perderemos la condición de ‘hub’ aerocomercial de la región; si no se revisan los impuestos excesivos y las leyes que desincentivan el desarrollo de la industria aérea, los precios tenderían a elevarse y muchas compañías perderían competitividad; si continúan las trabas al desarrollo del sector transporte aéreo, el turismo está condenado a estancarse.⁶⁹

2.1.9 INFRAESTRUCTURA DE AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ

Según Castro (2016), el problema del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (AIJCh) es el más grave para la industria aérea. Entre los años 2008 y 2013, la conectividad aérea en el Perú creció en un 90% gracias a las inversiones hechas en el AIJCh, lo cual nos colocó como el ‘hub’ de la región y de las dos principales aerolíneas de Sudamérica LAN y Avianca. Este logro también fue posible por el hecho de tener una excelente ubicación geográfica, el crecimiento sostenido del turismo, y firmas de TLC’s. Todo esto hizo que los estimados de crecimiento quedaran cortos frente a la realidad de la demanda.

⁶⁹ Cfr. CASTRO, Juan (2016)

Actualmente, el diseño de AIJCh permite manejar aproximadamente 10 millones de pasajeros al año; sin embargo, el 2016 cerró con más de 19 millones de pasajeros. Es decir, el primer terminal aéreo del Perú ya superó su capacidad máxima de atención no solo de viajeros, sino también de movimiento de aeronaves y tráfico de carga. Hay una saturación en la infraestructura, tanto en las operaciones en pista como en la capacidad de la plataforma y de la terminal de pasajeros, peor aún, resultara perjudicial para el país, los retrasos en los inicios de las obras de la segunda pista de aterrizaje prevista a ser concluida en el 2019 y un segundo terminal de pasajeros previsto a finalizar en el 2021. En efecto, la IATA explica su preocupación para el 2019, frente a otros aeropuertos de la región que tienen en marcha obras de ampliación. En el 2014, Lima y Santiago contaban con 19 puertas de embarque, frente a Bogotá (27 puertas), Panamá (39) y Sao Paulo (44). La proyección al 2019 revela que Lima seguirá con 19 puertas, mientras que el resto de ciudades aumentará su oferta (Santiago 41, Bogotá 54, Panamá 59 y Sao Paulo 64), lo que significa mayor capacidad para recibir pasajeros que es, finalmente, lo que buscan las líneas aéreas para crecer en los mercados donde operan.⁷⁰

2.1.10 INFRAESTRUCTURA AEROPUETOS DE PROVINCIAS

Según Castro (2016), muchos aeropuertos del interior del país, principalmente de capitales regionales, han sido concesionados y, con ello, han recibido inversiones para la mejora de su infraestructura aeroportuaria. Ello les ha permitido recibir vuelos comerciales y nuevas oportunidades de desarrollo. Sin embargo, existen otros aeropuertos

⁷⁰ Cfr. CASTRO, Juan (2016)

de ciudades secundarias e igual de importantes, que todavía no gozan de dicho beneficio pese a ser potenciales polos de desarrollo. Ejemplo de ello son: Nazca, cuyo terminal aéreo bien podría recibir aeronaves de mayor dimensión; Jauja, cuya demanda requiere la llegada de aviones más grandes; y Chachapoyas, que ha sido remodelado pero aún no recibe vuelos.⁷¹

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, de concretarse el proyecto de construcción del aeropuerto internacional de Chichero, se espera a nivel económico y social, que el cusco ganara aproximadamente US\$ 63,000 millones de dólares en beneficios durante los 40 años de concesión. Además, incrementar a 6 millones más la cantidad de personas que viajaran a cusco cada año, considerando que actualmente el aeropuerto Velazco Astete tiene solo un movimiento de 2.9 millones de pasajeros. De esta manera, se crearan más de 2500 puestos de trabajo directo en las etapas de construcción y operación del aeropuerto. También, se incrementara el comercio y mejorara la calidad de vida de la población.⁷²

⁷¹ Cfr. CASTRO, Juan (2016)

⁷² Cfr. MTC (2016)

2.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA LATAM AIRLINES GROUP

LATAM Airlines Group es una empresa dedicada al transporte de pasajeros y carga, principal grupo de aerolíneas de Latinoamérica y uno de los mayores del mundo en red de conexiones, ofreciendo servicios aéreos a alrededor de 140 destinos en 25 países, con presencia en 6 mercados domésticos en Latinoamérica: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y Perú, además de operaciones internacionales dentro de Latinoamérica y hacia Europa, Estados Unidos, El Caribe, Oceanía y África.

LATAM Airlines Group y filiales reporto en el 2016 una utilidad neta de US\$ 69.2 millones, actualmente integrada por más de 44 mil empleados y opera más de 1.300 vuelos diarios, transportando a 67 millones de pasajeros anuales con una de las flotas más jóvenes y modernas del mundo -con una edad promedio alrededor de 7 años- LATAM Airlines Group cuenta con 303 aviones, entre los que se encuentran los modelos Boeing 787, Airbus A350, A321 y A320 neo, los modelos más modernos en su tipo.

LATAM Airlines Group (antes LAN Airlines) está integrada por filiales en Perú, Argentina, Colombia y Ecuador, LATAM CARGO y sus filiales; además de TAM S.A y sus filiales TAM Linhas Aéreas S.A. (LATAM Airlines Brasil), incluyendo sus unidades de negocio TAM Transportes Aéreos Del Mercosur S.A. (LATAM Airlines Paraguay) y Multiplus S.A.

LATAM es la marca de las aerolíneas miembro de LATAM Airlines Group y que se está implementado en sus productos y servicios, dentro de un plan de integración gradual.

Desde el año 2000, LATAM Airlines Group es miembro de la alianza de aerolíneas de clase mundial oneworld, integrada por 14 aerolíneas líderes en aviación. A través de esta alianza, el Grupo ofrece a sus pasajeros más de mil aeropuertos en 159 países, con cerca de 14.000 despegues diarios. LATAM Airlines Group es el único grupo de aerolíneas de Latinoamérica y uno de los dos en el mundo en ingresar al Índice de Sostenibilidad Dow Jones World, en 2016 por tercer año consecutivo, fue destacado por sus prácticas sostenibles, basándose en criterios económicos, sociales y ambientales.

2.2.1 DESCRIPCION LATAM AIRLINES FILIAL PERÚ

LATAM Airlines Perú tiene 17 años de presencia en el país, su modelo de tarifas económicas impulsado por el Grupo LATAM a partir del año 2006 ha sido determinante en el crecimiento del mercado doméstico, el cual casi se triplicó en la última década. Con 6,6 millones de pasajeros transportados en vuelos nacionales, un 6,7% más que en 2015, LATAM Airlines Perú se mantuvo como el principal operador de estas rutas, con el 61,4% del mercado. Sus principales competidores son Peruvian Airlines y Avianca, que en este período alcanzaron participaciones de 12,5% y 11,9% respectivamente, seguido por LC Perú con 8,4% y Star Perú, con 4,5%.

LATAM Airlines Perú sirve 17 destinos dentro del país, ofreciendo una variada gama de vuelos diarios a fin de atender la demanda y generar mayor tráfico de pasajeros. Por ejemplo, para Cusco ofrece 22 vuelos diarios, 10 a Arequipa, 6 a Piura, 5 a Iquitos, 4 a Chiclayo, Juliaca, Tarapoto y Trujillo, 3 a Tacna y Pucallpa, 2 a Ayacucho, Cajamarca,

Puerto Maldonado, Tumbes y Talara. En septiembre de 2016 la Compañía abrió su destino número 17 en el país, al lanzar la nueva ruta a Jaén (provincia de Cajamarca). De esta manera, la Compañía avanzó en su objetivo de seguir mejorando la conectividad dentro del país, ofreciendo más opciones de vuelo a los peruanos, junto con aportar al desarrollo del turismo y el comercio. Para servir sus operaciones domésticas utilizó una flota compuesta por 18 aviones Airbus de la familia A320, uno más que en 2015. Como parte de la mejora constante del servicio a sus pasajeros, en este período LATAM Airlines Perú dio inicio a su proyectado plan de renovación de flota, incorporando en el mes de octubre cinco modernos Airbus A320, en reemplazo de igual número de Airbus A319 que operaban hasta esa fecha. Con capacidad para 174 pasajeros, versus los 144 del A319, estos aviones permiten transportar más personas sin aumentar frecuencias, reportándole grandes ventajas en eficiencia y confort para los viajeros. Entre los hitos más importantes del año destaca el reconocimiento obtenido por LATAM Airlines Perú, por segundo año consecutivo, como una de las “Empresas más Admiradas de Perú” 2016 (EMA), en su quinta edición, ubicándose en el 5° lugar del ranking elaborado por la consultora internacional PwC Perú y la Revista G de Gestión, distinción que responde a una evaluación realizada por 4.500 ejecutivos del país (pertenecientes a 1.500 empresas), a través de una encuesta que determina cuál es el desempeño de las corporaciones en ocho atributos fundamentales para ser consideradas referentes de excelencia. Adicionalmente la Compañía fue elegida dentro de las 10 empresas peruanas más atractivas para trabajar en el país, y obtuvo el puesto N°11 en el ranking de Top 15 Empleadores de Preferencia Merco 2016 (de reputación corporativa). Por segundo año consecutivo, además, LATAM Airlines Perú fue distinguida con el premio de la Fundación Corresponsables de España por el proyecto “Vuelos Nocturnos a Cusco con Tecnología RNP (Required Navigation

Performance)” de navegación satelital, en el ámbito de Responsabilidad Social Empresarial (RSE). El sistema RNP aplicado en la ruta Lima-Cusco representa un ejemplo exitoso de las prácticas de revenue generation implementadas por la Compañía. Esta tecnología es apoyada por una guía de satélite, permitiendo recorridos más precisos y operar con seguridad en condiciones de baja visibilidad, evitando demoras y cancelaciones de vuelos. A su vez, por tercer año consecutivo LATAM Airlines Perú se convirtió en la única empresa de transporte del país y de Sudamérica en obtener el Distintivo Empresa Socialmente Responsable (ESR®), otorgado por la Asociación Civil Perú 2021 en el Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI). Este es un reconocimiento a las empresas que asumen voluntaria y públicamente el compromiso de realizar una gestión social responsable como parte de su cultura y estrategia de negocio.

2.2.2 VISION, MISIÓN DE LATAM AIRLINES GROUP

Visión: Nuestra visión es convertirnos en la aerolínea preferida de los pasajeros, en donde vuelen 2/3 de la región, convirtiéndola en una de las 3 aerolíneas más grandes en el mundo.

Misión: La misión es conectar a las personas con seguridad, además de un excelente y agradable servicio

2.2.3 ESTRATEGIA LATAM AIRLINES GROUP

Para alcanzar nuestra misión, hemos desarrollado un plan estratégico, basado en cinco factores de éxito muy importantes:

- 1. Liderazgo de red:** Reforzaremos nuestro conjunto de rutas en Sudamérica para ofrecer a nuestros pasajeros las mejores opciones, creando la mejor conectividad

dentro de la región. Aprovecharemos nuestra posición como el único grupo de aerolíneas en el mundo con una presencia local en siete mercados nacionales y una operación internacional e intra-regional, fortalecida por la mejor infraestructura en algunos de nuestros principales hubs, permitiéndonos aumentar la conectividad dentro de la región durante los próximos tres años.

- 2. Marca líder y experiencia del cliente:** Nosotros siempre vamos a tratar de conseguir la preferencia de los clientes, influenciada por la diferenciación en su experiencia como pasajeros, aprovechando las tecnologías móviles digitales. Estamos trabajando en una singular y unificada marca, cultura, producto y propuesta de valor para el pasajero.
- 3. Competitividad en costos:** Vamos a redefinir nuestra estructura de costos para mejorar nuestra competitividad y simplificar nuestra organización, con el fin de aumentar la flexibilidad y la rapidez en la toma de decisiones. El objetivo es reducir los costos totales en aproximadamente un 5% del total de costos operacionales al 2018. Estos ahorros se sumarán a las sinergias derivadas de la combinación de negocios entre LAN y TAM, así como a las eficiencias que esperamos obtener de nuestra flota con nuevas tecnologías.
- 4. Fortaleza de la organización:** Queremos transformar LATAM en un grupo de personas apasionadas, trabajando de manera sencilla, alineados y con líderes inspiradores, con el fin de ofrecer un valor distintivo a nuestros clientes y tener una empresa sana y sostenible.

- 5. Gestión proactiva del riesgo y de los stakeholders:** Tenemos que tener una mirada profunda y responsable sobre los riesgos en la toma de decisiones, especialmente en un grupo multinacional como LATAM.

2.2.4 PRINCIPALES FORATALEZAS LATAM AIRLINES GROUP

- Tiene una presencia líder y única en américa de sur.
- Cuenta con una base de ingresos geográficamente diversificada, tanto de pasajeros como de carga.
- Cuenta con una amplia red de destinos y mejores socios para entregar la mejor conectividad.
- Tiene un modelo de negocio “low cost” en operaciones nacionales.
- Flota moderna y estrategia de optimización de flota.
- Procesos eficientes.
- Marcas fuertes asociadas con alianzas estratégicas globales claves.
- Historial record de crecimiento, rentabilidad y acceso a financiamiento
- Reconocidos programas de lealtad.

2.2.5 CADENA DE VALOR LATAM AIRLINES GROUP

Para analizar la actividad empresarial de LATAM Airlines, se descompone a la empresa en sus partes principales, siguiendo el concepto de Michael Porter, con el fin de identificar fuentes de ventaja competitiva en las actividades relevantes que generan valor. La empresa obtiene ventaja competitiva cuando desarrolla actividades menos costosas y mejor diferenciadas que otras aerolineas. A continuación, se muestra la cadena de valor de LATAM Airlines en sus nueve categorías de actividades genéricas, las cuales están

constituidas en sus tres elementos básicos: Actividades primarias, Actividades secundarias, y margen.

A. ACTIVIDADES PRIMARIAS

Son actividades agrupadas en cinco categorías, la cuales están relacionadas con las operaciones de la compañía, la logística interna y externa, comercialización, y servicios post –venta.

1. Logística interna

- LATAM Airlines mantiene a sus principales proveedores Airbus y Boeing, junto con ellos cuenta con una serie de otros proveedores relacionados con accesorios, repuestos, y componentes para aviones tales como Pratt & Whitney, Rollos-Royce, CFM, General Electric Engines, Airfrance/KLM Motores - APU, LUFTHANSA Technik components, Honeywel y Rockwell Collins para equipos de aviónica, Panasonic y Thales entretenimiento a bordo. Todos los proveedores son de primer nivel, garantizando el abastecimiento oportuno a los almacenes técnicos del Grupo, según los pronósticos y requerimientos de LATAM.
- En LATAM hay un estricto control sistematizado de la trazabilidad y almacenamiento de repuestos de las aeronaves. El control se lleva a través software Maintenix Technologies, donde están integrados todos los almacenes del grupo LATAM Airlines.
- La compañía mantiene a los principales proveedores de abastecimiento de combustible, tales como YPF, Mobil, Repsol, Shell, Petrobras, entre otros, los cuales aseguran la entrega con estrictos controles de calidad, seguridad, y puntualidad.

- El aprovisionamiento de alimentos para el servicio de Catering en los vuelos, es realizado a través de la compañía Gate Gourmet, siendo este el mayor proveedor mundial de servicios de catering y abastecimiento para las empresas aéreas, ofreciendo una gran variedad de comidas, productos y servicios para cubrir las necesidades a bordo.
- El servicio de transporte de carga y equipajes de los pasajeros, hacia las aeronaves, es realizado por la empresa Talma, líder en servicios aeroportuarios con 25 años de experiencia. También, se encargan de los servicios de limpieza, abastecimiento de agua potable, descarga de desechos, y además del remolque de las aeronaves dentro de los aeropuertos.

2. Operaciones

- LATAM Group realiza sus operaciones con una flota de 319 aviones, cuya edad promedio es de aproximadamente 7 años, destacando entre las más modernas de Sudamérica y el mundo. Entre ellos están los modelos Airbus 319/320/321 (243), Airbus 350 (7), Boeing 767 (37), y Boeing 787 (22). Además, cuenta con una flota de 13 aviones, Boeing 767-300F (11) y Boeing 777-200F (2) para el transporte de carga.
- Desde el año 2010 a la actualidad las operaciones y el mantenimiento de LATAM cuenta con procesos de producción y soporte mediante la metodología LEAN, automatizando e integrando procesos, mejorando los niveles de productividad, y tiempos de respuesta frente a contingencias.
- La red de mantenimiento del Grupo LATAM Airlines provee una gama de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de aeronaves para asegurar

que la flota opere de manera segura y en conformidad con todas las regulaciones locales e internacionales.

- La compañía cuenta con hangares propios en aeropuertos de Santiago de Chile, Sao Paul y São Carlos de Brasil. Además, mantiene contratos de arriendo a través de concesiones de Hangares en Miami, Argentina, Colombia, Ecuador y Perú. Todas Las instalaciones de mantenimiento están equipadas y certificadas para atender a toda la flota de aviones Airbus y Boeing.
- Para las operaciones de vuelo de largo alcance, destacan los nuevos Boeing 787 Dreamliner en sus versiones 8 y 9, además de los nuevos Airbus 350-900. El plan de renovación de flota apunta a incorporar la mejor tecnología y ser líderes en eficiencia operativa, reduciendo el número de aviones, pero aumentando la capacidad de asientos y volumen de carga a través de modelos más grandes. Estos modernos aviones consumen hasta un 20% menos de combustible que aviones de similar tamaño y reducen en un 20% su emisión de CO2.
- Para sus vuelos de corto alcance opera con una moderna flota de aeronaves de la familia A320, en sus versiones A319, A320, A321 y A320neo. En 2016 se recibieron los dos primeros aviones de este último tipo, y durante el 2017 se espera cinco más de un total de 34, siendo la primera aerolínea del continente americano en operar el A320neo. Este modelo tiene una configuración de cabina Space-Flex, y la más moderna tecnología, incluyendo motores de nueva generación y Sharklets (dispositivos instalados en las alas para reducir la resistencia del aire), permitiendo un ahorro de hasta 15% de combustible y la consecuente reducción de emisiones de CO2.
- LATAM se esfuerza por brindar la mejor experiencia a sus pasajeros, a través de los más altos estándares de imagen de cabina. Este año se terminó de implementar

en todas las aeronaves de la familia A320 el nuevo servicio Wireless IFE de entrenamiento a bordo, donde el viajero puede acceder a contenidos de películas, música, juegos e información a través de sus propios dispositivos móviles. Además, de contar con un excelente servicio durante el vuelo.

- la satisfacción se explica principalmente por la seguridad que transmite la aerolínea y los servicios a bordo, los cuales tienen influencia positiva en los indicadores.

3. Logística externa

- Para asegurar la mejor red de conexiones de Sudamérica y su conexión con el mundo, LATAM Tiene 27 destinos Internaciones: Los Angeles, Ciudad de México, Washington, Nueva York, Cancún, Orlando, Miami, La Habana, Punta Cana, Aruba, Papetee, Isla de Pascua, La Paz, Santa Cruz, Asunción, Montevideo, Ciudad del Este, Mount Pleasant, Londres, Paris, Madrid, Barcelona, Milán, Frankfurt, Johannesburgo, Auckland, y Sidney.
- LATAM realiza vuelos domésticos en Argentina, Brasil Chile, Ecuador, Colombia y Perú. El número destinos internos en cada país es el siguiente: Argentina 15 destinos, Brasil 41 destinos, Chile 16 destinos, Colombia 14 destinos, Ecuador 5 destinos, y Perú 17 destinos.
- LATAM cuenta con una amplia red de conexiones, debido a sus alianzas estratégicas con Oneworld, y con otros Grupos de aerolíneas. El número de conexiones en Norteamérica es 84 destinos, Europa 46 destinos, Asia 9 destinos, África 4 destinos, y Australia 22 destinos.

- LATAM tiene 11 destinos exclusivos para sus operaciones de carga: San José, Guadalajara, Ciudad de Guatemala, Ciudad de Panamá, Mérida, Kingston, Santo Domingo, Cabo Frio, Ámsterdam, Basel, y Valencia.

4. Marketing y ventas

- A fines de abril de 2016, la Compañía presentó formalmente su marca unificada LATAM, la que comenzó a ser visible en el sitio web, espacios físicos y aviones entre otros. Marca bajo la cual se seguirá el camino de liderazgo iniciado hace varias décadas atrás por LAN y TAM. Más que un símbolo grafico la nueva marca representa la transformación de la cultura interna, la cual esta alineada a la propuesta de valor para los clientes y las estrategias de diferenciación.
- LATAM promociona sus productos y servicios en comerciales de televisión, anuncios de radio, periódicos, revistas, internet, programas de televisión, en redes sociales como Facebook y Twitter. Además, publicita su marca patrocinando eventos deportivos y campeonatos.
- LATAM tiene canales de comunicación con atención directa, como las oficinas de venta, e indirecta, como las agencias de viaje, Contact Center, La web, y redes sociales como Facebook y Twitter. También cuenta con la revista IN de entretenimiento a bordo.
- Otro de los canales de ventas de pasajes es a través del sitio de la empresa y de aplicaciones de celular, donde es posible comprar pasajes aéreos, hacer reserva de asientos, realizar check in, y obtener tarjeta de embarque.

- Con el fin de mejorar la comunicación con el cliente, relacionado a la asesoría de ventas de pasajes e información de servicios, el Contact Center ofrece atención en español, portugués, inglés, francés y alemán en los canales específicos de negocio (LATAM, LATAM CARGO, y LATAMPASS).
- LATAM dispone de un centro de gestión integrada en atención, responsable de definir las directrices que deben cumplir los colaboradores en los canales de comunicación ofrecidos a los clientes.

5. Servicios

- Los programas de viajero frecuente tienen por objetivo reconocer la fidelidad de los pasajeros que más vuelan con diversos beneficios y premios, siendo una característica que distingue al GRUPO LATAM y es altamente valorado por los pasajeros. En los procesos de unificación de la marca los dos programas de fidelidad adoptaron un nuevo nombre: LATAM Pass (acumulación de kilómetros) y LATAM Fidelidade (acumulación de puntos), incluyendo mejoras y beneficios que aportan significativamente a la experiencia del viaje.
- Se ha implementado el proyecto twist en aeropuertos, Contact Centers y servicio a bordo. Esta iniciativa implica una nueva forma de concebir la entrega del servicio, cuyo objetivo principal es la generación de una conexión emocional entre el colaborador y los clientes, y en consecuencia una mayor fidelización de los pasajeros.
- La satisfacción de los pasajeros se mide utilizando la metodología Net Prometer Score (NPS). Este indicador se obtiene una vez que el pasajero ha realizado el viaje, a través de un cuestionario online, que aborda temas referentes a puntualidad, atención a bordo, aeropuertos y calidad de atención. Adicionalmente,

se realizan encuestas de satisfacción a los programas LATAM PASS. Los resultados son estratégicos y se presentan periódicamente a los colaboradores para tomar acciones de mejora, además, de influir en la bonificación anual en todos los niveles de la organización.

- El negocio de carga es monitoreado de forma anual en las operaciones nacionales e internacionales. Entre los puntos a medir es el servicio entregado por el Contact Center y ejecutivos de ventas, la percepción del cliente sobre la relación calidad / precio, rapidez de recepción y entrega de carga, y la mantención de las condiciones de la carga. Los resultados son presentados periódicamente para realizar mejoras en los procesos.

B. ACTIVIDADES SESUNDARIAS

Son actividades de soporte y de apoyo a las actividades primarias de la aerolínea, los cuales se agrupan en cuatro categorías relacionadas a aprovisionamientos, desarrollo tecnológico e investigación, recursos humanos, e Infraestructura de la empresa.

1. Aprovisionamientos

- Estandarización y políticas corporativas de compra para agilizar y ser eficientes en los procesos de adquisición.
- Gestión de proveedores y política de compras considerando códigos de ética, políticas anticorrupción, conformidad legal, criterios sociales y ambientales en todos los países donde la aerolínea está presente.

- Todos los proveedores se comprometen con el Código de Conducta de LATAM, que abarca temas relacionados a ética, prácticas anticorrupción, salud y seguridad ocupacional, derechos humanos incluyendo contenidos específicos sobre trabajo esclavo e infantil, condiciones de trabajo y responsabilidad socio ambiental. Además, los contratos firmados presentan cláusulas específicas relacionadas al cumplimiento de exigencias ambientales, y su cumplimiento es monitoreado por medio de auditorías.
- Las compras del grupo son agrupadas en categorías y con responsables definidos. Las compras técnicas relacionadas directamente con la operación se dividen en combustibles; servicios de ingeniería; consumibles; partes de manufactura aprobada; ruedas, frenos, partes del sistema del avión; entretenimiento a bordo; asientos, materiales y acabados; componentes mayores como trenes de aterrizaje y controles de vuelo; herramientas; cambio y alquiler de componentes.
- Las otras categorías corresponden a las compras no técnicas relacionadas indirectamente con la operación: administración; aeropuertos; infraestructura; catering; hoteles y uniformes; marketing; servicios profesionales; tecnología y sistemas; y transporte.
- Sistematización de la información en los diferentes países para seguimientos de casos de no conformidades identificados en auditorías internas y externas.
- Buena relación con los proveedores con pagos puntuales, además de programas de micro y pequeña empresa para estimular su desarrollo, reduciendo a un máximo de 30 días el cumplimiento de sus pagos, según la nueva política de pagos LATAM.

2. Desarrollo tecnológico e innovación

- Aplicación de tecnología RNP (Required Navigation Performance) de navegación satelital en rutas Lima – Cuzco, permitiendo ser la única aerolínea en realizar vuelos nocturnos a dicha ciudad. Esta tecnología tiene una capacidad de aviónica avanzada permitiendo recorridos más precisos y operar con seguridad en condiciones de baja visibilidad, evitando demoras y cancelaciones de vuelos.
- Desarrollo de nuevas rutas con el objetivo de seguir ampliando la red de conectividad, se crearon 14 nuevas rutas en el 2016 y se esperan otras 8 para el 2017. Entre ellos la más destacada es el nuevo destino Johannesburgo, siendo LATAM la única aerolínea en conectar directamente el continente latinoamericano con África.
- El grupo invierte continuamente en tecnología digital para mejorar la conectividad con el cliente y facilitar su acceso a los servicios. Por medio de aplicaciones del celular, es posible comprar pasajes aéreos, hacer reservas de asientos, realizar el check in, y obtener una tarjeta de embarque. Esta herramienta tiene nuevas funcionalidades como consultar el estatus del vuelo informando las causas de retrasos o si está dentro de horario, además de la hora prevista de despegue.
- Se está implementando en todas las aeronaves el nuevo servicio Wireless IFE de entretenimiento a bordo, permitiendo al viajero acceder a contenido de películas, música, juegos e información a través de sus dispositivos móviles, haciendo más placentera su experiencia en vuelo.
- La compañía rediseñó su modelo de viaje en los seis mercados domésticos donde opera, buscando satisfacer las necesidades del pasajero actual que valora que el viaje sea rápido, sencillo y eficiente, pagando solo por los servicios que va utilizar

y seleccionando la tarifa que más se ajuste a la necesidad, esperando incrementar en 50% la cantidad de pasajeros al año 2020.

3. Recursos Humanos

- Para asegurar el alineamiento y estimular el alto desempeño en los 26 países donde está presente, LATAM se apoya en estructuras de gestión de personas que incluyen iniciativas de atracción y selección de talentos, capacitación, gestión del desempeño, y planeamiento de sucesión, para dar soporte a las estrategias del Grupo de estar entre las tres mejores aerolíneas del mundo.
- Un importante enfoque del trabajo fue la simplificación de los procesos y la estandarización de las capacitaciones para todo el grupo.
- Se consolidó la nueva cultura de servicio LATAM con talleres masivos a líderes, equipos, y a todos los colaboradores que tienen contacto con pasajeros.
- 2 millones de horas ofrecidas al año en capacitación técnica, comportamiento y liderazgo a colaboradores de diferentes áreas del Grupo.
- Apoyo a los líderes, alineado con los objetivos de simplificar procesos y proporcionar aumentos de eficiencia. Fue creada una biblioteca virtual que guarda principales documentos relacionados a las políticas y prácticas de gestión de personas.
- Para estimular la movilidad interna y la búsqueda de nuevos desafíos profesionales, LATAM divulga por intranet, las vacantes disponibles, también por e-mail un resumen semanal de las oportunidades. La gran mayoría de vacantes de ejecutivos son cubiertos por los colaboradores del propio Grupo.
- Las estrategias de remuneración incluyen salario fijo y parte de remuneración variable, calculada en base al desempeño frente a los objetivos y metas

corporativos, áreas e individuales. También se conceden beneficios como asistencia médica, seguro por accidentes, y plan de participación accionaria.

- Con mirada al futuro, LATAM mantiene un plan de sucesión estructurado y monitorea su cumplimiento. Cerca del 78% de los cargos críticos cuentan con sucesores potenciales identificados.
- LATAM cuenta con una Academia Corporativa donde se brinda capacitación virtual y presencial, con aulas ubicadas en edificios corporativos, y hangares, también, cuenta con simuladores de vuelo en Perú, Chile, y Brasil para instrucción a pilotos y técnicos de mantenimiento de todo el Grupo.

4. Infraestructura de la empresa

- LATAM Airlines Group S.A es la empresa de transporte aéreo más grande de Latinoamérica, resultante de la fusión de las aerolíneas chilena LAN y brasileña TAM, actualmente conformado por filiales LATAM Argentina, LATAM Brasil, LATAM Chile, LATAM Colombia, LATAM Ecuador, y LATAM Perú.
- En el 2017 LATAM reorganiza su alta administración, siguiendo una tendencia mundial de la industria aérea, donde busca construir una estructura más simple y eficiente en la toma de decisiones, que cumpla con las necesidades de los mercados donde opera y hacer frente a un entorno competitivo cada vez más desafiante.
- Su nueva estructura se organizó haciendo énfasis en cuatro grandes áreas que son base para la estrategia del negocio: Clientes, comercial, operaciones y finanzas, cada una de ellas liderada por ejecutivos, los cuales reportaran de manera directa al CEO de la compañía. Además, recibirán reportes de las áreas de: Recursos Humanos, Legal, Planificación, Tecnología, Seguridad, y Asuntos corporativos.

- El proyecto más relevante y estratégico para LATAM es el anuncio del Joint Business Agreement (JBAs) con American Airlines e International Airlines Group (para sus aerolíneas British Airways e Iberia), que permitirán ampliar la red internacional del Grupo a más de 420 destinos en Norteamérica y Europa principalmente, con más vuelos y mejores tiempos de conexión, además de mejores precios a destinos no volados por LATAM.
- En el 2016 la compañía continuó fortaleciendo su alianza Oneworld, con acuerdos comerciales y códigos compartidos. Es importante mencionar que Oneworld es una alianza global que reúne a 15 de las mejores y mayores líneas áreas del mundo, comprometidas a proporcionar servicios y valor de clase mundial. Ser miembro de Oneworld ofrece a los pasajeros una gama de opciones, premios y beneficios fuera del alcance de cualquier línea aérea individual, como por ejemplo acceder a una red global de rutas que cubre más de 1000 destinos en más de 160 países.
- En el 2016, con la finalidad de aumentar el capital en US\$ 608 millones, La aerolínea Qatar Airways ingreso a la propiedad de LATAM, adquiriendo el 10% del total de las acciones de la compañía.
- Los Sistema de Gestión Ambiental del Grupo LATAM Airlines, se alinearon a los requerimientos de la norma ISO 14000 para las operaciones terrestres. Se mantuvo la certificación en las instalaciones de Miami, y se avanzara con la implementación en los países donde la compañía tiene operaciones principales.
- El Grupo LATAM Airlines, se compromete con los más altos estándares de Seguridad, Calidad y Medio Ambiente en todas sus actividades operacionales, administrativas, instalaciones y localidades donde opera. Se establecieron

políticas firmadas por el CEO de la compañía, donde están descritas las responsabilidades y medidas que deben adoptar los líderes y colaboradores.

C. MARGEN

El Margen es la diferencia entre el valor total que la aerolínea ofrece a sus pasajeros, y los costos totales generados para realizar las actividades que generan valor. LATAM Airlines construyó una propuesta de valor que incorpora cambios a nivel productos y servicios, buscando diferenciarse en términos de servicio. El desafío de la compañía es tener una oferta diferenciadora y sostenible en el tiempo para lograr la preferencia de sus clientes en todo el mundo. Las ventajas competitivas identificadas, permiten ofrecer mayores opciones de conectividad, puntualidad, opciones de rapidez y simplicidad, disminuir el tiempo de espera de los pasajeros, y brindando apoyo y soluciones en caso de imprevistos con una preocupación especial.

2.3 PROCESOS GENERALES LATAM AIRLINES

Las áreas que forman parte de la compañía son las siguientes: Clientes, Personas, Seguridad, Planificación y Gestión Estratégica, Asuntos corporativos; Operaciones, Mantenimiento y Flota; Legal, Auditoría, Finanzas, y Comercial. Es importante mencionar que el área de Ventas y las filiales LATAM Perú, LATAM Ecuador, LATAM Brasil, LATAM Argentina, y LATAM Colombia, pertenecen al área comercial del GRUPO LATAM AIRLINES. A continuación, se hace una breve descripción de los procesos que intervienen en cada área de la organización, las cuales, por políticas internas, buscan estar alineadas a las estrategias de la organización.

CLIENTES

El área de clientes de la organización tiene los siguientes procesos:

Marca y comunicaciones: Se encarga de la estrategia de ciclo de vida cliente, estrategia de marca, comunicaciones, y gestión relacional con el cliente.

Experiencia de clientes: Actividades relacionadas a inteligencia de Marketing, mercado y estrategia de Producto, administración de clientes, experiencia de viaje aeropuertos, experiencia de viajes cabina, estrategia clientes y diseño, y experiencia de viaje digital (IFE, Desarrollo IFE).

Digital: Se encarga de las actividades relacionadas a producto digital, programa digital, PMO Digital (Ingeniería, analista técnico, Producción digital), Agile Manager (Ingeniería de software digital), Journey Manager, E-Business (Performance), Servicios IT (Ingeniería avanzada software digital) y Desarrollo digital.

Innovación: Relacionado a procesos de Servicio a bordo (Proyectos, calidad, mejora continua, planificación, y desarrollo de cabina, APV, SAB, Catering, aprovisionamiento, supply chain APV). Contact Center (Procesos, operaciones, planificación, procesos, análisis, políticas, atención, informaciones, reservas, outsourcing, servicio al cliente). Calidad y gestión (mejora continua, calidad de servicios, calidad de canales). Innovación y eficiencia (transformación, servicios, proyectos). Aeropuertos (Planeamiento de capacidad de aeropuertos, servicios preferentes, servicios especiales, estándares y procedimientos, mejora continua, informaciones en aeropuertos, y Servicios Salón vip). Finalmente, desarrollo de Cultura de servicio.

Marketing: Procesos de Marketing Internacional, Marketing Eventos, Marketing de asuntos corporativos.

Control de Gestión: Control y análisis de gestión de clientes.

Alianzas comerciales fidelización: Alianzas comerciales (Alianzas comerciales LANPASS, Alianzas viaje y entrenamiento, Alianzas financieras LANPASS), operaciones LANPASS, Fidelización de producto LANPASS (comunicación, premiso, estrategias, operaciones), y fidelización de producto.

PERSONAS

Desarrollo Organizacional: Actividades relacionadas a capacitación del Grupo LATAM (capacitación, diseño y metodología, capacitación mantenimiento, capacitación aeropuerto, capacitación proyecto Maintenix, capacitación canales LATAM, capacitación comercial, capacitación E-Learning, capacitaciones de instrucción, capacitación de liderazgo).

Comunicaciones Internas: Comunicaciones internas, Endomarketing.

Compensaciones: Compensaciones, gestión estructura, asignaciones internacionales, y beneficios.

Talento: Selección de personal LATAM, atención de personas, y recursos humanos.

Personas Carga: Relacionado al personal de carga en temas de recursos humanos, comunicaciones internas, remuneraciones, y beneficios.

SEGURIDAD

Seguridad Operacional: Factores humanos, seguridad de operaciones terrestres, y gestión de riesgo.

Seguridad Corporativa: Desarrollo de estándares y procedimientos, security, mejora continua, y capacitación en temas de seguridad.

Respuestas de Emergencia: Administración de emergencias, safety, y atención de emergencias.

Control y gestión: Control y gestión relacionados a seguridad.

PLANIFICACION Y GESTION ESTRATEGICA

Procesos y sistemas de marketing y Servicio: Desarrollo de Proyectos y procesos relacionados a sistemas de servicio, clientes, fidelización, canales de comunicación, continuidad de negocio, y organización y métodos.

Procesos y sistema comercial: Procesos y sistemas de ventas indirectas, procesos y sistemas de negocio, procesos IT, procesos RM, procesos continuidad de negocio

Procesos y sistema de finanzas: Proyectos y procesos de sistemas de gestión de compras, además de la administración y mantenimiento SAP.

Control y Gestión de Costos: Análisis y control de costos.

Procesos y sistemas operacionales de mantenimiento y carga: Desarrollo de procesos y sistemas supply chain, procesos y sistemas de mantenimiento, procesos operacionales, procesos de control y gestión, y continuidad de negocio.

Arquitectura LATAM: Proyectos y procesos de mantención de software LATAM, arquitectura de sistemas, desarrollo digital.

Infraestructura LATAM: Proyectos y procesos de infraestructura de sistemas, tecnología, y telecomunicaciones.

Service Desk E Seguridad INF TI: Proyectos y procesos de servicio de Informática, atención a usuarios, seguridad informática, desarrollo IT filiales.

ASUNTOS CORPORATIVOS

Comunicaciones externas: Procesos y actividades relacionadas a periodismo, comunicaciones, y asuntos públicos.

Medio ambiente: Procesos y actividades relacionados con el medio ambiente, la responsabilidad social empresarial, y asuntos corporativos de sostenibilidad.

OPERACIONES, MANTENIMIENTO Y FLOTA

Supply Chain:

- Negociaciones no técnicas: Ventas y compras de rotables, Proyectos y Gestión de combustible, infraestructura de aeropuertos, Gestión de infraestructura, Infraestructura de oficinas administrativas, Instalaciones de mantenimiento.
- Negociaciones técnicas: Negociaciones, ventas y compras de rotables.
- Abastecimiento, logística y Planificación LATAM: Planificación y logística estratégica (planeamiento de materiales, planificación de demanda, planificación de inventarios, planeamiento táctico, planeamiento logístico).
- Almacenes y logística: Análisis de inventarios, importaciones, comercio, exportaciones, despacho, almacenes, recepción, suministros aeronáuticos.
- Negociación de Compras: Compradores, gestión de costos, y negociación.
- Soporte y procesos: Mejora continua, procesos y sistemas supply chain, planificación control y gestión, control calidad y contratos, procesos de pagos, y proyectos.

Operaciones:

- Operaciones de vuelo y terrestres: Mercancías peligrosas, seguridad operacional, Jefatura de pilotos, operaciones vuelo carga, operaciones de vuelo (operaciones terrestres, adiestramientos, administrativo de operaciones), seguridad laboral.
- Planificación instrucción: Registro y publicaciones, mejora continua.
- Planificación tripulaciones: Sistema de comunicación y proyectos, planificación de instrucción, planificación dotaciones, roles long haul - roles short haul (análisis de roles, programación de roles, soporte de roles, y continuidad operativa).

- Centro de Control de Operaciones (CCO): Desarrollo, mejora continua, control de operaciones de mantenimiento, Soporte operacional, y operaciones.
- Instrucción y estándares: Operaciones de control de vuelo, operaciones de estibas, meteorología, despacho, permisos y restricciones operacionales, CCV, y pesaje. Instrucción estándares, administración, planificación, instrucción de vuelo, operaciones internacionales, proyectos operacionales, y Jefatura de MEL.

Administración de flota:

- Flota propia y seguros: Análisis de seguros y garantías, análisis de flota, análisis de contrato de motores, control y gestión de contratos, estudios de devolución de flota, planificación y estudios de contratos, análisis devolución de flota, negociaciones de flota, y contratos leasing.

Ingeniería y mantenimiento:

- Planificación y soporte de mantenimiento LATAM: Planificación largo plazo y corto plazo, mejora continua y estándares, análisis MRO, planeamiento táctico, planeamiento de desarrollo, recepción de aviones, soporte y análisis técnico MOC.
- Planificación Talleres Motores LATAM: Control y contratos, planificación y costos de motores, soporte de motores, control MRO motores, operación de motores, planificación de producción, Ingeniería de motores, Ingeniería de soporte, análisis de motores.
- Mantenimiento de Cabina flota LATAM: Contratos de soporte técnico cabina, soporte técnico de cabina, planificación de cabina, mantenimiento de entretenimiento a bordo IFE, producción de cabina, control de gestión y análisis de confiabilidad de cabina.

- Mantenimiento mayor LATAM: Gestión y proyectos, devolución de aviones, y control operacional, ingeniería, tercerización y ventas técnicas, representación técnica, mantenimiento mayor, taller de motores, taller de recubrimientos, operaciones de motores y componentes, taller de tratamientos superficiales, taller de materiales compuestos, taller de galleys, taller de tapicería, y Taller de mecánica general.
- Producción hangar: Calidad, departamento de control de calidad, especialista de calibraciones, taller NDT, planificación de mantenimiento mayor, estudios de devolución de flota.
- Mantenimiento: Soporte técnico Moc, mantenimiento estaciones, planificación, Ingeniería y mantenimiento, desarrollo de mantenimiento y estaciones internacionales, seguridad de mantenimiento, aseguramiento de la calidad, certificaciones, operaciones (producción, línea, y calidad).
- Ingeniería y soporte técnico LATAM: Aeronavegabilidad, control de componentes, publicaciones técnicas, proyecto MXI, instrucción técnica, aseguramiento de la calidad, proyectos flota, Soporte ingeniería de producción (Motores, departamento de aviónica, departamento de estructuras, y departamento de sistemas).
- Abastecimiento operacional: Abastecimiento operacional, abastecimiento programado, abastecimiento de herramientas.

Procesos y sistemas operativos de mantenimiento:

- Desarrollo de proyectos, procesos y sistemas supply chain, mantenimiento, continuidad de negocio, gestión de mantenimiento, ingeniería de procesos, y sistemas operacionales.

AREA LEGAL LATAM

Asuntos regulatorios, derechos de tráfico y competencia, legal laboral y litigios.

AUDITORIA LATAM

Auditorías internacionales de filiales, y auditoría Interna LAN Y TAM.

FINANZAS LATAM

Finanzas corporativas:

- Planificación financiera y tesorería: Tesorería, riesgo financiero, inversiones corporativas, planificación financiera.
- Medios de pago: Fraude, gestión canales, medios de pago, riesgo y prevención.

Revenue accounting:

- Sistemas de información: Proyectos y gestión.
- Gestión contable: Ingresos domésticos, Ingresos carga, Ingresos internacionales.
- Operaciones revenue accounting: proyectos, auditoría ventas, análisis sistemas de información, control venta y rendiciones, control volado, interlineas y prorrateo, ingresos carga, análisis valoración, Post ventas – devoluciones, mejora continua.

Contraloría:

- Administración y finanzas: Tesorería, administración e infraestructura, control de ingresos pasajeros, contraloría carga, registro de ventas, medios de pago.
- Controlaría filiales: riesgo, y control interno.
- Proyectos y procesos finanzas: Procesos finanzas, políticas financieras, procesos financieros, proyectos lean.

- Servicios compartidos finanzas: Facturación crédito y cobranzas, Análisis finanzas, Procesos finanzas, mejora continua, gestión de recaudación, análisis de costos.

Impuestos: Análisis de impuestos, gestión tributaria, impuestos internacionales, control fiscal, impuestos.

Control y Gestión: Control y gestión financiera.

Relación con inversionistas: Análisis de resultados y comunicación financiera con inversionistas.

COMERCIAL LATAM

Negocio de carga LATAM:

- Operaciones y servicio: ventas internacionales, comercial carga, revenue management sudamerica, comercial sudamerica norte, transformación, y ventas mercosur.
- Comercial Norte américa, Asia y Europa: ventas, comercial Europa, carga Europa, demanda, ingresos.
- Alianzas e interlineas: Operaciones interlineas.
- Network control y gestión: Gestión, y estrategia Network de carga.
- Handling y operaciones terrestres: Soporte operacional, operaciones terrestres, operaciones carga.
- Desarrollo alianzas y marketing: Servicio al cliente, marketing desarrollo de producto (inteligencia de clientes, planificación comercial, comunicaciones, producto, calidad, asuntos corporativos carga), desarrollo de sistemas y procesos.
- Centro de control de operaciones: Planificación de itinerarios carga, chárter carga, itinerarios network.

Revenue Management Internacional: Revenue management hubs.

Network LATAM: Estrategia comercial, Route economics.

Estrategia de red y flota: optimización de flota, estrategia de red, Itinerarios LATAM, proyecto de estudios de flota, planificación de flota, innovación y desarrollo de red.

Planificación de itinerarios: itinerarios internacionales, desarrollo de itinerarios, operaciones de itinerarios.

Alianzas estratégicas LATAM: Estrategias y proyectos de alianzas Europa, y Alianzas globales.

Ventas LATAM: A continuación se detallan los tres procesos principales del área de ventas LATAM.

- Turismo: Desarrollo de negocio Travel, Finanzas operaciones y procesos (proveedores, contabilidad Lan tours, tarifas, operaciones, reservas), Marketing, Desarrollo cliente (mejora continua, asesoría, capacitación, pasajeros y experiencia), desarrollo de destinos, ventas latam travel, producto travel.
- Ventas: Ventas Latinoamérica y Oceanía (Bolivia, Oceanía, México, Uruguay, Ecuador, Perú, Colombia, Brasil, Argentina, Chile, Australia), ventas Norteamérica, ventas Asia, y caribe, ventas Europa.
- Estrategia de ventas: Performance, distribución comercial, segmentos, estrategia canal indirecto.

2.4 PROCESOS LATAM PERÚ

LATAM Perú al igual que todas sus filiales, está en constante atención en la reducción de costos, sustituyendo y mejorando procesos, que con el tiempo se ha vuelto costosos y generan desperdicios a la compañía, actualmente las prácticas corporativas se encuentran en constante revisión, con el fin de que sus procesos internos estén alineados con los objetivos y estrategias de la compañía. A continuación, se hace una breve descripción de los procesos que intervienen en la filial LATAM Perú.

Seguridad:

- Seguridad de vuelos.
- Seguridad de Aeropuertos.
- Seguridad y Salud Ocupacional.

Legal y relaciones institucionales:

- Relaciones institucionales (Relaciones y comunicaciones).
- Análisis Legal.

Operaciones:

- Soporte de operaciones: Análisis de centro de control de vuelo, operaciones CCV (Despacho, y monitoreo de ruta), operaciones de vuelo, y soporte de operaciones.
- Flota Narrow: Operación de flota Airbus.
- Flota Wide Body: Operación de flota Boeing.
- Instrucción Y Estándares: Instrucción, Estándares operacionales, ingeniería de operaciones, Licencias (coordinación, registros, instrucción).
- Publicaciones: certificación y publicaciones

Ventas y Marketing:

- LANPASS: Eventos y auspicios, marketing, y marketing digital
- Soporte de ventas: Módulos LAN, administración y ventas, operaciones y servicio comercial.
- Venta directa: Ventas regional (oficinas comerciales), ventas Lima, y ventas módulos.
- Venta Indirectas.
- Ventas corporativas.
- Estrategia y desarrollo de canal de ventas.

Servicios:

- Aeropuertos nacionales: Servicio al pasajero de aeropuertos ruta nacional, y atención a clientes.
- HCC: HCC manager, control turn a round, control de estacionamientos, control comunicaciones, control de recursos, control terrestre (coordinador operaciones terrestres, auditoria e instrucción, análisis operaciones plataforma, sup BAGROOM)
- Servicio al pasajero: Servicio counter, servicio sala de briefing, servicio de atención a clientes en oficinas comerciales, servicios de embarque incluyendo equipajes.
- Servicio a bordo: Servicios duty free, coordinación APV, tripulaciones de cabina, capacitación e instrucción de servicio a bordo, y desarrollo y control de calidad en cabina de pasajeros.
- Capacity: Análisis de soporte de servicio, imagen de cabina, análisis de gestión y calidad, analista de roles, y mejora continua.

- Operaciones de aeropuertos: operaciones de servicio al pasajero
- Servicios preferentes: servicios especiales
- Instrucción y procedimientos: Prácticas corporativas de cultura de servicio
- Diseño y planificación de aeropuertos.

Personas:

- Relaciones laborales colectivas.
- Gestión Laboral.
- Capacitación.
- Servicios y administración de personas: remuneraciones, interlineas trotamundos, bienestar social, y contratos.
- Comunicaciones y Marketing interno.

Mantenimiento y calidad:

- Calidad: Aseguramiento de calidad y control de calidad.
- Mantenimiento: Hangar - Talleres, Producción, Línea.
- Ingeniería y soporte técnico: Planificación, mejora continua, soporte de motores, y soporte de mantenimiento.
- Materiales: Operaciones de materiales aeronáuticos, análisis y procesos de inventarios, logística (administración, comercio exterior, embalaje, envíos, compras), y almacenamiento (componentes, herramientas, material aeronáutico).

Administración y Finanzas:

- IT y servicios internos: soporte y tecnología, movilización LP, administración y compras no técnicas, proyectos e infraestructura, análisis de procesos y sistemas.

- Control de Gestión: Análisis de gestión de administración y finanzas.
- Revenue Accounting: Análisis de contabilidad de ingresos.
- Finanzas: Tesorería y contabilidad.
- Contraloría: Asistencia y análisis contable.

2.5 DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO LATAM PERÚ

El área de Mantenimiento LATAM Perú, lugar donde se abordara la presente tesis de mejora de procesos, es presentada ante la autoridad aeronáutica como una organización de mantenimiento, el cual cuenta para el desarrollo de sus actividades con edificios e instalaciones, equipamiento, herramientas, materiales, datos, manuales de mantenimiento, y personal certificado de acuerdo a las regulaciones aeronáuticas LAR 145, actualmente La base de mantenimiento se encuentra ubicada en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – Rampa Norte - Callao.

El mantenimiento a todas las aeronaves se lleva a cabo en conformidad con el programa de Mantenimiento y lista de capacidades aprobados por la DGAC Perú. A través de su sistema de gestión de mantenimiento, se garantiza que las aeronaves, motores y componentes se mantengan en condición serviceable y aeronavegable, para lo cual la Gerencia de Mantenimiento y Calidad cuenta con procedimientos y recursos necesarios para:

- Planificar y controlar la ejecución del mantenimiento.
- Controlar los registros de mantenimiento.
- Auditar las acciones de mantenimiento.
- Mantener y utilizar datos de mantenimiento aplicables debidamente actualizados.

- Establecer el sistema de análisis y vigilancia para asegurar la continuidad de las operaciones.

2.6 ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO LATAM PERÚ

El Gerente de Mantenimiento y Calidad brinda la autoridad necesaria para velar que todo el mantenimiento que se ejecute puedan realizarse y financiarse según las regulaciones aeronáuticas y políticas del área, siendo el responsable final de las operaciones de mantenimiento, además de cumplir las funciones de asesor del Gerente General en cuestiones de mantenimiento aeronáutico.

Figura 16: Organigrama de mantenimiento LAN Perú

Fuente: Manual de organización de mantenimiento LATAM Perú.

La Gerencia de Mantenimiento y Calidad está conformado por la Subgerencia de Calidad (Control de calidad, Aseguramiento de la calidad, Instrucción), Subgerencia de Mantenimiento (Línea, Producción, Estaciones, Talleres), Subgerencia de Ingeniería y soporte Técnico (Planificación, Diagnostico de flota, Soporte Técnico), y la Subgerencia de Materiales y Logística.

2.7 DESCRIPCION DE PROCESOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO LATAM PERÚ

El área de mantenimiento se encuentra organizada en base a procesos, los cuales se dividen en Procesos de Dirección, Procesos Operativos, y Procesos de Soporte, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 17: Mapa de Procesos Mantenimiento

Fuente: Manual de organización de mantenimiento LATAM Perú.

2.7.1 Procesos de dirección

Planificación estratégica

La planificación estratégica es el proceso mediante el cual la Gerencia de Mantenimiento y Calidad desarrolla planes y estrategias para cumplir con los objetivos previamente propuestos.

Revisión por la dirección

Garantiza que los asuntos significativos del Programa de Aseguramiento de la calidad de las operaciones de mantenimiento estén sujetos a revisión por la dirección. Proporciona directrices para eliminar la causa raíz de no conformidades, tanto reales como potenciales, a través de acciones correctivas y preventivas en temas de seguridad operacional, calidad y medio ambiente.

Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de calidad se establece para prever la revisión de todas las funciones y áreas de mantenimiento y así asegurar que se establezca un programa de auditorías, se controle el cumplimiento de normas, y se cumplan con los requisitos de la aerolínea y autoridad aeronáutica. Sus principales procedimientos son: Auditorías; gestión de acciones de mejora, preventivas y correctivas; y calificación y evaluación de auditores.

2.7.2 Procesos operativos

Micro planificación de trabajos de mantenimiento

La micro planificación de trabajos de mantenimiento consiste en la coordinación entre las áreas de Floor Planning, Producción, Línea, Materiales, Calidad y otras áreas

involucradas para asegurar los recursos necesarios (materiales, personal capacitado, herramientas, etc.) para realizar el trabajo programado de mantenimiento.

Mantenimiento de Línea

El Mantenimiento en Línea es la atención de mantenimiento de aeronaves que se da en la plataforma del aeropuerto (GATES) durante su tránsito. Sus principales procedimientos son la recepción y despacho, inspecciones, servicios de aceite, recarga de combustible, diferidos, uso y llenado de bitácora (libro de reportes de mantenimiento MFL), pruebas operacionales, y mantenimiento correctivo de acuerdo a los manuales del fabricante.

Mantenimiento Base – Producción

El mantenimiento en base es la atención de mantenimiento de aeronaves que se da en el Hangar. Sus principales procedimientos son la realización de Check A, uso y llenado de bitácora (libro de reportes de mantenimiento MFL), inspecciones mayores, pruebas operacionales, mantenimiento programado y preventivo, cambio de componentes, y reparaciones de acuerdo a los manuales del fabricante, además del traslado de aeronaves desde los gates hacia el hangar y viceversa.

Trabajo en talleres

Es el mantenimiento realizado en los talleres del Hangar a componentes y partes que han sido removidos de una aeronave. El Hangar de mantenimiento cuenta con los siguientes talleres: Oxígeno, Estructuras y maestranza, Baterías, Frenos y ruedas, Pintura, Tapicería, Aviónica, Equipos de emergencia de cabina, Materiales compuestos, y Laboratorio NDT.

Certificación de conformidad de mantenimiento

La certificación de conformidad de mantenimiento se realiza para certificar que la aeronave o componente de la aeronave ha recuperado su condición de aeronavegabilidad.

Entrega de aeronaves

Las aeronaves que recibieron mantenimiento son entregadas al área de Operaciones tanto documentariamente como físicamente.

Gestión de Seguridad Operacional

La Gestión de Seguridad Operacional se realiza para lograr el mejor nivel de seguridad posible. Busca también establecer y cumplir la Política y los objetivos de seguridad y dirigir y controlar una organización con respecto a la seguridad.

Inspección preliminar y por daños ocultos

La inspección preliminar busca determinar el estado de conservación y cualquier defecto que pueda poseer la aeronave, componente o sistema antes de realizar el mantenimiento. Adicionalmente, la inspección por daños ocultos busca verificar si hay daños en el embalaje, daños por contaminación y medioambiente, antes de iniciar la ejecución del servicio de mantenimiento.

Inspección en proceso

El objetivo de este proceso es realizar inspecciones que garanticen un nivel adecuado de seguridad durante las tareas de un cambio de componente de aeronave, una reparación, una modificación y acciones correctivas de mantenimiento.

Inspección final

El proceso de inspección final se realiza para acreditar que el trabajo de mantenimiento efectuado a la aeronave, ha sido realizado apropiadamente, de acuerdo con los procedimientos especificados en los manuales del fabricante y políticas de calidad.

2.7.3 Procesos de Soporte

Gestión de relaciones con la autoridad

La Gestión de relaciones con la autoridad se realiza para mantener relaciones confiables y transparentes con las autoridades aeronáuticas que sean relevantes para la operación de mantenimiento, de esta manera se buscan emitir reportes y solicitudes de manera oportuna y siguiendo los lineamientos planteados por dichas autoridades. Los principales procedimientos asociados son la emisión de reportes por fallas y/o defectos técnicos, y solicitud de extensión y desviación a las autoridades aeronáuticas.

Gestión de personal

La Gestión de personal de mantenimiento busca mantener y asegurar la competencia del personal que realice mantenimiento e inspección a las aeronaves. Los principales procedimientos asociados son: Calificación y evaluación de inspectores de control de calidad y técnicos de mantenimiento, capacitación, política de roles, asistencia y puntualidad.

Gestión de documentos y registros

La Gestión de documentos y registros busca recibir, evaluar, enmendar y distribuir todos los datos necesarios para mantener la aeronavegabilidad de la flota, así como archivar y mantener los registros derivados de las actividades de mantenimiento realizadas.

Busca también que cada persona que ejecute mantenimiento, utilice los métodos, técnicas y prácticas descritas en el manual de mantenimiento actualizado o en las instrucciones para la aeronavegabilidad continua preparada por el fabricante, u otros métodos, técnicas y prácticas aceptadas por la DGAC.

Logística y gestión de materiales

El proceso de Logística y Gestión de materiales busca abastecer, almacenar y despachar oportunamente los materiales que requiera la organización de mantenimiento. De la misma manera, esta gestión de materiales abarca actividades de verificación de la aeronavegabilidad y trazabilidad de los materiales y componentes a suministrar.

Los principales procedimientos son los siguientes:

- Control y calibración de unidades y herramientas.
- Recepción de Materiales.
- Entrega e internamiento de materiales y componentes.
- Abastecimiento a estaciones nacionales.
- Retorno de partes defectuosas removidas de una aeronave.
- Inspección de Recepción de materiales y componentes nuevos.
- Validación de herramientas.
- Recepción, almacenamiento, control y despacho de herramientas.

- Disposición de materiales y partes declaradas inservibles y no recuperables.
- Administración de materiales sobrantes de mantenimiento.
- Recepción, almacenamiento y control de motores en stock.

Gestión de proveedores

Evaluar a los proveedores técnicos para medir su capacidad de satisfacer los requerimientos de cantidad, tiempo y calidad de las adquisiciones realizadas por la organización de mantenimiento.

Infraestructura

El proceso de Infraestructura busca mantener los estándares de diseño, mantenimiento y limpieza de las instalaciones del Hangar.

2.8 DESCRIPCION PROCESO EN ESTUDIO

El campo de acción donde se desarrollara el proyecto es el área de mantenimiento, en los procesos de mantenimiento de línea y de producción.

Proceso de línea: Es el encargado de la atención de los aviones en tránsito en el aeropuerto internacional Jorge Chávez de Lima. La aeronave aterriza en el aeropuerto y se traslada al Gate donde se realiza el proceso de tránsito, donde se realiza el desembarque de pasajeros, manipulación de carga (carga y descarga), y finalmente el embarque de pasajeros para el próximo vuelo. El proceso de tránsito dura aproximadamente 1 hora, dentro de ese tiempo el personal de mantenimiento de línea

realiza la inspección de la aeronave y otras actividades operativas que se pasaran a describir a detalle en el diagrama de actividades del técnico de mantenimiento.

A continuación se muestra el diagrama

Proceso de producción: Es el encargado de los trabajos de mantenimiento programado en el hangar de Lan Perú ubicado dentro del aeropuerto. El hangar de Lan Perú tiene una capacidad instalada de 4 aeronaves Airbus/319/320 por turno para realizar trabajos de mantenimiento.

Dentro del hangar se encuentran el área de ingeniería, área de control de calidad, taller de estructuras, taller de motores, taller de ruedas y frenos, almacenes de componentes, materiales y herramientas, además el área de producción, la cual es la encargada de planificar y ejecutar los trabajos de mantenimiento.

2.8.1 PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LINEA

El personal técnico de línea es el encargado de realizar el servicio de mantenimiento de inspección durante el tránsito de la aeronave. Otra de las funciones a realizar por el personal técnico, es la recepción de la aeronave, conexión de grupo electrógeno, recarga de combustible y finalmente el despacho de la aeronave.

- **Recepción de la aeronave:** Al arribo de la aeronave el mecánico se comunica con la tripulación para saber en qué condición llega la aeronave, es decir, si tiene reportes de mantenimiento.

Figura 18: Recepción de aeronave-comunicación con tripulación

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

- **Conexión de Planta eléctrica:** mecánico realiza la conexión de grupo electrógeno para suministrar energía eléctrica a la aeronave, mientras este permanece en tierra.

Figura 19: Conexión Planta eléctrica (Grupo electrógeno)

Fuente Empresa: Elaboración propia

- **Inspección de aeronave:** Realizara una inspección 360 alrededor de la aeronave para detección de posibles daños que pudieran haber ocurrido en el último ciclo del vuelo, despegue, crucero y aterrizaje. **Revisión de libro de reportes para mantenimiento:** El mecánico sube a la aeronave y revisa los libros de mantenimiento, toma acción en caso hubiera reporte de fallas o solicitudes para mantenimiento.
- **Recarga de combustible:** realiza la recarga de combustible de acuerdo a la orden entregada para el vuelo.

Figura 20: Recarga de combustible

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

- **Despacho de aeronave:** El mecánico acompaña a la aeronave con el vehículo remolcador hasta la pista de rodaje y mantendrá comunicación con la tripulación en caso se presente fallas durante el arranque de turbinas.

Figura 21: Despacho de aeronave

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

Después que los motores han sido arrancados, termina el proceso de despacho de la aeronave. El mecánico regresa al gate y espera su próximo vuelo según la programación de llegadas de acuerdo al itinerario de las aeronaves.

En el siguiente SIPOC figura 22 se describe el proceso actual del área de mantenimiento de línea, donde se indican las entradas y salidas del proceso. Al final lo que se busca es entregar la aeronave para el cumplimiento de su itinerario en condición segura y con puntualidad para satisfacción de los clientes.

Figura 22: SIPOC Proceso de mantenimiento de línea

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso de atención de aviones en tránsito, y la secuencia de acciones por parte del personal involucrado, como técnicos, supervisor de mantenimiento, Piloto al mando de la aeronave y supervisor de operaciones.

Figura 23: Flujo grama de proceso de atención de aeronaves en tránsito

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

2.8.2 PROCESO DE MANTENIMIENTO AREA DE PRODUCCION

El área de producción es la encargada de realizar los trabajos programados de mantenimiento, donde el planificador de mantenimiento se encarga de programar las aeronaves que serán llevadas al hangar, las cuales estarán a cargo de los técnicos de producción.

A continuación se describe los procedimientos en el área de producción.

- Toda aeronave a cargo de Producción tendrá un Técnico responsable o encargado de aeronave. En caso de no haber sido designado por Planificación, debe ser nombrado por el Supervisor de Producción. Su función principal es la de velar por la seguridad de la aeronave y verificar el cumplimiento de los trabajos programados.
- Ningún trabajo será programado si es que no se cuenta con el personal requerido para su cumplimiento.
- Todo trabajo que no sea considerado de rutina o recurrente, llámese trabajos nuevos o especiales, debe ser planificado al menos con 48 horas de anticipación, para lo cual se debe programar que el equipo asignado evalúe las tareas a realizar y verifique en físico las herramientas y materiales a utilizar, corroborando los tiempos necesarios para realizar el trabajo.
- Toda acción de mantenimiento programada debe estar acompañada por una Orden de Trabajo (Task Card), la cual debe ser revisada por el técnico antes de iniciar el trabajo.
- Todo trabajo debe realizarse con los procedimientos o instrucciones técnicas a la vista y firmar la ejecución de los mismos conforme se van llevando a cabo.

- Todo personal que ejecute una acción de mantenimiento es responsable de verificar que el material a utilizar cuente con la documentación que certifique su debida trazabilidad y sean las especificadas por el fabricante.
- Todos los trabajos deberán llevarse a cabo con las herramientas y equipos requeridos por el fabricante o que cumplan con los estándares aceptados por la industria aeronáutica.
- Cualquier desvío a los procedimientos establecidos o acordados se deberá informar al Supervisor antes de su ejecución. Igual Política se deberá seguir ante cualquier duda durante la ejecución de un trabajo.

En la figura 24, se describe el proceso de mantenimiento de la aeronave en el área de producción, la cual comienza con el traslado de la aeronave con un carro de remolque desde el gate hacia el hangar para realizar los trabajos de mantenimiento programado. Una vez terminado los trabajos de mantenimiento, la aeronave será nuevamente remolcada desde el hangar hacia el gate de salida, donde será entregada al personal de mantenimiento de línea y al área de operaciones.

Figura 24: SIPOC Proceso de mantenimiento producción

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

Figura 25: Traslado de aeronave con remolcador desde gate hacia el hangar

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

Figura 26: Hangar de mantenimiento LAN

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

El siguiente figura 27 se muestra la distribución y posición de las aeronaves para aprovechar la máxima capacidad de cuatro aeronaves en el hangar.

Figura 27: Distribución de aeronaves en hangar de mantenimiento LAN Perú

Fuente: Empresa LAN Perú

2.9 INDICADORES DEL PROCESO

Los actuales indicadores de los procesos de mantenimiento de línea y producción, miden la productividad y eficiencia del técnico de mantenimiento en la atención de vuelos y la capacidad de cumplimiento de los trabajos programados en el proceso de producción, a continuación se describe las fórmulas de los indicadores en mención.

$$\text{Indicador Productividad de línea} = \frac{\text{Numero de vuelos atendidos}}{\text{Total de tecnicos por turno}} \times 100$$

$$\text{Indicador de Eficiencia de linea} = \frac{\text{Horas utilizadas en servicios}}{\text{Horas totales del turno}} \times 100$$

$$\text{Indicador cumplimiento de trabajos} = \frac{\text{Nro total de trabajos realizados}}{\text{Nro total de trabajos programados}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad de tecnicos} = \frac{\text{Oferta de tecnicos (horas)}}{\text{Demanda de trabajos programados(horas)}} \times 100$$

2.10 DETERMINACION DEL PROBLEMA Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS

En los últimos años uno de los principales problemas que aqueja el área de mantenimiento de la aerolínea LT Perú, es la cancelación de trabajos programados en el proceso de producción. El porcentaje de trabajos cancelados actualmente es en promedio 30 %, siendo esta cifra alarmante para la gerencia, ya que el límite máximo permisible de trabajos cancelados, establecido por la aerolínea a nivel holding, es de 15 %. A continuación, se muestra en la siguiente tabla 17 el porcentaje de trabajos cancelados incurridos durante 12 meses, desde mayo del 2016 hasta abril del año 2017. La información fue obtenida del área de planificación de producción, encargada de programación de trabajos de mantenimiento.

Tabla 17: Porcentaje de trabajos cancelados

Mes	Nro Trabajos programados	Nro Trabajos cancelados	% Trabajos cancelados
May-16	4409	1241	28.15%
Jun-16	4184	1188	28.39%
Jul-16	4397	1381	31.41%
Ago-16	4366	1374	31.47%
Set-16	4246	1311	30.88%
Oct-16	4404	1387	31.49%
Nov-16	4257	1314	30.87%
Dic-16	4445	1338	30.10%
Ene-17	4372	1328	30.38%
Feb-17	4148	1213	29.24%
Mar-17	4433	1339	30.21%
Abr-17	4236	1300	30.69%

Fuente Empresa: Elaboración Propia

De la tabla anterior, se representa la siguiente figura 28, donde se muestra claramente que el porcentaje de trabajos cancelados supera el límite máximo permisible de 15 %, el cual será materia de investigación para identificar los motivos del problema identificado.

Figura 28: Porcentaje de trabajos cancelados

Fuente Empresa: Elaboración Propia

2.10.1 Motivos de trabajos cancelados

El área de Floor Planning, se encargada de la programación de trabajos de mantenimiento a las aeronaves, donde el planificador lleva un registro del número de trabajos programados y los motivos por las cuales estos fueron cancelados. A continuación se describen los motivos de las cancelaciones de trabajos registrados:

- HH Mecánicos:** Cancelación de trabajos por falta de horas hombre del personal técnico especialista en sistemas del avión y motor.
- HH Estructuras:** Cancelación de trabajos por falta de horas hombre del personal técnico especialista en estructuras.
- Financiamiento:** Cancelación de trabajos programados por falta de repuestos, y materiales.

- d) **Incompatible:** Cancelación de trabajos programados por error en análisis de fallas, y por solicitud errónea de pedido de repuestos y materiales.
- e) **Tiempo arribo tardío (TAT):** Cancelación de trabajos programados por arribo tarde de aeronave.
- f) **Aircraft On Ground (AOG):** Cancelación de trabajos programados por falla crítica de la aeronave, el cual se retira al avión de la programación de vuelos.
- g) **Cambio de routing:** Cancelación de trabajos programados por cambio en el itinerario de la aeronave, ocasionando adelanto de la salida del vuelo.
- h) **HH Terceros:** Cancelación de trabajos programados por falta de horas hombre de personal de terceros.
- i) **HH Pintor:** Cancelación de trabajos programados por falta de horas hombre de personal de pintura.
- j) **HH Estaciones:** Cancelación de trabajos programados por envió de personal técnico de la base principal lima, hacia las estaciones de provincias, para cubrir la falta de horas hombre del personal de estaciones.

Se solicitó al área de floor planning la información de los registros de cada turno de trabajo, desde el mes de mayo del 2016 hasta abril del año 2017, para ser analizados, y se representó en un diagrama de Pareto el 20 % de las causas que ocasionan el 80% de los problemas de trabajos cancelados. A continuación, se muestra la tabla 18 de frecuencias y el diagrama de Pareto.

Tabla 18: Motivo de cancelaciones de trabajos

MOTIVOS CANCELACIONES	Frecuencia anual	% Acumulado
HH MEC	6787	43.19%
HH ESTRUCTURAS	3586	22.82%
FINANCIAMIENTO	1839	11.70%
INCOMPATIBLE	1620	10.31%
HH ERI	941	5.99%
TAT	534	3.40%
HH EST	119	0.76%
CAMBIO DE ROUTING	104	0.66%
HH TERCEROS	84	0.53%
AOG	74	0.47%
HH PINTOR	25	0.16%
Total	15713	100.00%

Fuente Empresa: Elaboración Propia

De la tabla de frecuencias mostrada, se representó el siguiente figura 29 diagrama de Pareto.

Figura 29: Diagrama de Pareto

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En el diagrama de Pareto se muestra que las causas que ocasionan la mayor cancelación de trabajos programados, son la falta de horas hombre de mecánicos (HH MEC 43.19% del total de trabajos cancelados), y la falta de horas hombre del personal técnico especialista en estructuras (HH ESTRUCTURAS 22.82% del total de trabajos cancelados), las cuales serán materia de investigación.

2.10.2 ANALISIS DE FALTA DE HH MEC Y HH ESTRUCTURAS

Después de haber determinado los principales motivos de las cancelaciones de trabajos programados, se muestra en la siguiente tabla 19 y figuras 30 y 31, los porcentajes del número de trabajos cancelados por falta de HH Mec y Falta de HH Estructuristas. Los otros motivos de menor impacto (% Cancel otros), son referidos a Financiamiento, Incompatible, TAT, AOG, HH ERI, Cambio de routing, HH terceros, HH Pintor, y HH Est, descritos el punto 2.10.1 del presente capítulo.

Tabla 19: Porcentaje de cancelaciones de trabajos programados

MES	Nro Trabajos programados	Nro cancel HH MEC	Nro cancel HH Estruc	Nro Cancel otros	% Cancel HH MEC	% Cancel HH Estruc	% Cancel otros
May-16	4409	557	286	398	12.63%	6.49%	9.03%
Jun-16	4184	530	253	405	12.67%	6.05%	9.68%
Jul-16	4397	595	317	468	13.53%	7.21%	10.64%
Ago-16	4366	592	313	469	13.56%	7.17%	10.74%
Set-16	4246	558	302	451	13.14%	7.11%	10.62%
Oct-16	4404	592	309	486	13.44%	7.02%	11.04%
Nov-16	4257	559	302	453	13.13%	7.09%	10.64%
Dic-16	4445	575	315	448	12.94%	7.09%	10.08%
Ene-17	4372	568	304	456	12.99%	6.95%	10.43%
Feb-17	4148	532	277	404	12.83%	6.68%	9.74%
Mar-17	4433	572	307	458	12.90%	6.93%	10.33%
Abr-17	4236	556	300	444	13.13%	7.08%	10.48%
TOTAL	51897	6786	3585	5340	13.08%	6.91%	10.29%

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En las siguiente figura 30 se muestra que el porcentaje de falta HH Mecánicos y HH estructuristas, son los motivos que ocasionan estar fuera del límite del 15 % de tolerancia de trabajos cancelados establecido por el área de mantenimiento a nivel Holding.

Figura 30: Porcentaje de cancelaciones HH Mec y HH Estruct

Fuente Empresa: Elaboración Propia

La siguiente figura 31 muestra que al año hay un total de 30.27 % de trabajos cancelados (15.27 % por encima de la tolerancia). Los motivos de trabajos cancelados por falta de HH Mec (13.07%) y falta de HH Estructuras (6.91%) suman un total de 19.98%, es decir, si eliminamos o reducimos estos motivos, se espera estar dentro del límite máximo de 15% de tolerancia de trabajos cancelados.

Figura 31: Porcentaje de trabajos cancelados ponderado

Fuente Empresa: Elaboración Propia

2.10.3 Análisis de la capacidad de horas hombre de mecánicos y personal de estructuras

Después de identificar los motivos principales de las cancelaciones de trabajos programados por falta de HH de Mecánicos y Estructuritas, se procedió a analizar la base de datos del área de planificación para determinar la capacidad actual de horas hombre, y la cantidad de horas hombre necesarias para cumplir con la demanda de trabajos. Los tiempos de los trabajos de mantenimiento se encuentran estandarizados, por tanto, cuando planificación realiza la programación, es posible calcular las horas hombre requeridas para cumplir con la demanda.

El cálculo de técnicos disponibles se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Nro Técnicos} * \text{horas por turno} * \text{Días del mes} * \text{factor } 0.8$$

Donde:

Nro de Técnicos: Cantidad total de técnicos

Horas por turno: 12 horas

Días del mes: Número de días trabajados en el mes

Factor 08: Factor utilizado por el área de planificación para descuento de horas hombre por necesidades y alimentación.

A continuación, en la siguiente tabla 20, y figura 32, se muestra la información de la demanda de HH Mecánicos, HH Mecánicos disponibles, y la cantidad de HH Mecánicos faltantes para cumplir con la demanda de trabajos programados.

Tabla 20: Demanda de horas hombre – HH Mecánicos

Mes	HH Mec Demanda	HH Mec Disp	Falta HH Mec
May-16	5159	4464	695
Jun-16	4928.75	4320	608.75
Jul-16	5253.15	4464	789.15
Ago-16	5298	4464	834
Set-16	5033.9	4320	713.9
Oct-16	5311.85	4464	847.85
Nov-16	5032	4320	712
Dic-16	5226.6	4464	762.6
Ene-17	5181.75	4464	717.75
Feb-17	4862	4032	830
Mar-17	5205.5	4464	741.5
Abr-17	5014	4320	694

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Figura 32: Demanda de horas hombre - HH Mecánicos

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la siguiente tabla 21, y figura 33, se muestra la información de HH Estructuristas necesarias según el tiempo estandarizado de cada trabajo, las HH Estructuristas disponibles según la cantidad de mecánicos, y la cantidad de HH Estructuristas faltantes para cumplir con la demanda de trabajos programados.

Tabla 21: Demanda de horas hombre – HH Estructuras

Mes	HH Estructuras	HH Estruc Disp	Falta HH Estruc
May-16	1191	892.8	298.2
Jun-16	1048.1	864	184.1
Jul-16	1202.5	892.8	309.7
Ago-16	1273.5	892.8	380.7
Set-16	1182	864	318
Oct-16	1279.4	892.8	386.6
Nov-16	1169.5	864	305.5
Dic-16	1116.2	892.8	223.4
Ene-17	1210.5	892.8	317.7
Feb-17	1153	806.4	346.6
Mar-17	1230.5	892.8	337.7
Abr-17	1164	864	300

Fuente Empres: Elaboración Propia

Figura 33: Demanda de horas hombre – HH Estructuras

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Del presente análisis se puede determinar que en promedio la cantidad de horas hombre de HH Mec que faltan para cumplir con la demanda de trabajos es 746 horas hombre por mes. Por otro lado, la cantidad de horas hombre faltantes del personal de estructuras HH Estructuras es en promedio 309 horas hombre por mes, siendo un total de 1055 horas faltantes en promedio. En los siguientes puntos, será materia de investigación, las causas de la falta de horas hombre para cumplir con la demanda de trabajos programados.

2.10.4 Impacto económico de problema

Para medir el impacto económico, debido a la cancelación de trabajos programados, se ha considerado los costos generados por un año a consecuencia del problema, desde inicios de mayo del 2016 hasta fines de abril del año 2017. La cancelación de trabajos de mantenimiento, por los motivos de falta de HH Mecánicos y falta de HH Estructuristas, trae sobre costos por pago de horas extras, ya que las horas faltantes tienen que ser cubiertas con horas extras para cumplir con la demanda de trabajos. Otros de los costos

considerados a consecuencia del problema, es el costo de oportunidad por no uso de hangar, ya que no se está utilizando eficientemente la capacidad total de horas disponibles del hangar. A continuación se pasa a detallar los costos en mención.

A. Costos por pago de horas extras, debido a cancelaciones de trabajos

En las tablas 22 y 23 se muestran las horas extras requeridas durante un año, las cuales han sido generadas, debido a cancelaciones de trabajos programados por falta de horas hombre. Las horas extras generadas fueron necesarias para cumplir con la demanda de trabajos y programas de mantenimiento de la flota Airbus. El costo de hora hombre promedio de los mecánicos y estructuristas es de 21.7 Soles, pero por política de la compañía el costo de hora extra tiene un incremento del 12 % de la hora hombre normal. Esto equivale a un costo de 24.3 Soles por cada hora extra generada.

Tabla 22: Costo de horas extras por falta de HH Mec

Mes	Hrs extras Mec (hrs)	Soles/hr extra	Costo hrs extra MEC
May-16	695	24.30	S/ 16,891.28
Jun-16	608.75	24.30	S/ 14,795.06
Jul-16	789.15	24.30	S/ 19,179.50
Ago-16	834	24.30	S/ 20,269.54
Set-16	713.9	24.30	S/ 17,350.63
Oct-16	847.85	24.30	S/ 20,606.15
Nov-16	712	24.30	S/ 17,304.45
Dic-16	762.6	24.30	S/ 18,534.23
Ene-17	717.75	24.30	S/ 17,444.20
Feb-17	830	24.30	S/ 20,172.32
Mar-17	741.5	24.30	S/ 18,021.42
Abr-17	694	24.30	S/ 16,866.98
		Total	S/ 217,435.74

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Tabla 23: Costo de horas extras por falta de HH Estruct.

Mes	Hrs extra Estructuristas (hrs)	Soles/hr extra	Costo hrs extra Estructuristas
May-16	298.2	24.30	S/ 7,247.45
Jun-16	184.1	24.30	S/ 4,474.37
Jul-16	309.7	24.30	S/ 7,526.95
Ago-16	380.7	24.30	S/ 9,252.53
Set-16	318	24.30	S/ 7,728.67
Oct-16	386.6	24.30	S/ 9,395.93
Nov-16	305.5	24.30	S/ 7,424.87
Dic-16	223.4	24.30	S/ 5,429.51
Ene-17	317.7	24.30	S/ 7,721.38
Feb-17	346.6	24.30	S/ 8,423.77
Mar-17	337.7	24.30	S/ 8,207.46
Abr-17	300	24.30	S/ 7,291.20
		Total	S/ 90,124.09

Fuente Empresa: Elaboración Propia

El costo de horas extras al año de HH Mecánicos y HH Estructuristas para cubrir la demanda de trabajos programados es de S/. 217,435.74 Soles y S/. 90,124.09 Soles respectivamente, equivalente a un monto total de S/. 307,559.83 Soles.

B. Costo por no uso de hangar, debido a cancelación de trabajos programados

Diariamente se atiende en el hangar a 8 aeronaves de la flota Airbus, divididos en dos turnos, 4 aviones en el primer turno de 7 a 19: 00 y 4 aviones en el segundo turno de 19:00 a 7am, equivalente a un total de 96 horas de disponibilidad de Hangar por día. Con la información brindada por el centro de costos del área de mantenimiento, a continuación, se detalla los cálculos para determinar los costos por no uso de Hangar.

Costo de Hangar al año = S/. 2'000,000

Capacidad del hangar al año: 2920 aviones

Capacidad del hangar al año en horas de trabajo programado:

2920 aviones * 12 horas/avión = 35040 horas de trabajo programado

Costo por hora de trabajo programado en Hangar asignado a cada avión:

2'000,000 Soles / 35040 horas = 57.08 Soles/hora de trabajo programado a cada avión.

Equivale decir que cada hora de trabajo no realizado, tiene un costo de 57.08 Soles. En la siguiente tabla 24, se muestra los costos incurridos por no uso de hangar, debido a horas de trabajo no realizado por cancelaciones de trabajos durante año.

Tabla 24: Costo por no uso de Hangar

Mes	Días	Capacidad Avion/ día	Capacidad Aviones/mes	Capacidad Horas	Costo de trabajos en Hangar	Horas de trabajo no realizado	Costo No uso Hangar
May-16	31	8	248	2976	S/ 169,863.01	993.2	S/ 56,689.50
Jun-16	30	8	240	2880	S/ 164,383.56	792.85	S/ 45,254.00
Jul-16	31	8	248	2976	S/ 169,863.01	1098.85	S/ 62,719.75
Ago-16	31	8	248	2976	S/ 169,863.01	1214.7	S/ 69,332.19
Set-16	30	8	240	2880	S/ 164,383.56	1031.9	S/ 58,898.40
Oct-16	31	8	248	2976	S/ 169,863.01	1234.45	S/ 70,459.47
Nov-16	30	8	240	2880	S/ 164,383.56	1017.5	S/ 58,076.48
Dic-16	31	8	248	2976	S/ 169,863.01	986	S/ 56,278.54
Ene-17	31	8	248	2976	S/ 169,863.01	1035.45	S/ 59,101.03
Feb-17	28	8	224	2688	S/ 153,424.66	1176.6	S/ 67,157.53
Mar-17	31	8	248	2976	S/ 169,863.01	1079.2	S/ 61,598.17
Abr-17	30	8	240	2880	S/ 164,383.56	994	S/ 56,735.16
		Total año	2920	35040	S/ 2,000,000.00	12654.7	S/ 722,300.23

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Las horas de trabajos no realizado al año por cancelaciones de trabajos programados fue de 12,654.7 horas con un costo por no uso de hangar de S/. 722,300.23 soles.

2.10.5 Causas de cancelación de trabajos programados

El análisis de las causas del problema de cancelación de trabajos programados por falta de horas hombre, fue realizado con el apoyo de supervisores, líderes, técnicos, y el jefe de mantenimiento Ingeniero Piero Arana, todos ellos con experiencia y conocimientos de los proceso del área. La identificación de las causas se desarrolló con la herramienta causa-efecto de Ishikawa, donde primero se realizó la lluvia de ideas de las posibles

causas para posteriormente distribuirlas en las categorías de las 4 M, hombre, equipo, material, y método.

Figura 34: Diagrama de Ishikawa

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En el diagrama de Ishikawa mostrado, se ha identificado que las principales causas de la cancelación de trabajos, se debe a desperdicios de horas hombre en el proceso de línea, por motivos de tiempos de espera en actividades, recorridos, transportes, falta de definición de tiempos en actividades, y funciones operativas realizadas por los técnicos, el cual es ocasionado por métodos inadecuados de trabajo.

Finalmente, se seleccionaron las causas utilizando la matriz de priorización (tabla 25), donde se utilizaron los siguientes criterios y pesos ponderados.

Criterios:

- Causa directa: Ocasiona directamente el problema?
- Solución directa: Si es eliminado, se corrige el problema?
- Solución factible: Se puede plantear una solución factible?
- Es medible: Se puede medir si la solución funcionó?
- Bajo costo: La solución es de bajo costo?

Pesos ponderados de criterios:

- Causa directa: 39%
- Solución directa: 29%
- Solución factible: 17%
- Bajo costo: 12%
- Es medible: 3%

Tabla 25: Ponderación de causas

Causas	Criterios (Pesos %)					Total
	39%	29%	17%	3%	12%	
Material	Directa	Solucion	Factible	Medible	Costo	
falta de repuestos y materiales	0.77	0.29	0.34	0.03	0.12	1.56
Inconpatibilidad de repuestos y materiales	0.39	0.58	0.34	0.10	0.37	1.77
Traslado de respuestos y materiales a los gates	0.77	0.86	0.51	0.10	0.25	2.49
Metodo	Directa	Solucion	Factible	Medible	Costo	
Espera en actividades del proceso de linea	1.93	1.44	0.68	0.13	0.50	4.67
Tecnico de linea realiza otras funciones	1.93	1.44	0.68	0.10	0.50	4.64
Demoras por recorridos en proceso de linea	1.54	1.44	0.51	0.13	0.62	4.24
Tiempos de espera de movilidad	1.54	1.15	0.68	0.10	0.37	3.84
No hay procedimientos definidos para asignar tec	1.16	0.86	0.51	0.13	0.25	2.91
No hay manuales tecnicos al alcance	1.54	1.15	0.68	0.10	0.37	3.84
No hay tiempos definidos en actividades de linea	1.16	0.86	0.34	0.10	0.37	2.83
Hombre	Directa	Solucion	Factible	Medible	Costo	
Desmotivacion	0.77	0.86	0.51	0.06	0.37	2.58
Descansos medicos	1.16	0.58	0.51	0.06	0.25	2.56
Mayor % de tecnicos asignados a linea	1.93	1.15	0.51	0.10	0.37	4.06
Maquina	Directa	Solucion	Factible	Medible	Costo	
Fallas imprevistas de aeronaves	0.77	0.86	0.34	0.06	0.25	2.29
Arribo tarde de aeronaves	1.16	0.58	0.34	0.06	0.50	2.63
Adelanto de salida de aeronaves	0.77	0.58	0.51	0.10	0.37	2.33

Fuente Empresa: Elaboración Propia

De la tabla 25 de ponderación mostrada, se seleccionaron las causas de mayor peso y puntaje, las cuales se encuentran marcadas en rojo para posteriormente ser analizadas, siendo estas las siguientes:

- Esperas en actividades del proceso de línea.
- Técnicos de línea realizan otras funciones.
- Demoras por recorrido en el proceso de línea.
- Mayor porcentaje de técnicos asignados al proceso de línea.

2.10.6 Análisis de la causa raíz con Cinco Porqués

En la siguiente tabla 26 se muestra el análisis repetitivo realizado con la técnica de cuestionamiento de los cinco porqués, para determinar la cusa raíz del problema.

Tabla 26: Análisis de la causa raíz del problema mediante Cinco Porqués

ITEM	Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
1	Esperas en actividades del proceso de línea	Debido a que el técnico tiene que realizar funciones operativas	No hay un estudio de las actividades que agregan valor al área de mantenimiento	No se ha identificado actividades que generan desperdicios de horas hombre	Las actividades del proceso no están estandarizadas en función de los tiempos	No hay un estudio del método de trabajo para reducir desperdicios de horas hombre y estandarizar el proceso
2	Técnico de línea realiza otras funciones	Se aprovecha los tiempos de espera para que realice otras funciones	No se ha medido el impacto económico del valor de las horas hombre de los técnicos	No se ha medido la carga de trabajo del personal	No esta estandarizado las funciones del técnico en el proceso	No hay un estudio de organización y métodos para distribuir funciones y carga de trabajo
3	Demoras por recorridos en proceso de línea	No hay computadores cercanos para acceder a manuales de mantenimiento	Lejanía del hangar hacia los gates, y tiempos de recorrido entre gates	No hay movilidad exclusiva para el proceso de línea	No se ha medido el impacto de los tiempos de espera en función del costo de hora hombre	No se ha realizado un estudio de movimientos y tiempos del proceso para buscar reducirlos.
4	Mayor % de técnicos asignados al proceso de línea	Asegurar la atención de los aviones en transito	No hay un método adecuado para asignar técnicos a las aeronaves	No esta establecido el tiempo de ciclo del proceso de línea	No esta estandarizado el proceso de atención de aeronaves en transito	No se a realizado un método de asignación de tecnicos a las aeronaves para mejorar la eficiencia del personal e incrementar la productividad

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Del análisis realizado en el cuadro anterior, se tomaran las siguientes acciones:

1.- Esperas en las actividades del proceso de línea: Se realizara un estudio de todas las actividades del proceso, para identificar cuáles son las actividades que no agregan valor al área de mantenimiento, y que como consecuencia están generado esperas y desperdicios de horas hombre, con el fin de reducirlas.

2.-Tecnico de línea realiza otras funciones (Operativas): Se realizara un estudio de la distribución de funciones y carga de trabajo del personal que participa en la atención de aeronaves en tránsito, con la finalidad de asignar al técnico funciones netamente de mantenimiento, considerando que la hora hombre del personal técnico tiene un costo elevado en comparación del personal operativo, además de recuperar horas hombre para cumplir con la demanda de trabajos programados en el proceso de producción.

3.- Demoras por recorridos en el proceso de línea.- Se debe a la lejanía desde el hangar hacia los gates, y el traslado desde un gate hacia otro para la atención de aeronaves. Se realizara un estudio de tiempos y movimientos con el fin de reducirlos y hacer más ágil el proceso. Actualmente, el área de mantenimiento cuenta con una sola móvil para el traslado de personal técnico, repuestos, materiales, y manuales, pero no se abastece, ya que también realiza transporte del personal de otras áreas de mantenimiento, por tanto, se evaluara el uso de una móvil exclusiva para el proceso de línea. Además, se evaluara el uso de equipos móviles como Ipads para la consulta de manuales técnicos digitales, para evitar el traslado desde los gates hacia el hangar por la impresión de manuales.

4.- Mayor porcentaje de técnicos asignados al proceso de línea.- Se realizara un estudio para mejorar el método de asignación de técnicos a las aeronaves para la atención durante los tránsitos. Además, se realizara un estudio de tiempos para establecer el tiempo de ciclo de atención de una aeronave, y de esta manera estandarizar el proceso.

Con estas cuatro acciones descritas, se pretende hacer el uso eficiente de los recursos del personal técnico de línea, con el fin de recuperar horas hombre, para luego ser distribuidas al proceso de producción, el cual tiene el problema de cancelaciones de trabajos programados por falta de horas hombre.

2.10.7 Análisis del proceso de línea

Después de determinar que el desperdicio de horas hombre en el proceso de línea, es la causa de la cancelación de trabajos por falta de horas hombre en el proceso de producción,

a continuación se realizara un análisis cuantitativo del proceso de línea. Este proceso se desarrolla durante el turno de día, el cual comienza desde las 7am hasta las 7pm, turno donde se presenta la mayor frecuencia de vuelos nacionales y regionales por tanto se tiene mayor dificultad en la distribución de técnicos de mantenimiento para la atención de las aeronaves.

El mantenimiento de línea se desarrolla en los gates del aeropuerto internacional Jorge Chávez durante el tránsito de las aeronaves. A la llegada del avión se asigna un técnico para realizar el servicio de mantenimiento, y cumplir con los procedimientos de recepción, inspección, solución de reportes de mantenimiento, recarga de combustible y despacho.

Actualmente, el coordinador de línea a través de un micro planning y carta Gantt, lleva el control diario de la distribución y disponibilidad de técnicos durante un turno de trabajo, de acuerdo a la hora de llegada y salida de las aeronaves. En la siguiente figura, se muestra el ejemplo de la carta Gantt de un turno de 12 horas de 7am a 7pm, donde las barras verdes y amarillas son los tiempos efectivos que el personal técnico se mantiene ocupado y las barras blancas el tiempo ocioso. Con estos tiempos, en la última columna se calcula la eficiencia de cada técnico, sumando sus horas efectivas y dividiendo el total de horas del turno de trabajo. Se puede ver que existe una baja eficiencia del personal técnico, ya que en promedio el tiempo de horas efectivas de cada técnico es el 47% de la cantidad total de horas de un turno de trabajo. A continuación, se muestra la figura 35 de la carta Gantt del micro planning descrito.

Figura 35: Carta Gantt de técnicos de mantenimiento

Fuente Empresa: Mantenimiento LATAM

Para calcular el promedio de eficiencias actual del personal técnico, primero se tomó una muestra preliminar de 115 datos, obteniendo un promedio de eficiencias de 46.57% con una desviación estándar de 15.33. Posteriormente, se utilizó la fórmula del tamaño de muestra para población finita de $N = 510$ datos de eficiencia mensual, obteniendo como resultado un tamaño de muestra representativo de $n = 34$. A continuación, los datos utilizaos para hallar el tamaño de muestra para cada mes del año, considerando un 95% de confianza y $Z = 1.96$, con un error del 5%.

Tabla 27: Datos para calcular tamaño de muestra

Poblacion N	510
Error	5
Intervalo confianza	95%
Z	1.96
Media	46.57
Desviacion estandar	15.33

Fuente empresa: Elaboración Propia

A continuación se muestra la fórmula utilizada para el cálculo del tamaño de muestra con población Finita para obtener una muestra representativa mínima y calcular el promedio de eficiencias mensual.

Figura 36: Tamaño de muestra

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

$$n = \frac{(510 \cdot 1.96^2 \cdot 15.33^2)}{(510 - 1) \cdot 5^2 + 1.96^2 \cdot 15.33^2}$$

$$n = 34$$

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Después de calcular los tamaños de muestra de las eficiencias de cada mes, se analizaron las cartas Gantt desde marzo del 2016 hasta abril del 2017, donde se evidencia que el personal técnico trabaja en promedio el 47 % del total de horas de un turno de trabajo tal como se muestra en la siguiente tabla 28.

Tabla 28: Promedio de eficiencias

Nro	Mes	Eficiencia
1	May-16	49.3%
2	Jun-16	51.1%
3	Jul-16	44.3%
4	Ago-16	45.1%
5	Set-16	44.0%
6	Oct-16	43.5%
7	Nov-16	46.5%
8	Dic-16	50.2%
9	Ene-17	48.0%
10	Feb-17	43.6%
11	Mar-17	45.8%
12	Abr-17	48.6%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

De la tabla anterior se obtiene el promedio de eficiencias anual de los técnicos de mantenimiento, siendo un 47% tal como se muestra en la siguiente figura 37.

Figura 37: Porcentaje de desperdicio de horas hombre

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Diariamente se cumple con el objetivo atender el total de los aviones en tránsito del proceso de línea, pero se evidencia que no se está usando eficientemente el recurso de horas hombre de los técnicos de mantenimiento, ya que en promedio la eficiencia del personal técnico es 47 %, es decir en un turno de trabajo de 12 horas, solo 5.64 horas son efectivas.

2.10.8 Cuantificación de desperdicios de horas de hombre

En la siguiente tabla 29 se muestra el costo promedio por desperdicios de horas hombre de cada mes, calculado de la forma siguiente:

Eficiencia = horas hombre efectivas / horas totales del turno

Horas hombre efectivas = eficiencia * horas totales del turno

Desperdicios de HH = Horas totales del turno – Horas Hombre efectivas

Desperdicios de HH = 12 horas – eficiencia*12 horas

Costo promedio de hora hombre de técnicos = S/. 21.70

Tabla 29: Costo por desperdicios de horas hombre

Mes	Prom Eficiencia	Prom desp HH/día	Prom desp HH/mes	Costo por desperdicio HH
May-16	49.3%	6.085	3103.43	S/ 67,345
Jun-16	51.1%	5.864	2990.54	S/ 64,895
Jul-16	44.3%	6.684	3408.67	S/ 73,968
Ago-16	45.1%	6.582	3356.84	S/ 72,843
Set-16	44.0%	6.724	3429.23	S/ 74,414
Oct-16	43.5%	6.781	3458.17	S/ 75,042
Nov-16	46.5%	6.415	3271.65	S/ 70,995
Dic-16	50.2%	5.971	3045.05	S/ 66,077
Ene-17	48.0%	6.234	3179.39	S/ 68,993
Feb-17	43.6%	6.764	3449.64	S/ 74,857
Mar-17	45.8%	6.510	3319.85	S/ 72,041
Abr-17	48.6%	6.164	3143.78	S/ 68,220
			Total	S/ 849,690

Fuente Empresa: Elaboración Propia

El costo por horas hombre desperdiciadas no útiles al año es de S/. 849,961

2.10.9 Relación de dependencia de variables

En este punto buscaremos determinar la existencia de dependencia entre las variables en estudio, a través del coeficiente de correlación de Pearson calculado en el Excel, y planteando la hipótesis de dependencia con un 95% de confianza. Las variables en estudio son las siguientes:

- Variable dependiente Y = Falta de horas hombre proceso de producción
- Variable independiente X1 = Promedio de desperdicios de horas hombre proceso de línea.

Con estas variables plantearemos la hipótesis de dependencia entre las variables

H0: Las dos variables en estudio son independientes

H1: Las dos variables en estudio son dependientes

Tabla 30: Variables en estudio

Mes	X: Prom Desperdicios HH	Y: Falta HH Mec+Estruc
May-16	3103.43	993.2
Jun-16	2990.54	792.85
Jul-16	3408.67	1098.85
Ago-16	3356.84	1214.7
Set-16	3429.23	1031.9
Oct-16	3458.17	1234.45
Nov-16	3271.65	1017.5
Dic-16	3045.05	986
Ene-17	3179.39	1035.45
Feb-17	3449.64	1176.6
Mar-17	3319.85	1079.2
Abr-17	3143.78	994

Fuente Empresa: Elaboración Propia

De la tabla 30 mostrada, los datos son representados en el siguiente gráfico de dispersión de la figura 38, donde se observa que existe linealidad entre las variables. También, se realizó un análisis de regresión, cuyo coeficiente de correlación de *Pearson* es 0.8297, el cual nos indica que hay una fuerte correlación positiva.

Figura 38: Grafica de dispersión de las variables

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.8297486
Coeficiente de determinación R^2	0.68848274
Análisis de varianza	
P-value	0.001

Del análisis mostrado tenemos un P-valor de 0.001, el cual es menor a 0.05, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de independencia, y se asume que las dos variables son dependientes, es decir están relacionadas.

CAPITULO 3

PROPUESTA DE MEJORA

Luego de haber estudiado la realidad actual del área de mantenimiento y habiendo identificado los problemas que impactan en la gestión de los procesos, realizaremos una propuesta integral de mejoras, con el fin de eliminar las causas raíces de los problemas encontrados en nuestra investigación, y de esta manera, obtener beneficios en reducción de costos que impactara de forma positiva en los resultados financieros de la compañía.

Las alternativas de propuesta de mejora que se presentan a continuación, serán desarrolladas bajo la metodología PDCA (ciclo de Deming de mejora continua, con el apoyo de herramientas de Ingeniería de métodos, como diagramas de actividades múltiples, donde se propone mejorar el método de atención de aviones en tránsito, balanceando el tiempo asignado entre el hombre y la máquina, en este caso aplicado a el técnico de mantenimiento y la aeronave respectivamente, con el fin reducir el número de técnicos en la atención de aviones en tránsito. Finalmente, se propone utilizar herramientas de Organización y métodos, con el fin de redistribuir funciones y cargas de trabajo de las actividades operativas que realiza el personal de mantenimiento, las cuales, no son funciones directas de un técnico aeronáutico. De esta manera, se van optimizar recursos, rediseñar puestos, definir competencias, definir nuevos roles y finalmente definir el perfil de cada puesto.

3.1 EVALUACION Y ANALISIS COMPARATIVO PARA ELEGIR LA METODOLOGIA A APLICAR.

Para elegir la metodología a aplicar en la solución del problema, primero se establecieron criterios que están relacionados con las causas del problema, donde se busca estandarizar los procesos después de determinar los tiempos estándar de las actividades, además de incrementar la productividad, disminuyendo los desperdicios de horas hombre del personal técnico. También, se establecieron criterios relacionados a lo que esperamos en el proceso de implementación, como es el costo y tiempo. A continuación se muestra una tabla comparativa de la bibliografía desarrollada en el marco teórico de las posibles metodologías a aplicar en función de los criterios establecidos.

Tabla 31: Comparación de metodologías en función de los criterios

Criterios	METODOLOGIAS		
	Mejora continua (PDCA)	Seis Sigma(DMAIC)	Reingeniería
Tiempo de implementación y respuesta	Se consiguen mejoras a corto plazo y con resultados visibles. Aproximadamente 6 meses	Aplicación de la técnica es un proceso largo, entre un año y medio a tres años. Empresas grandes como Motorola de 5 a 10 años	Puede ser un proceso que consume mucho tiempo y dinero. Mayor a 12 meses
Costo de implementación	Busca que el proceso de mejora debe ser económico, requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta	Aplicación de la metodología es un proceso largo y costoso	El costo de los cambios es muy elevado y con riesgos mayores, ya que afecta transversalmente a la organización
Estandarizar el proceso	El la fase 4, Actuar del ciclo PDCA, busca estandarizar y documentar el proceso, y planear el trabajo futuro	La Fase 5 DMAIC, consiste en diseñar y documentar los controles, para que los cambios se mantengan	Busca la reinvención de los procesos y no su mejora o reestructuración
Mejorar la productividad	Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad	Reduce errores a costa de mejorar procesos para aumentar la productividad	Rediseño radical de los procesos para lograr incrementos de rentabilidad, productividad, tiempos de respuesta, etc.

Fuente Marco teórico: Elaboración Propia

De la tabla 31 mostrada, se realizó la jerarquización de las metodologías según los criterios establecidos, implementando el método *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Primer paso: Ponderación de las alternativas y criterios

Se da una ponderación en la escala del 1 al 9 a las alternativas (Metodologías), comparadas entre ellas según cada uno de los criterios establecidos. La escala 1 (Ambos criterios son de igual importancia), 2 es de menor importancia, y el 9 de mayor importancia.⁷³

Tabla 32: Comparación de alternativas y criterios

Criterios	Metodología	Peso	Metodología	Peso
Tiempo de implementación y respuesta	SS	2	MC	4
	SS	5	RING	4
	MC	8	RING	2
Costo de Implementación	SS	2	MC	3
	SS	3	RING	3
	MC	7	RING	5
Estandarizar el proceso	SS	2	MC	5
	SS	4	RING	3
	MC	7	RING	5
Mejorar la productividad	SS	3	MC	8
	SS	6	RING	4
	MC	8	RING	4
Leyenda				
Pesos	1 Menor beneficio			
	9 Mayor beneficio			
Metodología	MC: Mejora continua - PDCA			
	SS: Six sigma - DMAIC			
	RING: Re ingeniería			

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 32 mostrada se realizó la ponderación comparando por ejemplo Six Sigma (SS) con Mejora continua (MC), en función del tiempo de implementación y respuesta. De acuerdo a la escala del 1 al 9, a SS se le dio un peso de 2 y a MC un peso de 4, ya que según la teoría analizada, para implementar six sigma el tiempo es de 1 año y medio a tres años, incluso en empresas grandes puede ser de 5 a 10 años, mientras que Mejora

⁷³ Leyva, L. J. C. (2011). *Análisis multicriterio para la toma de decisiones métodos y aplicaciones*.

Continua su tiempo de implementación puede ser desde 6 meses, por lo tanto, Mejora Continua es más beneficioso en tiempo de implementación. En cuanto a Reingeniería (RING) se dio un peso de 2 en comparación a MC con un peso de 8, ya que, el tiempo de implementación de Reingeniería puede ser muy largo y riesgoso, por lo tanto, es menos beneficioso en cuanto al tiempo de implantación. De la misma forma se continuó realizando las ponderaciones hasta completar la tabla en mención.

Segundo Paso: Comparación de pares

La comparación de pares se realiza en la tabla 34, donde las filas A1, A2, y A3 tienen mayor impacto que las columnas B1, B2, y B3. Cuando coincide las mismas alternativas se colocara 1. Por ejemplo en la tabla 34, la comparación de SS (A1) con SS (B1) es 1 por tener el mismo peso. Para las demás comparaciones nos preguntamos: SS (A1) es más importante que MC (B2)? Debido a que no es más importante se dividen los pesos 2 y 4 de la tabla 34, siendo 0.5 el resultado. En la siguiente comparación, de igual forma nos preguntamos: SS (A1) es más importante que RING (B3)? Debido a que si es más importante, dividimos los pesos 5 y 4 de la tabla 34, siendo 1.25 el resultado. De la misma manera seguimos realizando las comparaciones hasta completar la tabla de comparación de pares del paso 2.⁷⁴

Tercer Paso: Normalización de tabla

Para construir la tabla de normalización, los datos de las columnas SS (B1), MC (B2), y RING (B3) del paso 2, es dividida entre la suma total de los datos de su columna, por ejemplo:

$$1/3.8 = 0.26$$

⁷⁴ Leyva, L. J. C. (2011). *Análisis multicriterio para la toma de decisiones métodos y aplicaciones*.

$$2/3.8 = 0.53$$

$$0.8/3.8 = 0.21$$

De la misma forma se realiza la división de las demás columnas hasta completar la tabla del paso 3. Posteriormente se calculó el promedio de cada fila de las alternativas del paso 3. Por ejemplo, el promedio de la fila SS (A1) es $(0.26+0.29+0.20)/3 = 0.25$.

Para calcular la consistencia de cada criterio, se realiza la siguiente multiplicación de matrices utilizando la función MMULT de EXCEL:

Fila SS (A1) del paso 2, con la columna del promedio del paso 3, y dividida entre el primer promedio de la normalización de tabla.

$$[(1.00, 0.50, 1.25)*(0.25, 0.58, 0.17)]/0.25 = 3.017$$

Fila MC (A2) del paso 2, con la columna del promedio del paso 3, y dividida entre el segundo promedio de la normalización de tabla.

$$[(2.00, 1.00, 4.00)*(0.25, 0.58, 0.17)]/0.58 = 3.043$$

Fila RING (A3) del paso 2, con la columna del promedio del paso 3, y dividida entre el tercer promedio de la normalización de tabla.

$$[(0.80, 0.25, 1.00)*(0.25, 0.58, 0.17)]/0.17 = 3.013$$

La razón de consistencia (CR), indica si los pesos que fueron asignados a los criterios y metodologías fueron consistentes. Si el valor de CR es mayor a 0.1, se debe volver a ponderar, ya que el resultado es inconsistente. Para el cálculo de CR primero se debe hallar el índice de consistencia (CI) e Índice aleatorio (AI).

Índice de Consistencia (CI): Consistencia de juicios

$$CI = (\lambda_{\text{máx}} - n) / (n - 1)$$

Donde:

$$\lambda_{\text{máx}} = \text{Promedio de consistencias} = (3.017 + 3.043 + 3.013) / 3 = 3.024$$

$$n = \text{Numero de metodologías} = 3$$

$$CI = (3.024 - 3) / (3 - 1) = 0.0123$$

Índice Aleatorio (IA): Saaty ha aproximado Índices aleatorios para diferentes tamaños de muestra, por lo tanto para $n = 3$, el índice aleatorio IA es 0.58.

Tabla 33: Índices aleatorios

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...
IA	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	...

Fuente: Saaty

Finalmente la razón de consistencia CR es la siguiente:

$$CR = CI / IA = 0.0123 / 0.58 = 0.0213 < a \ 0.1$$

Por tanto se puede decir que la ponderación es consistente.⁷⁵

El mismo cálculo es realizado para cada uno de los criterios mostrados a continuación.

⁷⁵ Leyva, L. J. C. (2011). *Análisis multicriterio para la toma de decisiones métodos y aplicaciones*.

Tabla 34: Comparación de pares y normalización de tabla

Paso 2: Comparación de pares				Paso 3: Normalización de tabla					
Tiempo de implementación y respuesta				Tiempo de implementación y respuesta					
	SS (B1)	MC (B2)	RING (B3)		SS (B1)	MC (B2)	RING (B3)	Promedio	Consistencia
SS (A1)	1.00	0.50	1.25	SS (A1)	0.26	0.29	0.20	0.25	3.0172
MC (A2)	2.00	1.00	4.00	MC (A2)	0.53	0.57	0.64	0.58	3.0436
RING (A3)	0.80	0.25	1.00	RING (A3)	0.21	0.14	0.16	0.17	3.0132
Suma	3.80	1.75	6.25					CI	0.0123
								RI	0.5800
								CR	0.0213
Costo de implementación				Costo de implementación					
	SS (B1)	MC (B2)	RING (B3)		SS (B1)	MC (B2)	RING (B3)	Promedio	Consistencia
SS (A1)	1.00	0.67	1.00	SS (A1)	0.29	0.28	0.29	0.29	3.0005
MC (A2)	1.50	1.00	1.40	MC (A2)	0.43	0.42	0.41	0.42	3.0007
RING (A3)	1.00	0.71	1.00	RING (A3)	0.29	0.30	0.29	0.29	3.0005
Suma	3.50	2.38	3.40					CI	0.0003
								RI	0.5800
								CR	0.0005
Estandarización del proceso				Estandarización del proceso					
	SS (B1)	MC (B2)	RING (B3)		SS (B1)	MC (B2)	RING (B3)	Promedio	Consistencia
SS (A1)	1.00	0.40	1.33	SS (A1)	0.24	0.19	0.36	0.26	3.0692
MC (A2)	2.50	1.00	1.40	MC (A2)	0.59	0.47	0.38	0.48	3.1230
RING (A3)	0.75	0.71	1.00	RING (A3)	0.18	0.34	0.27	0.26	3.0611
Suma	4.25	2.11	3.73					CI	0.0422
								RI	0.5800
								CR	0.0728
Mejorar la productividad				Mejorar la productividad					
	SS (B1)	MC (B2)	RING (B3)		SS (B1)	MC (B2)	RING (B3)	Promedio	Consistencia
SS (A1)	1.00	0.38	1.50	SS (A1)	0.23	0.20	0.33	0.25	3.0436
MC (A2)	2.67	1.00	2.00	MC (A2)	0.62	0.53	0.44	0.53	3.0858
RING (A3)	0.67	0.50	1.00	RING (A3)	0.15	0.27	0.22	0.21	3.0319
Suma	4.33	1.88	4.50					CI	0.0269
								RI	0.5800
								CR	0.0464

Fuente Saaty: Elaboración Propia

Cuarto paso: Comparación de criterios

Se asignan pesos para comparar cada criterio, de acuerdo al grado de importancia entre ellos.

Tabla 35: Comparación de criterios

Criterios	Peso	Criterios	Peso
Tiempo de implementación y respuesta	5	Costo de implementación	2
Tiempo de implementación y respuesta	4	Estandarización del proceso	2
Tiempo de implementación y respuesta	6	Mejorar la productividad	2
Costo de implementación	2	Estandarización del proceso	4
Costo de implementación	2	Mejorar la productividad	4
Mejorar la productividad	5	Estandarización del proceso	2
Pesos		1 Menor impacto 9 Mayor impacto	

Fuente Saaty: Elaboración Propia

Quinto Paso: Comparación de pares y Normalización de tabla de criterios

La construcción de las tablas 35 y 36 se realizó usando el mismo método de los pasos 2 y 3.

Tabla 36: Comparación de pares y normalización de tabla de criterios

Paso 5: Comparación de pares						
CRITERIOS	Tiempo de implementación y respuesta	Costo de implementación	Estandarización del proceso	Mejorar la productividad		
Tiempo de implementación y respuesta	1.00	2.50	2.00	3.00		
Costo de implementación	0.40	1.00	0.50	0.50		
Estandarización del proceso	0.50	2.00	1.00	0.40		
Mejorar la productividad	0.33	2.00	2.50	1.00		
	2.23	7.50	6.00	4.90		
Normalización de tabla						
CRITERIOS	Tiempo de implementación y respuesta	Costo de implementación	Estandarización del proceso	Mejorar la productividad	Promedio	Consistencia
Tiempo de implementación y respuesta	0.45	0.33	0.33	0.61	0.43	4.38
Costo de implementación	0.18	0.13	0.08	0.10	0.12	4.17
Estandarización del proceso	0.22	0.27	0.17	0.08	0.18	4.08
Mejorar la productividad	0.15	0.27	0.42	0.20	0.26	4.30
					CI	0.08
					RI	0.90
					CR	0.085

Fuente Saaty: Elaboración Propia

La consistencia de la tabla normalizada es de 0.085 menor a 0.1, por lo tanto los pesos asignados a los criterios son aceptables.

Sexto Paso: Calculo de ponderados

El cálculo de ponderados se realiza multiplicando el promedio de cada criterio de la tabla 36 (Paso 5 Normalización de tabla), con el promedio de cada alternativa de la tabla 34 (Paso 3 Normalización de tabla).

Tabla 37: Calculo de ponderados Criterios vs Metodologías

Paso 6				
Criterio	Ponderado criterio	Alternativa	Ponderado alternativa	Ponderado Total
Tiempo de implementación y respuesta	0.43	SS	0.25	0.11
		MC	0.58	0.25
		RING	0.17	0.07
		Total		0.43
Costo de implementación	0.12	SS	0.29	0.04
		MC	0.42	0.05
		RING	0.29	0.04
		Total		0.12
Estandarización del proceso	0.18	SS	0.26	0.05
		MC	0.48	0.09
		RING	0.26	0.05
		Total		0.18
Mejorar la productividad	0.26	SS	0.25	0.07
		MC	0.53	0.14
		RING	0.21	0.06
		Total		0.26

Fuente Saaty: Elaboración Propia

Séptimo Paso: Selección de Metodología

De la tabla 37 anterior paso 6, el ponderado total es colocado en diferentes columnas según cada criterio, y el ponderado de cada alternativa es colocado en filas. Finalmente se suma la fila de cada alternativa y se elige la de mayor valor de la tabla 38.

Tabla 38: Selección de Metodología

Paso 7					
Alternativa	Tiempo de implementación y	Costo de implementación	Estandarización del proceso	Mejorar la productividad	Total
SS	0.11	0.04	0.05	0.07	0.26
MC	0.25	0.05	0.09	0.14	0.53
RING	0.07	0.04	0.05	0.06	0.21
Total	0.43	0.12	0.18	0.26	1.00

Fuente Saaty: Elaboración Propia

La metodología a elegir para la solución de problema es Mejora Continua PDCA (MC), ya que obtuvo un ponderado de 0.53, mayor al resto de metodologías.

3.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PDCA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA

A continuación, se presenta el desarrollo de la metodología PDCA para la mejora de procesos en la atención de aeronaves del proceso de línea, el cual se divide en 4 partes del ciclo de mejora continua, Planificar, Hacer, Verificar y actuar.

3.3 PLANIFICAR

3.3.1 IDENTIFICAR Y ANALIZAR LA MAGNITUD DEL PROBLEMA

La identificación y magnitud del problema fue desarrollado a detalle en el capítulo 2, por lo cual pasaremos a describir brevemente en esta fase del ciclo PDCA. Uno de los problemas que actualmente aqueja el área de mantenimiento es la cancelación de trabajos

de mantenimiento programado a las aeronaves por falta de horas hombre de mecánicos y estructuristas, lo que trae como consecuencia sobre costos en pagos de horas extras, y perdidas en costos de oportunidad por no uso de hangar a su máxima capacidad. La causa principal del problema se genera en el proceso de mantenimiento de línea, debido a desperdicios de horas hombre, el cual resta horas hombre disponible para el cumplimiento de trabajos programados en el proceso de producción. Los desperdicios de horas hombre en el proceso de línea son cuantificados en base al número de horas desperdiciadas versus el promedio del costo de hora hombre del técnico de mantenimiento.

- **PROBLEMA:** Cancelación de trabajos de mantenimiento programado en el proceso de producción.

Se confirmaron con indicadores que actualmente el personal técnico del proceso de línea tiene una eficiencia en promedio del 47%, es decir, del total de 12 horas por turno de trabajo, solamente son efectivas aproximadamente 5.66 horas, y el resto se desperdician debido a un mal método de trabajo, el cual será materia de investigación en la presente tesis. Por otro lado en el proceso de producción, no se están cumpliendo con los trabajos de mantenimiento programado a las aeronaves, debido a falta de horas hombre, ya que actualmente para cumplir con los trabajos programados, se ha identificado que se requiere mensualmente un promedio de 5125.54 horas de mecánicos y 1185 horas de estructuristas, pero solo se cuenta con una capacidad promedio mensual de 4380 horas y 876 horas respectivamente, es decir mensualmente están faltando en promedio 1054.54 horas hombre totales. Por esta razón, se toma la decisión de mejorar el proceso de línea

para eliminar los desperdicios de horas hombre, con el fin de poder incrementar la disponibilidad de horas hombre de técnicos y distribuirlos al proceso de producción, donde se requiere mayor cantidad de técnicos para el cumplimiento de trabajos programados.

En el capítulo 2, se identificaron y describieron a detalle los costos que ocasionan los problemas, y que impactan al área de mantenimiento siendo los siguientes:

Tabla 39: Impacto económico del problema

Costos	S/.
Costo desperdicios HH	S/ 849,690
Costo no uso de hangar	S/ 722,300
Costo Horas Extras Mecánicos	S/ 217,436
Costo de Horas Extras Estructuristas	S/ 90,124
Costo Total	S/ 1,879,550

Fuente Empresa: Centro de costos mantenimiento

3.3.2 BUSCAR TODAS LAS POSIBLES CAUSAS

Para la identificación de las causas, en el capítulo 2, se utilizaron herramientas de lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz de ponderación de causas y la técnica de los 5 Porque para determinar la causa raíz del problema. A continuación, se menciona las siguientes causas raíz del problema.

Problema: Cancelación de trabajos programados por falta de horas hombre

Causas:

- Esperas en actividades del proceso de línea.
- Técnico de línea realiza otras funciones.
- Demoras por recorridos en proceso de línea.

- Mayor porcentaje de técnicos asignados a otro proceso (Proceso de línea).

3.3.3 IDENTIFICAR LAS CAUSAS MÁS IMPORTANTES

En el capítulo 2, con la técnica de los 5 Porque, se identificó que el problema de incumplimiento de trabajos programados del proceso de producción, se debe a que el mayor porcentaje de técnicos de mantenimiento son asignados al proceso de línea, donde actualmente hay un alto porcentaje de desperdicios de horas hombre, debido a un inadecuado método de trabajo. Por esta razón, se decide mejorar el proceso de línea con el fin de recuperar horas hombre y distribuir las al proceso de producción, donde se requiere incrementar el número de técnicos, es decir, la solución del problema del proceso de línea, solucionara directamente el problema del proceso de producción.

Finalmente las causas raíz a abordar son las siguientes:

- No se ha realizado un estudio del método de trabajo para reducir desperdicios de horas hombre y estandarizar el proceso.
- No hay un estudio de organización y métodos para distribuir funciones y carga de trabajo.
- No se ha realizado un estudio de movimientos y tiempos del proceso para buscar reducirlos.
- No se ha realizado un estudio del método de asignación de técnicos a las aeronaves para mejorar la eficiencia del personal e incrementar la productividad.

3.3.4 ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE DESEMPEÑO EXIGIDO

OBJETIVOS DE LA MEJORA

Al finalizar el proyecto se espera alcanzar los siguientes objetivos:

- Incrementar la eficiencia del técnico de mantenimiento de 47% a 62.6% en 2 años.
- Incrementar la capacidad de técnicos de producción en 1055 horas en dos años.
- Reducir costos de mantenimiento aproximadamente en 5 % en dos años.
- Incrementar la productividad de la mano de obra del personal técnico en el proceso de línea de 3.08 Aviones / técnico a 7.5 aviones / técnico.

3.3.5 MEDIDAS REMEDIO A CONSIDERAR

Para eliminar las causas principales de tiempos de espera, y largos recorridos, se aplicó herramientas de estudio del trabajo para mejorar el proceso de línea, con el objetivo principal de satisfacer los requerimientos de productividad, eficiencia operacional y calidad. El estudio del método de trabajo permitirá observar y conocer a detalle la forma en que le trabajo se viene efectuando, con el fin de identificar actividades que no agregan valor y poder eliminarlos. Finalmente, con la aplicación de herramientas de métodos de trabajo y estudio de tiempos, se hace una propuesta de una nueva forma de trabajo estandarizada, haciendo más eficiente y simple el proceso de atención de aeronaves.

Los pasos de la metodología de mejora de métodos es la siguiente:

3.3.6 Selección del trabajo a estudiar

El proceso a estudiar es el proceso de línea, el cual se desarrolla durante los tránsitos de las aeronaves, en los gates del aeropuerto, donde el personal técnico realiza actualmente la recepción, inspección, recarga de combustible, y despacho de la aeronave. A continuación, se muestra el flujo de trabajo actual del proceso de mantenimiento de línea.

Figura 39: Proceso de mantenimiento de Línea

Fuente Empresa: Elaboración Propia

El técnico de mantenimiento es el encargado de la atención de los aviones en tránsito. La aeronave aterriza en el aeropuerto y se traslada al Gate, donde se realiza el desembarque de pasajeros, manipulación de carga (carga y descarga), y finalmente el embarque de pasajeros para el próximo vuelo. El proceso de tránsito dura aproximadamente 1 hora, dentro de ese tiempo el personal de mantenimiento de línea realiza la inspección de la aeronave y otras actividades operativas.

Descripción de actividades

- **Recepción de la aeronave:** Al arribo de la aeronave el mecánico se comunica con la tripulación para saber en qué condición llega la aeronave, es decir, si tiene reportes de mantenimiento.
- **Conexión de Planta eléctrica:** mecánico realiza la conexión de grupo electrógeno para suministrar energía eléctrica a la aeronave, mientras este permanece en tierra.
- **Inspección de aeronave:** Realizara una inspección 360 alrededor de la aeronave para detección de posibles daños que pudieran haber ocurrido en el último ciclo del vuelo, despegue, crucero y aterrizaje.
- **Revisión de libro de reportes para mantenimiento:** El mecánico sube a la aeronave y revisa los libros de mantenimiento, toma acción en caso hubiera reporte de fallas o solicitudes para mantenimiento.

- **Recarga de combustible:** realiza la recarga de combustible de acuerdo a la orden entregada para el vuelo.
- **Despacho de aeronave:** El mecánico acompaña a la aeronave con el vehículo remolcador hasta la pista de rodaje y mantendrá comunicación con la tripulación en caso se presente fallas durante el arranque de turbinas. Después que los motores han sido arrancados, se termina el proceso de despacho de la aeronave. El mecánico regresa al gate y espera su próximo vuelo según la programación de llegadas de vuelos.

3.3.7 REGISTRAR INFORMACION DEL METODO DE TRABAJO ACTUAL

Se procedió a realizar el estudio de tiempos de cada una de las actividades que realiza el técnico de mantenimiento, para determinar el tiempo estándar de las actividades del proceso. Los pasos a seguir fueron los siguientes:

- a. Se tomó una muestra preliminar de 10 observaciones para cada actividad, donde se obtuvo la desviación estándar S y la media X de los tiempos.
- b. Luego se calculó el número de observaciones representativo, donde se utilizó la fórmula del tamaño de muestra $n < 30$, considerando un 95% de confianza, error del 5% y un $t = 1.83$ obtenida de tablas de t de student.

Figura 40: Formula tamaño de muestra

$$N = \left[\frac{t \times s}{k \times \bar{X}} \right]^2$$

Fuente: Elaboración Propia

b. Para determinar el tiempo normal TN de las actividades se consideró los factores de valoración Westinghouse.

c. Finalmente para el cálculo de tiempo estándar TE de las actividades, se consideró los factores suplementarios General Electric.

Tabla 40: Observaciones preliminares

Actividad	Elemento	Descripción	OBSERVACIONES PRELIMINARES									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	Trasladar técnico del hangar al gate	4.72	4.81	4.90	4.56	4.72	3.89	4.36	3.90	4.65	3.59
	2	Esperar en gate	8.50	9.10	9.00	9.25	9.25	8.50	7.52	9.49	9.50	7.58
	3	Recibir aeronave	2.13	1.59	2.00	1.56	2.05	1.58	2.10	1.59	2.20	2.00
	4	Conectar grupo electrogeno	2.58	3.05	2.45	3.02	3.00	2.58	3.00	2.59	3.21	2.40
2	5	Inspeccionar aeronave 360	12.50	13.59	13.22	13.58	13.25	12.58	12.56	13.50	11.00	12.54
	6	Revisar nivel de aceite	9.12	9.50	8.00	8.55	9.56	9.15	8.15	9.03	8.53	8.51
	7	trasladar para abrir latas de aceite	1.50	2.00	2.06	1.58	2.00	2.00	1.59	1.54	2.00	1.59
	8	Inspeccionar aceite	1.00	1.00	0.59	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	9	Recargar aceite	4.02	5.00	4.50	5.03	4.01	4.56	5.21	4.40	5.10	5.32
	10	Purgar aceite	2.00	2.05	1.50	1.56	2.00	2.01	1.59	2.10	2.09	2.06
	11	subir a la cabina del avion	2.50	2.48	3.02	3.05	2.40	2.59	3.09	2.53	3.00	2.59
	12	Revisar reportes de mantenimiento	2.05	2.20	1.58	2.00	1.59	2.10	2.00	2.16	2.12	1.51
3	13	Bajar de aeronave	3.02	2.48	2.59	3.15	2.52	2.45	3.00	3.09	3.16	3.06
	14	Inspeccionar combustible (prueba de agua)	0.59	0.52	0.58	0.57	0.55	0.56	0.50	0.48	0.47	0.59
	15	Setear cantidad combustible a recargar	1.52	2.00	1.59	2.00	2.00	1.57	2.03	2.01	1.51	2.10
	16	Iniciar recarga de combustible	1.59	1.58	1.50	2.00	2.00	2.03	1.59	1.51	2.00	2.02
	17	Esperar termino de recarga	22.00	21.05	21.09	20.00	22.00	24.00	22.50	20.56	21.19	23.50
4	18	Inspeccionar desconexión de camión de combustible	2.00	1.59	2.00	1.59	1.48	2.00	1.58	1.54	2.04	2.00
	19	Esperar hora de salida de aeronave	5.50	6.00	4.00	4.50	4.01	4.00	5.00	4.49	4.55	5.11
	20	Iniciar despacho	1.35	1.40	1.50	1.48	1.59	1.30	1.30	2.00	1.50	1.55
	21	Mover aeronave a zona de arranque de motores	4.00	3.59	4.38	3.50	4.00	4.25	3.25	4.02	4.25	4.10
	22	Esperar que ambos motores se encuentren arrancados	4.00	4.50	4.55	4.52	4.30	4.20	4.40	3.59	4.30	3.29
	23	Regresa a gate.	1.55	1.45	1.59	1.30	1.50	1.40	1.50	2.01	1.45	1.59

Fuente Empresa: Elaboración Propia

De las observaciones preliminares de cada actividad se obtiene la desviación estándar S , y la media de los tiempos X . En la siguiente tabla se calculó el número de observaciones considerando una $T= 1.83$ y un error del 5%

Tabla 41: Numero de observaciones para cada actividad

	OBSERVACIONES PRELIMINARES															
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S	K = e	t	X	N= Obs	N=Obs
1	4.72	4.81	4.90	4.56	4.72	3.89	4.36	3.90	4.65	3.59	0.46	0.05	1.83	4.41	14.418	15.0
2	8.50	9.10	9.00	9.25	9.25	8.50	7.52	9.49	9.50	7.58	0.73	0.05	1.83	8.77	9.318	10.0
3	2.13	1.59	2.00	1.56	2.05	1.58	2.10	1.59	2.20	2.00	0.26	0.05	1.83	1.88	26.685	27.0
4	2.58	3.05	2.45	3.02	3.00	2.58	3.00	2.59	3.21	2.40	0.29	0.05	1.83	2.79	15.003	16.0
5	12.50	13.59	13.22	13.58	13.25	12.58	12.56	13.50	11.00	12.54	0.79	0.05	1.83	12.83	5.074	6.0
6	9.12	9.50	8.00	8.55	9.56	9.15	8.15	9.03	8.53	8.51	0.54	0.05	1.83	8.81	5.053	6.0
7	1.50	2.00	2.06	1.58	2.00	2.00	1.59	1.54	2.00	1.59	0.24	0.05	1.83	1.79	24.336	25.0
8	1.00	1.00	0.59	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.13	0.05	1.83	0.96	25.331	26.0
9	4.02	5.00	4.50	5.03	4.01	4.56	5.21	4.40	5.10	5.32	0.48	0.05	1.83	4.72	14.034	15.0
10	2.00	2.05	1.50	1.56	2.00	2.01	1.59	2.10	2.09	2.06	0.24	0.05	1.83	1.90	21.926	22.0
11	2.50	2.48	3.02	3.05	2.40	2.59	3.09	2.53	3.00	2.59	0.28	0.05	1.83	2.73	13.921	14.0
12	2.05	2.20	1.58	2.00	1.59	2.10	2.00	2.16	2.12	1.51	0.26	0.05	1.83	1.93	25.210	26.0
13	3.02	2.48	2.59	3.15	2.52	2.45	3.00	3.09	3.16	3.06	0.30	0.05	1.83	2.85	14.918	15.0
14	0.59	0.52	0.58	0.57	0.55	0.56	0.50	0.48	0.47	0.59	0.05	0.05	1.83	0.54	9.434	10.0
15	1.52	2.00	1.59	2.00	2.00	1.57	2.03	2.01	1.51	2.10	0.25	0.05	1.83	1.83	24.694	25.0
16	1.59	1.58	1.50	2.00	2.00	2.03	1.59	1.51	2.00	2.02	0.24	0.05	1.83	1.78	24.865	25.0
17	22.00	21.05	21.09	20.00	22.00	24.00	22.50	20.56	21.19	23.50	1.27	0.05	1.83	21.79	4.565	5.0
18	2.00	1.59	2.00	1.59	1.48	2.00	1.58	1.54	2.04	2.00	0.24	0.05	1.83	1.78	24.498	25.0
19	5.50	6.00	4.00	4.50	4.01	4.00	5.00	4.49	4.55	5.11	0.68	0.05	1.83	4.72	27.852	28.0
20	1.35	1.40	1.50	1.48	1.59	1.30	1.30	2.00	1.50	1.55	0.20	0.05	1.83	1.50	24.882	25.0
21	4.00	3.59	4.38	3.50	4.00	4.25	3.25	4.02	4.25	4.10	0.37	0.05	1.83	3.93	11.741	12.0
22	4.00	4.50	4.55	4.52	4.30	4.20	4.40	3.59	4.30	3.29	0.42	0.05	1.83	4.17	13.798	14.0
23	1.55	1.45	1.59	1.30	1.50	1.40	1.50	2.01	1.45	1.59	0.19	0.05	1.83	1.53	20.449	21.0

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el número de observaciones representativo con los tiempos de cada actividad, donde se calcula el tiempo

observado TO.

$$N = \left[\frac{t \times s}{k \times \bar{X}} \right]^2$$

Tabla 42: Tiempo Observado TO

Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TO
1	4.36	3.89	3.2	4.25	4.56	4.8	3.9	4.72	4.25	4.81	3.59	4.5	4.8	4.59	4.23														4.30
2	8.59	9.01	8.45	9.25	9.15	8.52	7.59	8.25	8.45	8.42																			8.57
3	1.56	2.05	1.58	2.10	2	1.57	1.59	1.52	2.13	1.59	1.50	2.15	2.05	1.53	1.58	1.59	1.59	1.45	1.58	1.48	1.45	2.13	1.59	2.00	2.05	1.58	2		1.74
4	2.45	2.50	2.58	2.3	2.53	2.58	3.05	2.45	2.59	2.47	2.20	3.11	2.59	2.09	2.40	2.5													2.52
5	12.50	12.45	13	13.25	13.00	12.59																							12.80
6	8.50	8.40	8.50	8.59	9.01	8.45																							8.58
7	1.59	2.00	2.06	1.58	2	2.05	1.50	2.00	1.59	1.58	2.00	2.00	1.59	1.54	2.00	1.59	1.49	2.00	1.59	1.54	2	2.05	2	2.06	1.58				1.80
8	1.02	0.59	1	1	1		1.00	1.00	0.59	1.00	1.05	1.00	0.50	0.58	1.00	1.00	1	1	1.02	1	1.05	1	1	1	1	0.5			0.92
9	4.40	4.51	4.50	5	4.02	3.48	4.00	3.59	4.01	4.56	5.00	5.03	4.01	4.50	4.4														4.33
10	2.00	1.50	1.56	1.40	2.05	1.59	2.00	1.51	2.01	1.59	2.10	2.09	2.06	1.56	1.40	2.01	1.48	2.01	2.00	2.01	1.59	1.55							1.78
11	2.40	2.59	2.25	2.50	2.48	2.50	3.05	2.40	2.59	3.09	2.53	3.00	2.59	2.59															2.61
12	1.46	1.49	1.50	1.59	2.00	2.00	2.01	1.58	1.58	2.00	1.59	2	2.05	2.05	1.58	1.58	2.00	1.59	2.05	1.55	1.30	1.51	2	2.05	1.59	2.00			1.76
13	3.00	2.59	3.15	2.52	2.45	2.30	2.48	2.59	2.11	2.52	2.45	2.25	3.00	2.50	3.06														2.60
14	0.59	0.52	0.58	1.00	0.55	0.56	0.59	1.00	0.55	0.59																			0.65
15	1.45	2.01	1.51	1.50	1.51	2.10	1.52	2.00	1.59	2.00	2.00	1.57	2.03	2.01	1.51	1.40	2	2.00	1.59	1.59	2.00	2.00	1.57	2.00	1.59				1.76
16	1.58	1.50	2.00	2.00	2.03	2	1.59	1.58	1.50	2.00	2.00	2.03	1.59	1.51	2.00	2.02	1.50	2.00	2.00	2.00	1.57	2.03	2.01	2.03	1.59				1.83
17	21.50	22.59	21.03	21.15	20.50																								21.35
18	1.59	1.40	2.00	1.58	2.06	2.04	1.49	1.50	2.00	1.45	2.04	2.00	1.58	1.55	1.30	2.00	2	1.59	2	1.58	2.00	1.51	2.00	1.58	1.55				1.74
19	4.25	4.01	4.00	4.50	4.49	4.00	4.50	4.00	4.49	4.55	4.05	4.38	4.49	4.55	4.35	4.15	4.5	4.55	4.49	4.01	4.00	4.50	4.01	4.2	4.50	4.01	4.00	4.20	4.28
20	2.00	1.59	1.30	2.00	1.30	1.59	2.00	1.48	1.59	2	1.40	2.00	2.00	1.55	1.59	2.00	2.06	2.00	1.50	2.01	1.36	1.50	2.01	2.00	1.50				1.73
21	4.25	4.50	4.18	4.50	4.50	4.00	4.25	4.20	4.25	4.10	4.18	4.25																	4.26
22	4.25	4.30	4.45	4.50	4.52	4.30	4.00	4.50	4.30	4.10	4.30	4.20	4.18	4.20															4.29
23	1.50	1.59	2.00	2.01	1.50	1.50	1.38	1.40	2.01	2.00	1.55	2.00	1.59	1.30	1.55	2.05	2.00	2.00	2.01	2.00	1.48								1.73

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los resultados del cálculo del tiempo normal TN, donde al tiempo observado se le suma la valoración Westinghouse.

Tabla 43: Calculo Tiempo Normal con valoración Westinghouse

Elemento	TO	Valoracion Westinghouse				Valoracion	Tiempo Normal
		Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia		
1	4.30	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	4.43
2	8.57	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	8.83
3	1.74	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.79
4	2.52	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	2.60
5	12.80	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	13.18
6	8.58	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	8.83
7	1.80	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.85
8	0.92	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	0.94
9	4.33	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	4.46
10	1.78	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.83
11	2.61	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	2.69
12	1.76	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.81
13	2.60	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	2.68
14	0.65	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	0.67
15	1.76	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.81
16	1.83	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.88
17	21.35	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	21.99
18	1.74	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.79
19	4.28	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	4.41
20	1.73	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.79
21	4.26	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	4.39
22	4.29	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	4.42
23	1.73	0.03	0.02	-0.03	0.01	0.03	1.79

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Finalmente, en la siguiente tabla se muestra los resultados del cálculo del tiempo estándar, considerando los factores suplementarios según General electric.

Tabla 44: Calculo de tiempo estándar con factor de valoración General - Electric

Elemento	Tiempo Normal	Suplemento constante		Suplemento Variable					Tiempo Suplemtos	Tiempo Estandar (min)
		Necesidades	Fatiga	Trabajo de Pie	Peso	Ruido	Iluminacion	Monotonía		
1	4.43	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	5
2	8.83	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	10
3	1.79	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
4	2.60	0.05	0.04	0.02	0.03	0.02	0.00	0.01	1.17	3
5	13.18	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	15
6	8.83	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	10
7	1.85	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
8	0.94	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	1
9	4.46	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	5
10	1.83	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
11	2.69	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	3
12	1.81	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
13	2.68	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	3
14	0.67	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	1
15	1.81	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
16	1.88	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
17	21.99	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	25
18	1.79	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
19	4.41	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	5
20	1.79	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
21	4.39	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	5
22	4.42	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	5
23	1.79	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	1.14	2
										115

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Finalmente, en la tabla mostrada se obtuvo el tiempo estándar TE para cada actividad del proceso de línea.

3.3.8 DAP ACTUAL DEL PROCESO DE LINEA:

En el siguiente DAP realizado, se utilizó los tiempos estándar TE de cada una de las actividades del técnico de mantenimiento.

Figura 41: DAP del técnico de mantenimiento

		RESUMEN								
		Actividad	Actual	Propuesta						
		Operacion	8							
		Transporte	6							
		Espera	4							
		Inspeccion	6							
		Almacenamiento	0							
Descripcion		Cant	D (m)	T(min)	Simbolo					Observaciones
				TO	○	➡	D	□	▽	
1	Mecanico Se Traslada de Hangar a Gate			5						
2	Esperar en gate			10						
3	Recibir aeronave			2						
4	Conectar grupo electrogeno			3						
5	Inspeccionar aeronave 360			15						
6	Revisar nivel de aceite			10						
7	trasladarse a abrir latas de aceite			2						
8	Inspeccionar aceite			1						
9	Recargar aceite			5						
10	Purgar aceite			2						
11	Trasladarse(subir a la cabina del avion)			3						
12	Revisar reportes de mantimientto			2						
13	Trasladarse(bajar de aeronave)			3						
14	Inspeccionar combustible(prueba de agua)			1						
15	Setear cantidad combustible a recargar			2						
16	Recargar combustible			2						
17	Esperar termino de recarga			25						
18	Inspeccionar desconexion de camion de combustible			2						
19	Espera hora de salida de aeronave			5						
20	Inicio de despacho			2						
21	Trasladarse a zona de arranque de motores			5						
22	Da area libre para arranque de motores			5						
23	Regresa a Gate.			2						
Total				115						

Fuente: Empresa (Toma de tiempos elaboración propia)

En el DAP se observa que actualmente hay actividades operativas que no son funciones propias de un técnico de mantenimiento y por lo tanto no agregan valor al proceso de mantenimiento de línea. La función principal que debe desarrollar un técnico, de acuerdo a su formación, es realizar netamente trabajos de mantenimiento como inspecciones a las aeronaves, solución de fallas y mantenimiento preventivo.

3.3.9 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES ACTUAL DEL PROCESO DE LINEA:

Este tipo de diagrama muestra de manera gráfica la ejecución de actividades simultáneas de varios elementos del proceso, ya sean equipos de operarios y la interacción de ellos con la maquinaria, en este caso con la aeronave. El grafico posee una escala de tiempo que permite observar la duración aproximada de las actividades, pero el fin principal es la detección y cuantificación de tiempos muertos. De esta manera se podrá decidir si los tiempos ociosos pueden ser utilizados para otras actividades.

Figura 42: DAM del proceso

tiempo min	Aeronave	Encargado de operaciones (EOP)	Personal de servicio en tierra (6)	Personal de limpieza	Operador de combustible	Personal de gourmet	Piloto	Tecnico mantenimiento
5		briefing a personal						Esperar aeronave
10	Llegada de aeronave a gate Tiempo total de Aeronave en gate 60 min	Entregar Boleta de combustible	Abrir bodegas carga					recepcoanar aeronave
15		Registrar tiempos	Esperar tiempo de apertura de bodegas	Limpiar aeronave	Ingresa camión de combustible	Retirar servicio de comidas		conectar grupo electrogeno
20		Inspeccionar condición de bodegas			Conectar manguera de combustible			
25		Coordinar desembarque de carga	Bajar carga de bodegas		Esperar orden para recargar combustible	Abastecer alimento de pasajeros	Inspeccionar 360 alrededor de aeronave	Inspeccionar 360 alrededor de aeronave
30								setear cantid comb.
35		Registra inicio de estiba de carga	Esperar llegada de carga					
40		Registrar hr de embarque pasajeros						
45								
50		Verificar embarque de carga	Subir carga a bodegas				Ingresa plan de vuelo a sistema de aeronave (rutas de la aeronave)	
55		Registrar hr final de embarque de pasajeros	cerrar de bodegas de carga					
60		Inspeccionar cierre de bodegas	Esperar tiempo de cerrado de bodegas		Recargar combustible (modo automático)			Esperar termino de proceso de recarga o realiza servicio de mantenimiento en caso sea requerido (fallas, recarga de aceite, etc)
65		Registrar hr de salida de aeronave			Desconectar mangueras			Inspeccionar retiro de camión
70					se retira camión			Esperar hora de salida.
								Despachar aeronave

Fuente: Empresa

3.3.10 DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PERSONAL TECNICO EN EL PROCESO DE LINEA

Permite observar la distribución real del área donde se desarrolla el proceso y se ejecutan las actividades, además del flujo de recorridos. El diagrama de recorrido desarrollado se encuentra a escala donde se utilizó el plano de las instalaciones del aeropuerto donde se estacionan las aeronaves. Esta representación ayuda a visualizar los recorridos del personal técnico con el fin de economizar tiempos evitando recorridos innecesarios.

Actualmente, se pierden tiempos, los cuales son cuantificados en horas hombre, por recorridos y tiempos de espera las cuales pueden ser reducidos y analizados en diagramas de recorrido y diagrama de actividades del técnico de mantenimiento.

A continuación, se muestra en la siguiente figura 43 el diagrama de recorrido del técnico de mantenimiento, donde se tomaron los tiempos de transporte del técnico desde el hangar hacia los gates y el tiempo recorrido del técnico durante el despacho de aviones en tránsito.

Figura 43: Diagrama de recorrido del técnico

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

T= tiempo

T recorrido de Hangar a gates (idea + vuelta) = $5+5=10$ min/ técnico = 10 min /avión

T recorrido del técnico en despacho de aviones = 7 min/ técnico = 7 min / avión

Dichos tiempos restan horas hombre disponible de personal técnico.

Número de aviones atendidos por turno de 7am a 7pm = 53 aviones

Tiempo total de recorridos = $(10 + 7) \times 53 = 901$ min = $901/60= 15.02$ horas/turno

También se realizó un diagrama de recorrido de la aeronave, desde el aterrizaje hacia los gates y finalmente hacia la zona de arranque de motores, donde se tomaron los tiempos de recorrido y espera para luego ser analizados y determinar cuanta distancia y tiempos de espera es posible reducir.

Figura 44: Diagrama de recorrido de aeronave desde pista de aterrizaje hacia gate

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Figura 45: Descripción diagrama de recorrido

Recorrido de aeronave	
1	Aterrizaje
2	Movimienta a punto de espera
3	Espera autorizacion de torre
4	Movimiento a gate
5	Espera de servicios de tierra
6	Movimiento a zona de arranque
7	Espera autorizacion de torre
8	Trasporte a zona de despegue
9	Transporte
10	Espera permiso para despegue

Fuente: Empresa (Elaboración

A continuación, se muestra los tiempos tomados por observaciones de los recorridos y demoras de la aeronave antes de su posición final, las cuales son tiempos de horas hombre de personal técnico mientras espera a la aeronave en el gate.

T= tiempo

T Recorrido + T Espera= 10 minutos / aeronave = Tiempo de espera = 10 minutos/avión

Minutos que restan horas hombre disponible de personal técnico

Total de aeronaves atendidas en promedio por turno: 53

Tiempos de espera por turno = 10 min * 53 aviones = 530 min = 530/60 = 8.83 horas
/turno

3.3.11 EXAMINAR LOS METODOS DE TRABAJO

Esta etapa consiste en examinar críticamente, y de manera profunda los métodos actuales registrados en los diagramas. Para esto cada actividad, elemento del trabajo o paso de la operación será sujeta a interrogatorio, donde se intenta indagar el motivo y la utilidad de la actividad, el lugar donde se realiza, la secuencia para realizarla, las personas que la efectúan, y la forma en que es ejecutada. El objetivo de este interrogatorio es restarle subjetividad al análisis y encontrar nuevos y mejores métodos de trabajo. Tal como dice

la metodología, en esta etapa hay que prestarle atención a los transportes, demoras, inspecciones, esperas, las cuales no aportan ningún valor al proceso.

Las preguntas preliminares a utilizar en la técnica del interrogatorio son las siguientes:

Tabla 45: Preguntas preliminares técnica de interrogatorio

Según	Preguntas Preliminares: EXAMINAR	Objeto
El propósito de la actividad	1. ¿Qué se hace? 2. ¿Por qué se hace?	Eliminar partes innecesarias del trabajo
El lugar donde se ejecuta	5. ¿Dónde lo hace? 6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?	Combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional
La sucesión o el orden que ocupa dentro de la secuencia	9. ¿Cuándo se hace? 10. ¿Por qué se hace en ese momento?	
La persona que la realiza	13. ¿Quién lo hace? 14. ¿Por qué lo hace esa persona?	
Los medios utilizados	17. ¿Cómo se hace? 18. ¿Por qué se hace de ese modo?	Simplificar el trabajo

Fuente: INGENIERIAINDUSTRIALOnline.com

3.3.12 ESTABLECER LA EVALUCION E IDEAR NUEVAS OPCIONES

Esta cuarta etapa de la metodología de mejora de métodos corresponde a la técnica de interrogatorio de preguntas de fondo, las cuales detallan las preguntas preliminares de la etapa anterior para determinar si sería factible eliminar, modificar, y/o mejorar el método actual, el lugar, la secuencia, la persona y los medios utilizados para hacer más productivo el proceso.

En la siguiente tabla 46, se muestra la lista de preguntas de fondo de la técnica de interrogatorio. Es importante mencionar que las preguntas siguen la secuencia de preguntas de la etapa anterior.

Tabla 46: Preguntas de fondo técnicas de interrogatorio

Según	Preguntas de Fondo: IDEAR	Objeto
El propósito de la actividad	3. ¿Qué podría hacerse? 4. ¿Qué debería hacerse?	Eliminar partes innecesarias del trabajo
El lugar donde se ejecuta	7. ¿Dónde podría hacerse? 8. ¿Dónde debería hacerse?	Combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional
La sucesión o el orden que ocupa dentro de la secuencia	11. ¿Cuándo podría hacerse? 12. ¿Cuándo debería hacerse?	
La persona que la realiza	15. ¿Quién podría hacerlo? 16. ¿Quién debería hacerlo?	
Los medios utilizados	19. ¿Cómo podría hacerse? 20. ¿Cómo debería hacerse?	Simplificar el trabajo

Fuente: INGENIERIAINDUSTRIALonline.com

La técnica de interrogatorio es sistémica, por tal motivo se debe de mantener un orden lógico en realizar las preguntas, el cual consiste en la combinación de las preguntas preliminares y las preguntas de fondo, llegando a la siguiente lista de preguntas:

1. ¿Qué se hace?
2. ¿Por qué se hace?
3. ¿Qué podría hacerse?
4. ¿Qué debería hacerse?

5. ¿Dónde lo hace?
6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?
7. ¿Dónde podría hacerse?
8. ¿Dónde debería hacerse?
9. ¿Cuándo se hace?
10. ¿Porque se hace en ese momento?
11. ¿Cuándo podría hacerse?
12. ¿Cuándo debería hacerse?
13. ¿Quién lo hace?
14. ¿Por qué lo hace esa persona?
15. ¿Quién podría hacerlo?
16. ¿Quién debería hacerlo?
17. ¿Cómo se hace?
18. ¿Por qué se hace de ese modo?
19. ¿Cómo podría hacerse?
20. ¿Cómo debería hacerse?

A continuación, se desarrolla la técnicas de interrogatorio para cada actividad del proceso de mantenimiento de línea, las cuales se dividen en 6 actividades: Recepción, instalación y remoción de equipos de tierra, inspección, solución de fallas (en caso se presente una falla), recarga de combustible, y despacho de la aeronave.

Actividad 1: Recepción de la aeronave

1. ¿Qué se hace?

Recibir la aeronave para establecer comunicación con el piloto.

2. ¿Por qué se hace?

Para recibir información del piloto acerca de la condición de la aeronave, y si requiere mantenimiento por alguna falla presentada durante el vuelo.

3. ¿Qué podría hacerse?

Aprovechar las tecnologías de comunicación de la aeronave, ya que la tripulación podría enviar información de fallas presentadas durante el vuelo a través del sistema ACARS, y esta ser recibida por el centro de operaciones para ser comunicada a Mantenimiento. Además, se podría distribuir las funciones de recepción de la aeronave con personal operativo encargado de operaciones de rampa.

4. ¿Qué debería hacerse?

Modificar el método de trabajo actual, eliminando la actividad de recepción de la aeronave por parte del técnico y distribuir la función de recepción al personal de operaciones, el cual informara a mantenimiento en caso de falla.

5. ¿Dónde lo hace?

En el gate del aeropuerto.

6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?

Porque es el lugar donde se estaciona la aeronave a su llegada del vuelo.

7. ¿Dónde podría hacerse?

No se podría realizar en otro lugar.

8. ¿Dónde debería hacerse?

Se debe mantener el mismo lugar, ya que es el lugar donde se estaciona la aeronave durante el tránsito.

9. ¿Cuándo se hace?

Cuando la aeronave llega del vuelo y se estaciona en el gate

10. ¿Porque se hace en ese momento?

Para saber desde el inicio del tránsito si va requerir personal de mantenimiento.

11. ¿Cuándo podría hacerse?

Antes de la llegada del vuelo, ya que la información podría ser transmitida por el piloto vía ACARS.

12. ¿Cuándo debería hacerse?

Debería hacerse antes de la llegada del vuelo con la información vía ACARS enviada por el piloto, o mantener el mismo momento que el método actual.

13. ¿Quién lo hace?

El Técnico de mantenimiento

14. ¿Por qué lo hace esa persona?

Porque no hay otra persona que reciba la información.

15. ¿Quién podría hacerlo?

Lo podría realizar el personal encargado de las operaciones en rampa

16. ¿Quién debería hacerlo?

El piloto enviar la información vía ACARS de la condición de la aeronave, y además, el personal de operaciones de rampa debería encargarse de recibir la aeronave.

17. ¿Cómo se hace?

El técnico se conecta a la aeronave con unos audífonos y establece la comunicación con el piloto para preguntar la condición de la aeronave y si requiere mantenimiento.

18. ¿Por qué se hace de ese modo?

Siempre se ha hecho de ese modo desde los inicios de las operaciones, donde no había otras tecnologías de comunicación y monitoreo de fallas de la aeronave. No se ha actualizado el método de trabajo aprovechando el uso de nuevas tecnologías.

19. ¿Cómo podría hacerse?

El personal de operaciones de rampa podría recibir el avión, y preguntar al piloto la condición de la aeronave, en caso se requiera un técnico, se informara al área de mantenimiento.

20. ¿Cómo debería hacerse?

Distribuir las funciones de recepción al encargado de operaciones, el cual se contactara con la tripulación a la llegada de la aeronave para recibir los requerimientos, y en caso se necesite personal técnico, se comunicara al área de mantenimiento.

Actividad 2: Instalación y remoción de equipos de tierra

1. ¿Qué se hace?

Conectar y desconectar grupo electrógeno

2. ¿Por qué se hace?

Para suministrar energía eléctrica a la aeronave durante las operaciones en tierra

3. ¿Qué podría hacerse?

Eliminar la actividad a realizar por parte del técnico.

4. ¿Qué debería hacerse?

Tercerizar el servicio de instalación y remoción de equipos de tierra.

5. ¿Dónde lo hace?

En el gate del aeropuerto

6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?

Porque es el lugar donde esta estacionada la aeronave

7. ¿Dónde podría hacerse?

No se podría hacer en otro lugar, ya que se necesita energizar el avión con una fuente externa durante el tiempo que la aeronave esta estacionada en el gate.

8. ¿Dónde debería hacerse?

Se debería mantener el mismo lugar de trabajo para realizar la actividad.

9. ¿Cuándo se hace?

Cuando el avión está estacionado en el gate.

10. ¿Porque se hace en ese momento?

Porque en tierra se requiere suministrar de energía eléctrica a la aeronave desde una fuente externa (Grupo electrógeno).

11. ¿Cuándo podría hacerse?

No se podría hacer en otro momento.

12. ¿Cuándo debería hacerse?

Debería mantenerse el mismo momento

13. ¿Quién lo hace?

El técnico de mantenimiento.

14. ¿Por qué lo hace esa persona?

Porque no se ha contratado el servicio de terceros.

15. ¿Quién podría hacerlo?

El encargado de operaciones en rampa, o tercerizar el servicio

16. ¿Quién debería hacerlo?

El personal de talma, ya que estos también hacen el servicio de conexión y desconexión de equipos de tierra a otras aerolíneas, además están capacitados para hacerlo.

17. ¿Cómo se hace?

A la llegada del avión el técnico conecta el grupo electrógeno a la aeronave, y antes de la salida lo desconecta.

18. ¿Por qué se hace de ese modo?

En tierra es más económico hacer uso de una fuente externa para suministrar energía eléctrica a la aeronave, ya que hacer uso de los propios generadores del avión son muy costos, debido al consumo de combustible y disminución de su vida útil.

19. ¿Cómo podría hacerse?

Tercerizar el servicio, ya que el personal de talma realiza el servicio de conexión y desconexión de grupos electrógeno a otras aerolíneas y están certificados para realizarlo.

20. ¿Cómo debería hacerse?

Al momento de la llegada de la aeronave y una vez estacionada en el gate, el personal de talma conecta el grupo el electrógeno, y posteriormente hace la desconexión a requerimiento de la tripulación antes de la salida del vuelo.

Actividad 3: Inspección de la aeronave

1. ¿Qué se hace?

Inspeccionar la aeronave

2. ¿Por qué se hace?

Para encontrar daños en la aeronave, y pérdida de fluidos (aceite, combustible, hidráulico, etc.)

3. ¿Qué podría hacerse?

No se podría hacer otra cosa, ya que por seguridad se debe inspeccionar la aeronave.

4. ¿Qué debería hacerse?

Se debería seguir haciendo la inspección de la aeronave.

5. ¿Dónde lo hace?

En el gate del aeropuerto.

6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?

Es el lugar donde se estaciona la aeronave durante el transito

7. ¿Dónde podría hacerse?

No hay otro lugar para hacerlo durante el tránsito.

8. ¿Dónde debería hacerse?

Se debería seguir haciendo en el mismo lugar.

9. ¿Cuándo se hace?

Mientras la aeronave esta estacionada y se realiza el proceso de tránsito, es decir durante el embarque y desembarque de carga y pasajeros.

10. ¿Porque se hace en ese momento?

Se aprovecha el tiempo en que se realizan otras actividades en paralelo.

11. ¿Cuándo podría hacerse?

No podría hacerse en otro momento

12. ¿Cuándo debería hacerse?

Debería seguir haciéndose en el mismo lugar.

13. ¿Quién lo hace?

El técnico de mantenimiento

14. ¿Por qué lo hace esa persona?

Es el especialista y sabe que partes del avión debe inspeccionar.

15. ¿Quién podría hacerlo?

Ninguna otra persona podría hacerlo.

16. ¿Quién debería hacerlo?

Debería seguir haciéndolo un técnico de mantenimiento.

17. ¿Cómo se hace?

Durante el tránsito de la aeronave, el técnico da una vuelta de 360° alrededor del avión para realizar la inspección, con el fin de encontrar algún daño.

18. ¿Por qué se hace de ese modo?

Es parte del programa de mantenimiento inspeccionar la aeronave antes de cada vuelo para mantener la aeronavegabilidad y seguridad operacional.

19. ¿Cómo podría hacerse?

No podría hacerse de otro modo, ya que es un procedimiento de seguridad operacional.

20. ¿Cómo debería hacerse?

Se debería seguir haciendo la inspección de la misma forma, pero de manera continua, es decir, el técnico termina de inspeccionar la aeronave, y se dirige a otro avión para realizar la misma actividad.

Actividad 4: Solución de Fallas

1. ¿Qué se hace?

Solucionar fallas técnicas de la aeronave

2. ¿Por qué se hace?

Para que el avión realice su siguiente vuelo de manera segura.

3. ¿Qué podría hacerse?

Si existe una falla no podría hacerse otra cosa

4. ¿Qué debería hacerse?

Solucionar la falla o diferir según el manual.

5. ¿Dónde lo hace?

En el gate del aeropuerto

6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?

Es el lugar donde se estaciona la aeronave antes de realizar el siguiente vuelo.

7. ¿Dónde podría hacerse?

Durante el transito no podría hacerse en otro lugar

8. ¿Dónde debería hacerse?

Debería seguir haciéndose en el mismo lugar.

9. ¿Cuándo se hace?

Durante el tránsito de la aeronave, mientras se realiza otros procesos en paralelo como embarque y desembarque de pasajeros y carga, recarga de combustible, etc.

10. ¿Porque se hace en ese momento?

Se debe de realizar antes de la salida del vuelo, mientras se realizan otros procesos en paralelo para no afectar la puntualidad de hora programada de salida del avión.

11. ¿Cuándo podría hacerse?

Cuando recién llega la aeronave.

12. ¿Cuándo debería hacerse?

En cualquier momento que se presente una falla.

13. ¿Quién lo hace?

El técnico de mantenimiento

14. ¿Por qué lo hace esa persona?

El técnico está capacitado en solucionar fallas, debido a sus conocimientos en los sistemas de la aeronave.

15. ¿Quién podría hacerlo?

El técnico de mantenimiento es la única persona para solucionar una falla.

16. ¿Quién debería hacerlo?

Debería seguir haciéndolo el técnico de mantenimiento, ya que es el único personal capacitado para solucionar fallas.

17. ¿Cómo se hace?

El piloto reporta la falla en la bitácora de la aeronave y el técnico toma las acciones correctivas haciendo uso de los manuales técnicos del avión.

18. ¿Por qué se hace de ese modo?

La autoridad aeronáutica exige que toda falla debe ser registrada en la bitácora del avión. El técnico debe hacer uso de los procedimientos descritos en los manuales para dar solución a las fallas.

19. ¿Cómo podría hacerse?

El piloto, antes de la llegada del vuelo, podría informar vía ACARS o por frecuencia si el avión a presentado alguna falla.

20. ¿Cómo debería hacerse?

Se debería utilizar las tecnologías de información existentes para comunicar a tiempo si el avión llega con alguna falla.

Actividad 5: Recarga de combustible

1. ¿Qué se hace?

Recargar combustible a la aeronave

2. ¿Por qué se hace?

Es necesita abastecer de combustible a la aeronave antes de realizar el vuelo.

3. ¿Qué podría hacerse?

No se podría hacer otra cosa, ya que la aeronave necesita combustible.

4. ¿Qué debería hacerse?

Debería seguir realizándose la recarga de combustible

5. ¿Dónde lo hace?

En el gate del aeropuerto

6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?

Porque es el lugar donde esta estacionada la aeronave durante el tránsito.

7. ¿Dónde podría hacerse?

No podría realizarse en otro lugar.

8. ¿Dónde debería hacerse?

Debería seguir haciéndose en el mismo lugar donde se estaciona la aeronave a su llegada.

9. ¿Cuándo se hace?

Mientras se realiza el embarque y desembarque de pasajeros y carga.

10. ¿Porque se hace en ese momento?

Se aprovecha en abastecer combustible mientras se realizan otros procesos en paralelo para no afectar la hora de salida de la aeronave.

11. ¿Cuándo podría hacerse?

No se puede realizar en otro momento.

12. ¿Cuándo debería hacerse?

Debería seguir haciéndose en el mismo momento, antes de la salida del vuelo.

13. ¿Quién lo hace?

El técnico de mantenimiento

14. ¿Por qué lo hace esa persona?

No se ha capacitado a otro personal

15. ¿Quién podría hacerlo?

Podría hacerlo el encargado de las operaciones en rampa, ya que no es un trabajo de mantenimiento.

16. ¿Quién debería hacerlo?

Debería hacerlo un operador, y no un técnico de mantenimiento.

17. ¿Cómo se hace?

El área de operaciones y el piloto calculan la cantidad de combustible que se necesita para realizar el vuelo, y entregan al técnico la orden de combustible para que inicie el abastecimiento.

18. ¿Por qué se hace de ese modo?

No se ha actualizado los métodos de trabajo y distribución de funciones.

19. ¿Cómo podría hacerse?

El operador de rampa debería realizar la recarga de combustible por ser una actividad operativa.

20. ¿Cómo debería hacerse?

El operador de rampa recibe la información de la cantidad de combustible a recargar, y empieza con el proceso de recarga de combustible, además monitorea que el operador de la bomba de combustible, corte a la cantidad solicitada.

Actividad 6: Despacho de la aeronave

1. ¿Qué se hace?

Despachar la aeronave

2. ¿Por qué se hace?

Para remolcar el avión desde el gate hacia la pista de rodaje de aeronaves.

3. ¿Qué podría hacerse?

Distribuir las funciones de despacho, ya que es un trabajo operativo y no de mantenimiento.

4. ¿Qué debería hacerse?

Se debería eliminar la función de despacho por parte de mantenimiento, y distribuir la función al área de operaciones.

5. ¿Dónde lo hace?

En el gate y pista de rodaje de aeronaves.

6. ¿Por qué lo hace en ese lugar?

No hay otro lugar para realizarlo.

7. ¿Dónde podría hacerse?

No hay otro lugar para realizarlo

8. ¿Dónde debería hacerse?

Se debería hacer en el mismo lugar.

9. ¿Cuándo se hace?

Al terminar el proceso de transito

10. ¿Porque se hace en ese momento?

Porque se necesita mover la aeronave del gate y llevarlo a la pista de rodaje donde se iniciara el arranque de motores antes del despegue.

11. ¿Cuándo podría hacerse?

No podría hacerse en otro momento, ya que es la etapa final del proceso de tránsito.

12. ¿Cuándo debería hacerse?

Debería seguir haciéndose en el mismo momento.

13. ¿Quién lo hace?

El técnico de mantenimiento.

14. ¿Por qué lo hace esa persona?

No se ha capacitado a otro personal.

15. ¿Quién podría hacerlo?

El operado de rampa o tercerizar el servicio con personal de Talma

16. ¿Quién debería hacerlo?

Un personal operativo y no un técnico de mantenimiento, el cual está capacitado para realizar otras funciones.

17. ¿Cómo se hace?

El avión es conectado a un carro de remolque y es empujado por este hacia la pista de rodaje donde se inicia el arranque de motores. El técnico mantiene comunicación constante con el piloto para recibir instrucciones de la ubicación final del avión. La conducción del vehículo de remolque es realizado por el servicio de un tercero, pero este recibe instrucciones del personal técnico encargado del despacho.

18. ¿Por qué se hace de ese modo?

No hay otro modo de mover la aeronave desde el gate hacia la pista de rodaje, ya que la aeronave no puede retroceder por sus propios medios.

19. ¿Cómo podría hacerse?

No hay otro modo de hacerlo, pero debe ser realizado por un personal operativo y no por un técnico de mantenimiento.

20. ¿Cómo debería hacerse?

Debería hacerse de la misma forma, pero distribuir las funciones al operador de rampa.

3.3.13 DEFINIR EL METODO MAS ADECUADO

Después de haber realizado el análisis del método de trabajo actual, se pudo determinar que las actividades de recepción, recarga de combustible y despacho, podrían ser distribuidas al personal operativo de rampa, mientras la conexión y desconexión de los equipos de tierra pueden ser tercerizados a Talma para que ellos realicen el servicio. Estas actividades en mención son operativas y no agregan valor al proceso de línea, ya que generan tiempos de espera y recorridos innecesarios. Por otro lado, las actividades de inspección y solución de fallas, no pueden ser eliminadas ni distribuidas, ya que son funciones principales de un técnico de mantenimiento para asegurar la continuidad de la operación de manera segura.

Para justificar nuestra propuesta de mejora, primero debemos balancear el tiempo asignado entre el técnico y la aeronave haciendo uso del diagrama hombre-máquina para determinar el ciclo de trabajo, número de técnicos a utilizar para las inspecciones, y luego determinar el número de técnicos a necesitar para solucionar fallas. Además, se debe realizar la distribución de funciones y carga de trabajo del personal técnico haciendo uso de herramientas de organización y métodos. Finalmente, se presenta el flujograma del nuevo método de trabajo propuesto.

A. BALANCEAR EL TIEMPO ASIGNADO ENTRE EL PERSONAL TECNICO DE LINEA Y LA AERONAVE.

Para realizar una eficiente distribución de personal técnico de mantenimiento a las aeronaves que se encuentran en tránsito, durante los turnos de trabajo de 7:00 a 19:00 donde se concentran la mayor cantidad de vuelos, nos basamos en las herramientas de ingeniería de métodos, donde utilizaremos el diagrama de actividades múltiples, siendo esta técnica, la que más se ajustaba para hacer nuestro análisis y así plantear nuestra solución al problema.

Antes de empezar a desarrollar el diagrama de actividades múltiple, primero debemos conocer que tiempos vamos a utilizar. Los tiempos a utilizar son el tiempo estándar de 15 minutos, que el técnico necesita para en hacer una inspección en la aeronave, dicho tiempo es obtenido del DAP del técnico de mantenimiento. También, necesitamos el tiempo que demora el técnico para trasladarse de un avión a otro avión, que es de 2 minutos, la cual fue obtenido por toma de tiempos en observaciones durante turnos de trabajo. Otro tiempo a utilizar, es el tiempo de refrigerio de 45 minutos, que se le otorga a cada técnico, según políticas de la empresa. Finalmente, utilizaremos los registros de la base de datos obtenidos de la intranet de la compañía, de la hora de llegada y de salida programada de cada aeronave, donde la diferencia de dichas horas, es el tiempo de permanencia de la aeronave en tránsito.

Para asegurarnos que los resultados del desarrollo del diagrama de actividades sean exitosos, analizamos 1000 registros de las horas de llegada real y programada, además,

de las horas de salida real y programadas, encontrándose que hay una fuerte correlación y una baja variabilidad entre lo real y programado.

En el siguiente grafico (figura 46) se muestra el promedio de las horas reales y horas programadas de llegada de los aviones, encontrándose que existe una fuerte correlación de 0,9927 entre ellas y una baja variabilidad.

Figura 46: Correlación entre hora programada y real de llegada de aeronaves

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

En el siguiente grafico (figura 47) se representa el promedio de las horas reales y horas programadas de salida de los aviones, encontrándose que existe una fuerte correlación entre ellas y también una baja variabilidad.

Figura 47: Correlación entre hora programada y real de salida de aeronaves

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

A continuación, el desarrollo del diagrama de actividades múltiple realizado en Excel.

Figura 48: Resumen de Diagrama de actividades múltiples

			Toma	Toma 06	Toma 01	Toma 08	Toma 10	Toma 44	Toma 03	Toma 11	Toma 05	Toma 55	Toma 25
				Avion11	Avion12	Avion13	Avion14	Avion15	Avion16	Avion17	Avion18	Avion19	Avion20
	Tiempo(min)	tecnico 1	tecnico 2										
07:00	1												
07:01	2												
07:02	3												
07:03	4												
07:04	5												
07:05	6												
07:06	7												
07:07	8												
07:08	9												
07:09	10												
07:10	11												
07:11	12												
07:12	13												
07:13	14												
07:14	15												
07:15	16												
07:16	17												
07:17	18												
07:18	19												
07:19	20												
07:20	21	Inspecciona F	Inspecciona G										
07:21	22												
07:22	23												
07:23	24												
07:24	25												
07:25	26												
07:26	27												
07:27	28												
07:28	29												
07:29	30												
07:30	31												
07:31	32												
07:32	33												
07:33	34												
07:34	35												
07:35	36	camina	camina										
07:36	37												
07:37	38	Inspecciona H	Inspecciona I										
07:38	39												
07:39	40												
07:40	41												
07:41	42												
07:42	43												
07:43	44												
07:44	45												
07:45	46												
07:46	47												
07:47	48												
07:48	49												
07:49	50												
07:50	51												
07:51	52												
07:52	53	camina	camina										
07:53	54												
07:54	55												
07:55	56	Inspecciona J											
07:56	57												
07:57	58												
07:58	59												
07:59	60												
08:00	61												
08:01	62												
08:02	63												
08:03	64												
08:04	65												
08:05	66												
08:06	67												
08:07	68												
08:08	69												

08:59	120			Toma 06	Toma 01	Toma 08	Toma 10	Toma 44	Toma 03	Toma 11	Toma 05	Toma 55	Toma 25
09:00	121	camina		Avion11	Avion12	Avion13	Avion14	Avion15	Avion16	Avion17	Avion18	Avion19	Avion20
09:01	122												
09:02	123												
09:03	124												
09:04	125												
09:05	126												
09:06	127		Inspecciona O										
09:07	128												
09:08	129												
09:09	130												
09:10	131												
09:11	132												
09:12	133	Inspecciona P											
09:13	134												
09:14	135												
09:15	136		camina										
09:16	137												
09:17	138												
09:18	139												
09:19	140												
09:20	141	camina											
09:21	142												
09:22	143												
09:23	144		Inspecciona Q										
09:24	145												
09:25	146												
09:26	147												
09:27	148												
09:28	149												
09:29	150	Inspecciona R											
09:30	151												
09:31	152												
09:32	153		camina										
09:33	154												
09:34	155												
09:35	156												
09:36	157												
09:37	158	camina											
09:38	159												
09:39	160												
09:40	161		Inspecciona S										
09:41	162												
09:42	163												
09:43	164												
09:44	165												
09:45	166												
09:46	167	Inspecciona T											
09:47	168												
09:48	169												
09:49	170		camina										
09:50	171												
09:51	172												
09:52	173												

17:59	660												
18:00	661												
18:01	662												
18:02	663												
18:03	664												
18:04	665												
18:05	666												
18:06	667												
18:07	668												
18:08	669												
18:09	670												
18:10	671												
18:11	672												
18:12	673												
18:13	674												
18:14	675												
18:15	676												
18:16	677												
18:17	678												
18:18	679												
18:19	680												
18:20	681												
18:21	682												
18:22	683												
18:23	684												
18:24	685												
18:25	686	Inspecciona BC											
18:26	687												
18:27	688												
18:28	689												
18:29	690												
18:30	691												
18:31	692												
18:32	693												
18:33	694												
18:34	695												
18:35	696		Inspecciona BD										
18:36	697												
18:37	698												
18:38	699												
18:39	700												
18:40	701	camina											
18:41	702												
18:42	703												
18:43	704												
18:44	705												
18:45	706			camina									
18:46	707												
18:47	708												
18:48	709												
18:49	710	Inspecciona BE											
18:50	711												
18:51	712												
18:52	713												
18:53	714												
18:54	715												
18:55	716												
18:56	717												
18:57	718												
18:58	719												
18:59	720		Inspecciona BF										
19:00	721												

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

En el diagrama anterior mostrado, se presentó un resumen del desarrollo de actividades múltiples, debido lo extenso del desarrollo en el programa Excel. Se realizó una corrida de 53 aviones versus las actividades de los técnicos en cada minuto de trabajo para un mejor análisis.

Luego de haber concluido con la realización del diagrama de actividades múltiples, se puede comprobar, que si es posible utilizar solo dos técnicos para cubrir el total de aviones a inspeccionar en el turno de trabajo de 07:00 a 19:00 de la flota Airbus. Del diagrama desarrollado, también, podemos obtener los siguientes resultados: El tiempo de ciclo de cada técnico, la eficiencia de cada técnico dividiendo las horas efectivas de inspecciones entre las horas totales de un turno de trabajo.

El tiempo de ciclo, es aquel periodo de tiempo que el técnico cumple para inspeccionar, firmar conformidad de inspección, y caminar a la siguiente aeronave a ser inspeccionada. Del diagrama hombre maquina obtenemos los siguientes datos:

Total de aviones atendidos = 53

Aviones atendidos por técnico 1 = 27

Aviones atendidos por técnico 2 = 26

TIEMPO DE CICLO = 17 minutos / avión

EFICIENCIA DEL TECNICO = tiempo efectivo (min) / tiempo total del turno (min)

Donde:

Tiempo efectivo = aviones atendidos * tiempo de ciclo (min)

Tiempo total del turno = 12 horas = $12 \times 60 = 720$ min

Eficiencia técnico 1 = $27 \times 17 / 720 = 459 / 720 = 0.638 = 63.8\%$

Eficiencia técnico 2 = $26 \times 17 / 720 = 442 / 720 = 0.614 = 61.4 \%$

Promedio de eficiencia técnicos = $(0.614 + 0.638) / 2 = 0.626 = 62.6\%$

B. DETERMINAR EQUIPO DE TECNICOS PARA INSPECCIONES Y SOLUCION DE FALLAS.

Luego de realizar el diagrama de actividades múltiples, analizamos el historial de las ubicaciones de las aeronaves en los gates, las cuales son obtenidas de la base de datos de la programación de vuelos de la compañía. Dichos datos lo representamos en una gráfica de dispersión (figura 49), para analizar los gates que son asignados con mayor frecuencia por la torre de control a las aeronaves de LAN, en el turno de 7:00 a 19:00, con la finalidad de justificar la utilización de dos técnicos adicionales para apoyo en la inspección aeronaves ubicadas en los gates más lejanos, considerando que el tiempo de traslado de un avión a otro no continuo, en estos casos será mayor a 2 minutos.

En la siguiente figura 49, los puntos azules representan las aeronaves que son ubicadas en los gates.

Figura 49: Concentración de aeronaves en gates.

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

En la gráfica anterior, se muestra que la mayor concentración de aeronaves se ubica entre los gates 8 y 17. Es recomendable hacer uso de dos técnicos adicionales para cubrir la atención de las aeronaves que se ubican en los gates más lejanos.

Es necesario analizar la posibilidad que puedan ocurrir fallas de mantenimiento en las aeronaves durante los tránsitos, o que los técnicos de mantenimiento encuentren algún problema durante su proceso de inspección. Para dar solución a este problema, se plantea la creación de un equipo de técnicos de mantenimiento, encargados de solucionar fallas que puedan presentarse. Para determinar el número de técnicos que conformaran el equipo de solución de fallas, se necesita analizar las estadísticas de fallas en paralelo que han ocurrido en las aeronaves, es decir, el número máximo de aeronaves que han fallado a la vez durante el turno.

Figura 50: Máximo número de fallas en paralelo durante los tránsitos

La figura 50 anterior, muestra que desde enero del 2015 a octubre del 2017, han ocurrido 4 fallas en paralelo como máximo, es decir, fallaron cuatro aviones a la vez a la misma hora. En el proceso actual, es asignado un técnico por cada falla, por tanto, nos basaremos en las estadísticas para determinar que es necesario el uso de 4 técnicos para formar el equipo de solución de fallas, pero por motivos de seguridad ante cualquier eventualidad, se está considerando un técnico adicional, por lo tanto, el equipo de solución de fallas estaría integrado por 5 técnicos.

Finalmente, el número de técnicos de línea a utilizar en el turno de 7:00 a 19:00 es el siguiente: 4 técnicos para realizar inspecciones y 5 técnicos que conformaran el equipo de solución de fallas. Para que esta propuesta sea posible, se necesita distribuir las funciones operativas que actualmente realiza el técnico de línea durante la atención de aviones en tránsito. De esta manera, el técnico de línea podrá dedicarse por completo a sus funciones de inspección y solución fallas. En el siguiente capítulo se desarrolla la propuesta de redistribución de funciones.

C. DISTRIBUCION DE FUNCIONES Y CARGA DE TRABAJO DEL PERSONAL TECNICO.

Actualmente el personal técnico de línea, durante la atención de aviones en tránsito, viene realizando actividades operativas, que no son funciones directas de un técnico aeronáutico calificado. Las actividades operativas que realiza durante la atención de aviones en tránsito son las siguientes:

- Recepción de la aeronave
- Conexión del grupo electrógeno a la aeronave.
- Supervisión de recarga de combustible a la aeronave.
- Despacho de Aeronave.

En el presente capítulo, se plantea redistribuir las actividades operativas que realiza el técnico de mantenimiento, con el personal operativo que participa en la atención de aviones en tránsito, basándonos en herramientas de organización y métodos, aplicando redistribución de funciones y carga de trabajo. Las actividades del personal, tiene que ajustarse al tiempo de permanencia que va permanecer la aeronave en tierra, es por eso que se realizan actividades en simultáneo para asegurar que la aeronave cumpla con su hora exacta de salida, alineándose a los objetivos de puntualidad que se ha propuesto la compañía.

El personal que participa es el siguiente:

- Personal de LAN Perú: Encargado de operaciones, Técnico de mantenimiento y Pilotos.
- Personal de Talma: Servicio de estiba de la carga, Limpieza de aeronave y colocación de escaleras motorizadas.
- Personal de Exxon Mobil: Abastecimiento de combustible.
- Personal gate gourmet: Abastecimiento de alimentos.

A continuación en la siguiente tabla 47, se muestra las actividades en simultaneo del todo el personal encargo del servicio de tránsito de la aeronave.

Tabla 47: Diagrama Actividades Múltiples - Personal en tránsito de aeronave.

tiempo min	Aeronave	Encargado de operaciones (EOP)	Personal de servicio en tierra (6)	Personal de limpieza	Operador de combustible	Personal de gourmet	Piloto	Tecnico mantenimiento
5		briefing a personal						Esperar aeronave
10	llegada de aeronave a gate Tiempo total de Aeronave en gate 60 min		Abrir bodegas carga					recepcoanar aeronave
		Entregar Boleta de combustible	Esperar tiempo de apertura de bodegas	Limpiar aeronave	Ingresar camion de combustible	Retirar servicio de comidas		conectar grupo electrogeno
15		Registrar tiempos			Conectar manguera de combustible			
		Inspeccionar condicion de bodegas						
20		Coordinar desembarque de carga			Esperar orden para recargar combustible	Abastecer alimento de pasajeros		Inspeccionar 360 alrededor de aeronave
25			Bajar carga de bodegas				Inspeccionar 360 alrededor de aeronave	setear cantid comb.
30								
35		Registra inicio de estiba de carga	Esperar llegada de carga					
40		Registrar hr de embarque pasajeros			Recargar combustible (modo automatico)		Ingresa plan de vuelo a sistema de aeronave (rutas de la aeronave)	Esperar termino de proceso de recarga o realiza servicio de mantenimiento en caso sea requerido (fallas, recarga de aceite, etc)
45			Subir carga a bodegas					
50		Verificar embarque de carga						
55		Registrar hr final de embarque de pasajeros	cerrar de bodegas de carga		Desconectar mangueras			Inspeccionar retiro de camion
60		Inspeccionar cierre de bodegas	Esperar tiempo de cerrado de bodegas		se retira camion			
65		Registra hr de salida de aeronave						Esperar hora de salida.
70								Despachar aeronave

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

La transferencia de actividades operativas del técnico de mantenimiento, se realizara de la siguiente manera:

- Encargado de operaciones (EOP): Recepción, recarga de combustible y despacho de aeronave.
- Piloto: Da conformidad de cantidad de combustible abastecida a la aeronave.
- Personal de Talma: Conexión y desconexión de Grupo electrógeno. El personal de talma tiene experiencia en el uso de equipos electrógenos, ya que la empresa Talma, brinda servicios de alquiler de grupos electrógenos a otras compañías y también a LAN Perú en las horas de mayor demanda, Por tanto se negociara el contrato con la empresa Talma para incluir el servicio de conexión de grupos electrógenos en todos los tránsitos de las aeronaves.

Para realizar la transferencia de actividades, primero debemos evaluar la carga de trabajo de cada uno de ellos y comprobar si tienen minutos libres para asignarles nuevas funciones.

Los pasos a seguir para realizar la medición de trabajo es el siguiente:

- Determinar actividades (responsabilidades).
- Establecer nivel de relación de cada actividad con la función (A: fuerte, B: media, C: baja, D: sin relación).
- Determinar las veces que se repite las actividades.
- Tiempo unitario de cada actividad.

En la siguiente tabla 48, iniciamos con la medición de carga de trabajo del Encargado de operaciones (EOP) para determinar si es posible asignar más actividades a su carga de trabajo.

Tabla 48: Medición de carga de trabajo de Encargado de operaciones (EOP)

Información personal						
Nivel de instrucción:	Tecnico		Fecha:	15-Abr-17		
Nombre del puesto:	Encargado de operaciones (EOP)		Horarios:	7:00 a 19:00		
Organizacion:	Lan Peru		Horas por x turno:	12		
Funcion principal:	Asegurar el cumplimiento de las actividades del personal durante el avion en transito. Registra tiempos de actividades.		Tiempo de un transito	60 min		
Detalle de carga de trabajo						
N	Actividades	Tipo	Frecuencia	frecuencia	T(min)	T(min) total
1	Briefing(Instrucciones al personal)	A	Cada transito	2	5	10
2	Entrega solicitud de cantidad de combustible al tec	A	Cada transito	1	1	1
3	Registra tiempo de llegada de aeronave	A	Cada transito	1	1	1
4	Inspecciona condicion de las bodegas de carga	B	Cada transito	2	2	4
5	Coordina el desembarque de carga	A	Cada transito	1	8	8
6	Registra hora de inicio de estiba de carga	A	Cada transito	1	1	1
7	Registra la hora de embarque de pasajeros	A	Cada transito	1	2	2
8	Verifica que toda la carga ha sido embarcada	A	Cada transito	1	8	8
9	Registra hora del fin de embarque de pasajeros	A	Cada transito	1	2	2
10	Inspecciona cierre de puertas(carga y pasajeros)	B	Cada transito	1	2	2
11	Registra hora de salida de aeronave	A	Cada transito	1	1	1
						40

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Con los datos obtenidos de la tabla anterior, se muestra el análisis de la carga de trabajo del Encargado de Operaciones. Debido a las condiciones de trabajo se considera un 10% de tiempo suplementario.

Suplementos = S = 10%

Tiempo Normal (total) = TN = 40 minutos

Tiempo Estándar (total) = Ts = TN + (TN x %S) = 40 + (40 x 0.1) = 44 minutos

Eficiencia parcial: $44/60 = 73.33\%$

Se puede concluir que el Encargado de operaciones (EOP) tiene 16 minutos libres, por tanto es posible asignarle tres nuevas funciones operativas que realiza actualmente el técnico de mantenimiento, de recepción de aeronave, inspección de retiro de camión de combustible, y despacho de aeronave, adicionando un tiempo de 6 minutos a su carga de trabajo.

A continuación, se muestra la medición de carga de trabajo del Piloto al mando de la aeronave.

Tabla 49: Medición de carga de trabajo Piloto al mando de aeronave

Informacion personal						
Nivel de instruccion:	Oficio		Fecha:	18-Abr-17		
Nombre del puesto:	Piloto al mando		Horarios:	N/A		
Organizacion:	LAN Peru		Horas por x turno:	N/A		
Funcion principal:	Operacion de aeronave en tierra y vuelo		Tiempo de un transito	60 min		
Detalle de carga de trabajo						
N	Actividades	Tipo	Frecuencia	frecuencia	T(min)	T(min) total
1	Realiza inspeccion visual de cabina	A	Cada transito	1	3	3
2	Revisa libro de mantenimiento	A	Cada transito	1	3	3
3	Revisa reporte de fallas	A	Cada transito	1	2	2
4	Realiza inspeccion 360 al exterior de la aeronave	A	Cada transito	1	10	10
5	Analiza plan de vuelo	A	Cada transito	1	5	5
6	ingresa ruta y plan de vuelo en sistema de la aeronave	A	Cada transito	1	6	6
7	Prueba operacional de controles de vuelo	A	Cada transito	1	2	2
8	Configura aeronave para el vuelo	A	Cada transito	1	4	4
9	Realiza check list de cabina	A	Cada transito	1	3	3
10	Lectura de procedimientos de emergencia con el copiloto	A	Cada transito	1	4	4
						42

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Con los datos obtenidos de la tabla 49 anterior, se muestra el análisis de la carga de trabajo del Piloto al mando de la aeronave. Debido a las condiciones de trabajo se considera un 10% de tiempo suplementario.

Suplementos = S = 10%

Tiempo Normal (total) = TN = 42 minutos

Tiempo Estándar (total) = Ts = TN + (TN x %S) = 42 + (42 x 0.1) = 46,2 minutos

Eficiencia parcial: $46,2/60 = 77 \%$

Se puede concluir que el Piloto al mando de la aeronave tiene 13.8 minutos libres, por tanto, es posible asignarle la función, de dar conformidad de la cantidad de combustible abastecida a la aeronave, adicionándose un tiempo de 2 minutos a su carga de trabajo.

La siguiente actividad a distribuir, es con el personal la empresa Talma, encargada de prestar servicio de alquiler de equipos para servicio de tierra de las aeronaves, como escaleras motorizadas para embarque y desembarque de pasajeros, Plantas eléctricas (Grupos Electrógenos), plantas de aire acondicionado, plantas neumáticas para arranque de motores, donde incluye el servicio de conexión de dichos equipos por parte de su personal. Además, brindan el servicio de descargar y estibar la carga asignada a la aeronave y limpieza de aeronave.

Su personal se divide por equipos:

Equipo 1: Encargado de conexión de equipos de tierra (Escaleras motorizadas, grupos electrógenos, plantas de aire acondicionado, y plantas neumáticas)

Equipo 2: Descarga y estiba de la carga.

Equipo 3: Encargado del servicio de recarga de agua potable con camión cisterna y descarga de desechos de los baños con camión de tanque desechos.

Equipo 4: Personal de limpieza de aeronave.

Actualmente la LAN Perú cuenta con 6 grupos electrógenos, las cuales son conectadas a la aeronave por el técnico de mantenimiento, pero en el caso que la cantidad de grupos electrógenos no lleguen a cubrir la demanda necesaria, se hace un requerimiento de alquiler de equipos a la empresa TALMA que incluye el servicio de conexión y desconexión. Es por eso, que se negociara con la empresa talma, el servicio de conexión y desconexión de los grupos electrógenos en todos los aviones en tránsito, distribuyendo la función operativa que realiza actualmente el técnico de mantenimiento, ahorrando un tiempo de 3 minutos por avión, ya que es el tiempo utilizado para dicha actividad. Considerando que se atienden en promedio 53 aviones por turno, por día se están ahorrando 153 minutos, equivalente a decir 79.5 horas por mes.

Después de haber analizado la carga de trabajo y realizado la distribución de funciones del Encargado de operaciones (EOP) y Piloto al mando de la aeronave, se observó que si es posible asignarles nuevas funciones, por lo tanto, se procede a realizar la actualización del manual de funciones del personal en mención, donde se incluye sus nuevas actividades.

En resumen, la distribución es la siguiente:

- Encargado de operaciones en rampa (EOP): Recepción de aeronave, recarga de combustible, y despacho de aeronave.
- Piloto al mando de la aeronave: Da la conformidad de cantidad de combustible abastecida a la aeronave.

- Personal de Talma: Conexión y desconexión de grupo electrógeno.

Con la distribución de funciones se espera que el técnico realice funciones netamente de mantenimiento, y no funciones operativas como las viene haciendo actualmente, por lo tanto, el técnico dejara de realizar las siguientes actividades y esperas por cada aeronave:

a. Recepción de aeronave

Espera en gate para recepción de aeronave = 10 minutos

Recepción de aeronave = 2 minutos

Tiempo total de recepción = 12 minutos

b. Recarga de combustible

Inicio de recarga de combustible = 2 minutos

Espera por termino de recarga de combustible = 25 minutos

Tiempo total de recarga de combustible = 27 minutos

c. Despacho de aeronave

Inicio de despacho = 2 minutos

Trasladarse a zona de arranque de motores = 5 minutos

Dar área libre para arranque de motores = 5 minutos

Regresa a gate = 2 minutos

Tiempo Total de despacho = 14 minutos

El Tiempo total de actividades distribuidas = $(a+b+c) = 53$ minutos/ aeronave

Se considera 54 aeronaves por turno:

$(53 \text{ minutos} / \text{aeronave}) * 54 = 2862 \text{ minutos} / \text{turno} = 47.7 \text{ horas} / \text{turno}$

Al mes: $30 \text{ turnos por mes} = 47.7 \text{ horas} * 30 = 1431 \text{ horas}$

Las 1431 horas del tiempo total actividades que dejarán de realizar los técnicos en el proceso de línea, serán consideradas horas hombre ganadas para el área de mantenimiento, las cuales serán distribuidas al proceso de producción para incrementar la disponibilidad de técnicos y en consecuencia se buscara reducir el pago por horas extras para cumplir con la demanda de trabajos programados. Además, de reducir el costo de oportunidad por no uso de hangar debido a falta de técnicos.

D. FLUJOGRAMA Y CARACTERIZACION DEL NUEVO METODO DE TRABAJO PROPUESTO

Después de haber realizado la mejora de procesos haciendo uso de herramientas de ingeniería de métodos, se distribuyeron funciones operativas y carga de trabajo en las actividades del proceso de línea, con el fin de eliminar horas ociosas, disminuir recorridos, y tiempos de espera del técnico de mantenimiento. A continuación, se muestra el flujo grama y diagrama de caracterización propuesto del proceso mejorado.

Figura 51: Propuesta de proceso mejorado

Fuente Empresa: Elaboración Propia.

Figura 52: Caracterización del Proceso

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En el flujo grama y diagrama de caracterización mostrado el técnico solo realizara actividades de inspección a las aeronaves, solución de fallas, además de creación de reportes en el sistema, haciendo que el proceso de mantenimiento de línea sea continuo y más productivo.

3.4 HACER

Después de haber desarrollado la propuesta del nuevo método de trabajo, en este paso de la metodología “HACER”, se describirá el plan de capacitación y entrenamiento que se brindara al personal técnico y operativo con el fin de dar a conocer la nueva forma de trabajo y lograr un óptimo desempeño de sus funciones. Además, se determinaran los recursos necesarios, riesgos del nuevo del proceso, y estandarización del nuevo proceso documentando la información. Finalmente, se presentara el plan y cronograma de implementación.

3.4.1 PLAN DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO DEL NUEVO METODO

El área de mantenimiento de la aerolínea cuenta con 4 instructores y 3 modernas aulas dentro del hangar, donde se brinda entrenamiento y capacitación al personal técnico y operativo. Para la implementación del nuevo método de trabajo del proceso de línea, se desarrollara el siguiente programa de capacitación, donde se contó con el apoyo del área de instrucción de mantenimiento.

Tabla 50: Programa de capacitación personal de operaciones

PROGRAMA DE CAPACITACION							
RESPONSABLE	Analista de mejora continua	Código	LP-IND 1	Capacidad del aula		Evaluacion	
		Revisión	1				
NOMBRE DELPROGRAMA	Induccion al nuevo proceso de linea	Fecha:		30 alumnos		Teorica y practica	
NOMBRE DEL INSTRUCTOR		Dirigido a		Participantes		Lugar	
OBJETIVO	Formar al personal de operaciones con la nuevo metodologia de trabajo	A todo el personal de operaciones de rampa que asuma nuevas funciones		65 operadores , 5 supervisores de operaciones		Hangar de mantenimiento y gates del aeropuerto	
CONTENIDO DEL PROGRAMA							
MODULO 1		MODULO 2		Modulo 3		Modulo 4	
Tiempo horas	3.41	Tiempo horas	3.16	Tiempo horas	5.5	Tiempo horas	1.75
Introducción	0.25	Descripción del nuevo proceso	1.00	Canales de comunicación	1	Entrenamiento practico	0.25
Descripción del proceso actual	1.00	Actividades del nuevo proceso	1.00	Estándar de comunicación	0.5	Recepción de aeronave	0.25
Actividades del proceso actual	1.00	Nuevas funciones del personal	0.66	Contingencias	1	Recarga de combustible	0.5
Funciones del personal	0.66	Indicadores del nuevo proceso	0.50	Normas de seguridad	2	Despacho de aeronave	0.25
Indicadores del proceso actual	0.50			Evaluación	1	Evaluación practica	0.5
Horas del programa	13.82						
Elaborado por		Firma:					
Aprobado por	Jefe de mejora continua	Firma:					

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Tabla 51: Programa de capacitación personal de mantenimiento

PROGRAMA DE CAPACITACION MANTENIMIENTO							
RESPONSABLE:	Analista de mejora continua	Código	LP-MANTTO	Capacidad del aula		Evaluación	
		Revisión	1				
NOMBRE DELPROGRAMA:	Inducción al nuevo proceso de línea			30 alumnos		Practica	
NOMBRE DEL INSTRUCTOR		Fecha:					
OBJETIVO	Formar al personal técnico con la nuevo metodología de trabajo	Dirigido a		Participantes		Lugar	
		A todo el personal técnico de mantenimiento		40 técnicos , 4 supervisores		Hangar de mantenimiento y Gates del aeropuerto	
CONTENIDO DEL PROGRAMA							
MODULO 1		MODULO 2		Modulo 3		Modulo 4	
Tiempo horas	2.50	Tiempo horas	2.50	Tiempo horas	2.5	Tiempo horas	2
Descripción del proceso actual	1.00	Descripción del nuevo proceso	1.00	Canales de comunicación	1	Inspección continua	1
Actividades del proceso actual	1.00	Actividades del nuevo proceso	1.00	Estándar de comunicación	0.5	Respuesta a contingencias	1
Indicadores del proceso actual	0.50	Indicadores del nuevo proceso	0.50	Contingencias	1	Evaluación	
Horas del programa	9.50						
Elaborado por		Firma:					
Aprobado por	Jefe de mejora continua	Firma:					

Fuente Empresa: Elaboración Propia

3.4.2 RECURSOS PARA EL NUEVO METODO DEL PROCESO DE LINEA

Para el buen desempeño de las funciones del personal técnico de mantenimiento y del personal de operaciones de rampa, es necesario que se cuente con los siguientes recursos para la implementación del nuevo método de trabajo:

A. Recursos para personal técnico:

- **IPAD:** Serán comprados y entregados a cada técnico de mantenimiento para hacer más eficiente el desarrollo de sus funciones en el nuevo método de trabajo, donde a través de la web podrán visualizar la pizarra electrónica con la programación de llegada y salida de vuelos, manuales de mantenimiento de las aeronaves, y manuales de operaciones. Además, podrán hacer uso del sistema MXI para visualizar historial de fallas de cada aeronave, crear reportes de mantenimiento, verificar stock de componentes, y realizar pedidos al almacén.
- **Camioneta:** Se recomienda la compra de una camioneta para el transporte exclusivo de los técnicos de mantenimiento dentro del aeropuerto, con el fin de disminuir los tiempos de recorrido, y realizar una distribución continua del personal para la atención de los vuelos. La compra de la camioneta será justificada en la evaluación económica.
- **Radios Motorola:** Actualmente el personal técnico utiliza los radios Motorola para la comunicación abierta por frecuencia con las diferentes áreas y personal de mantenimiento: Almacén de herramientas, almacén técnico, soporte terrestre, movilidad, supervisores y otros técnicos.

- **Carro porta maleta de herramientas:** En el proceso actual, cada técnico de mantenimiento cuenta con maleta de herramientas, las cuales están equipadas con lo necesario para realizar trabajos menores de mantenimiento de línea, como cambio de componentes, ruedas, luces, ajuste de líneas hidráulicas, etc. En el nuevo método es necesario contar con carros porta maleta de herramientas para facilitar el movimiento de los técnicos.
- **Maletín con ruedas:** La compañía ha entregado a cada técnico de mantenimiento, un maletín con ruedas para guardar sus equipos de protección personal EPP, el cual cuenta con protectores auditivos, guantes, lentes, y gorras de seguridad, que serán usados para algún trabajo de mantenimiento específico. El otro uso de la maleta es para guardar las cartillas de inspección y documentación de la aeronave. En este nuevo método, se continuara con el uso del maletín.
- **Celular RPM Movistar:** El uso de equipos celulares es utilizado para mantener la comunicación con diversas áreas de la compañía. Uno de los usos más importantes es para mantener la comunicación directa con el área de soporte técnico de aeronaves, el cual está ubicado en la casa matriz de Santiago de Chile.

B. Recursos para Encargado de operaciones (EOP):

- **Headset:** Actualmente es utilizado por el técnico de mantenimiento, pero después de haber realizado la distribución de funciones, el personal de operaciones hará uso de los headsets para mantener la comunicación con la tripulación al momento de recibir la aeronave, recargar de combustible, y despachar de la aeronave.

- **RPM Movistar:** Actualmente utilizado por el personal de operaciones en rampa para mantener la comunicación con las diversas áreas de la compañía como operaciones, trafico, servicio al pasajero, carga, y mantenimiento.

3.4.3 ESTANDARIZACION DEL NUEVO METODO DEL PROCESO

Para estandarizar el nuevo método de trabajo del proceso de línea, se procederá a documentar y a actualizar del Manual de Organización y funciones, con las actividades del personal de operaciones en rampa, el piloto al mando de la aeronave, y personal técnico de mantenimiento.

A. Operador de rampa:

Formato 1: Manual de organización y funciones

LT AIRLINES	MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES	NRO de rev: 3
		Pag. 23 de 140

1.Datos del puesto	1 código	01351218
	2. área	Operaciones
	3 título del puesto	Encargado de operaciones (EOP)

2. Misión del Puesto	Coordinar las actividades del personal encargado de la atención de vuelos en tránsito (operaciones, Carga, Mantenimiento, y servicio de pasajeros). Asegurar el cumplimiento de actividades.
----------------------	--

3. Relaciones de trabajo	1. Depende del puesto:	Supervisor de operaciones
	2. Supervisa los puestos:	Personal de carga empresa Talma. Personal de seguridad
	3. Coordina con:	Área de mantenimiento. Área de operaciones Personal de Talma Tripulaciones. Servicio al pasajero. Exxon Mobil.

4. Funciones específicas del puesto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Briefing(Instrucciones al personal) 2. Recepción de aeronave. 3. Recarga combustible 4. Registra tiempo de llegada de aeronave. 5. Inspecciona condición de las bodegas de carga. 6. Coordina el desembarque de carga. 7. Registra hora de inicio de estiba de carga. 8. Registra la hora de embarque de pasajeros. 9. Verifica que toda la carga ha sido embarcada. 10. inspección de retiro de camión de combustible. 11. Registra hora del fin de embarque de pasajeros. 12. Inspecciona cierre de puertas (carga y pasajeros). 13. Registra hora de salida de aeronave. 14. Despacho de aeronave.
-------------------------------------	---

5. Perfil del Puesto	1. Técnico de producción, mantenimiento y/o Carrera a fin. 2. Experiencia en coordinación y manejo de personal. 3. Conocimientos en Procesos de calidad y Seguridad Industrial. 4. Conocimientos en idioma inglés. Nivel intermedio. 5. Manejo de Excel para generación de reportes.
----------------------	--

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

B. Piloto al mando de la aeronave:

Formato 2: Manual de organización y funciones.

LT Airlines	MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES	NRO de rev: 3
		Pag. 40 de 140

1.Datos del puesto	1 código	01351220
	2. área	Operaciones
	3 título del puesto	Piloto al mando

2. Misión del Puesto	Operación de la aeronave en tierra y vuelo.
----------------------	---

3. Relaciones de trabajo	1. Depende del puesto:	Jefe de Operaciones
	2. Supervisa los puestos:	Copiloto. Tripulación de cabina de pasajeros.

	3. Coordina con:	Área de mantenimiento. Área de operaciones. Tripulaciones de Cabina. Torre de control. Servicio al pasajero. Área de carga.
--	------------------	--

4. Funciones específicas del puesto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realiza inspección visual de cabina. 2. Revisa libro de mantenimiento. 3. Revisa reporte de fallas. 4. Realiza inspección 360 al exterior de la aeronave. 5. Da la conformidad de la cantidad de combustible abastecida a la aeronave. 6. Analiza plan de vuelo. 7. Ingresa ruta y plan de vuelo en sistema de la aeronave. 8. Prueba operacional de controles de vuelo. 9. Configura aeronave para el vuelo. 10. Realiza check list de cabina. 11. Lectura de procedimientos de emergencia con el copiloto.
-------------------------------------	---

5. Perfil del Puesto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Licencia de Piloto comercial. 2. 1800 horas de vuelo como mínimo. 3. Inglés avanzado (Nivel 4 OACI) 4. Conocimiento de procedimientos de emergencia.
----------------------	--

C. Personal técnico de mantenimiento:

Formato 3: Manual de organización y funciones.

LT Airlines	MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES	NRO de rev: 3
		Pag. 48 de 140

1.Datos del puesto	1 código	01351220
	2. área	Mantenimiento
	3 título del puesto	Técnico de mantenimiento

2. Misión del Puesto	Mantenimiento de aeronaves.
----------------------	-----------------------------

3. Relaciones de trabajo	1. Depende del puesto:	Jefe de Mantenimiento
	2. Supervisa los puestos:	1. Personal de Talma 2. Técnicos junior 3. Operador de recarga de combustible.
	3. Coordina con:	1. Área de mantenimiento. 2. Área de operaciones. 3. Tripulaciones. 4. Torre de control 5. Base de mantenimiento Santiago de Chile

<p>4. Funciones específicas del puesto</p>	<p>Personal de Técnico de línea:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realiza inspección visual 360 de la aeronave de acuerdo al check list del procedimiento de inspección, la cual debe ser usado obligatoriamente en cada tránsito. 2. Revisa libro de mantenimiento. 3. Revisa reporte de fallas. 4. Solución de fallas 5. Comunicación con base principal de Santiago de Chile para solicitud de soporte técnico. <p>Personal técnico de producción:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Traslado de aeronave desde los gates hacia el hangar. 2. Realiza trabajos de mantenimiento programado. 3. Revisa libro de mantenimiento y reporte de fallas. 4. Soluciona fallas. 5. Se comunica con base principal de Santiago para solicitud de soporte técnico
--	--

<p>5. Perfil del Puesto</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Técnico de Mantenimiento aeronáutico, o Ingeniero Mecánico, Eléctrico. 2. Licencia de Mecánico de mantenimiento aeronáutico en sistemas y motores. 3. Inglés Intermedio nivel técnico. 4. Habilitación en mantenimiento de aeronaves Airbus familia A320, Boeing 767, Boeing 787.
-----------------------------	---

Fuente Empresa: Elaboración Propia

3.4.4 PLAN Y CORONOGRAMA DE LA IMPLEMETACION DE LA MEJORA

El plan de implementación del proyecto está dividida en las fases del ciclo PDCA de mejora continua.

Figura 53: Fases del proyecto PDCA

Etapa	Actividad
Planificar	Identificar problema
	Analizar magnitud del problema
	Determinar costos
	Buscar posibles causas
	Identificar causas
	Establecer objetivo y metas
	Medidas de solucion
	Definir nuevo metodo
Ejecutar	Planificar capacitacion
	Definir recursos
	Definir riesgos
	Estandarizar nuevo metodo
	Implemetar nuevo metodo
	Capacitacion
Verificar	Establecer KPIs
	Balance scorecard
	Validacion economica
	Simulacion
Actuar	Acciones correctivas
	Mejora continua
	Estandarizar

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la siguiente tabla 42, se muestra el Gantt de las fases del proyecto y de las actividades de implementación del nuevo proceso

Tabla 52: Cronograma de las fases del proyecto

Fecha Inicio:	Revision: 1														
Fecha termino:	Codigo:														
Etapa	Dias	Responsable	SEMANAS												
			Sem 1	Sem 2	Sema 9	Sema 10	Sem 11	Sem 15	Sema 18	Sem 22	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28
Planificar	67														
Identificar problema	4	Supervisor / Analista mejora continua													
Analizar magnitud del problema	3	Analista de procesos													
Determinar costos	2	Jefe Mantenimiento / Analista procesos													
Buscar posibles causas	5	Analista de procesos													
Identificar causas	5	Analista de procesos													
Establecer objetivo y metas	3	Analista Mejora continua													
Medidas de solucion	25	Analista Mejora continua													
Definir nuevo metodo	20	Analista Mejora continua													
Ejecutar	46														
Planificar capacitacion	4	Jefe Instrucción / Mejora continua													
Definir recursos	4	Jefe de Mantenimiento / Mejora													
Definir riesgos	4	Analista Mejora continua													
Estandarizar nuevo metodo	4	Analista Mejora continua													
Implemetar nuevo metodo	30	Jefe Mejora continua													
Verificar	20														
Establecer KPIs	5	Analista Mejora continua / Jefe mantenimiento													
Balance scorecard	5	Analista Mejora continua													
Validacion economica	4	Gerente Mantenimiento / Mejora continua													
Simulacion	6	Analista Mejora continua													
Actuar	12														
Acciones correctivas	4	Jefe mantenimiento / Mejora continua													
Mejora continua	4	Analista Mejora continua													
Estandarizar	4	Analista Mejora continua													

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Tabla 53: Cronograma de actividades de implementación del proyecto

Fecha Inicio:	Revision: 1											
Fecha termino:	Codigo: LP-Proceso L											
PROGRAMA DE IMPLMENTACION												
Actividades	Responsable	Prog/Real	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sema 18	Sem 22	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 29
Elaborar el plan de mejora	Analista mejora continua	Prog										
		Real										
Proponer el plan de mejora	Analista mejora continua	Prog										
		Real										
Solicitar autorizacion a gerencia de Op y Mantto	Jefe mejora continua	Prog										
		Real										
Comunicar a todo el personal del nuevo metodo	Gerente de Op y Mantto	Prog										
		Real										
Desarrollar la Capacitacion	Jefe Instrucción / Analista mejora continua	Prog										
		Real										
Adquisicion de recursos	Jefe de compras	Prog										
		Real										
Prueba de equipos	Analista mejora continua	Prog										
		Real										
Practicas en campo	Lider del proceso/Analista mejora continua/Personal	Prog										
		Real										
Controlar y medir el proceso	Analista mejora continua	Prog										
		Real										
Verificar resultados	Analista mejora continua	Prog										
		Real										
Revison de la direccion	Gerente de Op y Mantto/Jefe mejora continua	Prog										
		Real										
Toma de deciciones	Gerente de Op y Mantto/Jefe mejora continua	Prog										
		Real										
Estandarizar	Jefe mejora continua/Analista de mejora continua	Prog										
		Real										

Fuente Empresa: Elaboración Propia

3.5 VERIFICAR

Pasado el periodo previsto de la implementación, la información será recopilada y analizada para compararla con los objetivos especificados al inicio del proyecto, con el fin de saber si se ha cumplido con lo establecido, y evaluar la mejora esperada. Para esto se propone la implementación de un cuadro de mando integral, con el fin de alinear los indicadores de la propuesta de mejora con las estrategias de la compañía.

3.5.1 Cuadro De Mando Integral

Como área de mantenimiento nos alinearemos a las estrategias de la compañía cumpliendo los objetivos de reducción de costos, entrega a tiempo de las aeronaves por mantenimiento para evitar retrasos a la salida de los vuelos y mantener los estándares de puntualidad establecidos por la compañía, procesos más productivos y eficientes, personal calificado y motivado.

A continuación, se muestra el Cuadro de Mando Integral propuesto para el área de mantenimiento con indicadores alineados a las perspectivas financieras, clientes, procesos, y crecimiento del personal de la compañía.

Tabla 54: Cuadro de Mando Integral propuesto para área de mantenimiento

CUADRO DE MANDO INTEGRAL MANTENIMIENTO

Perspectiva	Objetivos	Nombre Indicador	Formula / Criterio	Meta	Tendencia	Unidad	Frecuencia	Optimo	Tolerable	Deficiente	Responsable	Fuente
FINANCIERA	Reducir costos de mantenimiento	% Reduccion de costos	$100 * (\text{Costo trim año actual} - \text{costo trim año anterior}) / \text{costo trim año anterior}$	5%	Disminuir	%	Trimestral	5% 	4% - 5% 	< 4 	Gerente de Mantenimiento	Estados Financieros
CLIENTES	Entregar aeronaves a tiempo al area de operaciones	Retraso de entrega de aeronave	hr de salida-hr entrega < 60 min	60 min	Mantener	Minutos	Mensual	70 min 	70 a 60 min 	< 60 min 	Jefe de Mantenimiento	Control de Operaciones
CLIENTES	Mantener nivel de puntualidad	Retrasos mantto linea STAD 5	hr salida - hr programada < 5min	0 - 5 min	Disminuir	Minutos	Mensual	0 -5min 	5-15 min 	> 15 min 	Jefe de Mantenimiento	Pizarra electronica
PROCESOS INTERNOS	Incrementar la eficiencia del tecnico de Linea	Eficiencia tec linea	$(\text{Horas efectivas} / \text{horas totales del turno}) * 100$	62.6%	Aumentar	%	Diaria	62.6% 	58 - 62.6 % 	< 58% 	Jefe Linea	Gantt del coord Linea
PROCESOS INTERNOS	Incrementar la productividad del proceso de linea	Productividad	Numero de aviones atendidos / nro tec	7.5	Aumentar	-	Diaria	7.5 	6.5-7.5 	<6.5 	Jefe Linea	Gantt del coord Linea
PROCESOS INTERNOS	Incrementar la disponibilidad de tecnicos produccion	Disponibilidad de tecnicos produccion	$100 * (\text{HH Oferta de tec} / \text{HHDemanda de tecnicos})$	100%	Aumentar	%	Diaria	90-100% 	70-90% 	< 70% 	Jefe de produccion	Control planificacion
APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO	Capacitar al tecnico de mantenimiento	% De tecnicos capacitados	$100 * (\text{Nro de tecnicos capacitados} / \text{Total de tecnicos})$	100%	Aumentar	%	Trimestral	25% 	20-25% 	< 20 	Instrucción	Instrucción
APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO	Motivar al personal	Bonos x puntualidad	S/. 300 a cada miembro, SI el equipo esta dentro del STAD 5	Todos los equipos	Aumentar	Nro equipos	Mensual	4 Eq 	3 Eq 	< =2 Eq 	Jefe de Linea	Reporte de demora Transit web

Fuente Empresa: Elaboración Propia

3.5.2 Fichas del Proceso

A continuación, se presenta la ficha técnica de cada indicador con la descripción de cada uno de ellos para el seguimiento y cumplimiento de los objetivos, los cuales están alineados a las estrategias de la compañía.

Figura 54: Ficha de Indicador Eficiencia técnico de línea

LOGO EMPRESA	FICHA DE INDICADOR 1	Revisión: Fecha:
Nombre: Eficiencia técnico de línea		1.Objetivo Incrementar la eficiencia del técnico de línea a un 62.6%
2. Expresión Matemática / criterio: Eficiencia tec = (horas efectivas / horas totales del turno)x100		Donde: Horas efectivas: Horas que el técnico se encuentra con la aeronave Horas totales de turno: Turno de trabajo de 12 horas
3. Nivel de referencia 62.6% 58 - 62.6 % < a 58 Óptimo Tolerable Deficiente		4. Unidades: Porcentaje %
		5. Responsable: Jefe de Mantenimiento de línea
6. Punto de Lectura/ Fuente de información Punto de Lectura: Durante tránsitos de la aeronave Fuente de Información: Micro planning coordinador de línea		
7. Frecuencia de medición y reporte Frecuencia: Diaria Reporte: Mensual		
Realizado Por:		Aprobado por:

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Figura 55: Ficha de Indicador Productividad Proceso de línea

LOGO EMPRESA	FICHA DE INDICADOR 2	Revision: Fecha:
Nombre: Productividad proceso de línea Recurso Mano de Obra		1.Objetivo Incrementar la productividad del proceso de línea a
2. Expresión Matemática / criterio: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Productividad = Nro de aviones atendidos/nro tecnicos </div> <div> Donde: Nro de aviones atendidos: Aviones atendidos en turno = 53 Nro de tecnicos = 7 </div> </div>		
3. Nivel de referencia: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">7.5 Óptimo</div> <div style="text-align: center;">6.5 - 7.5 Tolerable</div> <div style="text-align: center;">< 6.5 Deficiente</div> </div>		4. Unidades: 5. Responsable: Jefe de Línea
6. Punto de Lectura/ Fuente de información Punto de Lectura: Al final del turno Fuente de Información: Micro Planning coordinador de Línea		
7. Frecuencia de medición y reporte Frecuencia: Diaria Reporte: Mensual		
Realizado Por:		Aprobado por:

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Figura 56: Ficha de Indicador Disponibilidad técnicos de producción

LOGO EMPRESA	FICHA DE INDICADOR 3	Revision: Fecha:
Nombre: Disponibilidad de tecnicos		1.Objetivo Incrementar la disponibilidad de tecnicos de produccion a 100 % para el cumplimiento de trabajos de mantenimiento programado
2. Expresión Matemática / criterio: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> $\text{Disponibilidad tec} = (\text{HH oferta de tecnicos} / \text{HH demanda de tecnicos}) \times 100$ </div> <div> Donde: HH oferta de tecnicos: HH del personal disponible en turno Demanda de tecnicos: HH necesarios para cumplir con trabajos </div> </div>		
3. Nivel de referencia: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">100% Óptimo</div> <div style="text-align: center;">70 - 90 % Tolerable</div> <div style="text-align: center;">< 70 % Deficiente</div> </div>		4. Unidades: Porcentaje % 5. Responsable: Jefe de Produccion
6. Punto de Lectura/ Fuente de información Punto de lectura: Antes de iniciar el turno de produccion Fuente de informacion: Control de Planificacion produccion		
7. Frecuencia de medicion y reporte Frecuencia: Diaria Reporte: Mensual		
Realizado Por:		Aprobado por:

Figura 57: Ficha de Indicador retrasos por mantenimiento

LOGO EMPRESA	FICHA DE INDICADOR 4	Revision: Fecha:
Nombre: Retrasos por mantenimiento		1.Objetivo Reducir los tiempos de demora al Estándar 5 minutos
2. Expresion Matematica / criterio: $Stad\ 5 = hra\ entrega - hra\ salida < 5\ minutos$		Donde: hra de salida: Hora de salida programada de la aeronave hra de entrega: Hora que se entrega la aeronave despues de una accion de mantenimiento
3. Nivel de referencia 0-5 min 5 - 15min > 15 min Optimo Tolerable Deficiente		4. Unidades: Minutos
6. Punto de Lectura/ Fuente de informacion Punto de lectura: En cada accion de mantenimiento Fuente de informacion: Control de transit web		5. Responsable: Jefe mantenimiento de linea
7. Frecuencia de medicion y reporte Frecuencia: Diaria Reporte: Mensual		
Realizado Por:		Aprobado por:

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Las propuestas de solución planteadas de balancear del tiempo asignado del personal técnico de línea en la aeronave y aplicando distribución de funciones, es posible mejorar el proceso de atención de aeronaves en tránsito de la flota Airbus de LAN, reduciendo el número técnicos y horas ociosas de los técnicos de línea. Con la nueva propuesta de mejora, solo es necesario usar 9 técnicos de línea en el turno 7:00 a 19:00 para la inspección y solución de fallas. En el proceso actual se utilizan 17 técnicos, por tanto se estaría recuperando 8 técnicos por día, incrementando a 2304 horas hombre la disponibilidad de técnicos al mes, las cuales serán distribuidos al proceso de producción del hangar de mantenimiento para cubrir la demanda de técnicos que se necesitan para cumplir con los trabajos de mantenimiento programados a las aeronaves. Cabe resaltar que en el análisis inicial se determinó que estaban faltando 1055 horas hombre para cumplir con la demanda de trabajos, pero con la mejora de procesos propuesta se estaría recuperando 2304 horas, reduciendo costos en pagos de horas extras, costos de oportunidad por no uso de hangar, y ahorro en desperdicios de horas hombre.

Con la mejora propuesta también se evidencia el siguiente incremento de la productividad:

- Proceso Actual: 53 aviones atendidos / 17 técnicos = 3.1 Aviones / Técnico
- Proceso Mejorado: 53 aviones atendidos / 9 técnicos = 5.88 Aviones / Técnico
- Incremento de la productividad: $(P \text{ final} - P \text{ Inicial}) / P \text{ Inicial}$
- Incremento de la productividad = $(5.88 - 3.11) / 3.11 = 89 \%$

3.6 ACTUAR

En esta fase se realizan las modificaciones según los resultados de la fase anterior para alcanzar los objetivos con las especificaciones planteadas al inicio. En caso fuese necesario, se propondrán nuevas mejoras hasta alcanzar el logro de los objetivos, Finalmente si los logros han sido alcanzados se busca estandarizar el proceso. A continuación se muestra la propuesta del procedimiento de mantenimiento de línea.

LTM Airlines	Procedimiento Mantenimiento de Línea	Rev: 1 Fecha: 15 Ene 2018
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<p>Objetivo:</p> <p>El objetivo del presente procedimiento es establecer los pasos a seguir para la atención de aeronaves en el proceso de Mantenimiento De Línea</p> <p>Aplicabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Al personal técnico de mantenimiento, Encargado de operaciones, conductores de movilidades. <p>Responsables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jefe de Mantenimiento de Línea: Facilitar los recursos necesarios para cumplimiento del presente procedimiento - Supervisor de Mantenimiento: Asegurar el cumplimiento del presente procedimiento. 		

Equipos ,herramientas, y Manuales:

- Maletín de herramientas: Cada técnico contara con un maletín de herramientas brindado por la compañía, con el fin de brindar el servicio de manteniendo en caso se requerido.
- Equipo de RPM: Utilizado para mantener comunicación con diferentes áreas para el cumplimiento de sus labores, además, para mantener contacto con soporte técnico desde la base principal de Santiago de Chile.
- Ipad: Utilizado para consultar la programación actualizada de las horas de llegada y salida de los vuelos. Consultar a manuales técnicos de las aeronaves, y realizar pedidos por sistema a almacén técnico.
- Movilidad: Para uso exclusivo en el transporte del personal técnico de mantenimiento dentro de las instalaciones del aeropuerto.

Flujo grama del proceso:

Actividades:

1. El coordinador de mantenimiento de línea asignara un técnico a cada aeronave, para el servicio de mantenimiento.
2. El personal de operaciones será el encargado de la recepción de la aeronave, y recibirá la información por parte de la tripulación de la condición de la aeronave
3. A la llegada de la aeronave el personal de servicios TMA colocara el grupo electrógeno a la aeronave para el suministro de energía eléctrica.

4. El técnico de mantenimiento realizara el procedimiento de inspección 360 a la aeronave con el fin de detectar cualquier anomalía como impactos por rayo, objetos extraños, desgaste de ruedas, fugas de fluidos como líquidos hidráulicos, aceite de motores, combustible etc.

5. El técnico de mantenimiento realizara La inspección 360 alrededor del avión, culminada la inspección pasara a inspeccionar la aeronave contigua, de acuerdo al ejemplo de la siguiente imagen:

Imagen de Inspección 360

- Nota 1: En caso el tecnico encontrara alguna anomalia o falla durante su inspeccion comunicara al supervisor de mantenimiento.
- Nota 2: En caso que la siguiente aeronave a inspeccionar se encuentre en un gate lejano, sera transportado en la movilidad asignada exclusivamente para el transporte de tecnicos.

5. El personal encardo de operaciones (EOP) será el responsable de la recepción, supervisión de la recarga de combustible, y despacho de la aeronave.

3.7 VALIDACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA

Para evaluar la viabilidad de la propuesta de mejora, se consideró a la reducción de los costos ocasionados por el problema como los ingresos del proyecto. Además, se hizo una estimación de los costos de inversión que incluyen los costos de horas hombre para el estudio del proyecto en cada una de sus fases, costos de compra de recursos (Camioneta, Ipad, carro porta maletas), y costo de capacitación del personal para inducción del nuevo método de trabajo. Otro de los costos a considerar son los gastos mensuales generados por el uso de la nueva camioneta como combustible y mantenimiento, el plan de datos de internet para los Ipad, y los sueldos del nuevo personal. También, se consideró la depreciación del activo de la camioneta y su venta al final del proyecto.

3.7.1 Ingresos de la mejora de proceso

Se consideró como ingresos del proyecto a los ahorros generados con la mejora del proceso, ya que, con la mejora será posible recuperar horas hombres, las cuales serán distribuidas al proceso de producción para cumplir con la demanda de trabajos programados, ahorrando sobre costos por pago de horas extras en mecánicos y estructuristas, además de los costos por no uso de hangar. En la siguiente tabla 55 se muestra un resumen de los ahorros, los cuales son los costos del problema, desarrollados en el capítulo 2, que se dejarían de pagar al mejorar el proceso.

Tabla 55: Ingresos de la mejora de procesos

BENEFICIOS	Año	Trim
Ahorro en costo de oportunidad por no uso de hangar	S/. 722,331.42	S/. 180,582.85
Ahorro en pago de horas extra Mecánicos	S/. 217,435.25	S/. 54,358.81
Ahorro en pago de horas extras estructuristas	S/. 90,125.06	S/. 22,531.27
Total beneficios	S/. 1,029,891.73	S/. 257,472.93

Fuente Empresa: Elaboración Propia

3.7.2 Inversión para la mejora de proceso

En la siguiente tabla 56 se muestra un resumen de los costos de inversión que se requieren para la propuesta de mejora

Tabla 56: Costos de inversión del proyecto

Inversión / Recursos	Cantidad	costo unitario \$	costo total \$	Costo S/.
Ipad WI-Fi +celular 32GB- space grey	10	530.79	5,307.90	S/. 17,091.44
Carro porta maleta herramientas	10	32	320.00	S/. 1,030.40
Estudio del Proyecto	1			S/. 21,947.92
Capacitación	1			S/. 26,184.02
Camioneta	1	26,000	26,000	S/. 83,720.00
			Total	S/. 149,973.78

Fuente Empresa: Elaboración Propia

El costo total de inversión estimado del proyecto es de S/. 149,973.78 Nuevos Soles.

3.7.3 Costos de la mejora del proceso

En el proyecto se consideran los siguientes gastos mensuales:

- Gasto por motivo de sueldo de dos choferes para el manejo de la camioneta.
- Gasto por motivo de sueldo de un practicante en ingeniería industrial.
- Gastos en combustible y mantenimiento generados por el uso de camioneta.
- Gasto de plan de datos de Ipad.
- Gasto por servicio de conexión de grupo electrógeno a las aeronaves por parte de la empresa de servicios de aeropuerto TM.
- Gastos por pago de bonos de productividad.

A continuación, se muestra los gastos mensuales y trimestrales a considerar:

Tabla 57: Costos pago a nuevo personal

	Aportes del empleador						Costo mensual
	Sueldo	Essalud 9%	SCTR Pension	SCTR salud	vida ley	Senati	
Chofer 1	S/ 1,200.00	S/ 108.00	S/ 4.65	S/ 4.65	S/ 7.41	S/ 43.62	S/ 1,368.33
Chofer 2	S/ 1,200.00	S/ 108.00	S/ 4.65	S/ 4.65	S/ 7.41	S/ 43.62	S/ 1,368.33
Prac Ing Ind	S/ 1,500.00	S/ 135.00	S/ 4.65	S/ 4.65	S/ 7.41	S/ 43.62	S/ 1,695.33
							S/ 4,431.99
	Costo Año	Gratificacion	CTS	Año	Trim		
Chofer 1	S/ 16,419.96	S/ 2,400.00	S/ 1,200.00	S/ 20,019.96	S/ 5,004.99		
Chofer 2	S/ 16,419.96	S/ 2,400.00	S/ 1,200.00	S/ 20,019.96	S/ 5,004.99		
Prac Ing Ind	S/ 20,343.96	S/ 3,000.00	S/ 1,500.00	S/ 24,843.96	S/ 6,210.99		
			Total	S/ 64,883.88	S/ 16,220.97		

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la siguiente tabla 58 se muestra los gastos incurridos en el uso de la camioneta, las cuales incluyen costos de combustible, mantenimiento y seguros. Para la evaluación del costo de combustible, se hizo una comparación con una de las movilidades de mayor uso en el área de mantenimiento, donde diariamente recorre un promedio de 113 Km en un turno de 12 horas, lo que equivale a un costo de combustible diario de S/.48 soles ó S/. 4346.8 por trimestre. El costo de mantenimiento se estimó en base a los kilómetros de recorrido de la camioneta versus los programas de mantenimiento recomendados por la marca Toyota. En la siguiente tabla se muestra los costos incurridos por trimestre del uso de la nueva camioneta.

Tabla 58: Costos de camioneta por trimestre

Concepto	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4	trim 5	trim 6	trim 7	trim 8
Combustible	S/. 4,346.87	S/. 4,346.87	S/. 4,346.87	S/. 4,346.87	S/. 4,346.87	S/. 4,346.87	S/. 4,346.87	S/. 4,346.87
Mantenimiento	S/. 400.00	S/. 1,050.00	S/. 1,850.00	S/. 1,050.00	S/. 1,200.00	S/. 1,050.00	S/. 1,850.00	S/. 1,050.00
Seguro				S/. 110.00				S/. 110.00
TOTAL	S/. 4,746.87	S/. 5,396.87	S/. 6,196.87	S/. 5,506.87	S/. 5,546.87	S/. 5,396.87	S/. 6,196.87	S/. 5,506.87

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la siguiente tabla 59, se muestra los costos por el pago mensual del servicio de datos de internet para los Ipad, y el costo del servicio de conexión y desconexión de plantas eléctricas a las aeronaves, el cual será realizado por la empresa de servicios TM con un costo por avión de 4.5 USD. Considerando que al día realizara el servicio a un promedio de 53 vuelos, se estima un costo trimestral de 21,465 USD ó S/. 69,117.30 Nuevos soles.

Tabla 59: Costos datos internet y conexión de plantas eléctricas

Costo IPAD	Cantidad	costo unit x mes	Costo x mes	costo anual	trim
Plan Datos	10	S/ 139.00	S/ 1,390.00	S/ 16,680.00	S/ 4,170.00

Descripcion	\$ por vuelo	Vuelos por día	Total día	Total trimestre USD	Total trim S/.
Servicio de conexión y desconexion planta electrica	4.5	53	238.5	21465	S/. 69,117.30

Fuente Empresa: Elaboración Propia

3.7.4 Flujo de caja de inversión del proyecto de mejora

De los puntos anteriores se considera la información de Ingresos, inversión, y costos de la mejora de procesos para el desarrollo del flujo de caja de inversión.

Supuestos:

- La tasa de descuento de descuento utilizada por la compañía en sus proyectos es de 17 %, equivalente a una tasa trimestral de 4.55%
- Tasa de impuestos del 30%
- Variación de reducción de costos 1.68% trimestral por motivos operacionales

- Depreciación total de Ipads a 2 años, según información de contabilidad de la compañía para equipos de cómputo, por tanto se considera valor en libros cero al final del último periodo.
- Depreciación total la camioneta en 5 años (20% anual), pero debido a que el proyecto tiene una duración de dos años, se considera su precio de venta al final del Periodo.
- Para efectos de la evaluación económica se considera a toda la población de técnicos el pago mensual del bono de productividad por motivo de puntualidad en la entrega de las aeronaves. El monto del bono es de S/. 300 nuevos soles, y la población total de técnicos del proceso de línea y producción es de 49

A continuación se muestra el desarrollo del flujo de caja del proyecto.

Tabla 60: Flujo de caja del proyecto

	0	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4	Trim 5	Trim 6	Trim 7	Trim 8
(+)BENEFICIOS (Reducción de costos del problema)		S/. 257,465	S/. 253,140	S/. 248,887	S/. 244,706	S/. 240,594	S/. 236,553	S/. 232,578	S/. 228,671
(-) COSTOS		S/. 144,678	S/. 145,328	S/. 146,128	S/. 145,438	S/. 145,478	S/. 145,328	S/. 146,128	S/. 145,438
Servicio conexión y desconexión planta		S/. 69,117	S/. 69,117	S/. 69,117	S/. 69,117	S/. 69,117	S/. 69,117	S/. 69,117	S/. 69,117
Camioneta		S/. 4,747	S/. 5,397	S/. 6,197	S/. 5,507	S/. 5,547	S/. 5,397	S/. 6,197	S/. 5,507
2 Choferes		S/. 10,010	S/. 10,010	S/. 10,010	S/. 10,010	S/. 10,010	S/. 10,010	S/. 10,010	S/. 10,010
Practicante Ing Industrial		S/. 6,211	S/. 6,211	S/. 6,211	S/. 6,211	S/. 6,211	S/. 6,211	S/. 6,211	S/. 6,211
Uso de DATOS Ipad		S/. 4,170	S/. 4,170	S/. 4,170	S/. 4,170	S/. 4,170	S/. 4,170	S/. 4,170	S/. 4,170
Bono productividad		S/. 44,100	S/. 44,100	S/. 44,100	S/. 44,100	S/. 44,100	S/. 44,100	S/. 44,100	S/. 44,100
(-) Depreciacion (Camioneta + Ipad)		S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322
(=) UAI = EBIT		S/. 112,787	S/. 107,812	S/. 102,759	S/. 99,268	S/. 95,117	S/. 91,225	S/. 86,451	S/. 83,234
(-) Impuestos	30%	S/. 33,836	S/. 32,344	S/. 30,828	S/. 29,780	S/. 28,535	S/. 27,367	S/. 25,935	S/. 24,970
(+) Depreciación (Camioneta + Ipad)		S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322	S/. 6,322
Flujo Económico de Operación (FEO)		S/. 85,274	S/. 81,791	S/. 78,254	S/. 75,810	S/. 72,904	S/. 70,180	S/. 66,838	S/. 64,586
Valor liquidacion activo camioneta									S/. 38,640
Inversion	-S/ 149,974								
Flujo de Caja de Libre Disponibilidad (FCLD)	-S/ 149,974	S/. 85,274	S/. 81,791	S/. 78,254	S/. 75,810	S/. 72,904	S/. 70,180	S/. 66,838	S/. 103,226
	-S/ 149,974	S/ 81,562.54	S/ 74,826.70	S/ 68,475.31	S/ 63,449.82	S/ 58,362.36	S/ 53,736.38	S/ 48,950.30	S/ 72,309.67
Tasa descuento anual	17.00%								
Tasa descuento Trimestral	4.55%								
Van	S/. 371,699								
TIR	52%								
Relacion Benefico-costo	S/. 2.48								

Fuente Empresa: Elaboración Propia

Se sustenta la viabilidad del proyecto desde el punto de vista económico de acuerdo a los siguientes resultados:

- $TIR > a \text{ Tasa de descuento} = TIR 52\% > a \text{ Tasa descuento } 17\%$
- $VAN > 0$ proyecto viable económicamente = VAN S/. 371,699
- Relación Benéfico / costo = S/. 2.48 Se obtiene un beneficio de S/. 2.48 soles por cada sol invertido.

3.7.5 Evaluación de escenarios de la propuesta de mejora

Para la evaluación económica se plantearon los escenarios optimista, esperado, y pesimista, analizando las variables de falta de horas hombre de mecánicos y estructuristas, ya que la reducción de costos del problema se basa en recuperar horas hombre con la mejora de procesos para cumplir con la demanda de trabajos programados.

La variable de falta de horas hombre mínimo, medio y máximo, están basados en la información histórica de la tabla 61, las cuales son horas que se esperan recuperar.

Tabla 61: Falta de horas hombre

Mes	Falta HH Mec	Falta HH Estruc
May-16	695	298.2
Jun-16	608.75	184.1
Jul-16	789.15	309.7
Ago-16	834	380.7
Set-16	713.9	318
Oct-16	847.85	386.6
Nov-16	712	305.5
Dic-16	762.6	223.4
Ene-17	717.75	317.7
Feb-17	830	346.6
Mar-17	741.5	337.7
Abr-17	694	300
Min	608.75	184.1
Medio	745.54	309.02
Max	847.85	386.6

Fuente empresa: Elaboración propia

De los valores mostrados en la tabla anterior nos planteamos los siguientes escenarios en función de las horas hombre que son posibles recuperar:

Tabla 62: Escenarios

	Escenarios		
	Optimista	Esperado	Pesimista
Recuperar HH Mec	847.85	745.54	608.75
Recuperar HH Est	386.60	309.02	184.1

Fuente empresa: Elaboración propia

Con la información de las variables bajo los tres escenarios planteados, se estimaron los resultados del VAN, TIR y relación Beneficio – costo del proyecto en el flujo de caja realizado, los cuales se simularon dichas variables en el software @RISK, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 58: Análisis del VAN

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la figura 58 mostrada se determina que el VAN es mayor a cero bajo los tres escenarios planteados con una probabilidad del 95%

VAN escenario optimista = S/. 412,134.97

VAN escenario esperado = S/. 342.681.01

VAN escenario pesimista = S/. 279,928.20

Figura 59: Análisis del TIR

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la figura 59 mostrada se determina que el TIR en los tres escenarios es mayor a la tasa de descuento de 17 % con una probabilidad del 95 %

TIR escenario optimista = 56.57 %

TIR escenario esperado = 48.604 %

TIR escenario pesimista = 41.274 %

Figura 60: Análisis Beneficio - Costo

Fuente Empresa: Elaboración Propia

En la figura 60 mostrada se determina que la relación Beneficio costo del proyecto es positiva en los tres escenarios con una probabilidad del 95%

Beneficio – costo optimista = 2.748 soles por cada sol invertido

Beneficio – costo esperado = 2.284 soles por cada sol invertido

Beneficio – costo pesimista = 1.866 soles por cada sol invertido

Se puede concluir que el proyecto es económicamente viable ya que bajo los tres escenarios el VAN es mayor a cero, el TIR es mayor a las tasa de descuento, y la relación Beneficio – costo es positiva.

CAPITULO 4

4.1 SIMULACION EN ARENA PROCESO ACTUAL.

Se desarrolla el BPMN inicial, antes de realizar la mejora de procesos, donde se identifican las actividades operativas que realiza el técnico, las cuales ocasionan horas ociosas y tiempos de espera. En la mejora de procesos se distribuyen dichas actividades al personal operativo.

Figura 61: BPMN de actividades del técnico de línea

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Del DAP figura 41 se registraron las actividades del técnico de línea con sus respectivos tiempos estandarizados, las cuales fueron explicadas a detalle en los capítulos anteriores. Dichos tiempos serán utilizados como ingreso de datos en el simulador Arena para cada actividad del técnico de línea. Otro dato de ingreso al simulador, es el tiempo de arribo entre cada aeronave durante el turno de 7am a 7pm, las cuales fueron obtenidas de la base de datos de la programación de vuelos, donde se utilizó una muestra de 1000 arribos para ser analizados en la herramienta Input Analyzer de Arena y obtener la distribución de arribos. Esta información permitirá determinar la cantidad de técnicos a utilizar para las inspecciones de aeronaves. A continuación un extracto de la base de datos utilizada.

Tabla 63: Validación datos de entrada

1	Turno de	Ubicación de	Hora llega	hora llegada	Matrícula	Hora salida	Hora salida	Frecuencia de llegada	Llegada	salida	
2	7:00 a 19:00	avión	programada	real		programada	real		(D-C) min	(H-G)min	tiempo en tierra
3	:00 a 19:00	Toma 10	07:00	07:22	CC-BFO	07:50	08:26	00:20	0:22:00	0:36:00	1:04:00
4		Toma 06	07:20	07:08	CC-CQL	07:55	08:19	00:00	-0:12:00	0:24:00	1:11:00
5		Toma 14	07:20	07:01	CC-BAH	08:35	08:38	00:00	-0:19:00	0:03:00	1:37:00
6		Toma 44	07:20	07:45	CC-CQM	08:45	09:00	00:05	0:25:00	0:15:00	1:15:00
7		Toma 26	07:25	07:30	CC-CYL	08:40	09:50	00:30	0:05:00	1:10:00	2:20:00
8		Toma 09	07:55	07:43	CC-BJF	08:40	08:40	00:15	-0:12:00	0:00:00	0:57:00
9		Toma 12	08:10	08:02	CC-BCD	09:05	09:01	00:00	-0:08:00	-0:04:00	0:59:00
10		Toma 08	08:10	08:24	CC-CQK	09:20	09:20	00:15	0:14:00	0:00:00	0:56:00
11		Toma 10	08:25	08:35	CC-BCF	08:40	09:20	00:25	0:10:00	0:40:00	0:45:00
12		Toma 07	08:50	09:00	CC-BCE	09:40	09:46	00:10	0:10:00	0:06:00	0:46:00
13		Toma 75	09:00	08:57	CC-CPL	09:40	09:52	00:00	-0:03:00	0:12:00	0:55:00
14		Toma 09	09:00	09:03	CC-CPF	10:05	10:09	00:15	0:03:00	0:04:00	1:06:00
15		Toma 43	09:15	09:35	CC-CPQ	10:20	10:41	00:05	0:20:00	0:21:00	1:06:00
16		Toma 11	09:20	09:47	CC-BFK	10:05	10:31	00:00	0:27:00	0:26:00	0:44:00
17		Toma 06	09:20	09:23	CC-BFL	10:20	10:29	00:10	0:03:00	0:09:00	1:06:00
18		Toma 19	09:30	09:53	CC-CPM	12:10	12:33	00:25	0:23:00	0:23:00	2:40:00
19		Toma 10	09:55	10:08	CC-BFP	10:55	11:06	00:05	0:13:00	0:11:00	0:58:00
20		Toma 09	10:00	10:18	CC-BFM	10:45	10:58	00:00	0:18:00	0:13:00	0:40:00
21		Toma 08	10:00	10:16	CC-CPI	10:45	10:51	00:50	0:16:00	0:06:00	0:35:00
22		Toma 22	10:50	11:38	CC-BJA	12:40	12:51	00:30	0:48:00	0:11:00	1:13:00
23		Toma 14	11:20	11:33	CC-CQL	12:10	12:10	00:00	0:13:00	0:00:00	0:37:00
24		Toma 08	11:20	11:51	CC-BFO	12:20	12:30	00:10	0:31:00	0:10:00	0:39:00
25		Toma 10	11:30	11:16	CC-BJD	12:30	12:40	00:05	-0:14:00	0:10:00	1:24:00
26		Toma 16	11:35	11:21	CC-CPD	12:40	12:39	00:10	-0:14:00	-0:01:00	1:18:00
27		Toma 07	11:45	12:29	CC-BCF	14:00	14:15	00:25	0:44:00	0:15:00	1:46:00
28		Toma 12	12:10	11:57	CC-CYJ	13:45	13:51	00:45	-0:13:00	0:06:00	1:54:00

972		Toma 41	08:25	08:30	CC-CPQ	12:30	12:38	00:05
973		Toma 12	08:30	08:57	CC-BJD	09:40	09:39	00:25
974		Toma 10	08:55	09:09	CC-BFK	10:00	10:06	00:05
975		Toma 13	09:00	09:29	CC-CPD	09:40	10:13	00:00
976		Toma 04	09:00	09:05	CC-BFL	09:50	09:54	00:15
977		Toma 09	09:15	09:14	CC-CPJ	09:55	10:06	00:10
978		Toma 05	09:25	09:33	CC-BFO	10:15	10:16	00:05
979		Toma 02	09:30	09:53	CC-CPF	10:30	11:18	00:05
980		Toma 08	09:35	09:46	CC-BFP	10:40	10:39	00:15
981		Toma 06	09:50	10:10	CC-CQL	10:30	10:51	00:05
982		Toma 12	09:55	09:56	CC-COY	10:45	10:45	00:10
983		Toma 61	10:05	09:42	CC-BCD	10:45	10:46	00:00
984		Toma 13	10:05	10:15	CC-BFN	10:55	11:10	00:45
985		Toma 22	10:50	10:34	HC-CPQ	12:25	12:34	00:05
986		Toma 20	10:55	11:00	CC-CXF	13:10	13:05	00:05
987		Toma 17	11:00	11:00	CC-BGF	12:00	12:09	00:15
988		Toma 11	11:15	11:07	CC-CYJ	12:35	12:34	00:00
989		Toma 21	11:15	11:19	CC-BJA	12:40	13:05	00:10
990		Toma 08	11:25	11:30	CC-BJF	12:15	12:14	00:15
991		Toma 10	11:40	11:45	CC-BFM	12:20	12:25	00:10
992		Toma 16	11:50	11:48	CC-CYL	12:40	12:40	00:00
993		Toma 15	11:50	11:58	CC-BFQ	13:25	13:36	00:05
994		Toma 02	11:55	11:55	CC-CPI	14:30	14:30	00:50
995		Toma 11	12:45	13:25	CC-BFR	14:05	14:13	00:25
996		Toma 10	13:10	13:06	CC-BJD	13:50	13:57	00:15
997		Toma 16	13:25	13:56	CC-BFL	14:45	14:49	00:10
998		Toma 66	13:35	15:31	CC-BFK	17:15	17:24	00:10
999		Toma 08	13:45	13:38	CC-CPJ	16:15	16:27	00:15
1000		Toma 10	14:00	14:05	CC-BCD	14:40	14:43	00:00
1001		Toma 06	14:00	14:25	CC-CQL	19:35	20:16	00:15

Fuente: Empresa (programación de vuelos)

De la base de datos mostrada, también se analizó en el Input Analyzer, la distribución del tiempo de permanencia en tierra de las aeronaves en tránsito, esta información permitirá determinar los tiempos de espera y horas ociosas del técnico de línea. A continuación, se describe el desarrollo de la simulación en arenas de las actividades del técnico de línea, donde se utilizaron como datos de entrada la información antes mencionada.

- A. Simulación del proceso de MODELO actual: La corrida se inicia con el arribo del primer avión, al inicio del turno de las 07:00 am, tiempo en la cual se considera el uso de horas hombre del técnico de mantenimiento.

Figura 62: Actividades del técnico en Arena

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

- B. La frecuencia de llegada entre cada aeronave fue de 14 minutos, la cual fue calculado en el Input analyzer del simulador, cuya distribución fue ingresada como data para la corrida inicial.

Figura 63: Actividades del técnico en Arena

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

C. Comportamiento de frecuencia de llegada de aeronaves Input Analyzer.

Elaboración Propia

D. La muestra del tiempo de permanencia en tierra de la aeronave fue analizada en el Input Analyzer, la cual permitirá determinar su distribución que será ingresada como dato en el simulador.

Figura 64: Ingreso de datos del tiempo de permanencia en tierra de aeronave.

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

E. En la siguiente figura 65, se muestra la distribución del tiempo de permanencia en tierra de las aeronaves analizado en Input Analyzer, la cual fue utilizado en la figura anterior.

Figura 65: Distribución del tiempo de permanencia en tierra de aeronave.

Fuente: Empresa (Elaboración propia)

- F. En la siguiente figura 66, se muestra el final de la corrida en el simulador Arena, donde se comprueba que al término del turno de 7am a 19:00 horas, se atendieron en total 58 aviones, utilizando como recurso 13 técnicos de mantenimiento de línea.

Figura 66: Corrida del proceso actual de atención de aviones

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

G. Resultados de la simulación: Se atendieron en promedio 58 aeronaves en un turno de 7:00 a 19:00

Figura 67: Resultado en arenas de modelo actual

03:44:10p.m.	Category Overview	dicembre 6, 2015
Unnamed Project		
Replications: 1	Time Units: Hours	
Key Performance Indicators		
System	Average	
Number Out	58	

Fuente: Arenas (Elaboración Propia)

H. Con los resultados de la simulación, para atender los 58 aviones en el proceso actual, se utiliza en promedio 13 técnicos. Cabe resaltar que en la situación real se hace uso de 16 técnicos.

Figura 68: Resultado recursos

Resource				
Usage				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
TECNICO	0.4092	(Insufficient)	0.00	0.7692
Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
TECNICO	5.3194	(Insufficient)	0.00	10.0000
Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
TECNICO	13.0000	(Insufficient)	13.0000	13.0000

Fuente: Arenas (Elaboración Propia)

4.2 SIMULACION EN ARENA DEL PROCESO MEJORADO.

Después de haber realizado la mejora de procesos haciendo uso de herramientas de ingeniería de métodos, se, distribuyeron funciones operativas y carga de trabajo en actividades del proceso de línea, con el fin de eliminar horas ociosas, disminuir recorridos, y tiempos de espera del técnico de mantenimiento. A continuación, se muestra el flujograma del proceso mejorado, donde el técnico realizara actividades de inspección a las aeronaves y solución de fallas, haciendo que el proceso de mantenimiento de línea sea continuo y más productivo. Las actividades en rojo, son las actividades que fueron distribuidas al personal operativo.

Figura 69: BPMN del proceso mejorado de aviones en tránsito

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

En el BPMN se muestra que el técnico de mantenimiento solo realiza actividades de inspección. Con esta mejora se atenderán la misma cantidad de aeronaves, utilizando menos recursos de técnicos. En los estudios anteriores, se demostró que con la mejora del

proceso es posible hacer el uso de 2 técnicos durante el turno para realizar las actividades de inspección, la cual se validara en la siguiente simulación.

- A. En este modelo se retiró el tiempo de permanencia en tierra de la aeronave, ya que el uso del técnico no depende del tiempo que el avión permanezca en tierra. Solo se consideró el tiempo promedio de 15 minutos para la actividad de inspección. En el resto de actividades, se cambió el recurso técnico, por el recurso operador.

Figura 70: Corrida del proceso Mejorado

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

- B. A continuación, se muestra del reporte de Arenas después de la corrida del proceso mejorado.

Figura 71: Reporte de corrida proceso mejorado

12:11:42p.m.

Category Overview

febrero 7, 2016

Unnamed Project

Replications: 1

Time Units: Hours

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

54

Resource

Usage

Instantaneous Utilization

Average

Half Width

Minimum Value

Maximum Value

OPERADOR

0.8038

(Insufficient)

0.00

1.0000

TECNICO

0.5649

(Insufficient)

0.00

1.0000

Number Busy

Average

Half Width

Minimum Value

Maximum Value

OPERADOR

4.0188

(Insufficient)

0.00

5.0000

TECNICO

1.1297

(Insufficient)

0.00

2.0000

Number Scheduled

Average

Half Width

Minimum Value

Maximum Value

OPERADOR

5.0000

(Insufficient)

5.0000

5.0000

TECNICO

2.0000

(Insufficient)

2.0000

2.0000

Scheduled Utilization

Value

OPERADOR

0.8038

TECNICO

0.5649

Fuente: Arena (Elaboración Propia)

C. Análisis de resultado final.

Al realizar la corrida del modelo de proceso mejorado, donde el técnico solo se encargara de las actividades de inspección, cuyo tiempo promedio es de 15 minutos, el resultado del modelo muestra el uso de 2 técnicos de mantenimiento para un promedio de 54 aviones atendidos, el cual coincide con los resultados del diagrama de actividades múltiples desarrollado en el capítulo anterior, permitiendo un eficiente balance del tiempo de asignación de técnicos a las aeronaves. Cabe mencionar que en capítulos anteriores, se evaluó el uso de 2 técnico adicional para la inspección de aeronaves ubicadas en gates más lejanos, además de la formación de un equipo de 5 técnicos para la solución de fallas, reduciendo el número de técnicos por día de 17 a 9 Técnicos.

CAPITULO 5

5.1 CONCLUSIONES

En el marco teórico se presenta un conjunto de herramientas de ingeniería industrial y metodologías de solución de problemas, que sirvieron como base para la investigación del presente proyecto de tesis. Dentro de las metodologías que se evaluaron para ser aplicadas fueron Seis Sigma, Reingeniería y el ciclo de Mejora continua de Deming, siendo esta última la elegida para el desarrollo de nuestra mejora de procesos, por ser la que más se ajustaba al proyecto en cuanto a, tiempo de implantación y respuesta, costo de implementación, estandarización del proceso, y mejora de la productividad.

En el capítulo 2, se hace una evaluación de la situación actual de la empresa, tanto en el contexto externo, como interno, siendo LAN Perú la aerolínea de mayor participación en el mercado Nacional. Uno de los planes estratégicos de la compañía, para mantenerse líder en el mercado, es su costo de competitividad, con el objetivo de reducir costos de aproximadamente USD 800 millones de dólares en los próximos 4 años, mejorando sus procesos internos y haciéndolos más eficientes.

En la evaluación interna, se identificó el problema que se presenta en el área de mantenimiento de LAN Perú, la cual se divide en dos áreas, mantenimiento de producción y mantenimiento de línea. El área de mantenimiento de producción, que es la encargada de realizar los trabajos de mantenimiento programado exigidos por el fabricante, se presenta un alto número de cancelaciones de trabajos de mantenimiento programado a las aeronaves, debido a falta de horas hombre de técnicos disponible para cumplir con la

demanda de trabajos. En el área de mantenimiento de línea, encargada de los trabajos de mantenimiento de aviones en tránsito, se identificó que su principal problema es un alto índice de horas ociosas del personal técnico, las cuales tienen en promedio un 50% de horas ociosas, respecto al total de horas trabajadas. El problema identificado, ocasiona un impacto económico en sobre costo de S/. 1'029,891.73 soles.

En el capítulo 3, para dar solución al problema que aquejan ambas áreas, se planteó mejorar los procesos de atención de aviones en tránsito, haciendo uso de herramientas de Ingeniería de métodos, balanceando eficientemente el número de técnicos asignados a la aeronaves, además de distribuir funciones operativas y carga de trabajo, para que el técnico de línea, el cual tiene un costo de hora hombre mayor que el personal operativo, se dedique únicamente a las actividades de inspección de las aeronaves, de esta manera, se eliminan recorridos, actividades innecesarias, tiempos de espera y horas ociosas. En consecuencia, se recuperan horas hombre efectivas, las cuales serán distribuidas en el área de producción, para incrementar la oferta de técnicos y así cumplir con la demanda de trabajos programados en el área de producción.

En el nuevo proceso mejorado de atención de vuelos, realizado por el personal técnico de línea, se van a utilizar 4 técnicos dedicados solamente a realizar inspecciones, además de 5 técnicos que conformaran un equipo para solución de fallas.

Con esta mejora, se están utilizando 9 técnicos de los 17 que son usados en el proceso actual, por tanto están recuperando 8 técnicos por día, que hacen un total de 96 horas hombre diarias, las cuales serán repartidas al área de producción para cumplir con la demanda de trabajos de mantenimiento programado.

Finalmente, en el capítulo 4, después de desarrollar la mejora de procesos aplicando herramientas de ingeniería Industrial, se desarrolló la validación, realizando la simulación en el software Arena de las actividades que realiza el técnico de mantenimiento de línea y el personal operativo, durante la atención de aeronaves en tránsito. El resultado del modelo, valida el uso de 4 técnicos para realizar las inspecciones a un promedio de 54 aviones durante el turno de 7am a 19 horas.

5.2 RECOMENDACIONES.

Para dar solución al problema identificado, se mejoraron los procesos en el área de línea, para recuperar horas hombre y distribuirlas al área de producción, pero no se hizo una evaluación del proceso de producción, por tanto se recomienda hacer un estudio de los procesos actuales de producción, las cuales se desarrollan en el hangar, para identificar nuevos problemas, como por ejemplo, falta de estandarización de las tareas de mantenimiento, falta de estudio de las habilidades del personal técnico en cuanto a conocimientos y eficiencia, recorridos que realiza el personal técnico para el desarrollo de sus actividades, mejora de la distribución de planta, para que los recursos tales como herramientas, materiales, equipos y repuestos sean abastecidos eficientemente. Esta mejora de procesos en el área de producción se complementara con la mejora de procesos realizada en el presente proyecto. Como resultado se tendrá las dos áreas principales de mantenimiento trabajando eficientemente, con nuevas formas y métodos de trabajo.

Al inicio de la presente tesis, se evaluó como alternativa de solución, disminuir los recorridos desde el hangar de mantenimiento hacia los gates para recuperar una mayor cantidad de horas hombre, pero, para que sea posible esta alternativa de solución, era

necesario aplicar herramientas de distribución de planta, el cual tienen un costo más elevado, debido al traslado de equipos y áreas. Esta alternativa se dejó de lado, ya que, la solución de mejora de métodos de trabajo era de menor costo y tiempo con un mayor beneficio para la empresa. Por tanto se recomienda hacer un estudio costo benéfico de la mejora en distribución de planta, la cual se complementara con las soluciones planteadas en el presente proyecto.

Bibliografía

Alonso-Torres, C.(2014). *Orientaciones para implementar una gestión basada en procesos*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3604/360433597005.pdf>

Alfaro, F., Alfaro, M.(2010). *Diagnósticos de productividad por multimomentos*. Barcelona. Editorial Marcombo.

Alonso-Torres, C.(2014). *Orientaciones para implementar una gestión basada en procesos*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3604/360433597005.pdf>

Angel, M. J. (2011). *Gestión de procesos (o gestión por procesos)*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Baca, G. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Balcázar, H.; Lagunas, P.(2013). Importancia del análisis de los procesos de una organización para el cumplimiento de los requisitos de ISO 9001:2000 y para la mejora de su desempeño, 2013, pp. 98-102, Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/analisis.pdf>

Barrera, M. & Aguado, G. (2013). La evaluación integral de programas y procesos: un camino hacia la calidad, *Educere* , 2013, vol. 11, no. 13, pp. 209-215.

Bravo, J.(2011). *Gestión de procesos*. Santiago de Chile. Editorial Evolución S.A.

Bravo Carrasco, J.(2012). *Gestión de Procesos en Chile 2012 Diagnóstico y Propuestas*. Santiago de Chile; Editorial Evolución S.A.

Belcher, John, G.(2012). *Productividad total*. 5ta, edición. Argentina:Ed. Granica.

Benjamín Niebel y Andris Freivalds. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. (2012) Duodécima Edición. México.

Bulla, G. (2011). *Estudio de la desintermediación de una cadena de suministro de consumo masivo. Modelación con dinámica de sistemas», (tesis de grado)*, Santiago de Cali, Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería,

Campoverde, E.; Cando, M. & Gordon , W.(2011). *Implementación de un Centro de Mantenimiento Aeronáutico en la Ciudad de Guayaquil*. Recuperado de

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14838/1/Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20Centro%20de%20Mantenimiento%20Aeron%C3%A1utico%20en%20la%20Ciudad%20de%20Guayaquil%20.pdf>

Cusinga , H. (2013). Planificación de La Gestión de Inventarios y Análisis de su impacto a través del uso de curvas de intercambio en una empresa metal mecánica del rubro Pesquero y Minero. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1754/CUSINGA_HAROLD_GESTION_INVENTARIOS.pdf?sequence=1

Dias, K. & Palma, J. (2010). Caracterização e avaliação de processos de seleção de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica de mapeamento» Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2010, vol. 15, no. 14, pp. 347-356, ISSN 1809-4457.

Franklin, F. E. B. (2014). *Organización de empresas (4a. ed.)*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Gutiérrez, H. (2013). Calidad Total Y Productividad. México: Mc Graw Hill

Gutiérrez, P. H. (2014). *Calidad y productividad (4a. ed.)*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Kurosawa, K. (2013). Medición y Análisis de la Productividad a Nivel de Empresa. YRGOY, Venezuela.

Leyva, L. J. C. (2011). *Análisis multicriterio para la toma de decisiones métodos y aplicaciones*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Llanes-Font, Mariluz; Isaac-Godínez, Cira Lidia; Moreno-Pino, Mayra; García-Vidal, Gelmar.(2014). De la gestión por procesos a la gestión integrada por procesos. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3604/360433598002.pdf>

Llanes-Font, Mariluz; Isaac-Godínez, Cira Lidia; Moreno-Pino, Mayra; García-Vidal, Gelmar.(2014). De la gestión por procesos a la gestión integrada por procesos. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/3604/360433598002.pdf>

Lucey, J. (2010). Productivity: What's going on in europe part II. Management Services, 51(2), 40.

Luzardo, L. & Vásquez, G.(2010). Sistema de Control de Procesos Empresariales por medio de Indicadores de Gestión aplicado al Departamento de Servicio al Cliente en el Proceso de Facturación y Atención de Reclamos de la empresa Plásticos S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil. (Tesis para título).Escuela Politécnica del litoral . Instituto de Ciencias Matemáticas. Guayaquil, Ecuador.

Martínez, M. A., & Cegarra, N. J. G. (2014). *Gestión por procesos de negocio: organización horizontal*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Mercado, E. (2011) Productividad, base de la Competitividad. México: LIMUSA

Medina, A.; Nogueira, D.; Hernández & A.; Viteri, J.(2012). Relevancia de la gestión por procesos en la planificación estratégica y la mejora continua. Eídos, vol. 2, ISSN 1390-499X.

Ortiz, C. & Sánchez, F.(2011). Diseño de un Sistema de Control de Procesos por Medio de Indicadores de Gestión para una Empresa de Seguridad Social a Afiliados de la Ciudad de Milagro en el Periodo Enero a Junio del Año 2010. Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17068/1/CICYT%20resumen%20cf.pdf>

Pardo, Á. J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Pepper, S.(2011).*Definición de gestión por procesos*. Recuperado de <http://www.medwave.cl/medios/medwave/mayo2011/1/medwave.2011.05.5032.pdf>

Pérez, José (2010). *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC Editorial.

Prokopenko,J.(2010).Productivity Management.A practical handbook. Geneva-Switzerland:International Labour Organization.

Pepper, S.(2011).*Definición de gestión por procesos*. Recuperado de <http://www.medwave.cl/medios/medwave/mayo2011/1/medwave.2011.05.5032.pdf>

Ruíz, D., Almaguer, R., Torres, I. & Hernández, A.(2014). *La gestión de procesos, su surgimiento y aspectos teóricos*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181529931002>

Rodríguez C. y Velásquez Y. (2014). Percepción de la Gerencia sobre los Factores que afectan la Productividad en la Pyme del Sector Metalúrgico Y Minero De Venezuela. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33932433004.pdf>

Rojo, A.(2014). Diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto.Recuperado de <http://www.s bqconsultores.es/diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-causa-efecto/>

Serpell, A. (2010). Administración de operaciones de construcción. Santiago de Chile: Editorial de la Universidad Católica de Chile Escuela de Ingeniería.

Schroeder, R. G., Meyer, G. S., & Rungtusanatham, M. J. (2011). *Administración de operaciones: conceptos y casos contemporáneos (5a. ed.)*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Sumanth, D. (2011). Administración para la productividad total. México D.F.: Continental.

Vargas Florez, Jorge(2010). Logística industrial para ingeniería industrial.Lima: PUCP.

Víctor, G. S., & María de los Ángeles,Rodrigo Oltra. (2016). QUÉ ES SEIS SIGMA, BARRERAS Y CLAVES DE FUNCIONAMIENTO EN LAS PYMES. *3C Tecnología*, 5(1), 13-24. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n1e17.13-24>