



**Universidad de Matanzas Sede “Camilo Cienfuegos”**



**Facultad de Ciencias Empresariales**

**Departamento Industrial**

**Tesis en opción al título de Ingeniera  
Industrial**

**Título: Procedimiento para la mejora de la capacidad en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez.**

**Autora:** Dayelsi Febles González

**Tutor:** MsC. David Delgado Rodríguez

MsC. Yoel Almeda Barrios

**Matanzas, 2019**

## **Pensamiento**

Con frecuencia las dificultades preparan a personas ordinarias para un destino extraordinario.

CS Lewis

## **Declaración de autoridad**

Declaro ser la única autora de esta tesis en opción al título de Ingeniera Industrial, en calidad de lo cual autorizo al Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez” y a la Universidad de Matanzas para que la utilicen con la finalidad que estimen conveniente.

---

Dayelsi Febles González

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente

---

Tribunal

---

Tribunal

---

Tribunal

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi mamá, sin la cual no hubiera sido posible recorrer el camino para llegar hasta aquí, por su apoyo, su confianza y sus consejos, por no permitir nunca que mi carácter y terquedad me alejaran del rumbo a seguir.

## **Agradecimientos**

- A toda mi familia, la cual siempre me apoyó en el transcurso del camino hacia hacer mis sueños realidad.
- A mi mamá y a mi papá, que más que darme la vida me dieron sueños por los que luchar y esperanzas para nunca abandonarlos.
- A mis hermanos Dariel y Richard, que son los motores que dan vida a mis días, gracias por existir y ser lo que más amo en la vida.
- A mis amigos, que nunca dudaron de que podría llegar hasta aquí y aguantaron cada una de mis quejas cuando ni siquiera tenían idea de lo que estaba hablando (El 4trico, Osny, Grettica y Anaylis).
- A mis compañeros de clase, sin los cuales estos años no hubieran sido iguales, porque cada uno es especial y diferente, e hicieron que cada uno de mis días fuera inolvidable.
- A Claudia que más que amiga ya es mi familia, pues no solo son 5 sino 8 años aprendiendo a conocernos y a querernos, por siempre estar ahí para mi y jamás alejarte.
- A Ody, que siendo una total desconocida se ganó mi cariño y afecto, ocupando hoy un lugar en mi corazón, gracias por cada uno de los momentos donde me brindaste la mano.
- A Anny, que sin decir nada digo todo, mi amiga, hermana, confidente, y acompañante en todos los momentos y circunstancias, gracias por adoptarme y ser mi amiga.
- A mis tutores, David y Yoel, por su paciencia, apoyo y dedicación, se que este último tiempo sin ustedes no hubiera sido igual.
- A los trabajadores del Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez, que me abrieron sus puertas para llevar a cabo este estudio y me apoyaron.

## Resumen

El desconocimiento de la dirección del Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez sobre la capacidad requerida para el desarrollo óptimo de las actividades, donde se genere un mejor cumplimiento de los tiempos de estancia en tierra de las aeronaves y aprovechamiento de los recursos, en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves, conlleva a plantear como **problema científico** de la investigación: ¿Cómo mejorar la capacidad de operaciones en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez?.

Como derivación de ello se plantea como **objetivo general**, desarrollar un procedimiento para la mejora de la capacidad de operaciones en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron técnicas y métodos que facilitaran el cálculo de la capacidad requerida, como son el muestreo del trabajo, la observación y el cronometraje de operaciones.

Se obtienen como principales resultados: la planificación de la platilla para cada brigada de trabajo en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto, siendo necesarios 9 y 12 trabajadores respectivamente, para los períodos comprendidos como alza y baja, así como la recomendación de reestructuración en la asignación de las labores a los trabajadores y la implementación de un sistema de vigilancia temprana.

## **Summary**

Ignorance of the direction of the Juan Gualberto Gómez International Airport on the capacity required for the optimal development of activities, where a better compliance with the times of stay on the ground of the aircraft and use of resources is generated, in the Operations Departments and Cleaning of Aircraft, leads to raise as a scientific problem of the investigation: How to improve the capacity of operations in the Operations and Aircraft Cleaning Departments of the Juan Gualberto Gómez International Airport ?.

As a result of this, it is proposed as a general objective to develop a procedure for the improvement of the operations capacity in the Operations and Aircraft Cleaning Departments of the Juan Gualberto Gómez International Airport.

For the development of the research techniques and methods were used to facilitate the calculation of the required capacity, such as the sampling of work, observation and timing of operations.

The main results are obtained: the planning of the plate for each working brigade in the Aircraft Operations and Cleaning Departments of the Airport, being necessary 9 and 12 workers respectively, for the periods included as rise and fall, as well as the recommendation of restructuring in the assignment of tasks to workers and the implementation of an early surveillance system.

## Índice

Introducción .....	1
Capítulo 1 Estudio conceptual sobre la administración de operaciones .....	7
1.1 Estrategias para la construcción de capítulo.....	7
1.2 Servicios aeroportuarios.....	7
1.2.1 Handling .....	9
1.3 Administración de operaciones.....	11
1.4 Planificación de operaciones.....	13
1.4.1 Planificación de operaciones en procesos de servicios.....	14
1.5 Capacidad en los servicios.....	15
1.5.1 Planificación de la capacidad.....	17
1.5.2 Método para la determinación de la capacidad productiva de las empresas....	19
1.6 Ingeniería de método.....	20
1.7 Estudio de tiempos de trabajo .....	22
1.7.1 Estudio de aprovechamiento de la Jornada Laboral.....	23
1.7.2 Normación del trabajo.....	24
Conclusiones parciales.....	25
Capítulo 2 Procedimiento propuesto para la planificación de la capacidad en los departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez”.....	27
2.1 Caracterización del Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez” .....	27
2.2 Antecedentes de la investigación .....	30
2.3 Conformación del procedimiento propuesto para el análisis.....	30
2.3.1 Conformación del equipo de trabajo.....	31
2.3.2 Etapas iniciales.....	32

2.3.3 Caracterización y clasificación del sistema productivo .....	32
2.3.4 Descripción y análisis del proceso. ....	34
2.3.5 Estudios de tiempos de trabajo .....	36
2.3.6 Análisis de la plantilla en el departamento. ....	38
2.3.7 Acciones de mejora. ....	44
Conclusiones parciales.....	44
Capítulo III Análisis de los resultados de la investigación.....	45
3.1 Aplicación del procedimiento .....	45
3.1.1 Conformación del equipo de trabajo.....	45
3.1.2 Cumplimiento de las etapas iniciales del estudio .....	45
3.1.3 Caracterización y clasificación de los servicios .....	45
3.1.4 Descripción y análisis de las actividades de la UOT del Aeropuerto internacional "Juan Gualberto Gómez" .....	46
3.1.5 Resultados del estudio de métodos y tiempos de trabajo.....	53
3.1.6 Cálculo de la plantilla necesaria.....	53
3.2 Propuestas de mejoras para optimizar el trabajo de los departamentos estudiados	66
Conclusiones Parciales .....	67
Conclusiones Generales.....	68
Recomendaciones .....	69
Bibliografía.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexos.....	75

## Introducción

En el mundo actual impulsado por una economía cada vez superior, se hace inevitable reconocer el papel que juega el sector empresarial. El mismo es el encargado de indagar en las necesidades de los consumidores y se ve obligado a buscar la satisfacción de ellos mediante la elaboración de bienes y servicios, para así impulsarse.

Según Chapman (2006) la realidad empresarial se contempla como “un sistema abierto al entorno y compuesto por un conjunto de partes interrelacionadas entre sí, las cuales desarrollan funciones tendentes a lograr un objetivo común. Cada parte es únicamente una pieza de este sistema total, interdependiente con los demás elementos claves de un conjunto del que nunca deben aislarse si no pierde el verdadero sentido de su funcionamiento y de su existencia”.

Como se plantea anteriormente al ser un sistema abierto al entorno el mismo se ve impulsado por las actuaciones y tendencias actuales del mundo, como es la globalización. La globalización es una condición que se ha incrementado en las últimas décadas, tanto que se ha convertido en una cuestión prioritaria para la supervivencia de muchas empresas; las cuales generarán un conjunto de bienes y servicios, bajo la dirección y responsabilidad del empresario, con la finalidad de satisfacer las necesidades del mercado mediante la contraprestación del precio.

Las empresas tienen diversas clasificaciones según varios criterios, como son: la propiedad del capital, su tamaño, su organización jurídica y forma de titularidad o su sector productivo.

Según este último aspecto se pueden clasificar como: productoras de bienes que son las dedicadas a la producción ya sean empresas agrícolas, artesanales, industrias de fabricación, etc. o prestadoras de servicios que incluye a las organizaciones de seguros, de enseñanza, de comunicaciones y de transporte, entre otras; las cuales son y representan el impulso para el desarrollo de la sociedad.

Para las prestadoras de servicios existe una característica distintiva, pues en ellas es imposible crear inventarios de servicios, ya que en las empresas de este tipo se requiere satisfacer la demanda en el momento en el cual se presenta, donde la capacidad es un parámetro muy importante, por lo cual recurre al marketing para lograr su eficiencia y eficacia.

Las empresas de servicios son organizaciones que facilitan la producción y distribución de bienes, mediante prestaciones. Estas por lo general, tienen características como la intangibilidad, heterogeneidad, simultaneidad, e inseparabilidad.

Luego de este análisis se pueden explicar situaciones cotidianas como las tarifas ofrecidas por los hoteles durante la semana para los viajeros de negocios y otra los fines de semana para los vacacionistas; o de igual manera en los servicios aeronáuticos las tarifas aéreas con descuentos.

Los servicios aeronáuticos tienen gran repercusión en la actualidad. Su valor se encuentra directamente relacionado con tres factores fundamentales. El primero es que los aeropuertos son grandes generadores de puestos de trabajo en las actividades directamente asociadas a la canalización del tráfico aéreo. En segundo lugar, las empresas dedicadas a actividades de alto valor añadido tienden a localizarse en territorios que disponen de aeropuertos con una oferta extensa y densa de conexiones aéreas. Finalmente, la actividad turística, que es una de las industrias con mayor peso en el Producto Interno Bruto, se sustenta en gran parte en el tráfico que proporcionan los aeropuertos (Bel et al., 2006).

En Cuba la industria del turismo es desde la década del 90 del siglo XX, un fuerte contribuyente al estado económico, y como se analizó anteriormente sin un eficaz servicio aeroportuario no podría ser esto posible. De ahí que se destaquen los principales aeropuertos internacionales del país, el “José Martí” ubicado en la ciudad capitalina y en la Provincia de Matanzas se encuentra el aeropuerto “Juan Gualberto Gómez”, este enmarca su relevancia debido a la cercanía que tiene con el polo turístico de Varadero, visitado anualmente por millones de extranjeros y reconocido a nivel internacional por su hermosa playa.

A partir de ello se destaca la importancia de un correcto servicio en los aeropuertos, donde tiene gran notabilidad para lograr la calidad requerida por los clientes, la Unidad de Operaciones en Tierra, o Unidad de Handling como también se le llama, la cual es la encargada de la prestación de todos los servicios contratados por las aeronaves, con la calidad requerida y en el tiempo establecido; y para ello cuenta con diversos departamentos, como son: Departamentos de Servicios a Pasajeros, Equipos Especiales, Equipaje, Limpieza de Aeronaves y Operaciones.

Para el correcto funcionamiento de estos departamentos se requiere que exista una función encargada, de que los recursos o insumos sean combinados y transformados de una forma controlada a partir de los objetivos de la empresa, a la cual se le llama Administración de Operaciones (AO).

El estudio de la AO tiene gran importancia; la AO es una de las tres funciones principales de cualquier organización y se relaciona integralmente con el resto de las funciones

empresariales, ella analiza cómo se organizan las personas para efectuar la tarea productiva, y estudia cómo se producen los bienes y servicios lo cual permite comprender lo que hacen los administradores de operaciones. Además, es una parte muy costosa de una organización. De hecho, la AO proporciona una gran oportunidad para que la organización mejore su rentabilidad y eleve su servicio a la sociedad (Heizer et al., 2009). En las empresas de manufactura el resultado de la AO usualmente es un bien bastante evidente, ya que son productos tangibles; y en otros casos donde el resultado no es un producto tangible, son llamados servicios y en su mayoría se encuentran escondidos para el público, incluso para los clientes, para los cuales son perecederos en el tiempo.

El área de la administración se encuentra dedicada tanto a la investigación como a la ejecución de todas aquellas acciones dirigidas a generar el mayor valor agregado mediante la planificación, organización, dirección y control en la producción de bienes como de servicios destinados a aumentar la satisfacción de los clientes y disminuir los costos.

En las empresas de servicios la AO permite monitorear la trayectoria de los proyectos y el desempeño del personal e implementar controles de calidad.

Todas las empresas, ya sean de producción o de servicios, tienen como objetivo final la maximización de la ganancia, mediante la utilización de recursos o factores de la producción, creadores de riqueza. Ellas deben usar esos recursos de manera eficiente, lo cual es el objetivo final de la función de administración y se encuentra basada en la planificación, que contribuye a su propia conveniencia y a su sentido del deber social.

A fin de asegurar que estén disponibles los recursos para contemplar su misión, una organización debe planear las operaciones antes de poder llevarlas a cabo. Sin una planeación anticipada, es probable que una empresa no pueda producir suficiente para lograr satisfacer un incremento en la demanda futura. Quizás la capacidad no esté disponible en ese momento y se pierdan ventas. Con la planeación anticipada, la demanda futura se puede producir con anticipación a fin de cubrir la demanda posterior (Narasimhan et al., 1996).

La planificación es una función actual de la gerencia donde se crea un enfoque futuro de lo anhelado, es decir una visión del futuro deseado; y tiene como objetivo determinar el conjunto de futuras acciones mediante las cuales operar, para actuar adecuadamente y garantizar la disponibilidad; pues en determinadas ocasiones se puede necesitar ya sea la construcción o diseño de un equipo de manufactura, que por lo general deberá encontrarse en un período de tiempo superior a un año por las exigencias que conlleva, o

el requerimiento de una persona con habilidades únicas, o que conlleven un largo período de adiestramiento e incluso las finanzas, ya que las organizaciones deben conocer cuando necesitarán disponer de determinados fondos.

Para manejar un negocio se requiere un gran sistema de planificación y cuando este se aplica en la forma correcta conecta todas las áreas del negocio. El área de manufactura se entera de los nuevos pedidos tan pronto como se registran en el sistema; la de ventas conoce la situación exacta del pedido de un cliente; la de compras sabe al minuto lo que necesita manufactura y el sistema contable se actualiza a medida que ocurren todas las operaciones pertinentes. Lo cual permite obtener beneficios potenciales considerables (Chase, R. B. et al., 2014).

Dentro de una correcta planificación se deben tener en cuenta algunos indicadores de gestión, como son: productividad, efectividad, eficiencia y eficacia. La planificación contiene un amplio campo, ya que en las organizaciones se puede planificar los requerimientos de materiales, los recursos humanos, la producción, o incluso la capacidad.

El estudio de capacidad tiene un carácter multidisciplinario, sustentado en muchas ocasiones en estudios de organización del trabajo por lo que existe sinergia entre ambos dado que se basa en herramientas que posibilitan mejorar el flujo productivo en el desarrollo de los procesos. Además, los estudios de capacidad se apoyan en métodos estadísticos que permiten la planificación de los recursos humanos.

Para un correcto estudio de la planificación de la capacidad se hace ineludible realizar una observación acerca de la capacidad. Según Narasimhan et al. (1996) es el proceso de determinar los recursos humanos, maquinaria y los recursos físicos necesarios para cumplir con los objetivos de producción de una empresa. La capacidad es la velocidad máxima a la que un sistema puede realizar un trabajo.

La planificación de las capacidades en el sector aeronáutico es un proceso complejo, en el cual influyen e interactúa diversos factores como son: la terminal, la plataforma de estacionamiento de aeronaves, el servicio a pasajeros, etc. y se encuentra determinado por todos y cada uno de ellos.

El sector aeronáutico juega un papel fundamental en las actividades económicas a nivel mundial, pues los aeropuertos son los que potencializan actividades de turismo o de negocios, donde es de vital importancia la atención a los clientes en mostradores, los servicios de emigración y aduana, el manejo de equipaje, entre otros elementos estratégicos a considerarse en la administración eficiente de los aeropuertos.

En Cuba el sector del turismo es una de las principales potencias para la economía, donde los aeropuertos son un pilar fundamental, por lo que se desea el aumento de la productividad de los mismos y así contribuir a la obtención del desarrollo económico-social del país envuelto en el cumplimiento de los Lineamientos 14 y 208 del VII Congreso del Partido.

Lineamiento 14: Priorizar el avance en el logro del ciclo completo de producción mediante el encadenamiento productivo entre organizaciones que desarrollan diferentes actividades productivas, de servicio y de ciencia, que garantice el desarrollo de productos y servicios con elevada calidad y que incorporen los resultados de la investigación científica.

Lineamiento 208: Elevar la calidad del servicio que se brinda en el turismo, así como la utilización eficiente de los recursos.

La dirección del Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez” actualmente desconoce la capacidad requerida para el desarrollo óptimo de las actividades en los departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves que genere un mejor aprovechamiento de los recursos y cumplimiento de los tiempos de estancia en tierra de las aeronaves.

Ello se materializa mediante los contratos 94/17 y 1086/18 concertado entre la dirección del Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez” y el Centro Internacional de La Habana (CIH) mediante investigadores de la Universidad de Matanzas, por un monto total de 7500 cup y 15000 cup respectivamente. En el **Anexo 1(A y B)** se muestra dicho contrato.

### **Problema científico**

¿Cómo mejorar la capacidad de operaciones en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez?

Para resolver el problema científico planteado se propone el siguiente **objetivo general**:

Desarrollar un procedimiento para la mejora de la capacidad de operaciones en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez.

Para dar cumplimiento al objetivo general y solución al problema científico se definen las siguientes **objetivos específicos**:

Construir el marco teórico referencial de la investigación sobre la capacidad de operaciones en organizaciones de servicio, principalmente en el sector aeroportuario.

Diseñar un procedimiento para la mejora de la capacidad de operaciones en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez.

Aplicar el procedimiento diseñado en los departamentos seleccionados.

Entre las técnicas y herramientas empleadas se encuentra como revisión documental, entrevistas a los trabajadores, observación directa, diagrama de Gantt, análisis operacional, técnicas de muestreo, y la simulación matemática, apoyada por el Software ARENA 14.7.

La estructura del presente trabajo consta de las siguientes partes:

Capítulo I: Pertinente a los resultados de las búsquedas bibliográficas sobre la temática estudiada.

Capítulo II: aborda la caracterización del proceso objeto de estudio y se proponen los procedimientos específicos para resolver la situación polémica de esta investigación.

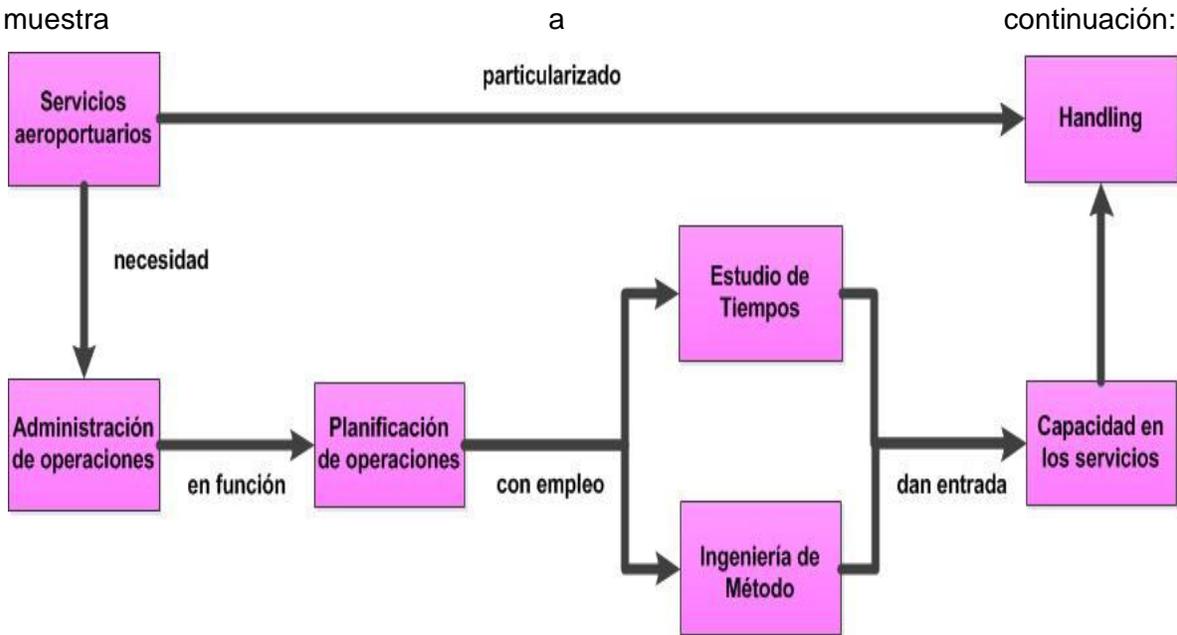
Capítulo III: expone los resultados de la aplicación del procedimiento.

Seguidamente se ofrecen conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

# Capítulo 1 Estudio conceptual sobre la administración de operaciones

## 1.1 Estrategias para la construcción de capítulo

La elaboración de este Capítulo tiene como base la revisión de la bibliografía consultada, de manera tal que abarque tanto el “estado del arte” como “de la práctica” en temas referentes a la Administración de Operaciones en los Servicios Aeroportuarios, específicamente en los servicios de handling. Para ello se siguió el hilo conductor que se muestra



**Figura 1.1.**Hilo conductor de la investigación.

**Fuente:** elaboración propia.

El hilo conductor, en esencia, contempla lo relativo a:

- Los servicios aeroportuarios, particularizado en los servicios de handling.
- La planificación en la administración de operaciones.
- El Estudios de Tiempos y la Ingeniería de Métodos para la planificación de la capacidad en handling.

## 1.2 Servicios aeroportuarios

El turismo ha representado durante muchos años un fuerte contribuyente al estado económico y actualmente se reconoce a esta área como fuente excepcional de inversión, donde los servicios aeroportuarios juegan un papel protagónico. De ahí la importancia de

lograr procesos con la mayor calidad posible de forma eficiente y eficaz, por lo que se han realizado innumerables estudios, como son:

El trabajo "Gestión del equipaje en aeropuertos" (Robuste, 1995) del Catedrático de Transportes y director de este TFM, Francesc Robusté. En él se realiza un análisis completo de cada uno de los procesos que componen el handling desde un punto de vista operativo, analizando procesos mediante el desarrollo de teorías de colas, como desde un punto organizativo de gestión del personal dedicado a una de las operaciones que conforman el handling.

El desarrollado por Gomez et al. (2009) en "Improvements to ground handling operations and their benefits to direct operating costs", en el cual plantean la relación directa que existe entre una optimización de las operaciones de handling que tienen lugar en un aeropuerto y los ahorros en los costes operativos que supone para una aerolínea dicha mejora. Para ello plantean una metodología de actuación para la mejora de procesos de handling de manera que sea perfectamente traducible a términos de costes para la empresa.

El proyecto final de grado "Gestión de recursos de handling en aeropuertos congestionados", de la escuela de Ingenieros Aeronáuticos, ha desarrollado un modelo de simulación de operaciones de handling el cual permite analizar la incidencia en la operativa de situaciones tales como el retraso de una aeronave en los tiempos de procesos, en el tiempo de recorrido hasta su nueva posición de parking...todo ello a través de una herramienta que muestra los resultados mediante gráficas y tablas fácilmente interpretables por el usuario y la cual está alimentada a través de ficheros externos, haciendo de ella una herramienta más accesible y confortable para el global de usuarios (Chávez, 2013).

Kietzkowski et al. (2014) En "Conception of logistic support model for the functioning of a ground handling agent at the airport", presenta un modelo logístico de actuación de un operador de handling. Dicho modelo permite un análisis multi-criterio de aspectos de efectividad del agente teniendo en cuenta aspectos como el flujo de vuelos, el programa de vuelos, las distancias, etc.

Los servicios aeroportuarios están encargados de ser eficientes y competitivos, de tal manera que maximicen el uso de las propias aeronaves al intentar reducir los tiempos de escala en los aeropuertos y los costes derivados de ello, para lograr una mayor satisfacción de los clientes. Para ello las operaciones de handling son una parte

importante, tanto por los entes que involucran, por el espacio que requieren, como por el impacto directo sobre otras operaciones de flujo de personas y carga que tienen.

### **1.2.1 Handling**

El desarrollo de la aeronáutica como uno de los procesos de transportación más eficientes y lucrativos a nivel global ha experimentado un vertiginoso desarrollo en los últimos años. Donde para ello el handling o servicio de asistencia en tierra a aeronaves, como también se le conoce, juega un rol decisivo para el correcto funcionamiento de las actividades aeroportuarias.

“El handling es la prestación de un conjunto determinado de servicios aeroportuarios a las aeronaves, pasajeros, equipajes y mercancías en un aeropuerto y que son necesarios para el intercambio del modo de transporte aéreo al terrestre y viceversa, así como del aéreo al aéreo”(Domingo, 2005).

Tal y como establece Chávez (2013) el concepto de “handling” o “asistencia en tierra” hace referencia a todo un conjunto de actividades y servicios que tienen lugar en los aeropuertos, y que tienen como finalidad, llevar a cabo de manera eficiente la carga y descarga de las aeronaves.

De forma más detallada Vassallo (2018) establece que “el handling” es el servicio de asistencia a aviones en tierra que se materializa en un conjunto de operaciones terrestres que tienen por objeto ejecutar las tareas de carga y descarga de mercancía y equipaje, como el embarque y desembarque de pasajeros.

Se puede concluir que el handling es el conjunto de operaciones terrestres que intervienen para permitir que la aeronave pueda ser descargada y cargada de mercancía, equipaje y pasajeros correctamente; donde las actividades que lo componen son muy variadas y diversas.

Dentro de los procesos de handling que tienen lugar en una escala de una aeronave de pasajeros conviven tanto labores de mantenimiento (deshielo, reposición de combustible, limpieza,...) como de gestión de pasajeros (escaleras para el embarque-desembarque, check-in...) como de gestión de equipajes (facturación, carga-descarga de maletas, traslado hasta la aeronave,...)(Vallejo, 2016).

Según (Ashford, 2000) en una escala de aeronave intervienen procesos como son: mantenimiento rutinario, servicio sanitario, limpieza exterior, posicionamiento de tacos y de escalera para pasajeros, control de pasajeros, embarque de pasajeros, carga de

equipaje, etc. En el **Anexo 2** se muestra una visión general de todas estas actividades. **(Ver anexo 2)**

Estos servicios pueden variar según el nivel de exigencias de la compañía a la que se le ofrece dicho servicio, así como del tipo de actividad que se haya contratado, ya que existen básicamente tres formas de realizar la asistencia a las aeronaves (Rodríguez, D. D. et al., 2018):

- **Auto-handling:** Es la propia aerolínea la que lleva a cabo sus servicios de handling.
- **A terceros:** La asistencia en tierra en los aeropuertos es externalizada y la realiza una empresa ajena a la compañía, que puede ser una empresa especializada en el handling aeroportuario u otra compañía aérea.
- **Handling mixto:** La empresa externaliza únicamente una parte del handling, con lo que los servicios se llevarían a cabo entre la propia aerolínea y otra empresa, como puede ser el caso de externalizar los servicios al pasajero, pero los de rampa realizarlos ella misma o viceversa.

Luego de realizar un análisis sobre los servicios de handling se puede plantear que el notable aumento global de los servicios aeronáuticos ha traído como consecuencia la congestión de muchos aeropuertos. Por lo cual seguidamente se le dedicará el epígrafe al handling en aeropuertos congestionados en la actualidad.

#### **1.2.1.1 Handling en la actualidad en aeropuertos congestionados**

La vía para la disminución y desaparición de las obstrucciones en los aeropuertos de todo el mundo ha sido la construcción de nuevos aeropuertos o nuevas terminales y plataformas de estacionamiento, pero es una solución sumamente costosa.

Debido a ello, ha adquirido cada vez más relevancia en el sector, la mejora de las programaciones de los recursos de handling, pues una programación suficientemente óptima, no solo aumenta la capacidad en los actuales aeropuertos, sino que, además, puede llegar a reducir considerablemente los costes operativos de los agentes de handling y de las compañías aéreas. Ello se debe a que reduce los retrasos en las operaciones, lo que permite un uso más eficiente de los recursos disponibles.

En resumen, las características más destacables de la asistencia en tierra en aeropuertos congestionados son:(Rodríguez, D. D. et al., 2018)

- Al ser un aeropuerto congestionado, la disponibilidad de determinados recursos, como puertas de embarque, mostradores de facturación, entre otros, es bastante limitada.
- Con el fin de obtener ventaja competitiva, los tiempos para la realización de las tareas es limitado, y siempre se debe mantener el nivel de exigencia.
- El handling en aeropuertos saturados, es un factor crítico para la operativa del tráfico aéreo, y supone un alto porcentaje de los costes de las compañías aéreas.

El principal problema es que las actividades comprendidas en el handling no pueden realizarse en el momento que uno desee ni en cualquier orden, sino que hay ciertas restricciones que son aplicables. Esto significa que en caso de que se produzca retraso en ciertas actividades, ese retraso se traducirá forzosamente en un retraso general en el conjunto de las actividades. Esas actividades pueden ser consideradas como críticas. En cualquier caso, retrasos significantes en actividades no críticas también pueden significar retrasos en el conjunto.

El groundhandling cubre todos los servicios que el avión requiere desde el momento en que se estaciona en la plataforma (en una puerta de embarque o en un estacionamiento remoto) hasta que la abandona. Los movimientos de pasajeros, equipajes y carga al igual que los movimientos de aviones en la plataforma se realizan por tanto en el marco del ground handling. Seguridad, puntualidad y eficiencia son las principales metas de la gestión del ground handling(Vallejo, 2016).

Las operaciones de handling juegan un papel fundamental para el correcto funcionamiento de los sistemas aeroportuarios, por lo que estas deben ser eficientes y efectivas, para lo cual requiere de una adecuada administración de operaciones, por lo que se le dedicará el siguiente epígrafe al estudio de la misma.

### **1.3 Administración de operaciones**

La administración de operaciones ha sido registrada por empresas de todo el mundo como un elemento fundamental para el incremento de la productividad, pues no sería posible el éxito sin la correcta dirección de su capital humano y material.

Este ha sido un tema de referencia a nivel internacional, de ello diferentes autores expresaron su criterio, a continuación, se analizan algunos de ellos.

El término administración de operaciones se refiere al diseño, dirección y control sistemáticos de los procesos que transforman los insumos en servicios y productos para los clientes internos y externos (Krajewski et al., 2008).

Administración de operaciones es el conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados (Heizer et al., 2009)

Según Schroeder et al. (2011) la Administración de Operaciones se define como la toma de decisiones en la función de operaciones en los sistemas que producen bienes o servicios.

La administración de operaciones se refiere al diseño, dirección y control sistémico de los procesos que transforman los insumos en servicios y productos destinados a clientes internos o externos (Viteri, 2014).

Se puede concluir que el proceso de transformación que convierte los insumos en productos y servicios terminados es la administración de operaciones, lo que permite la eficiencia y la efectividad.

La figura 1.2 muestra este proceso de manera muy simplificada.



**Figura 1.2.**El sistema de operaciones.

**Fuente:** tomado de (Robbins et al., 2010)

Los administradores de operaciones son responsables de la producción y la entrega de la oferta de servicios de un modo muy similar a la forma en que sus contrapartes del área de manufactura producen y entregan la oferta de bienes (Schroeder et al., 2011).

Sistemáticamente, los administradores de operaciones enfrentan la necesidad de tomar una gran cantidad de decisiones, las cuales implican un claro entendimiento de este proceso y del impacto que estas provocan en la eficiencia de las operaciones y en la estrategia de la organización (Parra, 2005).

Según el criterio de Robbins et al. (2010) la administración de operaciones es importante para las organizaciones por tres razones: es importante para manejar eficiente y eficazmente la productividad; desempeña un rol estratégico en el éxito competitivo de una organización y abarca tanto servicios como manufactura.

Los administradores de operaciones asumen papeles de liderazgo tanto en la industria manufacturera como en la de servicios. Su tarea es la administración del proceso de transformación en una forma eficiente y eficaz. Este proceso consiste en planear, organizar, asignar personal, dirigir y controlar.

#### **1.4 Planificación de operaciones**

El campo de la Administración de Operaciones es relativamente nuevo, pero su historia es rica e interesante. El entorno actual debido a los adelantos principalmente tecnológicos, exige empresas mucho más competitivas y para ello deben ser flexibles y capaces de responder con rapidez a los cambios y a las demandas de sus clientes, donde la esfera de la administración de operaciones juega un papel fundamental y dentro de ella la etapa de la planificación es de vital importancia.

La planificación en lo que se refiere a la función de operaciones, se trata de proyectar el futuro deseado, los medios necesarios y las actividades a desarrollar para conseguirlo (Machuca et al., 1995).

Según Salazar (2016) la planificación es un proceso cuyo principal objetivo es determinar una estrategia de forma anticipada que permita que se satisfagan unos requerimientos de producción, optimizando los recursos de un sistema productivo.

Autores como (Heizer et al. (2009); Schroeder et al., 2011; Stoner et al., 1996) identifican tres etapas fundamentales en la planificación de operaciones: planeación estratégica, planeación táctica y planeación operativa; y otros como (Chase, R. B. et al., 2014) nombran: planeación a largo plazo, planeación a mediano plazo y planeación a corto plazo.

Al respecto Heizer et al. (2008) define:

- Las previsiones a largo plazo ayudan a los directivos a tratar problemas de capacidad y estrategia, y son responsabilidad de la alta dirección (**Ver anexo 3**). La alta dirección se plantea cuestiones relacionadas con la política a seguir, como la localización y expansión de las instalaciones, el desarrollo de nuevos productos, la financiación de la investigación y las inversiones a realizar en un periodo de varios años.
- La planificación a medio plazo comienza una vez tomadas las decisiones de capacidad a largo plazo. Éste es un trabajo de los directores de operaciones. Las decisiones de planificación tratan resolver el problema de igualar la producción a demandas fluctuantes. Estos planes tienen que ser coherentes con la estrategia a largo plazo elaborada por la alta dirección y trabajar con los recursos asignados en decisiones estratégicas anteriores. La planificación a medio plazo (o “intermedia”) se lleva a cabo con el desarrollo de un plan agregado de producción.
- La planificación a corto plazo se puede extender hasta un periodo de un año, pero normalmente es inferior a tres meses. Este plan también es responsabilidad del personal de operaciones, que trabajan con los supervisores y capataces para “desagregar” el plan a medio plazo en programaciones semanales, diarias y por horas. Las tácticas para efectuarla planificación a corto plazo comprenden la carga, secuenciación, agilización y expedición de los pedidos.

La planificación de operaciones no es más que la planeación a corto, mediano o largo plazo de los recursos necesarios, con el objetivo de lograr una mayor eficiencia y eficacia. La misma es utilizada y necesaria tanto en empresas manufactureras como de servicio. En estas últimas se deberá realizar según las características de intangibilidad, inseparabilidad, variabilidad y carácter perecedero de los servicios.

#### **1.4.1 Planificación de operaciones en procesos de servicios**

En las organizaciones de servicio la planificación es la función que permite establecer nuevos alcances y su cumplimiento.

Las empresas, por lo general, elaboran sus planes agregados con métodos de gráficas y tablas prácticas sencillas, que facilitan el análisis de diversas opciones de planificación de producción y la elección de la mejor. Para facilitar este proceso de decisión se elaboran hojas de cálculo complejas que comprenden programación lineal y simulación.

Estas técnicas de elaboración de tablas y gráficas también son útiles para la planificación agregada en las aplicaciones de servicios.

Una programación nivelada mantiene constante la producción durante un período. La producción nivelada tiene muchas ventajas, por lo que se convierte en la columna vertebral de la producción justo a tiempo (Chase, R. B. et al., 2014):

- Es posible planificar todo el sistema para reducir el inventario y el trabajo en proceso.
- Las modificaciones a los productos están actualizadas gracias a la poca cantidad de trabajo en proceso.
- Hay un flujo uniforme en todo el sistema de producción.
- Los artículos comprados a los proveedores se entregan cuando se necesitan y, de hecho, a menudo se entregan directamente a la línea de producción.

El manejo del rendimiento se define como el proceso de distribuir la clase de capacidad adecuada para el tipo de cliente correcto al precio y el tiempo apropiados para maximizar el ingreso o la producción. El manejo del rendimiento es una estrategia muy útil para que la demanda sea más predecible, característica importante de la planificación agregada (Chase, R. B. et al., 2014).

Según Chase, R. B. et al. (2014) el manejo del rendimiento es más eficaz cuando:

- La demanda se segmenta por cliente.
- Los costos fijos son altos y los variables son bajos.
- El inventario es perecedero.
- El producto se puede vender por anticipado.
- La demanda es muy variable.

En las empresas de servicio es muy fácil identificar estas cinco características; de ahí que la planificación deberá estar referida a las capacidades de recursos y materiales necesarios para la satisfacción del cliente.

### **1.5 Capacidad en los servicios**

En el mundo actual las decisiones de invertir en capacidad de manufactura y servicios son muy complejas. Ya que las exigencias son de empresas mucho más competitivas y la

competitividad depende de una amplia variedad de factores relacionados con las capacidades internas.

Este ha sido un tema de estudio a lo largo de la historia por numerosos autores. A continuación, se muestran la consideración de algunos de ellos a la siguiente interrogante:

¿Qué es capacidad?:

- Se define como cuánto puede fabricar un sistema de producción (Sippper et al., 1998).
- Es una declaración de la tasa de producción y, por lo general, se mide como la salida (o resultado) del proceso por unidad de tiempo. Las empresas que utilizan una medición diferente de la capacidad por lo general son organizaciones de servicio especializado(Chapman, 2006).
- Es lo máximo que puede hacerse en cada parte o actividad del proceso de acuerdo a los recursos disponibles(Marsán et al., 2011).
- El volumen de producción o número de unidades que se pueden alojar, recibir, almacenar o producir una instalación en un periodo de tiempo específico (Londoño, 2014).
- Implica el índice de producción que se puede alcanzar (Chase, R. B. et al., 2014).
- El volumen de producción recibido, almacenado o producido sobre una unidad de tiempo, producción el bien que produce la empresa, ya sea intangible o no (Betancourt, 2017).

Se puede definir que la capacidad en el área de los servicios es el número de servicios que se puede brindar con la calidad requerida en el período de tiempo establecido.

Según (Villalobos et al., 2006)se distinguen cinco tipos de capacidad:

1. Capacidad Técnica
2. Capacidad Instalada
3. Capacidad disponible
4. Capacidad necesaria
5. Capacidad utilizada

Para lograr un correcto y eficaz funcionamiento de las empresas se debe poseer una favorable administración de las operaciones, y su éxito estará en tener la capacidad apropiada y como consecuencia una correcta planificación de la misma.

### **1.5.1 Planificación de la capacidad**

La planificación de ventas y operaciones consiste en planificar y coordinar recursos, según el tipo, la cantidad y la pertinencia de los mismos. Su horizonte temporal casi siempre es dictado por el momento futuro y tiende a ser una fuente importante para la planificación de: niveles de inventario, flujo de efectivo, necesidades de recursos humanos, necesidades de capital, niveles de producción, actividades de ventas y marketing y la planificación de la capacidad.

Sin una capacidad apropiada se tendrá muy poca posibilidad de implementar los mejores planes de producción. Debido a ello en la actualidad las empresas tanto de bienes, como de servicios toman decisiones de capacidad a corto, mediano o largo plazo; estas se desprenden de las cadenas de suministros y de los pronósticos de los insumos, para lograr una planificación más detallada de recursos, que incluyen el tipo y la cantidad de éstos, así como la oportunidad con que se cuenta con ellos.

La planificación de la capacidad es el proceso que consiste en reconciliar la diferencia entre la capacidad disponible del proceso y la capacidad requerida para administrar de manera apropiada una carga, con el objetivo de satisfacer los tiempos de producción para el cliente específico cuyos pedidos representan la carga. Una vez que la carga y la capacidad disponible se miden, el proceso de planificación básicamente requiere que el responsable de la planificación ajuste esta última para atender la carga o, en algunos casos, ajustar la carga a la capacidad disponible (Chapman, 2006).

Cuando se proyecta añadir capacidad es preciso considerar muchas cuestiones. Tres muy importantes son: conservar el equilibrio del sistema, la frecuencia de los aumentos de capacidad y el uso de capacidad externa (Chase, R. et al., 2009).

Las decisiones de capacidad deben alinearse con la estrategia de operaciones de una empresa. La estrategia de operaciones proporciona un mapa que se usa al tomar decisiones de la cadena de suministro encaminadas a crear una red de organizaciones cuyo trabajo y producto final se apliquen a la satisfacción de las necesidades de productos y servicios de los clientes (Schroeder et al., 2011).

Los administradores deben lograr establecer una capacidad que les permita alcanzar una utilización adecuada de la capacidad del sistema y al mismo tiempo permita brindar una atención personalizada, sin esperas excesivas, y para ello, la planeación de la capacidad en sistemas de servicio y la percepción de la calidad del mismo estarán directamente relacionados.

En el caso de los servicios se evidencian ciertas peculiaridades relevantes. Estas se refieren al tiempo, a la ubicación y a la volubilidad de la demanda (Chase, R. et al., 2009):

- El tiempo: Al no poder almacenarse, la capacidad de producirlos debe estar disponible en el momento en que se les demande.
- La ubicación: La capacidad de servicio tiene que estar ubicada cerca de los clientes.
- La volubilidad de la demanda: Es mucho mayor en los servicios por tres razones principales:
  - Al no poder almacenar servicios, el inventario no puede usarse para atender a la demanda.
  - Los clientes interactúan directamente con el sistema de producción del servicio y plantean requerimientos variados, lo que produce variaciones notables en los tiempos de procesamientos.
  - La demanda de servicios está directamente afectada por el comportamiento de los clientes y las circunstancias que los influyen.

Las fases por las que transcurre un proceso de planificación de la capacidad son (Rich et al., 2010):

1. Cálculo de la capacidad disponible: se establece la capacidad actual y se realiza una proyección de la capacidad futura para obtener su disponibilidad.
2. Determinación de las necesidades de capacidad: se basa en una estimación de las necesidades de capacidad en el horizonte temporal elegido, fundamentada en las previsiones sobre la demanda.
3. Desarrollo de alternativas.
4. Evaluación y selección de alternativas: para ello pueden emplearse métodos económicos-financieros o la ayuda de los árboles de decisión.

Schroeder et al. (2011) Plantea tres interrogantes para dar respuesta a las decisiones de capacidad:

- ¿Cuánta capacidad se necesita?
- ¿Cuándo se necesita la capacidad?
- ¿Dónde debe localizarse?

Con la respuesta de estas tres interrogantes y el seguimiento de las fases establecidas anteriormente por los autores citados, se podrá obtener una correcta planificación de las capacidades.

### **1.5.2 Método para la determinación de la capacidad productiva de las empresas**

La producción podría efectuarse si se hacía una apropiada planificación y programación de la cantidad correcta de los componentes adecuados y se desarrolla una planificación adicional, paralela al desarrollo de los planes específicos. Para lograr con éxito los modelos de la determinación de la capacidad de las operaciones son (Londoño, 2014):

- El análisis de valor presente, útil en donde el valor en el tiempo de las inversiones y los flujos de fondo deben ser considerados.
- Modelo de planeación agregada: útiles para examinar el mejor modo de emplear la capacidad existente en el corto plazo.
- El análisis de punto de equilibrio: puede proporcionar los volúmenes de equilibrio que se requieren como mínimos cuando diversas alternativas de expansión están siendo costeadas contra los ingresos.
- Programación lineal: para encontrar el mejor uso de la capacidad durante un horizonte de planeación a corto plazo y donde la variable de decisión puede ser: maximizar la rentabilidad o minimizar costo o maximizar la utilización de recursos, etc.
- Simulación por computador: utilizando los métodos de Montecarlo y distribuciones estadísticas apropiadas para las variables que entran en juego, lograr mejoras en la operación de la planta en el corto plazo. La simulación es un conjunto de técnicas apoyadas en computadoras para imitar las operaciones de ciertos tipos de sistemas del mundo real.

- Análisis de árboles de decisiones: utilizado para la expansión cuando se trata de analizar un horizonte de planeación en el largo plazo, a través de la identificación de alternativas y eventos probables que pueden ocurrir y que nos permite seleccionar la acción que proporcione el valor esperado más elevado- si se considera la rentabilidad -o el más bajo, si la variable en estudio son los costos.

Según (Chapman, 2006) existen varios métodos de planificación gruesa, los cuales requieren la menor cantidad de información, pero también son los más “aproximados”, lo que significa que son los menos específicos y detallados.

- Planificación de la capacidad utilizando factores globales: Este es el más “aproximado” de los métodos gruesos. El concepto es simple: se toman las horas estándar para cada uno de los artículos que se producen de acuerdo con el programa maestro, y se multiplican por las horas estándar (o por un promedio histórico de éstas) utilizadas para producir el artículo. Después se determina la capacidad necesaria por centro de trabajo, tomando un porcentaje histórico de su utilización.
- Listas de capacidad: El siguiente método de planificación de la capacidad es más complejo, pero proporciona mejores datos, y más específicos. Para obtener dichos datos, las listas de capacidad utilizan dos piezas adicionales de información relativa a los productos bajo análisis: la lista de materiales y la información de ruteo. Hemos hablado ya de las listas de materiales. La información de ruteo, como indica su nombre, describe la “ruta” (o trayectoria) que debe tomar el producto para ser fabricado.
- Perfiles de recursos: El siguiente método grueso es más detallado, y añade la dimensión del tiempo de espera al cálculo.

Las técnicas de pronóstico, el análisis del punto de equilibrio, los árboles de decisión, el flujo de efectivo y el valor presente neto (VPN) resultan particularmente útiles para los administradores de operaciones cuando se toman decisiones acerca de la capacidad (Heizer et al., 2008).

## **1.6 Ingeniería de método**

El escenario actual es de un mundo globalizado, donde para competir efectiva, eficaz, eficiente y productivamente, se deberá responder a las exigencias de excelencia, eficiencia, eficacia, crecimiento, calidad, productividad, competitividad, y sostenibilidad.

Para ello se requiere una correcta planificación de la capacidad de los recursos en las empresas, así como un registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada, que es en lo que se basa el Estudio de métodos o Ingeniería de métodos, una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo.

La Ingeniería de métodos establece procedimientos sistemáticos en las operaciones, facilitando su mejoramiento y optimización. Utiliza técnicas para el análisis de operaciones como dividir una tarea en elementos de trabajo y estudiar cada movimiento para ordenarlo o eliminar los innecesarios (Niebel, B et al., 2014).

La Ingeniería de métodos es la técnica que asegura el mejor aprovechamiento posible de los recursos humanos y materiales para llevar a cabo una determinada tarea"(Duran, 2007).

Autores como Duran (2007) y Schroeder et al. (2011) coinciden en que la Ingeniería de Métodos se divide en dos fases:

- La primera fase: es el estudio de métodos "el registro, análisis y examen crítico de las maneras actuales y propuestas de llevar a cabo un trabajo, y el desarrollo y aplicación de maneras más sencillas y eficaces". Análisis visual de los macro y micromovimientos en los cuales deben considerarse los principios de la economía de movimientos.
- En su segunda fase correspondiente a la medición del trabajo se dice que es "la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea definida, fijando el tiempo requerido para que un trabajador calificado pueda ejecutarla y cumpla así una norma de rendimiento preestablecido". Define el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Según (Marsán et al., 2011) los objetivos de la ingeniería de métodos son establecer cómo debe hacerse para lograr:

- Perfeccionar y racionalizar los métodos y procedimientos existentes o proyectados.
- Incrementar la productividad del trabajo.
- Incrementar la eficiencia del equipamiento.
- Disminuir los costos

- Reducir la fatiga.

Luego del anterior análisis la autora define la Ingeniería de Métodos como los procedimientos y técnicas sistemáticas que se utiliza para lograr el máximo aprovechamiento de los recursos y el aumento de la eficiencia y la productividad con el mínimo de los costos y del esfuerzo físico.

Para lograr a su vez una optimización máxima se requiere del estudio de tiempos de trabajo; que según Cuesta (2017) toma principalmente dos vertientes: el estudio del aprovechamiento de la jornada laboral y la normación del trabajo. Y en el siguiente epígrafe se realizará un análisis del mismo.

### **1.7 Estudio de tiempos de trabajo**

La técnica fundamental que se emplea para determinar las normas y normativas de trabajo es el estudio de los tiempos de trabajo. Al respecto diferentes autores han definido:

- Según Niebel, Benjamin (1996): “es la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y retrasos inevitables”.
- De acuerdo a Fonseca (2002): “es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido”.
- Como referencia Duran (2007): “la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea definida, fijando el tiempo requerido para que un trabajador calificado pueda ejecutarla y cumpla así una norma de rendimiento preestablecido.”
- Al respecto Marsán et al. (2011) dijo: “es el medio por el cual la dirección puede medir el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones, de tal forma que el tiempo improductivo se destaque y sea posible separarlo del tiempo productivo”.

Se puede sintetizar que el estudio de tiempos de trabajo es la técnica para determinar a través de mediciones y con la mayor exactitud posible, el tiempo necesario para realizar una operación o una serie de ellas, en el tiempo establecido.

Según Marsán et al. (2011) el estudio de los tiempos de trabajo brinda la posibilidad de:

- Estudiar el estado de la organización del trabajo y el aprovechamiento de la jornada laboral, detectando las diferentes interrupciones y las causas que las originan.
- Estudiar los gastos de trabajo analizando su utilidad o su utilización incorrecta, definiendo cuales son los que podemos eliminar y llegar a establecer tiempos estándar o normas y normativas de tiempo.

Será necesario llevar a cabo el análisis de cada tiempo de trabajo, así como las principales interrupciones y las pérdidas de tiempo que afectan directamente su cumplimiento, para un correcto análisis de la jornada laboral.

### **1.7.1 Estudio de aprovechamiento de la Jornada Laboral**

El estudio de tiempos exige del establecimiento de una estructura que comprenda una clasificación de los tiempos a analizar. A esta estructura de tiempos se le denomina “Estructura de la jornada laboral”, que ofrece los distintos tiempos a considerar en la determinación del Aprovechamiento de la jornada laboral.

Para conocer la utilización de la jornada laboral, perfeccionar los métodos y procedimientos de trabajo, determinar las normas de trabajo, tomar las medidas para la reducción o eliminación de las interrupciones, se determina el aprovechamiento de la jornada laboral.

Según NC3000 (2007) la jornada laboral es el tiempo durante el cual el trabajador cumple sus obligaciones laborales de producción o de prestación de servicios, cuya duración normal es de ocho horas diarias y cuarenta y cuatro horas semanales promedio.

Según Marsán et al. (2011) la jornada laboral se descompone para su análisis en tiempo de trabajo y tiempo de interrupciones:**(Ver anexo 4)**

- Tiempo de trabajo: Es el tiempo durante el cual el trabajador realiza las acciones que aseguran el cumplimiento del trabajo encomendado, o sea el tiempo que emplea en transformar los objetos de trabajo y en crear las condiciones necesarias para ello.

- Tiempo de interrupciones: Es el tiempo en que el trabajador no participa en el proceso de trabajo.

Dentro de las causas que más inciden en la baja productividad está el mal aprovechamiento de la jornada de trabajo, es decir que parte del tiempo utilizado para producir se pierde por problemas organizativos y por falta de disciplina laboral, por lo cual se debe poseer una correcta normación del trabajo.

### **1.7.2 Normación del trabajo**

Toda empresa debe basar su funcionamiento en la existencia de la normación de los gastos de trabajo, según las características de la producción o los servicios.

La normación es una actividad que proporciona soluciones a problemas repetitivos esencialmente dentro de las esferas de la ciencia, tecnología y economía dirigidas a alcanzar el grado óptimo de orden dentro de un contexto dado. Generalmente la actividad consiste en los procesos de formular, emitir y aplicar normas (Castillo, 2006).

Norma de Trabajo: es la expresión de los gastos de trabajo vivo necesarios para la ejecución de una actividad laboral en determinadas condiciones técnico-organizativas, por un trabajador (o grupo de trabajadores) que posee la calificación requerida y ejecuta su trabajo con habilidad e intensidad media (Marsán et al., 2011).

Autores como Castillo (2006) y Marsán (1987), coinciden en que las normas se pueden clasificar de forma general de la siguiente manera:

#### **Según la forma de aplicación**

- Normas Únicas: Son aquellas que se elaboran cuando las condiciones técnico - organizativas existentes en el conjunto de unidades en que se van a implantar son iguales o pueden uniformarse para la operación o actividad en cuestión.
- Normas Tipo: Son aquellas que se elaboran para procesos de producción tipo, es decir con condiciones técnico - organizativas similares, pero no iguales. En su implantación pueden introducirse ajustes al valor fijado, entre ciertos valores preestablecidos en la propia norma.
- Normas Específicas: Son aquellas que se elaboran para su implantación en actividades laborales que tienen carácter único, de acuerdo con las características de dicha actividad.

### **Según la forma de expresar el gasto de trabajo**

- Norma de Tiempo: Es aquella que expresa el tiempo necesario para el cumplimiento de una unidad de trabajo (operación, artículo, etc.) por un obrero o grupo de obreros.
- Norma de Producción o de Rendimiento: Es aquella que expresa la cantidad de unidades de trabajo (operaciones, artículos, etc.) que deben ser elaboradas por un obrero o grupo de obreros en una jornada de trabajo.

### **Según el campo de aplicación**

- Normas Interramales: Son aquellas que rigen en varias ramas de la economía nacional, para las actividades laborales cuyo grado de homogeneidad permita esta clasificación. Ejemplo: normas de trabajo en la actividad de transporte automotor, carga y descarga de mercancías, etc.
- Normas Ramales: Son aquellas cuyo campo de aplicación es una rama de la economía nacional, y son aplicable en todas, o en la mayoría, de las unidades que la componen. Las mismas se elaboran para aquellas actividades cuyo grado de homogeneidad lo permita. Ejemplo: normas de roturación de tierra, normas de movimiento de tierra, etc.
- Normas de Unidad: Son aquellas aplicables a actividades laborales de carácter específico, en centros de trabajo de procesos únicos en la economía nacional con condiciones específicas.

En resumen, la normación del trabajo es una actividad que proporciona soluciones a problemas repetitivos y tiene como objetivo determinar los gastos de trabajo vivo, en determinadas condiciones técnico-organizativas, necesarios para la realización de las distintas actividades.

La autora le confiere gran importancia al proceso de normación del trabajo y al estudio del aprovechamiento de la jornada laboral, factores que influyen en la eficiencia y efectividad de los servicios, y donde el análisis de la capacidad juega un papel fundamental.

### **Conclusiones parciales**

1. Para el logro de una mayor competitividad en los sistemas aeroportuarios se requieren que las operaciones de handling sean optimizadas, pues éstas son las encargadas de que el servicio brindado a los pasajeros, a su equipaje, y a la aeronave sea adecuado.

2. La normación en los aeropuertos permite dar soluciones relacionadas a la necesidad de gastos de trabajo vivo para llevar a cabo determinada actividad, bajo condiciones técnica-organizativas específicas, que eviten las congestiones en los mismos.

3. La capacidad en los servicios es el número de servicios brindados correctamente, y su exceso puede llegar a generar costos excesivos, mientras que una capacidad insuficiente conduce a la pérdida de clientes.

## **Capítulo 2 Procedimiento propuesto para la planificación de la capacidad en los departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez”**

En el presente capítulo se ofrece una caracterización de la entidad objeto de estudio, así como el procedimiento empleado para el desarrollo del estudio, donde se toma como referencia metodologías y procedimientos de AO establecidos en la literatura consultada, que permiten llevar a cabo un análisis exhaustivo de capacidad en las áreas estudiadas.

### **2.1 Caracterización del Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez”**

El Aeropuerto “Juan Gualberto Gómez”, también conocido como Aeropuerto de Varadero, es un aeropuerto internacional que sirve a la ciudad de Varadero, en la provincia de Matanzas (Cuba). Es el segundo aeropuerto en importancia por el volumen de operaciones y pasajeros del país; por este centro arriban y parten más del 70 por ciento de los turistas que visitan el balneario de Varadero.

Fue inaugurado el 25 de septiembre de 1989 por Fidel Castro, y así reemplazó al viejo aeropuerto de Varadero en Santa Marta. El 10 de septiembre de 2011 fue reinaugurado tras una inversión por valor de 35 000 000.00 USD. Lo cual le permitió aumentar las operaciones aéreas y brindar una mayor calidad en el servicio a pasajeros que arriben por su terminal.

#### **Misión**

Garantizar los servicios aeroportuarios, comerciales y de aprovisionamiento de combustible de acuerdo a los estándares de seguridad, regularidad y eficiencia establecidos para la aviación civil internacional.

#### **Visión**

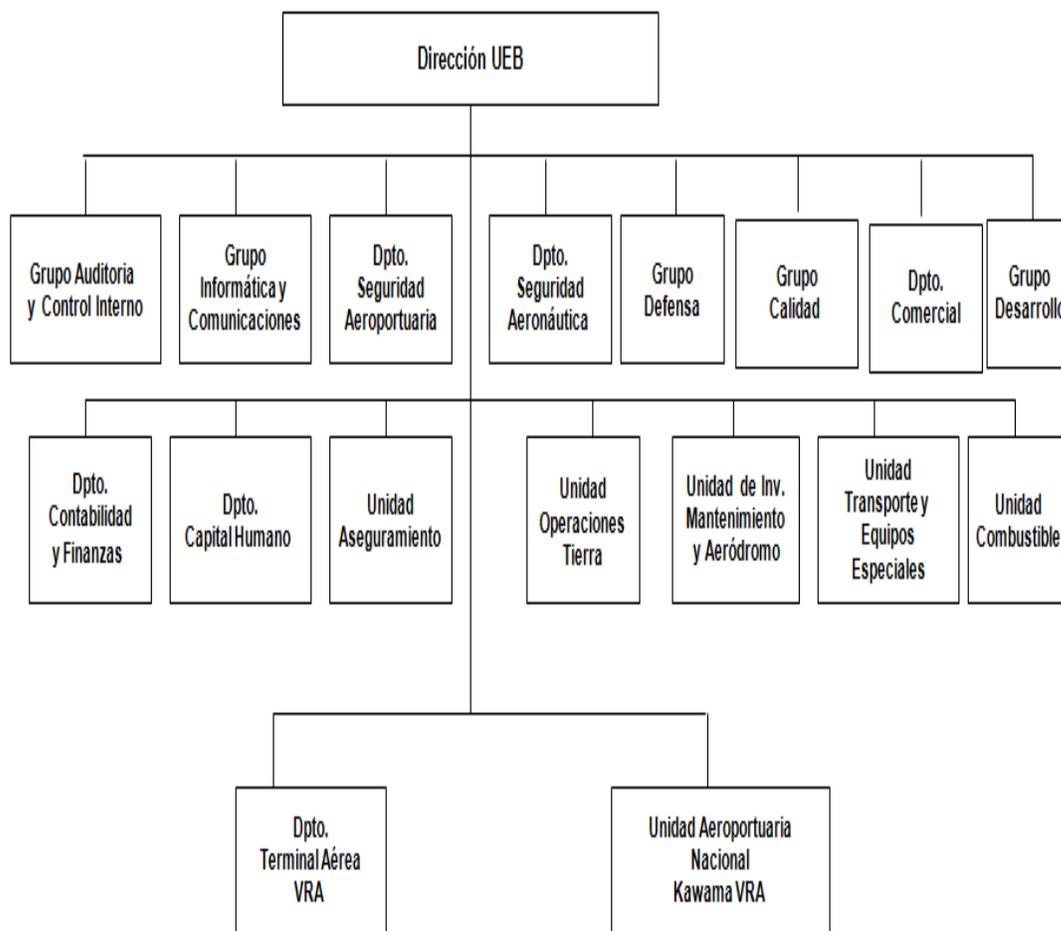
Ser una unidad aeroportuaria reconocida por los servicios aeroportuarios, comerciales y de aprovisionamiento de combustible, avalada por la profesionalidad y los valores de nuestro colectivo.

#### **Objeto social**

- Prestar servicios de Tránsito Aéreo, meteorológicos, de telecomunicaciones e información aeronáutica, servicios de búsqueda y salvamento, de ayuda a la navegación aérea y de vigilancia.
- Brindar servicios de asistencia en tierra a aeronaves y pasajeros.

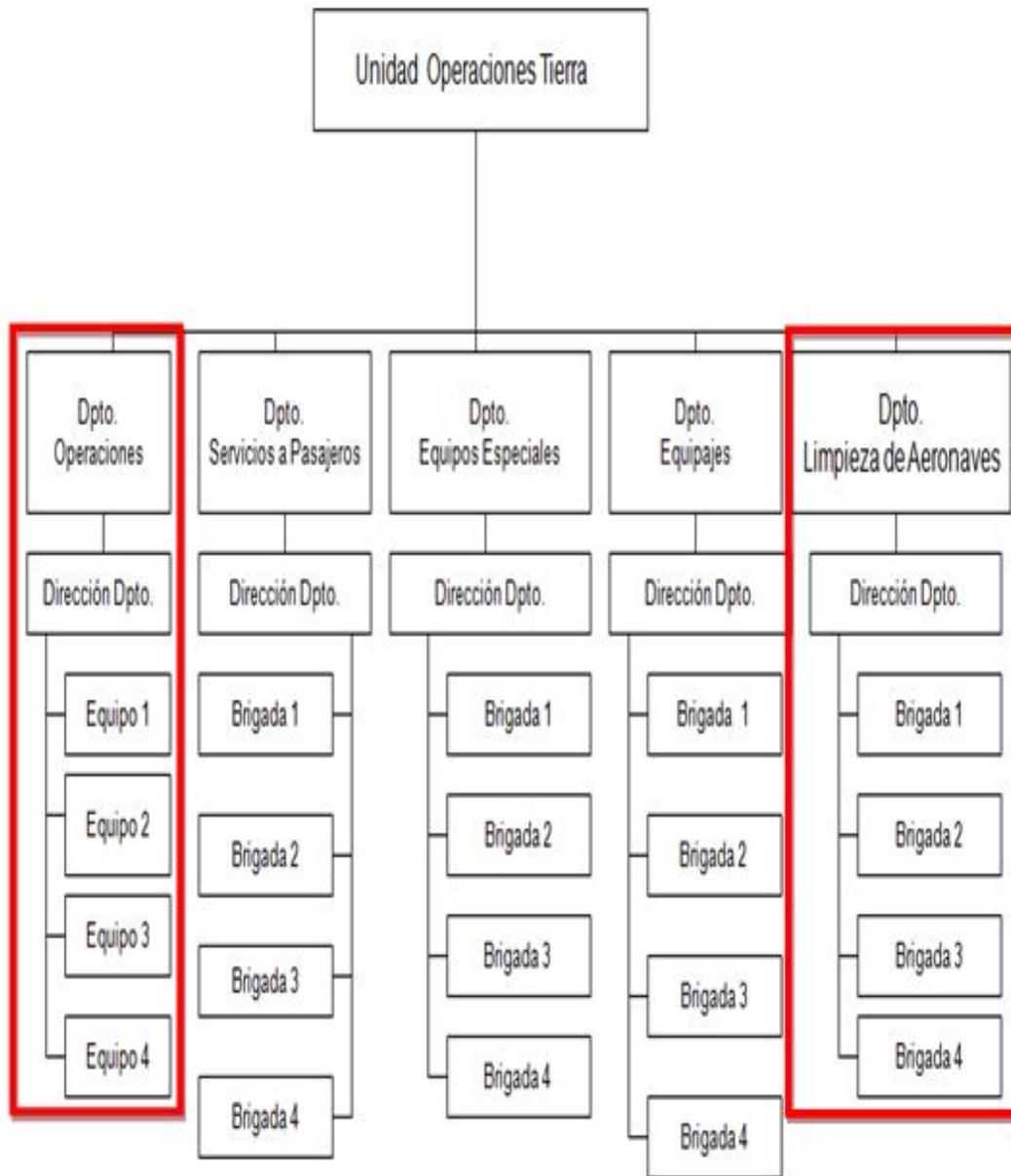
- Comercializar combustibles y sus derivados, lubricantes y líquidos especiales para aeronaves y para el transporte terrestre que se utilice para la prestación de servicios las instalaciones aeroportuarias y aeronáuticas.

En la figura 2.1 se muestra la estructura de la entidad, la cual está integrada por 17 departamentos o grupos, donde se incluye la unidad de operaciones en tierra, área objeto de estudio de esta investigación (figura 2.2), que a su vez esta conformada por 5 departamentos, de los cuales se hace énfasis en el departamento de limpieza de aeronave y de operaciones.



**Figura 2.1.** Estructura organizativa de la UEB Aeropuerto Varadero ECASA SA – Matanzas.

**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 2.2.** Estructura organizativa de la Unidad Operaciones Tierra.

**Fuente:** elaboración propia.

Para el análisis de los departamentos objetos de estudio se utiliza la plantilla actual, la cual está conformada en el caso del Departamento de Operaciones por 45 trabajadores distribuidos en 4 brigadas, 3 de ellas con 11 trabajadores y uno con 12 trabajadores. En el caso del departamento de limpieza de aeronaves, cuenta con 4 brigadas con 13 trabajadores cada uno, para un total de 52.

## **2.2 Antecedentes de la investigación**

Para este estudio se consultó bibliografía referente al tema, principalmente en el sector aeronáutico, pues varios han sido los autores que han tratado al handling dentro de estos sistemas.

La autora se apoyó en investigaciones anteriores, como son:

- (Offord, 2010) realiza un estudio sobre la propiedad y gestión de aeropuertos, asiendo énfasis en el mercado de asistencia en tierra.
- (Chávez, 2013) desarrolla un modelo de simulación de operaciones de handling el cual permite analizar la incidencia en la operativa de situaciones.
- (Davies, 2015) estudia las condiciones de trabajo para los distintos procesos que tienen lugar dentro del entorno portuario, y de los costes que los mismos suponen para las empresas que han de asumirlo.

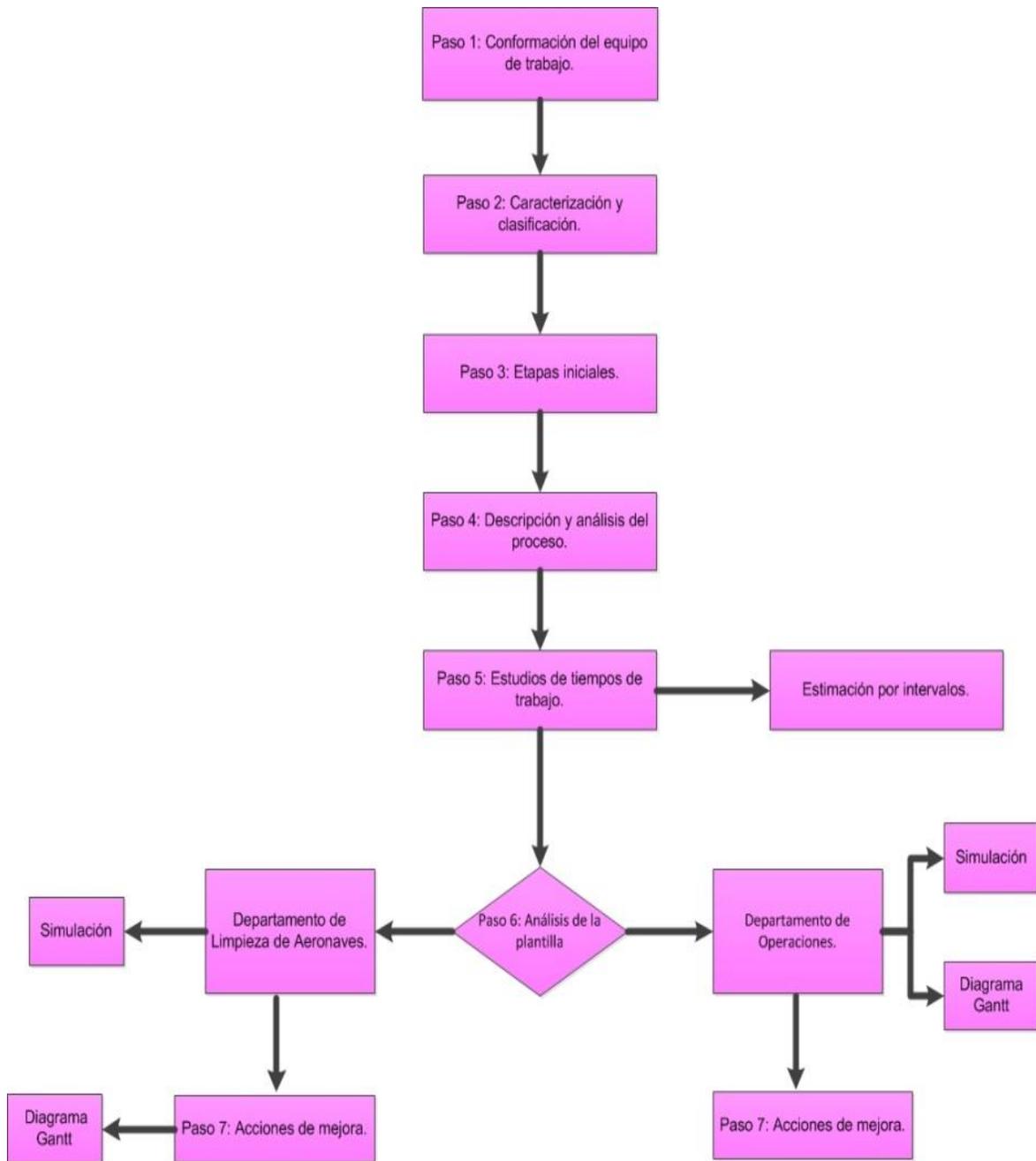
Estos y otros estudios consultados, sirven de base con sus respectivas modificaciones en la conformación del procedimiento que se describe a continuación en el siguiente epígrafe; específicamente el estudio de organización del trabajo en la empresa “José Valdés Reyes” realizado por (Delgado, 2016) para conocer la capacidad productiva y las reservas de productividad que impactan en el cumplimiento del plan de producción.

Se tendrá en cuenta que este último fue empleado en una empresa de producción ferroviaria, por lo cual se le realizan modificaciones al procedimiento para su aplicación en los servicios.

## **2.3 Conformación del procedimiento propuesto para el análisis**

En este epígrafe se diseña el procedimiento a utilizar para el estudio de la capacidad en los departamentos objeto de estudio de la empresa, el cual es una guía para identificar las posibles reservas que inciden en el servicio y, en función de los resultados, establecer propuestas de mejora.

El procedimiento empleado para la planificación de la capacidad se muestra en la figura 2.3.



**Figura 2.3.**Procedimiento para la planificación de la capacidad.

**Fuente:** elaboración propia.

### 2.3.1 Conformación del equipo de trabajo.

La conformación del equipo de trabajo tendrá como objetivo formar un grupo de trabajo integrado por especialistas o expertos, los cuales serán seleccionados según su preparación profesional, los años de experiencia en la labor y el poder de toma de

decisiones, así como su posibilidad de brindar información útil y confiable para la investigación.

### **2.3.2 Etapas iniciales.**

Según Marsán et al. (2011) todo estudio que implique la interacción directa con los trabajadores debe comenzar por la ambientación, donde se realiza la familiarización y comunicación afectiva. A continuación, se explican los principales elementos a tener en cuenta en esta fase.

Familiarización: Lo primero que se debe realizar es conocer al detalle los puestos de trabajo que van a estudiarse y además, las distintas actividades de los mismos, es decir, realizar la ambientación con el trabajo a estudiar. Esto significa el estudio del flujo de producción, los calificadores de cargo y la experiencia de los trabajadores de avanzada.

Dentro de esta etapa preliminar al estudio, se debe comenzar un trabajo de explicación al personal que va a ser objeto del estudio sobre la técnica que se va a utilizar y los fines que son perseguidos. De los trabajadores más experimentados obtener la colaboración necesaria en los momentos en que se busque explicación de cada una de las actividades que se estudia.

Comunicación afectiva: Es de vital importancia el estado de opinión que se cree entre los trabajadores sobre el grupo que realiza el estudio, pues sería posible, en parte, que los resultados se falsearan por los trabajadores si no se establece una corriente respetuosa de colaboración, lo cual puede interferir en gran medida en el éxito de la tarea.

Es de gran relevancia presentar a los analistas que realizarán el estudio mediante la administración, organizaciones políticas y de masas; deben seguirse todos los pasos conocidos para realizar este tipo de trabajo.

También en este paso de ambientación se deben realizar las llamadas “observaciones de ambientación” para familiarizarse con las actividades que se estudiarán.

### **2.3.3 Caracterización y clasificación del sistema productivo.**

La teoría del Enfoque en Sistemas se ha convertido en una herramienta cada vez más necesaria y potente para la toma de decisiones económicas y los estudios de gestión de operaciones, para esto se hacen indispensables los estudios donde se analice la organización como un todo integrado.

Sistema: Es el conjunto natural o artificial de elementos, propiedades y relaciones que pertenecientes a la realidad objetiva, actúan de forma coordinada para lograr un fin u objetivo. Cada parte o subsistema posee las mismas propiedades del sistema, influye sobre el resto y de esta interrelación surgen nuevas propiedades que no poseen los elementos por separado. El sistema está delimitado por factores biológicos teóricos o físicos y su existencia del sistema está asociada a condiciones de espacio y tiempo .

Sobre los sistemas productivos Pascual et al. (1993) definió: conjunto de elementos materiales y conceptuales que realizan la transformación (y que en el fondo son una parte de las “entradas”). Las entradas están compuestas esencialmente por trabajo humano, energía, materiales, dinero en forma generalmente de maquinaria e instalaciones, sin desdeñar la información tanto en forma de conocimiento tecnológico (“know-how”) y tecnología propiamente dicha (ingeniería del producto y de los procesos) como de conocimiento gestional y de datos sobre la situación del entorno y del sistema productivo.

Los sistemas actúan como un todo, donde sus componentes tienen las mismas características, en un ente que involucra a toda la organización, donde son los llamados sistema productivo, los encargados de la transformación, así como de los recursos materiales y humanos necesarios para ella.

Para la caracterización del sistema objeto de estudio se analiza la razón de ser de la organización, donde se estudian sus objetivos, las perspectivas que pretenden alcanzar, y la fuerza laboral con que cuenta; así como un análisis detallado del servicio que presta.

Para la clasificación del sistema objeto de estudio la autora se apoyó en (Medina et al., 2001); donde se decidió realizarla en función del criterio de Schroeder et al. (2011) como se muestra en la figura 2.4.

Grado de intensidad de la mano de obra	Grado de interacción y adaptación	
	Bajo	Alto
Bajo	<b>Fábrica de servicios:</b> Aerolíneas Camiones Hoteles Balnearios y lugares de recreación	<b>Taller de servicio:</b> Hospitales Reparación de Automóviles Otros servicios de Reparación
Alto	<b>Servicio masivo:</b> Comercio al menudeo Comercio al mayoreo Escuelas Aspectos de la banca Comercial	<b>Servicios profesionales:</b> Médicos Abogados Contadores Arquitectos

**Figura 2.4.** Clasificación de los servicios.

**Fuente:** tomado de (Medina et al., 2001)

### 2.3.4 Descripción y análisis del proceso.

Se continúa con la descripción y el análisis del proceso, etapa en la cual se realiza una representación gráfica del proceso, donde se figura cada una de las actividades del mismo, para así permitir una mayor comprensión. Se registran analíticamente todo lo relativo al método de trabajo existente.

Para la representación gráfica del proceso se emplea un diagrama de flujo (Diagrama AS-IS) y una gráfica o diagrama de Gantt.

Símbolos	Implicación
	Inicio o finalización
	Proceso
	Decisión
	Conector de operaciones
	Demora
	Documento

**Figura 2.5.** Simbología e implicación del Diagrama de flujo.

**Fuente:** elaboración propia.

En esta etapa se tiene como principal objetivo detectar los principales problemas que afectan al sistema.

Para evaluar cada actividad se utiliza la herramienta de Análisis operacional definida como:

Maynard (1996) "El análisis operacional es un procedimiento sistemático, empleado para estudiar todos los factores que afectan al método de realización de una operación y alcanzar la máxima economía general".

Niebel, B et al. (2014) "Un procedimiento usado para estudiar los factores que afectan el método con el que se realiza una operación para alcanzar la máxima economía de conjunto."

Para el análisis de cada actividad se utilizan las siguientes interrogantes:

- ¿Esta operación o actividad es necesaria?
- ¿Agrega valor?
- ¿Se puede eliminar?
- ¿Se puede unir a otra?
- ¿Se realiza en el lugar adecuado?
- ¿Se puede reordenar?
- ¿Posibilidad de automatización?
- ¿Está asegurada?
- ¿Se puede mejorar?

La gráfica o diagrama de Gantt permite determinar la fecha de inicio y terminación de cada actividad, en cada puesto de trabajo, así como el tiempo de procesamiento total de cada trabajo. En ella el tiempo se encuentra a lo largo de la horizontal y los recursos, tales como máquinas u obreros, en la vertical. (Figura 2.6)

Actividades	Hi	Hf	Período de tiempo			

**Figura 2.6.** Estructura de un Diagrama de Gantt.

**Fuente:** elaboración propia.

Esta herramienta permite modelar de forma fácil y sencilla la ejecución de las actividades a estudiar y coordinar la actividad a desarrollar por cada persona con sus respectivos ciclos de tiempo en el proceso. Con el uso del diagrama de Gantt se obtiene una visualización rápida de los retrasos.

### 2.3.5 Estudios de tiempos de trabajo

En la literatura consultada se muestra que las principales técnicas para el estudio de la Jornada Laboral se basan fundamentalmente en la observación como vía principal para la recogida de la información.

El propósito de la mayoría de las investigaciones estadísticas es efectuar generalizaciones a partir de la información contenida en muestras aleatorias acerca de las poblaciones de las cuales se obtuvieron. En el enfoque clásico de los métodos de inferencia estadística, estos se dividen en dos áreas principales: las pruebas de hipótesis y la estimación.

Esta última se emplea dentro del cronometraje de operaciones, específicamente como estimación por intervalos; utilizada debido a la complejidad de que coincidan las estimaciones puntuales con las cantidades que se intenta estimar y en los cuales se puede esperar un grado razonable de certeza que contenga al parámetro en cuestión (Miller et al., 2004).

Para muestras aleatorias grandes con  $n \geq 30$  de una población con media desconocida  $\mu$  y varianza conocida de  $\sigma^2$  y probabilidad  $1-\alpha$ :

$$\bar{x} - z_{\alpha/2} * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + z_{\alpha/2} * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Para muestras aleatorias pequeñas ( $n < 30$ ):

$$\bar{x} - t_{\alpha/2} * \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2} * \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Donde:  $\bar{x}$  es la media de la muestra

$z$ : Desviación estándar

$1-\alpha$ : Nivel de confianza

$\sigma$ : Varianza de la población

$n$ : Tamaño de la muestra

$\mu$ : Media poblacional

$t$ : Distribución t de estudiante

$s$ : Desviación típica de la muestra

La información condensada de la observación por las dos herramientas antes mencionadas se registra en la tabla 2.1 para cada una de los departamentos, que permite el posterior análisis de los datos. El modelo de registro empleado se muestra a continuación:

		Llegada			Salida		
Avión	Tipo	H. C. Serv.	H. T. Serv.	T. D. Serv. (Pascual, #79)	H. C. Serv.	H. T. Serv.	T. D. Serv.

**Tabla 2.1.** Modelo de registro de la información empleado para el estudio de tiempos de trabajo para el señalero aeronáutico.

**Fuente:** elaboración propia.

En el modelo de la tabla 2.2, se recoge la hora en que se comenzaba a brindar el servicio, y a la cual terminaban, así como el tiempo que demoraba la actividad; tanto para la llegada de las aeronaves, como para su salida; para obtener el tiempo que como media el trabajador destina a la actividad.

Aerol.	Tipo	Hora Lleg.	Hora Sal.	Hora Arrib.	# Per.	Hora Bj.	Asientos			Aspiradora		Baño	Gall.	Furg.	Exc.
							Hi	#Per	Hf	Hi	Hf				

**Tabla 2.2.** Modelo de registro de la información empleado para el estudio de tiempos de trabajo en el departamento de limpieza de aeronaves.

**Fuente:** elaboración propia.

La tabla recoge la aeronave y su tipo, así como la hora de su llegada y salida, hora de arribo del personal de limpieza a la aeronave, cantidad de personas, hora en que concluyen la actividad completa, y los tiempos segmentados que demoran para realizar

las actividades de limpieza de los asientos, el o los baños, el o los Galley, la aspiradora, el furgón y la excreta, así como el personal destinado a cada una de ellas.

Para el análisis de la información se empleará el Statgraphic Centurion XV, el cual constituye una potente herramienta de análisis de datos que combina los procedimientos analíticos con gráficos interactivos. El software Statgraphic consiste en un paquete de software para ordenadores, dirigido por menús que integra una gran variedad de gráficos de alta resolución y de análisis estadísticos.

La creciente necesidad de manipulación de grandes volúmenes de datos, así como la complejidad de los cálculos implícitos en muchos modelos matemáticos, hace de esta herramienta una técnica imprescindible para el análisis estadístico.

### **2.3.6 Análisis de la plantilla en el departamento.**

#### **Cálculo de la plantilla necesaria**

Para el cálculo de la plantilla necesaria para los puestos a estudiar, se emplean los modelos de simulación. En este estudio se propone aplicar la metodología ofrecida por (Delgado, 2016) la cual se describe a continuación:

#### **Formulación del problema:**

Definir los objetivos que se desean alcanzar y las variables necesarias para el estudio. El propósito del estudio determina en gran manera el diseño del modelo, pues no todas las razones para el desarrollo de modelos requieren de representaciones con el mismo nivel de precisión.

#### **Diseño de experimento:**

Se realiza en dos fases. Primeramente, en la fase de desarrollo con el objetivo de facilitar el mismo que ayuda a verificar y validar el modelo. Una vez completado el modelo, se revisa el diseño experimental y se orienta a obtener las respuestas para las que se construyó el modelo.

#### **Recogida y análisis de datos:**

Es importante la elección de los datos de entrada. Normalmente éstos pueden tener dos tipos de procedencia: datos experimentales del sistema, pudiéndose tomar directamente del mismo o usar distribuciones estadísticas de datos previamente muestreados o utilizar datos teóricos obtenidos del personal familiarizado con el funcionamiento de sistemas

semejantes. Esta opción se toma cuando el sistema a simular no existe o porque no es posible obtener los datos.

Una vez procesados los datos, estos se asemejan en su distribución probabilística a un conjunto de distribuciones teóricas cuyas funciones de distribución probabilística se conocen y son sencillas de manipular.

Algunas distribuciones de variables aleatorias continuas:

Distribución Uniforme: todos los valores del rango de la variable aleatoria tienen igual probabilidad (Zapata, 2010).

La variable aleatoria tiene Distribución de Probabilidad Uniforme en el intervalo (A, B), si su Función de Probabilidad es:

$$f(\text{Bel et al.}) = 1 / B - A \quad \text{Para } A \leq x \leq B$$

Distribución Triangular: presenta un valor mínimo a, un valor máximo b y una moda c, de modo que su función de densidad de probabilidad es cero para los extremos (a y b), y afín entre cada extremo y la moda, por lo que su gráfico es un triángulo.

Esta distribución se utiliza cuando no existe mayor información para construir el modelo probabilístico, pero se conocen los límites de la variable y el valor más probable entre estos límites (Zapata, 2010).

Distribución Normal: La función de distribución de la distribución normal está definida como sigue:

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma^2}} du, \quad x \in \mathbb{R}$$

Dónde: x es la variable aleatoria continua

### **Construcción del modelo de simulación:**

Es el proceso de entrada del diagrama descriptivo realizado y de la información recopilada a la herramienta que lo simulará. Este proceso se ha visto facilitado por la evolución de los lenguajes de programación, la aparición de librerías orientadas a la simulación y por la aparición de entornos de modelado que facilitan el desarrollo de modelos (GPSS, SIMSCRIPT, SLAM, SIMAN). Para simular el modelo se utiliza el software ARENA 14.7.

El software ARENA es ofrecido por ROCKWELL SOFTWARE. El mismo es basado en el lenguaje SIMAN, puede usarse para la simulación de eventos discreto y continuos; para la simulación de procesos de fabricación, la dirección de cadena de suministro, las logísticas

y otros procesos. La simulación es usada para el análisis del impacto de diferentes factores en el sistema de estudio. El ARENA asegura un grado alto de la flexibilidad para los distintos modelos de cualquier nivel y de complejidad (Rockwell Software Inc, 2013).

ARENA es un entorno gráfico que asiste en la implementación de modelos en el paradigma orientado al proceso. Contiene un conjunto de bloques que representan gráficamente los diversos tipos de procesos agrupados en categorías en función de su complejidad. Los bloques se enlazan para representar el flujo de entidades entre ellos. También asiste para mostrar gráficamente la animación del proceso, donde logra fijar el aspecto gráfico de las entidades que fluyen. Además, permite crear cuadros en los que se muestren los valores de variables del modelo según transcurre la simulación. Recopila datos de estadísticas de la simulación; los cuales se pueden visualizar mediante informes al final de la misma (Kelton et al., 2015). Permite incluir módulos de usuario elaborados en otros lenguajes de programación, tales como FORTRAN, C o Visual Basic.

**Orientado al proceso:** En los modelos de simulación se observa que las abstracciones del sistema siguen tipos de procesos: colas, retrasos, bifurcaciones, fusiones, toman o liberan recursos etc. Este paradigma proporciona módulos estándar que simulan el comportamiento de dichos tipos de procesos. El trabajo del diseñador consiste en descomponer el modelo global en un conjunto de esos módulos estándar y proceder al ensamblado de los mismos (Kelton et al., 2015).

#### **Elementos de un modelo de simulación en ARENA:**

- **Entidades:** es el término utilizado para representar personas, objetos, o cualquier otra cosa, reales o imaginarias, que se mueven a través del modelo, con acceso a causar cambios en el estado del sistema o afectar a otras entidades. Son los objetos dinámicos en la simulación.
- **Atributos:** característica común de todas las entidades, pero con un valor específico que permite diferenciar una de otra. Lo más importante con respecto a los atributos es que sus valores están unidos a entidades específicas. Así, los atributos son variables locales (local para cada entidad).
- **Variables (Globales):** es una parte de información que refleja algunas características del sistema, sin importar cuántas o qué tipos de entidades pueda haber. Hay dos tipos de variables:

- Variables fabricadas por ARENA (Ejemplo: número de entidades en la cola, número de recursos ocupados, tiempo de simulación).
- Variables definidas por el usuario (Ejemplo: número de entidades en el sistema). No están unidas a una entidad específica, sino que más bien pertenecen al sistema en general.
- Recursos: representan todo aquello necesario para realizar un proceso: personas, máquinas, herramientas. Son elementos estáticos del modelo y en ellos son alojadas las entidades.
- Colas: son espacios de espera para las entidades en su movimiento por el sistema, cuando se interrumpe su paso por causas de fallos en el sistema.
- Estaciones: ARENA representa los sistemas dividiéndolos en subsistemas. Estos subsistemas son llamados estaciones. De esta forma, el modelo se hace más manejable y se proporciona una forma fácil de definición del movimiento de entidades entre partes del sistema.
- Acumuladores Estadísticos: son variables que recogen información conforme la simulación progresa para conseguir medidas de los resultados o salidas llevados a cabo. Sus tipos son:
  - Time-persistent: media, máximo y mínimo respecto al tiempo.
  - Tallies: media, máximo y mínimo de una lista de números.
  - Contadores: suma acumulada de ocurrencias de un evento.
- Frecuencias: frecuencia de ocurrencia de una variable, expresión o estado de un recurso de ARENA.
- Salidas: valor final de algún elemento.
- Eventos: un evento es algo que ocurre en un instante de tiempo (simulado) que puede hacer cambiar, atributos, variables o acumuladores estadísticos. Para poder ejecutar, una simulación debe seguir los eventos que se supone que ocurrirán en el futuro (simulado).
- Conveyors y transporters: la transferencia de la entidad de una estación a otra puede ser de diferentes formas:

- **Conexión directa:** la entidad no espera a que esté disponible ningún medio de transporte. En el camino se invierte un tiempo fijado por el usuario que puede especificarse como cero.
- **Conveyors:** funcionan como cintas transportadoras. Una vez que la entidad pide el acceso desde una estación para dirigirse a otra, ha de esperar a que exista sitio en la cinta para comenzar el transporte.
- **Reloj de Simulación:** variable que guarda el tiempo actual en la simulación. El transcurso de este tiempo no tiene por qué coincidir con el real, se puede acelerar o retardar. Este reloj marca el transcurso de los eventos del calendario y es una parte muy importante de la simulación dinámica (el reloj es una variable llamada TNOW).

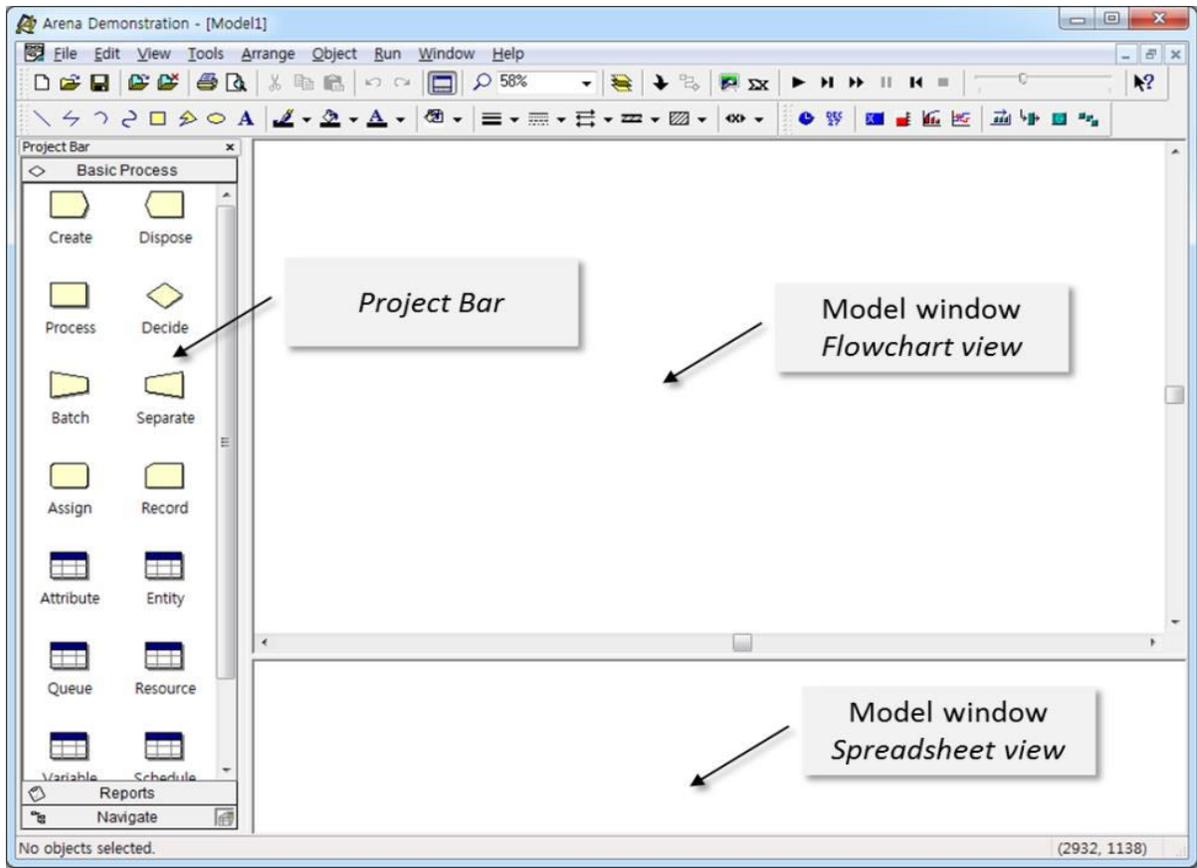
### **Ventana de ARENA:**

Este software posee un lenguaje de simulación para ser utilizado en entornos Windows 95 en adelante y se maneja como cualquier otro programa con entorno de ventanas donde se encuentran los elementos y operaciones necesarias para simular.

En la figura 2.7 se muestra la ventana del ARENA y sus regiones de trabajo.

Regiones principales de la ventana:

- **Vista del Organigrama:** Contiene todos los gráficos del modelo, además el organigrama del proceso, la animación y otros elementos de dibujo.
- **Vista de la Hoja de Cálculo:** Muestra los datos del modelo, como tiempos, costes y otros parámetros.
- **Barra de Proyecto:** Presenta varios paneles que contienen los principales tipos de objetos que se utilizarán.
- **Arena cuenta con un manual para usuario (Inc, 2013)** donde se explican cada uno de los paneles y bloques utilizados para simular el modelo, prestándole gran ayuda al investigador.



**Figura 2.7.** Ventana de ARENA.

**Fuente:** tomado de (Inc, 2013)

**Verificación y validación:**

En este paso se comprueba que no hay errores en la traducción del modelo que se confecciona del proceso a instrucciones del programa, si es rechazado o existe dificultades se debe comprobar que la confección sea el adecuado.

Según Monleón (2005), la validación del modelo conceptual es el proceso de comprobar la veracidad de las teorías para que la representación del sistema sea correcta, con relación al propósito del modelo.

La verificación consiste en comprobar la correcta implementación del modelo en la computadora (Rodríguez, J. M. et al., 2008).

La validación se refiere a probar el programa de computación para garantizar que la simulación es correcta. Específicamente, es una verificación para corroborar si el código de la computadora es una traslación válida del modelo de diagrama de flujo y si la simulación representa adecuadamente al sistema real (Chase, R. et al., 2009).

### **Análisis de los resultados:**

El experimento de simulación suele tener uno de estos dos comportamientos: condición clara de terminación para el proceso de simulación o no existe dicha condición y la simulación es sin terminación prolongándose el tiempo necesario hasta alcanzar resultados independientes de los parámetros iniciales, es decir hasta alcanzar un estado estacionario.

Los resultados obtenidos al simular el proceso serán analizados para tomar decisiones y poder determinar las deficiencias del proceso y aplicar acciones de mejoras.

#### **2.3.7 Acciones de mejora.**

A partir de los análisis que se desarrollan con los estudios de tiempos y de métodos de trabajo, así como de las interpretaciones de los modelos de simulación, se realizarán un grupo de propuestas para la mejora integral de los departamentos analizados.

Es válido aclarar que además se emplean otras técnicas para la recogida de la información necesaria como las entrevistas a trabajadores y directivos, la observación directa y el análisis de la documentación existente.

Entre las posibles soluciones se encuentran aspectos tales como:

- Rotación de posiciones de trabajo.
- Redistribución y reasignación de tareas.
- Mejora de las condiciones ergonómicas del trabajo (ambientales, posturales, etc).
- Necesidad y uso de medios de protección individual.
- Relaciones laborales (clima organizacional).
- Propuesta de nuevos métodos de trabajo.

#### **Conclusiones parciales.**

1. El procedimiento planteado permite cumplir los objetivos del estudio y así contribuir a la eficiencia y eficacia del proceso a analizar.
2. En los análisis de capacidad para los sistemas complejos la herramienta a emplear, que se considera la más eficiente, es la simulación por sus facilidades para modelar diferentes escenarios.

## **Capítulo III Análisis de los resultados de la investigación**

En el presente capítulo se revelan los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento propuesto en la entidad, que permite formular posibles acciones de mejoras a la planificación de la capacidad. A continuación, se muestra la información necesaria.

### **3.1 Aplicación del procedimiento**

#### **3.1.1 Conformación del equipo de trabajo**

Los miembros del equipo de trabajo encargado de apoyar el desarrollo de esta investigación se caracterizan por poseer varios años de experiencia dentro de la empresa, conocimientos sobre las actividades que se desarrollan en los departamentos objeto de estudio y mostrar completa disposición para cooperar con el estudio; además, su calificación ocupacional les permite valorar o emitir criterios sobre la temática estudiada.

**(Ver Anexo 5)**

#### **3.1.2 Cumplimiento de las etapas iniciales del estudio**

Como parte del cumplimiento de la etapa inicial de todo estudio, la familiarización y ambientación, se realizaron encuentros con todas las brigadas del departamento de servicios a pasajeros donde se les explicó en qué consistía el estudio y los trabajadores tuvieron la posibilidad de interactuar e intercambiar con los investigadores sobre las dudas o preocupaciones que tenían respecto al tema.

#### **3.1.3 Caracterización y clasificación de los servicios**

La caracterización de la entidad se muestra en el capítulo anterior, basada principalmente en la misión, visión, objeto social y su estructura organizativa; y para su clasificación se tuvo en cuenta el criterio de (Schroeder et al., 2011) el cual clasifica los servicios atendiendo al grado de intensidad de la mano de obra y al grado de interacción y adaptación.

Para los departamentos objetos de estudio se analizaron los aspectos anteriores donde se llega a la conclusión que el Departamento de Operaciones se encuentra ubicado en Fábrica de servicios, el grado de interacción y adaptación es bajo, ya que no se modifican los servicios que se prestan, pues están regulado por procedimientos; y por la columna de grado de intensidad de la mano de obra se ubica de igual manera en bajo, pues se requiere de personal profesional y altamente calificado, con cursos de preparación y

superación brindados por las aerolíneas y asociados al desarrollo de los servicios que deben brindar.

Para el Departamento de Limpieza de Aeronaves se definió que se encuentra ubicado en Taller de servicio, su grado de interacción y adaptación es alto, pues estos pueden modificar los servicios que prestan en dependencia del tipo de vuelo (pues se emplean diferentes tipos de limpieza) o de lo que desee la tripulación y según el grado de intensidad de la mano de obra se ubica en bajo pues en algunos de sus puestos se requiere de personal profesional y altamente calificado.

#### **3.1.4 Descripción y análisis de las actividades de la UOT del Aeropuerto internacional “Juan Gualberto Gómez”**

La UOT del Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez” está constituida por los departamentos que se muestra a continuación:

- Operaciones
- Servicios a Pasajeros
- Limpieza de Aeronaves
- Equipos Especiales
- Equipaje

La plantilla existente en esta unidad es de 341 trabajadores divididos por brigadas o equipos de acuerdo a los departamentos.

Para el estudio se seleccionó el departamento de Operaciones y Limpieza de Aeronaves. Esta decisión está determinada por las negociaciones establecidas entre las partes debido a la importancia relativa de los departamentos para la organización y la disponibilidad de consultores para cumplir con los términos y plazos establecidos en el contrato.

##### **3.1.4.1 Descripción y análisis de las actividades del Departamento de Operaciones**

El departamento de Operaciones es el encargado de velar que todos los servicios sean brindados con calidad y en el tiempo requerido. Este cuenta con 4 brigadas, integradas por 11 o 12 trabajadores cada una, 3 brigadas de ellas con 11 y una de ellas de 12 trabajadores; según la información brindada por el Anexo No. 14-A de la Plantilla de cargos y el registro de los trabajadores de la UEB Varadero, de agosto 2018.

Estas brigadas se estructuran de la siguiente forma: 1 Jefe de Aeropuerto, 2 Señalero aeronáutico, 1 en la posición de Control de Rampa y el resto son coordinadores en rampa y cada uno realiza el peso y balance de los vuelos que atienden.

Según los procedimientos, así como el Manual Básico de Operaciones (MBO) las principales actividades en este departamento son garantizar la documentación de los vuelos del día y coordina con los jefes de las demás Dependencias, los requerimientos necesarios para asegurar que se brinden los servicios con la mayor rapidez, eficacia y calidad posible y cumpliendo las normas de seguridad en plataforma, garantizar óptimamente el cálculo del centraje de las aeronaves, garantizar toda la información necesaria a las tripulaciones para la realización de los vuelos con seguridad, y controlar y hacer cumplir el pago y los servicios contratados entre las compañías aéreas y la Empresa Cubana de Aeropuertos y Servicios Aeronáuticos.

Este cuenta con 5 posiciones fundamentales:

- **Jefe de aeropuerto (Gestión aeroportuaria)**

Según el (ECASA, 2018d) las actividades que desarrollará serán:

- Recepción y entrega de turno (El Jefe de Aeropuerto o Coordinador de Operaciones saliente informará a su relevo sobre las condiciones del aeródromo y equipamiento para las operaciones, así como características de las mismas a partir del momento de entrega de turno).
- Chequeos de pista, calles de rodaje, paralelos y plataforma (La actividad la podrá realizar el Jefe de Aeropuerto, Supervisor o el Coordinador de Operaciones, la misma se realizará 3 veces).
- Enviar el mensaje de notificación de Accidentes e Incidentes (Al ocurrir un accidente ó incidente se recopilarán los datos necesarios y se llenara el reporte según Registro R-02/PE-07-08 Notificación de accidentes/incidentes en los aeropuertos” establecido en este procedimiento).
- Reportes de Turnos (En el mismo se plasmará nombre y apellidos del Jefe de Aeropuerto y del Supervisor, fecha, horario (hora UTC) y distribución del turno de trabajo, nombre de los Jefes de turno de los departamentos de Limpieza, Equipaje y Equipos Especiales, estado de la pista, paralelos y calles de rodaje, demoras de los vuelos y desgloses de las mismas si existiesen, incidencias e irregularidades que hayan ocurrido y pendientes existentes).
- Reporte de Turno Interno (tiene el objetivo de conocer el comportamiento del turno de trabajo, este reporte es para uso exclusivo del Aeropuerto).

- Verificará las Instrucciones de pago de las Compañías(verificar si la cajera o el Coordinador de operaciones encargado de facturar el vuelo tiene conocimiento de la instrucción y de notificar al Coordinador de Operaciones que atienden la posición de Coordinador en Rampa).
- Reuniones operacionales (incluye la reunión Pre-operacional, Contacto Operativo, y reunión Post-operaciones).
- Confección del resumen de Empresas Extranjeras(refleja Compañía y número de vuelo, registro de la aeronave, itinerario establecido y hora real de operación, total de pasajeros, correo, carga y equipaje transportados por la aerolínea en llegada y salida y las demoras (Código y tiempo) si existiesen).

- **Control de Rampa**

La misma funciona como una fusión de ella con la posición de vigilancia de vuelo. Según el (ECASA, 2018f) las actividades que desarrollará serán:

- Recibir la información de vuelos que arriban, vuelos a bordo, de estimados de arribos, cambios de finger, y mensajería. Así como informar a todas las dependencias interesadas la información que recibe.

- **Peso y balance**

Según el (ECASA, 2018a) las actividades que desarrollará serán:

- Chequear el operacional del día para conocer los vuelos que deberá balancear.
- Chequeará vuelos pendientes y verificará si los equipos de comunicación prevista para el desarrollo de su trabajo se encuentran funcionando correctamente, en caso contrario informará al Jefe de Aeropuerto en turno y plasmará, en el modelo antes citado, la falla técnica presentada y la hora en que comenzó la misma.
- Recibirá del Coordinador en Rampa la información acerca de la correspondencia de la carga y correo con el peso, cantidad y descripción mencionados en el Pre-Balance de carga entregado por las diferentes dependencias) la cantidad de equipaje promedio real que se está subiendo al avión, descripción del mismo y cualquier cambio en la forma de carga establecida.
- Informará la forma final en que quedó cargada la aeronave para la confección de la guía de peso y balance.
- Realizará la carga y centrado por Sistema DCS "LDP" LOAD PLANNING(El uso de este Sistema es por personal debidamente capacitado para este fin, con chequeo diario por los Especialista del sistema Helps-desk. Además de poseer número de

Cuenta para el desarrollo de sus funciones) o de forma manual, conocido como confección de la guía de peso y balance manual.

- Introducción de vuelos en el sistema automatizado (DCS)

- **Coordinador en Rampa**

Según el (ECASA, 2018b) las actividades que desarrollará serán:

- Se recopilará con tiempo suficiente a la llegada de la aeronave toda la información necesaria para trabajar la misma (mensajes LDM, UCM, CPM, MVT).
- Deberá dirigirse a la posición donde será estacionada la aeronave con un tiempo no inferior a los 10 minutos antes de hacer plataforma la misma, con el objetivo de chequear que esté libre de obstáculos y FOD.
- En el transcurso de la operación velará y exigirá que se cumplan los procedimientos en rampa del señalero aeronáutico, que se pongan los conos y calzos, según lo establecido en las Normas de Seguridad Aeronáutica.
- Al estacionarse en posición la aeronave, se le tomará la hora en la que le han sido colocados los calzos (en algunas compañías se tomará también la hora en la que éste hace contacto con la pista), se verificará número de matrícula y se realizará la inspección ocular (Marcha Ruta) (a la llegada y salida) alrededor de la misma con el objetivo de determinar si existen abolladuras o roturas en su fuselaje. A medida que los servicios lleguen se les tomará la hora en que comienzan y culmina la actividad con el objetivo de cumplir el TPT y definir posibles demoras.
- Informará a las dependencias la cantidad de carretillas o camiones a utilizar en la operación de carga y descarga. Entrega a los manipuladores o Jefe de brigada de equipaje una copia de la forma de carga del avión. Subirá a cabina para tener contacto con la tripulación y saber si falta algún servicio o si necesita alguno adicional a los contratados, así como la satisfacción y la calidad de los mismos e informará a la posición de balance o despacho forma final en la que quedó cargada la aeronave para la confección de la guía de peso y balance.
- Chequeará en el área de la estera de equipaje a través de las etiquetas que las maletas que estén cargando en el camión, carretillas o contenedores sean las correctas.
- Se coordinará con el jefe de cabina, jefe de campo o supervisor de la aerolínea, 40 minutos antes de la salida establecida por itinerario, el abordaje del vuelo.
- Al finalizar la operación el coordinador tendrá los vales de limpieza y de combustible en su poder a los cuales le dará su respectivo tratamiento.

- Confeccionará el Reporte de la Operación y posteriormente se llenará el Reporte diario de operaciones locales (sábana).
- **Señalero aeronáutico**

Según el (ECASA, 2018c) las actividades que desarrollará serán:

- Deberá estar en la posición 10 minutos antes para supervisar que la ZEC esté despejada de equipos y personal, las pasarelas en posición retractadas, los calzos, conos limitadores y extintores se encuentren cercanos, que en el área no existan obstáculos, se encuentre limpia de FOD, grasas y otras sustancias y se encuentren presentes los señaleros de punta de alas.
- Colocar y retirar los calzos de los trenes principales y conos de seguridad; acompañar al remolcador durante el empuje y le muestra al operador hacia donde debe quedar la nariz de la Aeronave y una vez allí indicar que se puede comenzar el arranque de los motores; cuando la tripulación le indica que esta lista para comenzar el rodaje, da la señalización a la tripulación a fin de situar la aeronave en la línea de circulación en la rampa y una vez terminada la operación organiza de forma correcta todos los medios en el lugar designado para los mismos en la posición.

En los **Anexos 6 y 7** se muestra la sucesión de actividades normales en el Departamento de Operaciones para la posición de Coordinador de Vuelo y Señalero Aeronáutico respectivamente.

#### **3.1.4.2 Descripción de las actividades del Departamento de Limpieza de Aeronaves**

El departamento de limpieza de aeronaves se encarga de la limpieza de las mismas, cualquiera que sea su porte, fuselaje y de acuerdo a lo contratado por las aerolíneas. Las actividades que se realizan en este departamento pueden ser mecánicas (aspiradora y excreta) o manuales e incluyen la retirada de la basura de los gales y limpieza de la cabina, baños y el montaje de estos, limpieza de las mesas, ceniceros, lámparas, roket, compartimientos de equipajes y bodegas, así como el ordenamiento de la literatura y colocación de cabezales, almohadas, mantas en los asientos de los pasajeros según la clase, la limpieza de los suelos con aspiradoras y la recogida de desechos con el vehículo de la excreta.

Para esta actividad se cuenta con 4 brigadas integradas de 11 a 12 trabajadores cada una, 3 brigadas de 12 y una de 11 trabajadores.

Estas brigadas se estructuran de la siguiente forma: 1 jefe de brigada, 2 operadores de equipos especiales (traslados de equipos sanitarios: camión de la basura y excreta) que participan en la limpieza de las aeronaves y el resto por Auxiliar General de Servicios Aeroportuarios Grupo IV.

Según el (ECASA, 2018e) las actividades de limpieza deben desarrollarse de la siguiente manera:

a) Limpieza de los Asientos.

- El empleado recogerá los desechos sólidos de las bolsas, los ceniceros y de los asientos, éstos se echan en la bolsa de nylon que el empleado utiliza para su trabajo.
- Se limpian los asientos, se ajustan y cruzan los cinturones de seguridad, se cierran los ceniceros, se ordenan los objetos retornables según corresponda.
- Colocan los reposa brazos en posición horizontal.
- Limpian las mesas por ambos lados con el producto indicado, se cierran las mesas.
- Se sitúa el respaldo de los asientos en posición vertical, el reposa pies en posición normal. Se limpian la puerta de acceso a la Cabina de Mando y mamparas de cabina de pasajeros.

b) Limpieza de los Galleys.

- El empleado recoge y retira los desechos del área y de los depósitos. Se echan en la bolsa de nylon que el empleado utiliza para su trabajo, esta bolsa se retira de la aeronave.
- Limpian las alacenas por el exterior, se limpian las superficies de las cocinas (fregaderos y superficie de trabajo).
- Limpian las puertas del horno por el exterior, las mesas de trabajo y se pliegan.
- Limpia el piso con una frazada humedecida con el líquido correspondiente.
- Se sitúa la bolsa de nylon en cada depósito de desperdicios. (Los líquidos a utilizar serán los que asigne la compañía aérea o los que entrega la compañía asistente)

c) Limpieza de los Baños.

- El empleado que realice este trabajo, retira los desechos sólidos del área, de los depósitos y ceniceros, los echa en la bolsa de nylon ésta se retira de la aeronave.
- Se sitúa la bolsa de nylon nueva en el tanque para papeles, se cierra el cenicero.

- Con un paño húmedo con el líquido especial se limpian espejos, lavamanos, llave del lavamanos, puerta de acceso al baño por ambos lados, las manchas de vómitos, alimentos, bebidas, etc., se limpia la poceta del baño.
- Se limpia el piso con una frazada humedecida con un líquido especial. Se distribuyen los artículos suministrados por la Aerolínea (papel higiénico, toallas, pañuelos desechables, etc.) (Los líquidos a utilizar serán los que asigne la compañía aérea o los que entrega la compañía asistente)

d) Limpieza del Piso.

- El empleado recoge del piso de la cabina de mando y del salón de pasajeros: los desechos sólidos que por sus dimensiones la aspiradora no absorba, se echan en la bolsa de nylon que poseen para esos fines.
- Los objetos retornables tales como (mantas, almohadas, audífonos, revistas del vuelo, tarjetas de emergencias y otros), se sitúan sobre el asiento.
- Los restos de vómitos, alimentos, bebidas y otros que están en el piso, reposa pies y rodapiés se limpian con colcha húmeda y un líquido especial.
- Se conecta la aspiradora, se inicia el trabajo aspirando de atrás hacia delante, los pasillos del salón, entre baños, Galley y debajo de los asientos, así como el piso de la cabina de mando.
- El empleado recoge del compartimento de carga los desechos sólidos de mayor tamaño, el resto lo barre con la escoba, estos se echan en la bolsa de nylon.

En el **Anexo 8** se muestra la sucesión de actividades normales en la limpieza de un avión tipo.

La asignación del personal a una aeronave varía en función de la cantidad de personal disponible en un momento dado, el tipo de avión y la congestión en la pista. No obstante, para un avión de mediano porte la distribución de las tareas en un momento de no congestión pasa por un operador del carro de la excreta que realice la limpieza y recogida de la basura de los baños, un operador del carro de la basura que realiza la recogida de la basura de los Galleys y paso de la aspiradora a todo el avión, mientras a la limpieza de asientos se le trata de asignar una cantidad de al menos 4 personas.

Es válido destacar que la aerolínea American por los servicios que regularmente solicitan en la pista, no se le pasa la aspiradora y la cantidad de personal para la limpieza de asientos puede ser menor por el grado de suciedad que presente.

### **3.1.5 Resultados del estudio de métodos y tiempos de trabajo.**

En este paso se realiza un estudio de los diferentes métodos de trabajo en las diferentes áreas en cuestión. Para ello se realizan una serie de observaciones recogidas en los **anexos 9 y 10**, así como un estudio al análisis operacional (**Anexos 11 y 12**) para los departamentos de Limpieza de Aeronaves y Operaciones respectivamente.

El cumplimiento de esta etapa del estudio se incluye en el análisis estadístico de las operaciones y los momentos de congestión que constituye la primera etapa del cálculo de la plantilla necesaria pues son las entradas del modelo de simulación implementado.

Obteniéndose como resultado la plantilla necesaria para cada brigada en cada uno de los departamentos objeto de estudio, en períodos de alza y de baja.

### **3.1.6 Cálculo de la plantilla necesaria**

En este paso se procede a calcular el personal necesario para dar servicio a una aeronave en función de su tipo. Para lo cual se utilizan observaciones del proceso, las cuales fueron procesadas mediante el Software Statgraphic Centurion XV para verificar la normalidad de la muestra.

#### **Departamento de Operaciones:**

##### **Análisis para la posición: Jefe de Aeropuerto (Gestión aeroportuaria)**

A partir de la documentación consultada, así como el Procedimiento Específico Gestión Operacional, se puede concluir que se recomienda continuar con la distribución existente, donde un trabajador específico y preparado, por cada brigada, es quien ocupa la posición y abarca todas las funciones de control y supervisión que debe desempeñar, de forma vital y con la calidad requerida.

##### **Análisis para la posición: Control en Rampa**

Posterior al análisis realizado con anterioridad de toda la documentación brindada por la entidad, se recomienda que dicha posición continúe desempeñándose de la manera que lo ha hecho hasta el momento. Debido a la capacidad de todos los trabajadores de ocupar esta posición, donde de forma rotativa, un trabajador por brigada, en cada turno, es el encargado de recibir y brindar todas las informaciones relacionadas con los vuelos, y con los servicios que se le debe brindar a cada aeronave.

##### **Análisis para la posición: Peso y Balance**

Con la distribución actual el coordinador que atiende el vuelo es el encargado de dirigirse hasta las oficinas de operaciones, para en el local destinado con los medios necesarios,

realizar el peso y balance de la aeronave, y deja a la misma sola en rampa e imposibilita la supervisión de ella y de los servicios que se ofrezcan en dicho instante de tiempo; lo cual no es favorable.

Por lo anterior y con el análisis de la documentación brindada por la entidad, específicamente guiados por el Procedimiento Específico Carga y Centrado de Aeronaves, así como el Procedimiento Específico Coordinar los Servicios en Rampa, se llega a la conclusión que es recomendable asignar un trabajador permanente en cada jornada laboral, para la posición de Peso y Balance; justificándose con el planteamiento del no abandono de la aeronave, mientras esta se encuentra en rampa.

Dada la preparación de todos los coordinadores esta asignación puede ser rotativa en cada brigada.

#### **Análisis para la posición: Coordinador en Rampa**

Posterior a un estudio a profundidad del Procedimiento Específico Coordinar los Servicios en Rampa, y con uso de herramientas como el Diagrama de Gantt se puede plantear que para esta posición se requieren 4 coordinadores en los días promedio, pero al realizar un análisis detallado en los días mínimos y máximos tanto para períodos de baja como de alza, se muestran variaciones en esta cifra como se muestra en el **Anexo 13** y **Anexo 14**, por lo que para días de máximo sería recomendable apoyo para esta posición para poder desarrollar la actividad en tiempo y con la calidad requerida.

#### **Análisis para la posición: Señalero aeronáutico (parqueador)**

En el **Anexo 15** se muestran la tabla resumen para los tiempos de llegada y salida para aviones de mediano porte y gran porte, los intervalos de confianza establecidos son:

- ✓ Para la llegada de aviones MP

Intervalos de confianza del 95,0% para la media: 6,46667 +/- 0,587064 [5,8796; 7,05373]

- ✓ Para la llegada de aviones GP

Intervalos de confianza del 95,0% para la media: 7,55556 +/- 1,22211 [6,33345; 8,77766]

- ✓ Para la salida de aviones MP

Intervalos de confianza del 95% para la media: 7,0 +/- 0,553783 [6,44622; 7,55378]

Intervalos de confianza del 95% para la desviación estándar: [0,732127; 1,5771]

- ✓ Para la salida de aviones GP

Intervalos de confianza del 95% para la media: 9,33333 +/- 0,683604 [8,64973; 10,0169]

Intervalos de confianza del 95% para la desviación estándar: [0,903757; 1,94681]

Como se puede apreciar las salidas del software incluyen medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Se aprecia que los valores de estos estadísticos se encuentran dentro del rango de -2 a +2 lo cual demuestra que los valores para cada caso son provenientes de una distribución normal.

Un análisis histórico de los vuelos en los años 2018; así como del máster operacional para el 2019, reveló niveles de actividad máximo, mínimo y promedio de las operaciones en los períodos de alza y baja. **(Anexo 16)**

### **Modelos de simulación para señalero aeronáutico.**

#### **Formulación del problema:**

Desarrollar un modelo de simulación que facilite la comprensión y análisis de la operación de estacionamiento de aeronaves en tierra; requieren especial atención los factores tiempo de espera, y utilización de los recursos, entre otros resultados; lo que permita revelar deficiencias en el mismo y proponer acciones de mejoras. Para ello se requiere el análisis de las siguientes variables:

- Tiempo entre arribo.
- Tiempo de operación.
- Cantidad de arribos.

#### **Diseño de experimento:**

Se traza como objetivo verificar la construcción del modelo y evaluar si bajo las condiciones organizativas existentes en las brigadas es posible cumplir con una política para no permitir la espera de las aeronaves. Para ello se define un modelo que imite al proceso actual y sus correspondientes variables de interés.

#### **Período a analizar:**

Del análisis de la información recopilada y la observación realizada se toma para la investigación el horario normal donde se evalúan en los meses de más alta y baja demanda según los últimos datos históricos, así como la demanda promedio.

#### **Descripción de la variable:**

- Tiempo entre arribo: Los datos a recoger son el tiempo entre llegada de cada tipo de avión.

- Tiempo de operación: Los datos a recoger son el tiempo que se demora en cada actividad.
- Cantidad de arribos: Cantidad de aviones por tipo de avión en arribo.

### **Recogida y análisis de datos:**

Para la recogida de los datos se utiliza el cronometraje de una serie de observaciones en el desarrollo de la actividad en distintos tipos de aviones, brigadas en servicios y horarios dentro del día.

Mediante el análisis estadístico de las observaciones en el software Statgraphic Centurion XV de estos valores se determina el tiempo más probable en la ejecución de la tarea, los cuales fueron contrastados con los miembros del grupo de trabajo para su validación. No obstante, es válido destacar que el registro de una información mayor sería recomendable para la obtención de resultados más certeros, los cuales estuvieron influidos por las dificultades para la transportación diaria hacia el aeropuerto, el desarrollo y desempeño dentro de la entidad y la estancia durante 24 horas seguidas en la rampa. Por lo que el análisis con el grupo de trabajo influyó a la hora de validar los resultados.

Al ser operaciones manuales o computarizadas, su duración estará sujeta al grado de duración de las actividades de operaciones en tierra.

### **Construcción del modelo de simulación:**

En la construcción del referido modelo de simulación se parte de los datos recopilados, imprescindibles a la hora de entrar la información al lenguaje de simulación ARENA, y fijar los elementos necesarios para simular.

**Entidad:** representa los aviones que arriban a la rampa (Tiene en cuenta su porte y la aerolínea).

**Recursos:** el sistema cuenta con un recurso.

- Señalero aeronáutico: es el encargado de realizar los procesos de preparación, parqueo, supervisión, y salida, sin importar el porte de la aeronave (2 en total).

Los modelos de simulación para los días estudiados (mínimo, máximo y promedio) se muestran en los **Anexos 17 y 18** en los períodos de baja y alza respectivamente.

### **Verificación y validación:**

Mediante el estudio y el tiempo invertido para la investigación se dispuso de información cuantitativa y cualitativa sobre el funcionamiento de los procesos de preparación, supervisión, parqueo y salida de aeronaves.

Se corre el programa bajo condiciones de trabajo de 24 horas por día. Mediante una corrida experimental es posible verificar, a través de las salidas del software, que el modelo sí refleja de manera razonable el comportamiento real del proceso parqueo de aeronaves.

### **Análisis de los resultados:**

En este paso se analiza los resultados de la simulación con la finalidad de identificar deficiencias en el proceso y proponer acciones de mejoras.

#### Para el período de baja:

Como muestra el **Anexo 19** para los días mínimo en períodos de baja, con 1 trabajador por brigadas sería suficiente, él cual realizará las 4 operaciones que se requiere (preparación, parqueo, supervisión, y salida), sin importar el porte de la aeronave, demostrándose que con esta cantidad es suficiente para atender la demanda en este período, pues no existe tiempo de espera. En el **Anexo 20** se muestran los resultados para 2 trabajadores, donde se aprecia que no existe tiempo de espera, pero el % de utilización es aún más pequeño por lo que no es recomendable.

Para días promedio en el período de baja se puede observar en el **Anexo 21** que existen tiempos de espera cuando se decide trabajar con solo un parqueador, por lo que se recomienda mantener la distribución actual de 2 trabajadores por brigada destinados a esta labor, ya que como se muestra en el **Anexo 22** existen tiempos de espera, pero estos valores son muy inferiores y están expresados en minutos por lo que no fueron tomados como relevantes.

Para días máximos de baja la cantidad de señaleros necesarios serán 3(**Anexo 23**).

#### Para el período de alza:

Como muestra el **Anexo 24** para los días mínimos en períodos de alza, se recomienda mantener la distribución actual de 2 trabajadores por brigada destinados a esta labor, pues existen tiempos de espera, pero estos valores son muy inferiores y están expresados en minutos por lo que no fueron tomados como relevantes; y por el contrario como se muestra en el **Anexo 25** existen tiempos de espera mucho mayores cuando se decide trabajar con solo un parqueador.

Para los días promedios en períodos de alza, se recomienda mantener la distribución actual de 2 parqueadores por brigada, pues existen tiempos de espera, como muestra el **Anexo 26** pero estos valores son inferiores y están expresados en minutos por lo que no son relevantes; y por el contrario como se muestra en el **Anexo 27** existen tiempos de espera mucho mayores cuando se decide trabajar con solo un parqueador.

Para los días máximos en el periodo de alza no se logra correr el modelo debido a las limitaciones que presenta el software en su versión estudiante, no obstante, en función de las relaciones existentes entre la cantidad de aviones en el periodo de alza contra el de baja la cantidad nunca debe ser inferior a 3.

### **Departamento de limpieza de aeronaves**

#### **Análisis estadístico de las operaciones y los momentos de congestión.**

Actividad de limpieza de asientos: en el caso del Interjet y American siempre se observó una cantidad de 3 y 4 trabajadores respectivamente, motivado por las necesidades de limpieza que presentan por lo general estas aeronaves y el grado de congestión que se presentó. No obstante, esta cantidad no imposibilitó en ningún caso cumplir con la norma de tiempo para esta actividad. Para el resto de los casos la cantidad osciló entre 4 y 9 trabajadores en dependencia de la cantidad de personal y el grado de congestión en la pista.

Limpieza de Baños: salvo en escasas ocasiones la limpieza fue realizada por una sola persona, lo cual evidentemente alarga el desarrollo de la actividad al presentar dos baños las aeronaves.

Galleys: esta actividad fue realizada por el trabajador que pasa la aspiradora ayudado en numerosas ocasiones por el jefe de brigada, donde se empieza por el Galley de adelante del avión.

El listado de las observaciones recogidas para los aviones de MP fueron analizadas y procesadas por el software Statgraphic Centurion XV., obteniéndose los resultados que se muestran en el **Anexo 28**.

En este caso antes del análisis se eliminan valores atípicos, ya que su presencia pudiera influir sobre los resultados finales del estudio. Los valores descartados son (9; 7,5; 7; 6,3 y 5 minutos). En el caso de la excreta se eliminan los valores de 6 y 7 al presentar la misma situación.

Para el análisis de las operaciones en aviones de GP vale destacar que se eliminaron valores atípicos en el caso de la limpieza de baños (1, 6 y 7 minutos). (Anexo 29)

En este análisis se incluye la relación de limpieza de asientos para cuando solo se utilizan 8 auxiliares, es válido destacar que en la limpieza de asientos se obtuvo una muestra bastante pequeña por lo que en la validación de estos datos se vinculó el grupo de trabajo.

### **Principales variables que influyen en los tiempos obtenidos**

Los tiempos de servicios obtenidos están influenciados por un conjunto de variables causantes de su aumento o disminución indistintamente. A continuación, se listan las principales variables que inciden en la disminución o aumento de los tiempos de servicios a aeronaves, obtenidas por la observación directa, la entrevista y el análisis de documentos.

A favor de su disminución:

- La experiencia de la fuerza de trabajo.
- El compromiso de los trabajadores con el cumplimiento de los tiempos establecidos (apoyo de los representantes de vuelo en la limpieza.)
- El apoyo de las azafatas de algunas aerolíneas en las tareas de limpieza.
- El estado de limpieza en el que se encuentra la aeronave en función de la aerolínea.

A favor de su aumento:

- La desmotivación de los trabajadores.
- Las condiciones ambientales bajo las cuales se puede desarrollar el trabajo y los riesgos y padecimientos derivados de ellas.
- La violación de las cláusulas establecidas en los contratos en cuanto a la atención a la limpieza de las aeronaves cuando presentan demoras o adelantos, en muchas ocasiones como consecuencia de la presión ejercida por los representantes de vuelo.
- Las malas condiciones de los locales destinados al descanso de los trabajadores.
- Las deficiencias en la organización del trabajo en cuanto a la asignación del personal de limpieza por tipo de aeronave y en la asignación de la carga de trabajo individual.
- Los cambios de tripulación entorpecen el desarrollo de las actividades de limpieza en la aeronave.
- Mala distribución en las actividades de limpieza donde se violan los procedimientos de calidad establecidos.

### Momentos de congestión históricos

En los momentos de congestión una de las estrategias más importantes es la división de la brigada en dos, donde se reparte para la atención de dos aviones de mediano porte los auxiliares encargados de la limpieza de asientos en 4 para cada avión, no así para el caso de gran porte. Además de la incorporación de otros dos a las actividades de paso de aspiradora y limpieza de baños.

El análisis de la limpieza de asientos por 4 auxiliares se muestra en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Ajuste de distribución para el tiempo de limpieza de asientos en aviones de mediano porte con 4 auxiliares.

Recuento	13
Promedio	9,84615
Desviación Estándar	3,07804
Coeficiente de Variación	31,2614%
Mínimo	5,0
Máximo	15,0
Rango	10,0
Sesgo Estandarizado	0,0423562
Curtosis Estandarizada	-0,833944

**Fuente:** Salida del software Statgraphic Centurion XV.

El análisis histórico de los vuelos en el 2017 revela la siguiente información contenida en el **Anexo 30**. Como se puede apreciar muestra al mes de febrero como el mes de mayores arribos en total, donde a pesar de no ser el mes de mayor cantidad de vuelos de gran porte si su relación amplia en el caso de los de mediano porte lo cataloga como el de más consumo de tiempo a la hora de brindar el servicio a las aeronaves. Mientras el mes de más baja actividad se señala a septiembre, no obstante, se toma para el análisis del mínimo a octubre por su relación con la cantidad de vuelos de gran porte contra mediano porte, esto se basa en que la atención a una aeronave de MP es de 15 minutos por parte de la limpieza mientras en GP 50 minutos. Para octubre el día de mayor afluencia en cuanto a arribo es el jueves con una cantidad de 10 aviones.

El análisis del estadístico del año 2018 hasta la terminación de este estudio (enero-febrero-marzo) arrojó nuevamente al mes de febrero como el mes de mayor cantidad de vuelos y dentro de este al sábado como el día de mayor afluencia (26 a 28 vuelos).

Del máster de operaciones se aprecia que la variabilidad dentro del día de la semana durante el mes en cuanto a horarios de arribo de aviones prácticamente no se mueve. Además, en el período de abril-diciembre el uso de la rampa durante el horario de 12:00 am – 8:00 am es prácticamente nulo, solo observándose algunos vuelos aislados de mayo-noviembre incrementándose su ocurrencia en diciembre y abril, donde normalmente hay de cero hasta dos vuelos diarios con un máximo de 4 vuelos muy excepcional. La relación en el horario de 8:00 am-4:00pm con el de 4:00pm-12:00am muestra una mayor utilización para todos los períodos en el primero de estos.

### **Modelos de simulación.**

Para el desarrollo de la simulación se realizar de igual manera que en el anterior departamento, tanto para la formulación del problema, como para el diseño de experimento, donde se debe tener en cuenta el período a analizar. Para ello se requiere el análisis de las siguientes variables:

- Asignación de personal por actividad.
- Tiempo de la operación.
- Tiempo entre arribo.

#### **Descripción de la variable:**

- Cantidad de personal: Los datos a recoger son la cantidad de personal asignado a una tarea por tipo de avión.
- Tiempo de proceso: Los datos a recoger son el tiempo que se demora en cada actividad, dentro de los aviones de mediano y gran porte.
- Tiempo entre arribo: Los datos a recoger son el tiempo entre llegada de cada tipo de avión.

#### **Recogida y análisis de datos:**

Para la recogida y el análisis de datos se sigue el mismo procedimiento, donde al ser operaciones manuales o mecánico-manuales y su duración estar sujeta al grado de suciedad que se presente, se plantea el uso de una norma de tiempo que no depende de un valor constante, sino de un ajuste de distribución que permita modelar mejor la realidad de esta labor, que un simple valor medio. En este caso se realiza un ajuste a varias distribuciones donde se selecciona la distribución normal por el pequeño error que generan los datos para su ajuste. Este análisis se muestra en el **Anexo 31**.

Para el análisis de la variable tiempo entre arribo se divide la jornada de (24 horas) en intervalos iguales de 8 horas (NC3000) y se determina la llegada de un avión en ese intervalo.

Para gran porte en febrero a partir de las 8:00 am: un primer intervalo de 5 horas de inactividad, 1 aviones/hora durante un tiempo de 4 horas; 0 durante 5 horas; 1 durante 2 horas y durante las últimas 8 horas 0.125 aviones/ horas.

Para mediano porte en febrero a partir de las 8:00 am: en intervalos consecutivos de 2 horas los valores son: 1.5; 1; 1.5; 1; 1; 3; 1; y durante las últimas 8 horas 0.125 aviones/ horas.

En baja: después de analizado el estadístico histórico del mes de octubre y determinado el día más crítico y su relación interna dentro del mes, se determina que sigue un patrón estable en relación con el horario de llegada de los vuelos por lo que se prueba exactamente bajo esas condiciones.

#### **Construcción del modelo de simulación:**

En la construcción del referido modelo de simulación se parte del diagrama de flujo realizado y de los datos recopilados, imprescindibles a la hora de entrar la información al lenguaje de simulación ARENA, y fijar los elementos necesarios para simular.

**Entidad:** representa los dos tipos de avión que arriban a la rampa (MP y GP).

**Recursos:** el sistema cuenta con cuatro tipos de recursos.

- Rampa: estación donde parquean los aviones (7 en total).
- Forma 8: realiza el trabajo de limpieza de asientos cuando se selecciona toda la brigada (puede ser en MP o en GP)
- Forma a 4: realiza el trabajo de limpieza de asientos cuando no se selecciona el máximo en aviones de MP.
- Operador de aspiradora: realiza las operaciones de limpieza de Galley delantero y pasada de aspiradora.
- Operador de carro basura: desarrolla las operaciones de recogida de la excreta, limpieza de Galley trasero y baños.

Los modelos de simulación construidos para el análisis se muestran en los **Anexos 32 y 33**.

#### **Verificación y validación:**

Mediante una corrida experimental es posible verificar, a través de las salidas del software, que el modelo sí refleja de manera razonable el comportamiento real del proceso de limpieza de aeronaves.

### **Análisis de los resultados:**

#### Para el período de baja:

Como se muestra en la figura 3.1 bajo las condiciones actuales de 12 trabajadores por brigadas repartidos cómo se muestra en el **Anexo 34**, se demuestra que con esta cantidad actual es suficiente para atender la demanda en este período.

Count	Value
Cientes insatisfechos de GP	0.00
Cientes insatisfechos de MP	0.00

**Figura 3.1.** Resultados bajo condiciones de trabajo de 24 horas.

**Fuente:** salida del software Arena 14.7.

Como resumen del **Anexo 35** se concluye:

**Tabla 3.2.** Tiempo de espera (en minutos) de los aviones por ser atendidos y cantidad en rampa.

Avión de	MP	GP
Tiempo medio de espera	0	1.59
Cantidad promedio en rampa	0.36	0.32
Tiempo total en rampa (media)	11.56	41.76
Por ciento de utilización de los recursos	Forma 8	18.72
	Operador carro basura	19.07
	Operador de aspiradora	18.13
	Rampa	3.26

**Fuente:** elaboración propia.

Los resultados que se obtienen en el horario **de 8:00 am a 4:00 pm (Anexo 35)** indican (Hold 1 y 2) que la cantidad tanto de (gran como mediano porte) que espera por ser atendido es insignificante, lo cual permite racionalizar la brigada mediante la corrida de la limpieza de asientos en gran porte con 8 auxiliares en vez de con 9.

#### **Para el Horario de 4:00 pm a 12:00 am**

Se obtiene resultados similares, aunque con un porcentaje de utilización inferior, debido al arribo de una cantidad inferior de aviones. Aunque en el día analizado no existieron

aviones de gran porte su presencia durante el período de abril a diciembre es real con cantidades no superiores a uno, lo que marca la necesidad de utilizar la brigada entera con la propuesta realizada siempre que sea necesario.

La validación de la propuesta de trabajo en estos horarios para limpieza de asientos en gran porte se observa en el **Anexo 36**.

**Para el horario de 12:00 am a 8:00 am:**

Se debe realizar una programación cuidadosa porque aunque el arribo de aviones en este horario muchas veces es nulo, sí existen algunos casos en que ocurren, no es esta cantidad mayor de 4 vuelos y comportándose en la mayoría de los casos entre 0 y 2 vuelos. Además cabe destacar que este es un aeropuerto alternativo de los aeropuertos de Boyeros, Santa Clara y Miami por lo cual debe existir un staff mínimo de personal capaz de dar respuesta a situaciones excepcionales determinadas por afectaciones en estos aeropuertos que impliquen redireccionar temporalmente los vuelos a esta instalación.

1. Mantener siempre un mínimo de 6 trabajadores (propuesta económica), repartidos en 4 para limpieza de asientos y un baño, 1 en limpieza de Galley delantero y paso de aspiradora, y por último 1 para excreta, basura de Galley trasero y 1 baño.

Para la propuesta de validación para cuando los arribos son de mediano porte con un tiempo superior a 5 minutos entre llegadas (**Anexo 37**). (Diagrama de Gantt).

De aquí se concluye, que aunque no es la mejor opción en cuanto a terminación de un avión si genera la mejor liberación de recursos en la actividad de mayor gasto de tiempo, dando la posibilidad de una parte de los recursos (3 en total) liberarlos en un menor tiempo para la atención de otro avión.

2. Mantener siempre un mínimo de 10 trabajadores por si ocurre la llegada de un avión de gran porte, esta opción es más recomendada desde el punto de vista de satisfacer al cliente de cualquier porte. Se plantea 10 en vez de 11 ya que ante la poca congestión de este horario (arribos que ocurran en más de 5 minutos), se puede optimizar más la brigada sin contar la opción de 2 aviones de mediano porte simultáneos en pista. Es válido aclarar que se trabaja para la media, es decir si llegara un avión de este tipo en extremo sucio o si se perdiera tiempo por alguna causa no se cumpliría con el tiempo establecido.

Distribución de las actividades en un avión de Gran Porte (**Anexo 38**).

### Propuestas para el período de alza (enero-marzo):

#### **Horario de 8:00am a 4:00 pm**

La salida de software del **Anexo 39** muestra que existe una pequeñísima posibilidad de quedar un cliente insatisfecho, la cual es prácticamente nula menor a 0.05 con un nivel de confianza de 99.93%. Este posible fallo se plantea al concurrir en intervalos menores iguales a 5 minutos en rampa un avión de mediano porte con uno de gran porte, por lo que se plantea brindar especial atención a las actividades bajo estas condiciones. No obstante, se concluye que la brigada integrada por 12 trabajadores es suficiente para este período al presentarse una probabilidad tan insignificante, esto se valida a través del **Anexo 39 y 40**.

Como se puede apreciar el máximo de aviones que esperan en un momento dado es de uno, lo cual representa una media muy baja.

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Avion GP	0.5157	0,01	0.4593	0.6132
Avion MP	1.1769	0,15	0.6029	1.5238

**Figura 3.2:** Cantidad media de aviones en rampa.

**Fuente:** Salida del software Arena 15.0

La existencia de aviones en rampa de mediano porte pasa por los 1.18 aviones, mientras en gran porte 0.52.

Además se realiza una prueba para probar que no se debe bajar la brigada en este período de 12 trabajadores, es decir poder atender 2 aviones de mediano porte a la vez.

Como se puede apreciar en la salida de software (**Anexo 41**) en media se incumpliría con aproximadamente dos aviones de mediano porte en el tiempo establecido.

Se prueba además el uso de 8 trabajadores para la limpieza de asientos en gran porte. (**Anexo 42**)

El software da como resultado que es posible su uso al presentarse una probabilidad tan baja con un nivel de confianza tan alto, no obstante se debe prestar especial atención al desarrollo de la tarea para analizar la opción de incluir un noveno trabajador, ya que en este período la presencia de 12 trabajadores si es necesaria.

#### **Resumen del horario**

Brigada compuesta por 12 trabajadores:

Para aviones de gran porte 8 o 9 trabajadores limpieza de asientos, 2 para aspiradora y Galley y 1 en excreta y baños.

En aviones de mediano porte: 4 trabajadores para la limpieza de asientos, con uno que sea rotativo para limpieza de un baño, un trabajador en limpieza de un Galley y paso de aspiradora, y por último uno para excreta, limpieza de un Galley y un baño. Destacar que si no hay congestión se puede utilizar una cantidad mayor de personal por actividades.

#### Análisis para el horario de 4:00 pm a 12:00 am

Se propone trabajar de igual manera, para poder obtener los resultados que se muestran en el **Anexo 43**.

#### Análisis para el horario de 12:00 am a 8:00 am

Después de realizar una búsqueda del comportamiento histórico de este horario en el aeropuerto, patrones que sirvieron para modelar el período se plantea el trabajo con 10 trabajadores en este horario ante la incidencia más frecuente de aviones, sobre todo de gran porte en relación con el período de baja. Los resultados de esta propuesta se muestran en el **Anexo 44**.

### **3.2 Propuestas de mejoras para optimizar el trabajo de los departamentos estudiados**

En este acápite es válido aclarar que la principal propuesta está enfocada en la optimización de la plantilla tal y como se propone en el epígrafe anterior. No obstante, se ofrecen de manera muy precisa un conjunto de propuestas que permiten mejorar la organización del trabajo en la UOT.

- Ajustar la distribución de las tareas asignadas a los trabajadores.

Específicamente en el departamento de limpieza de aeronaves, aunque en algunas ocasiones se pudo observar que se realizaba este ajuste, no era en todos los casos. El mayor volumen de trabajo correspondía al operador de la excreta, encargado de la limpieza de los baños y que apoyaba indistintamente en la limpieza de Galleys. Con simples ajustes de distribución de tareas se puede disminuir la carga de trabajo de algunos “sobre utilizados” y aumentar la de otros “subutilizados” apoyándose en el Diagrama de Gantt realizado como propuesta de distribución en un avión de Gran Porte y el diagrama de validación para cuando los arribos son de mediano porte con un tiempo superior a 5 minutos entre llegadas.

- Garantizar los medios de protección individual.

Ante los cambios en la plantilla -específicamente la incorporación de nuevos trabajadores- se debe garantizar la asignación instantánea de los medios de protección individual que necesiten. Se detectó que, en muchas ocasiones, aunque existen los medios esta asignación no se realiza al incorporarse el trabajador.

- Respetar la prioridad del servicio de limpieza de aeronaves tal como establecen los contratos.

Tal y como se aclaró en las variables que influyen en el estudio, la influencia de los representantes de vuelo debe ser acorde a los términos establecidos en los contratos de forma que se prioricen aquellas aeronaves que están en tiempo.

- Implementar un sistema de vigilancia temprana, ya que el cambio en la relación histórica de llegadas de vuelos podría influir sobre la plantilla final aprobada, debido a que la propuesta solo cubre la atención de 2 vuelos de mediano porte simultáneos y no más de un vuelo de gran porte a la vez.

Finalmente se muestran los resultados a la entidad, la cual queda satisfecha pues estos son satisfactorios y útiles, para el favorecimiento de un mejor desarrollo y desempeño de los servicios en ella, lo cual se muestra en el **Anexo 45**.

### **Conclusiones Parciales**

1. Se concluye dentro del Departamento de Limpieza de aeronaves, que el momento de mayor congestión es en los meses comprendidos entre enero y marzo, y el horario pico es de 8:00am a 12:00 am.
2. Mediante los Diagramas de Gantt se definió que serán necesarios para días mínimos de baja 2 coordinadores en rampa y 3 para alza; para días promedios tanto de alza como de baja se requieren 4 coordinadores en rampa; y para días máximos 6 coordinadores en rampa para baja y 9 para alza.
3. Las posiciones de Jefe de Aeropuerto, Control de Rampa y Peso y Balance requieren de un coordinador de operaciones para cada una de ellas.

## **Conclusiones Generales**

1. Se desarrolla un procedimiento para la mejora de la capacidad de operaciones en los Departamentos de Operaciones y Limpieza de Aeronaves del Aeropuerto Internacional "Juan Gualberto Gómez".
2. El análisis bibliográfico realizado reflejó que la capacidad de operaciones en el área de los servicios consiste en el número de servicios que se puede brindar con la calidad requerida en el período de tiempo establecido.
3. El análisis de los procedimientos y del Manual Básico de Operaciones permitió el análisis de las funciones de cada puesto laboral, donde quedaron establecidas las posiciones de Jefe de Aeropuerto, Control de Rampa y Peso y Balance como fija.
4. En el Departamento de Operaciones los modelos de simulación permitieron determinar que será necesario para días mínimos en períodos de baja 1 señalero aeronáutico y para el resto de los casos 2, excepto en días máximos en período de alza donde serán necesarios 3 y mediante el Diagrama de Gantt se pudo analizar la cantidad de operadores en rampa que requiere la actividad en cada período.
5. Los modelos de reflejaron que en el Departamento de Limpieza de Aeronaves que serán necesarios en temporada de alza en horario de 8:00 am a 12:00 am: 12 trabajadores en limpieza de aeronaves; y en horario de 12:00am a 8:00 am: 10 trabajadores. Mientras en temporada de baja en horario de 8:00am a 12:00 am: 11 trabajadores en limpieza de aeronaves; y en horario de 12:00am a 8:00 am: 10 trabajadores.
6. Se establecieron propuestas de mejoras en los departamentos, relacionadas al ajuste de la distribución de las tareas asignadas a los trabajadores, el correcto empleo de los medios de protección individual, y el respeto a la prioridad del servicio de limpieza de aeronaves tal como establecen los contratos.

## **Recomendaciones**

1. Generalizar el estudio a otras áreas y puestos de trabajo del aeropuerto que permita optimizar su capacidad productiva.
2. Realizar un cálculo sistemático de la platilla, para asegurar que los resultados sean correctos, debido a la variabilidad que presenta el nivel de operaciones de un año a otro.
3. Determinar una norma científicamente argumentada para obtener resultados más concluyentes con un mayor número de muestras para el cálculo de los tiempos de operación.
4. Comprar una versión total del software ARENA para poder correr una mayor cantidad de recursos dentro del sistema, para así lograr la modelación de la posición del señalero aeronáutico en el período de alza.

## Bibliografía

1. Ashford, N. (2000). Experiences with airport`privatisation.
2. Bel, Germà, & Fageda, Xavier. (2006). Aeropuertos y globalización: Opciones de gestión aeroportuaria e implicaciones sobre el territorio.
3. Betancourt, Diego. (2017). Capacidad de producción. ¿Qué es y cómo se calcula?
4. Castillo, Evelyn (2006). Normacion. Conceptos principales y proceso deelaborac´on de normas.
5. Cuesta, A. (2017). Organizaciondel trabajo:Base de la gestion del capital humano., 1.
6. Chapman, Stephen N. (2006). *Planificación y control de la producción*. (pp. 288).
7. Chase, R, Jacobs, F, & Alquilano, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros* McGRAW-HILL (Ed.) Retrieved from [www.academia.edu/6095690/Administración\\_de\\_operaciones\\_Producción\\_y\\_cadena\\_de\\_suministros\\_12va\\_Edición](http://www.academia.edu/6095690/Administración_de_operaciones_Producción_y_cadena_de_suministros_12va_Edición)
8. Chase, Richard B., Jacobs, F. Robert , & Aquilano, Nicholas J. (2014). *Administracion de operaciones*
9. Chávez, Alejandro Agustí. (2013). *Gestión de recursos de handling en aeropuertos congestionados*. (Trabajo final de grado en gestión AeronáuticaTrabajo final de grado en gestión Aeronáutica), Universidad Autónoma de Barcelona.
10. Davies, Steer. (2015). Study on employment and working conditions in air transport and airports.

11. Delgado, David. (2016). *Estudio de organización del trabajo en el proceso de construcción de cabinas de la empresa ferroviaria José Valdés Reyes*. (Tesis en opción al grado de Ingeniero Industrial), Universidad de Matanzas, Matanzas.
12. Domingo, Mariano. (2005). Descubrir el handling aeroportuario.
13. Duran, F. (2007). Ingeniería de Métodos. Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias.
14. Procedimiento Específico Carga y centrado de aeronaves (2018a).
15. Procedimiento Específico Coordinar los servicios en Rampa (2018b).
16. Procedimiento Específico Estacionamiento de las aeronaves (2018c).
17. Procedimiento Específico Gestión Operacional (2018d).
18. Procedimiento Específico Servicio de Asistencia en Tierra (2018e).
19. Procedimiento Específico Vigilancia de los vuelos (2018f).
20. Fonseca, E. (2002). Estudio de tiempos.
21. Gomez, F., & Scholz, D. (2009). Improvements to groundhandling operations and their benefits to direct operating costs.
22. Heizer, Jay, & Render, Barry. (2008). Dirección de la producción y de operaciones. (6), 560.
23. Heizer, Jay, & Render, Barry. (2009). *Principios de administración de operaciones*.
24. Inc, Rockwell Software. (2013). *Arena Tutorial* Retrieved from [http://www.vms-technology.com/book/arena/download/arena\\_tutorial.pdf](http://www.vms-technology.com/book/arena/download/arena_tutorial.pdf)

25. Kelton, David, Sadowski, Randall, & Zupick, Nancy B. (2015). *Simulation with ARENA*. New York: McGraw-Hill.
26. Kietzkowski, Artur, & Kisiel, Tomasz. (2014). Conception of logistic support model for the functioning of a groundhandling agent at the airport.
27. Krajewski, Lee, Ritzman, Larry, & Malhotra, Manoj. (2008). *Administración de operaciones*.
28. Londoño, M. F. . (2014). *Planeación de la capacidad de producción para la nueva fábrica de muebles de la empresa Iván Botero Gómez S.A.*, Universidad Nacional de Colombia Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
29. Machuca, Dominguez Jose A, Gonzalez, Garcia Santiago , Jimenez, Ruiz Antonio, Machuca, Dominguez M. Angel, & Gil, Alvarez M. Jose. (1995). *Dirección de Operaciones*.
30. Marsán, Juan. (1987). *La organizacion del trabajo*. (Vol. 1).
31. Marsán, Juan, Santos, Armando, Fleitas Triana, María, García Alvarez, Carmen, Fenton, Vania, López Morales, Rodney, & Dominguez López, Yirina. (2011). *La Organización del Trabajo. Estudio de tiempos*. .
32. Maynard, H. (1996). *Manual del Ingeniero Industrial* (E. ENPES Ed.). La Habana.
33. Medina, Alberto , Nogueira, Dianelys, & Pérez, Arley. (2001). MONOGRAFÍA: CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS.
34. Miller, I., & Freund, J. E. . (2004). *Probabilidad y estadística para ingenieros* (Vol. Tomo I).
35. Monleón, T. (2005). *Optimización de los ensayos clínicos de fármacos mediante simulación de eventos discretos, su modelación, validación, verificación y la mejora de la calidad de sus datos*. (Tesis doctoral), Universidad de Barcelona, Barcelona, España. Retrieved from <http://www.tesisenred.net/handle/10803/1557>

36. Narasimhan, Sim, W, McLeavey, & Billington, Peter. (1996). *Planeacion de la rproduccion y control de inventarios*. (2 ed.). Mexico.
37. NC3000. (2007). NC 3000-2007. Cuba.
38. Niebel, B, & Freivalds, A. (2014). *Métodos, estándares y diseño de trabajo* (E. Alfaomega Ed. 13 edición ed.). México, DF: Ed. McGraw-Hill.
39. Niebel, Benjamin. (1996). *Ingenieria Industrial: Tiempos, metodos y movimientos*.
40. Offord, Rosie. (2010). *Study on airport ownership and management and the group handling market in select non-EU countries*.
41. Parra, Cecilia. (2005). *Modelo y procedimiento para la gestión con óptica de servucción de los servicios técnicos automotrices como elemento del sistema turístico cubano*. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
42. Pascual, Ramón Companys , & Subias, Albert Corominas (1993). *Organizacion de la Producción I. Diseño de Sistemas Productivos*.
43. Rich, Joe, & Hill, Jon. (2010). *How to Do Capacity Planning*.
44. Robbins, Stephen , & Coulter, Mary (2010). *Administracion*. (10), 584.
45. Robuste, Francesc. (1995). *Gestión del equipaje en aeropuertos*. Barcelona.
46. Rockwell Software Inc. (2013). *Arena Tutorial* Retrieved from [http://www.vms-technology.com/book/arena/download/arena\\_tutorial.pdf](http://www.vms-technology.com/book/arena/download/arena_tutorial.pdf)
47. Rodríguez, Delgado David, & Castañeda, Rodríguez Clara. (2018). *Informe de los Resultados del estudio de organización del trabajo en la UOT del aeropuerto internacional "Juan Gualberto Gómez"*. .
48. Rodríguez, J. M., Serrano, D., Monleón, T., & Caro, J. (2008). *Los modelos de simulación de eventos discretos en la evaluación económica de tecnologías y*

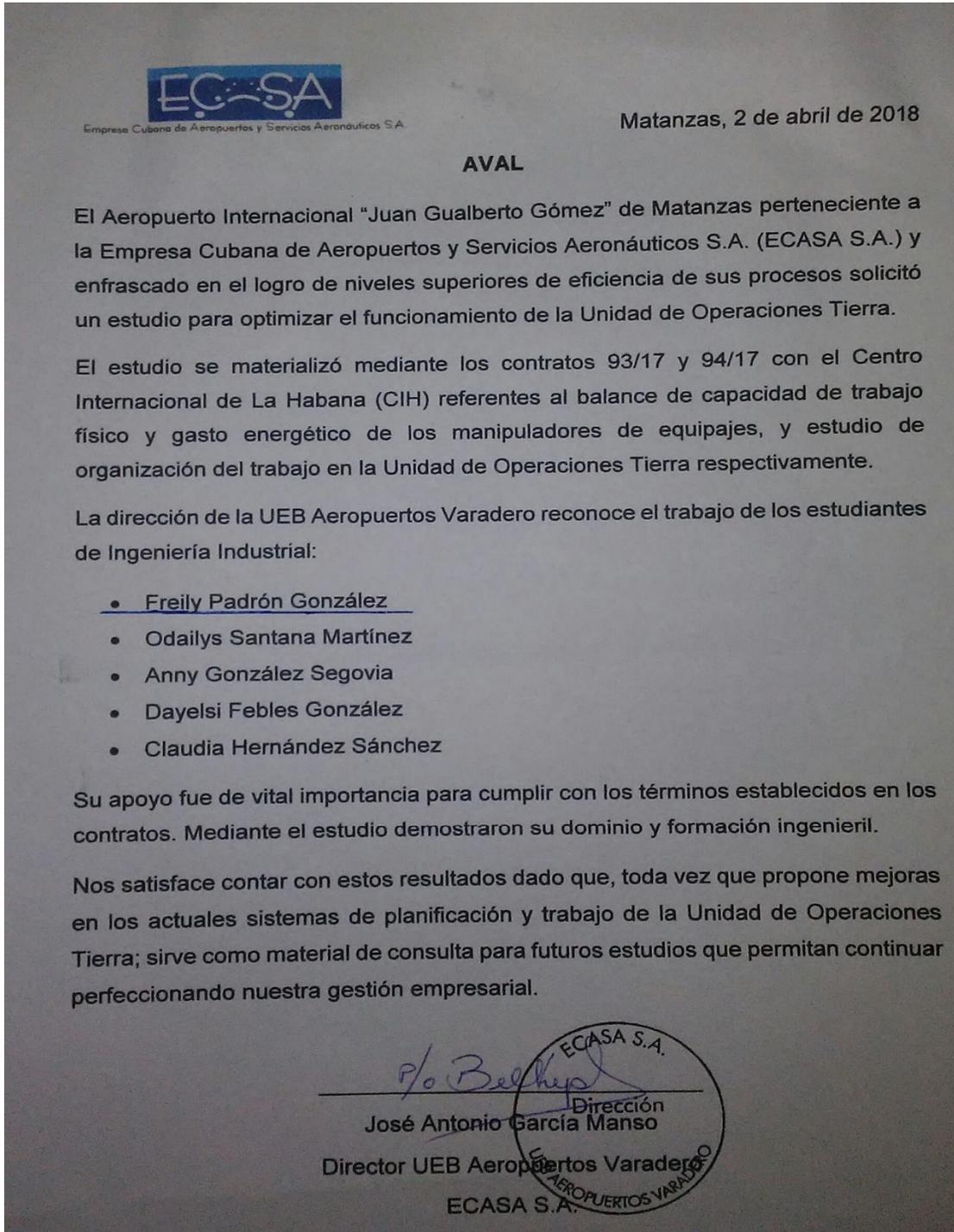
productos sanitarios. *vol. 22, no. 2*, pp. 151-161. Retrieved from scielo website:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-91112008000200012](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112008000200012)

49. Salazar, López Bryan. (2016). *Planeación Agregada*.
50. Schroeder, Roger G., Meyer Goldstein, Susan, & Rungtusanatham, M. Johnny. (2011). *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos*. México.
51. Sippper, Daniel, & Bulfin, Jr. Robert L. (1998). *Planeación y control de la producción*. (1).
52. Stoner, James A.F., Freeman, R. Edward., & Gilbert Jr, Daniel R. (1996). *Administración*. Naucalpan de Juarez, Edo. de Mexico,.
53. Vallejo, Borja. (2016). *Desarrollo de un modelo causal para las operaciones de handling en aeropuertos*. Universitat Politècnica de Catalunya.
54. Vassallo, Carlos María. (2018). El contrato de handling aeroportuario. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, 68(271), 617-646.
55. Villalobos, Caba Naim, Altahona, Chamorro Oswaldo, & Herrera, Fontalvo Tomás José. (2006). *Gestión de la producción y Operaciones*.
56. Viteri, Jorge. (2014). *Gestion de la produccion con enfoque sistemico*.
57. Zapata, C. (2010). *Análisis probabilístico y simulación* (pp. Pp. 235). Retrieved from [www.academia.edu/1995572/Análisis\\_probabilístico\\_y\\_simulación](http://www.academia.edu/1995572/Análisis_probabilístico_y_simulación)

## Anexos

### Anexo 1 Contratos

A)



B)



**CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS CONSULTORÍA**

CONTRATO No. \_\_\_\_\_

Código ONEI: 83111

DE UNA PARTE: Centro Internacional de La Habana, S.A., en lo adelante y a todos los efectos CIH, constituida mediante Escritura No. 27 del 02 de febrero del año 2000 ante el Lic. Bernardo Musibay Rifeiro, notario en la Notaría Especial del Ministerio de Justicia de la República de Cuba, inscrita en el Registro Central de Compañías Anónimas al folio 170 del libro 144, hoja 10030, sección primera y en el Registro Mercantil Primero de La-Habana al folio 070 del libro 1199, hoja 16880, Licencia de Operación en Divisas G 1900910001, con domicilio social en Calle 20 No. 3108, el 31-A y 33, Alturas de Miramar, Playa, La-Habana, e-mail: [cih@cih.cu](mailto:cih@cih.cu), teléfonos 204 - 9994 / 1802 / 0360, Fax 204 -1859, código de entidad 223.4.60071, cuenta en CUC No. 0300000002659225, a nombre del Ministerio de Educación Superior, en el Banco Financiero Internacional, S.A., Sucursal Habana Libre, Número de Identificación Tributaria (NIT) 30001802883; cuenta bancaria en CUP No. 0523820032710216, Sucursal 238 del Banco Metropolitano, sito en calle 41 esquina a 45, municipio Playa, provincia La Habana, representada por el Ing. Armando Barrios Garcia, lo que realiza en su carácter de Vicepresidente, debidamente facultado por Acuerdo No. 16 de 1 de Julio de 2013 de la Junta General Extraordinaria de Accionistas y otorgada, en fecha 6 de Septiembre de 2013, ante la Lic. Carmen Alicia Pérez Díaz, notaria de la Notaría Especial adscrita al Ministerio de Justicia de la República de Cuba, PRESTADOR, y,

DE LA OTRA PARTE: La Empresa Cubana de Aeropuertos y Servicios Aeronáuticos, S.A., en lo adelante y a todos los efectos ECABA, S.A., perteneciente al MITRANS, constituida mediante Escritura No. 1705 del 16 de septiembre de 1996 de la Notaría Especial del MINJUS, inscrita en el Registro Central de Compañías Anónimas al folio 170 del libro 144, hoja 10030, Sección Segunda y el Código (ONE) 60403, NIT 30004230641, con domicilio legal en Ave. Van Driessche final, Terminal 1, Aeropuerto Internacional "José Martí", Boyeros, La Habana, a través de su UEB Aeropuertos Varadero, email: [logistica.ecaba@ecaba.cu](mailto:logistica.ecaba@ecaba.cu), con cuenta bancaria en CUC No. 0635225010830026 y en CUP No. 0635221010830015, ambas en la sucursal bancaria 3521 del BANDEC Varadero, sito en Ave. 1ra y calle 36, Varadero, Cárdenas, con Licencia para operar en CUC No. G-0791070010, representada en este acto por José Antonio García Manso, debidamente facultado para ello por la Resolución No.48 de fecha 1ro de junio de 2015, emitida por Rafael Lino Franco Ruiz, Director General de la Empresa Cubana de aeropuertos y Servicios Aeronáuticos, S.A, que en lo adelante se denominará EL CLIENTE, con domicilio social en el Aeropuerto Internacional "Juan Gualberto Gómez", Carretera Mártires de Barbados, Km. 5.6, Finca Cabaroca, Carbonera, Matanzas.

AMBAS PARTES: Reconociéndose mutuamente sus respectivas personalidades, convienen en suscribir este contrato de prestación de servicios profesionales de consultoría y asesoría por parte de CIH al CLIENTE, que se regirá por las leyes de la República de Cuba, en los términos, estipulaciones y condiciones siguientes:

**1. OBJETO DEL CONTRATO**

1.1. Este Contrato tiene por objeto la prestación por parte de CIH al CLIENTE de los servicios de Consultoría relativos a un estudio de organización del trabajo en los departamentos de servicios a pasajeros, terminal aérea y operaciones. Asimismo, estipula los términos, condiciones y principios bajo los cuales se realizará la

prestación, a cambio de lo cual el CLIENTE se obliga al pago del precio que se establece en la cláusula tres 3.HONORARIOS Y FORMAS DE PAGO, en los plazos y condiciones que se acuerden en este Contrato.

**2. OBLIGACIONES DE LA PARTE 2**

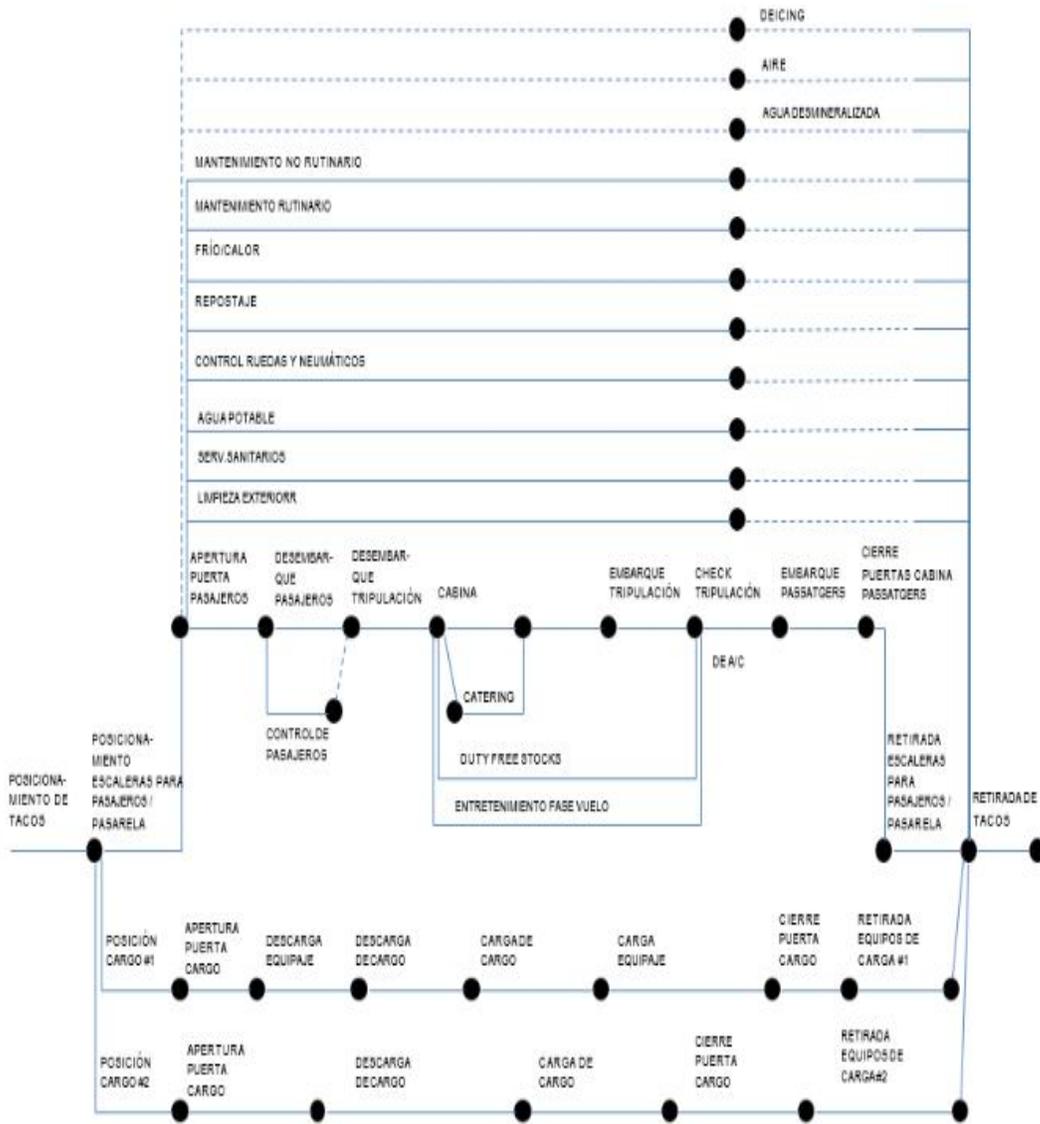
2.1 CIH se obliga a:

- 2.1.1. Ejecutar el servicio contratado en un término de cuatro (4) meses, a partir de la firma del Contrato, utilizando para ello dos (2) especialistas, por un total de 1 000 horas, incluido el trabajo de gabinete.
- 2.1.2. A solicitud del CLIENTE, CIH entregará el curriculum vitae del especialista.
- 2.1.3. Mantener informados a los ejecutivos designados por el CLIENTE al efecto, sobre la marcha del trabajo y emitir las informaciones y reportes parciales que este solicite.
- 2.1.4. Mantener por parte de los especialistas designados, la más estricta y profesional confidencialidad acerca de la evolución y resultados del trabajo realizado, así como de las informaciones a que tengan acceso durante el transcurso del mismo.
- 2.1.5. Sustituir a los especialistas designados por otros que estén sujetos a la aprobación del CLIENTE, en el caso de que por cualquier motivo, incluido la solicitud del CLIENTE, los especialistas inicialmente designados se vieran imposibilitados de continuar el desempeño de sus actividades.
- 2.1.6. Proponer al CLIENTE la participación de otro u otros especialistas, en el caso de que las actividades a realizar trasciendan las posibilidades de los especialistas designados, en cuyo supuesto se suscribirá un suplemento del Contrato u otro contrato, según proceda.
- 2.1.7. Informar al CLIENTE cualquier dificultad que sugiera en el transcurso del trabajo, en la obtención de datos u otros problemas que pudieran afectar la pretensión del CLIENTE, tratando de encontrar fórmulas razonables entre ambas partes.
- 2.1.8. Actuar de manera diligente y eficiente en la ejecución del servicio pactado y responder por la calidad de este servicio.
- 2.1.9. Entregar al CLIENTE, en versión digital, los resultados de los trabajos, cuando proceda.
- 2.1.10. Presentar los instrumentos de cobro oportunos correspondientes a los pagos pactados; así como por los eventuales gastos adicionales en que hayan incurrido por la ejecución de este Contrato, por causas imputables al CLIENTE, que éste no haya cubierto directamente.

2.2. El CLIENTE se obliga a:

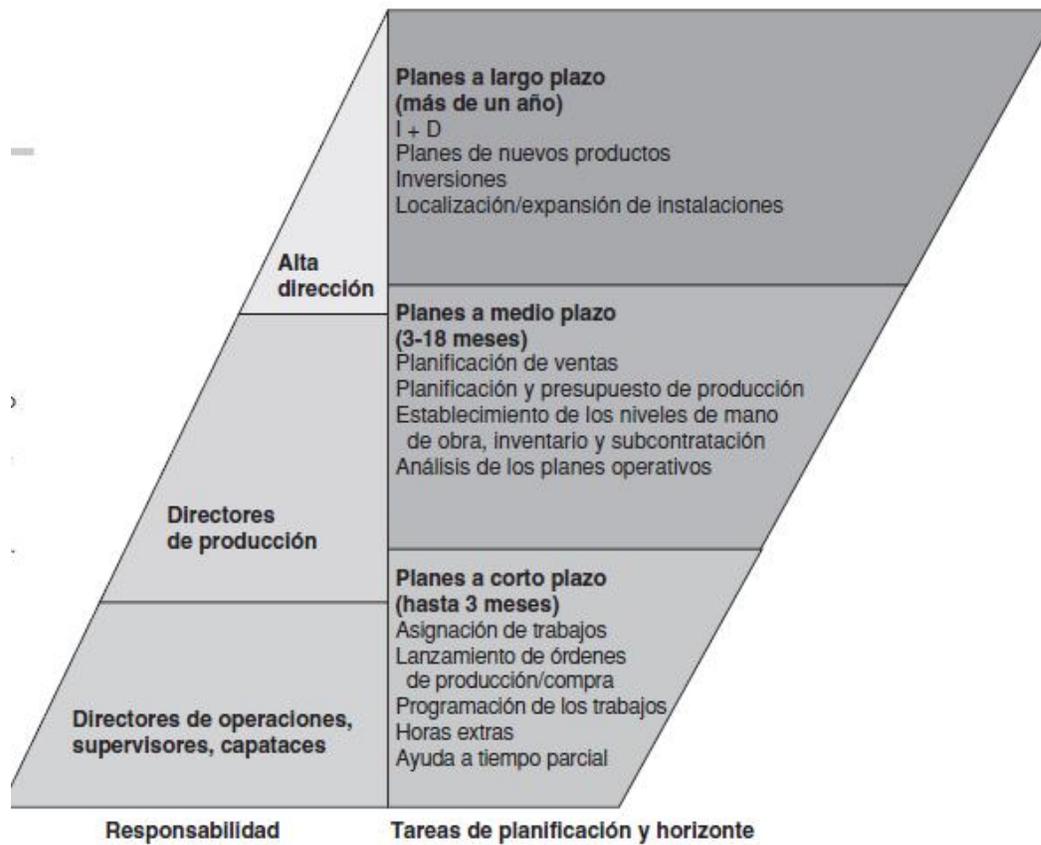
- 2.2.1. A recepcionar, firmar y acallar debidamente, los instrumentos de cobro correspondientes a los pagos pactados; así como por los gastos adicionales en que hayan incurrido por la ejecución de este Contrato, por causas imputables al CLIENTE, que éste no haya cubierto directamente.
- 2.2.2. Efectuar los pagos pactados en los plazos establecidos en la Cláusula 3. HONORARIOS Y FORMAS DE PAGO, una vez que haya recepcionado los instrumentos de cobro presentados por el CIH.
- 2.2.3. Brindar a los especialistas designados por CIH la información y documentación necesaria y, según los casos, apoyo directo en el desarrollo del servicio profesional a cargo de los especialistas designados.
- 2.2.4. Colaborar y participar con CIH para la ejecución del servicio acordado en el objeto de este Contrato.
- 2.2.5. Garantizar las comunicaciones necesarias a los efectos del cumplimiento de las tareas de este Contrato; así como la transportación y gastos en los que se pueda incurrir por la ejecución de actividades asociados a este.

**Anexo 2** Procesos presentes en una escala de aeronave.



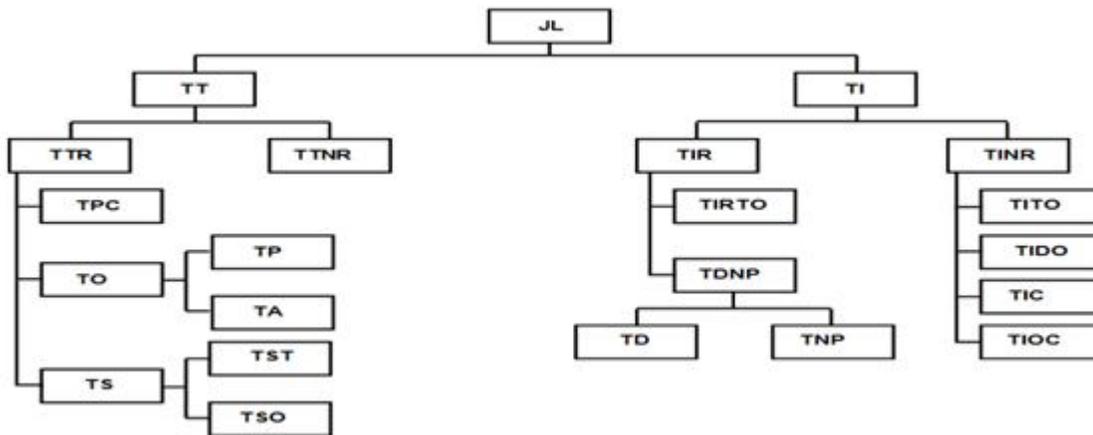
**Fuente:** tomado de (Ashford, 2000)

### Anexo 3 Tareas y responsabilidades de planificación.



Fuente: tomado de (Heizer et al., 2008)

#### Anexo 4 Estructura de la jornada laboral.



**Tiempo de trabajo (TT):** Se asegura el cumplimiento del trabajo encomendado. Tiene dos componentes que son:

**Tiempo de trabajo no relacionado con la tarea (TTNR):** El trabajador no cumple con lo reglamentado en la tarea de producción o servicio.

**Tiempo de trabajo relacionado con la tarea (TTR):** El trabajador emplea en la preparación, cumplimiento y aseguramiento de la tarea de producción o servicio. Tiene tres componentes:

**Tiempo preparativo conclusivo (TPC):** Tiene lugar solamente antes de empezar una tarea y después de cumplir la misma.

**Tiempo operativo (TO):** Es el utilizado por uno o varios trabajadores para realizar su trabajo.

**Tiempo de servicio (TS):** Es el tiempo para el mantenimiento del orden y limpieza en el puesto de trabajo, que garanticen la productividad de su jornada de trabajo.

El otro componente del Tiempo de Trabajo es:

**Tiempo de interrupciones (TI):** Es el tiempo en que el trabajador no participa en el proceso de trabajo. Tiene dos componentes fundamentales:

Tiempo de interrupciones reglamentadas (TIR)

Tiempo de interrupciones no reglamentadas (TINR)

**(TIR):** Es el tiempo que el trabajador no labora por razones previstas o inherentes al propio proceso de trabajo. Tiene dos componentes:

Tiempo de interrupciones reglamentadas debido a la tecnología y la organización del trabajo establecida (TIRTO).

Tiempo de descanso y necesidades personalidades (TDNP): (está dividido en dos variantes, el tiempo descanso (TD) y tiempo por necesidades personales (TNP).

**(TIRTO):** Es el tiempo de interrupciones difícilmente liquidables, determinado por la tecnología y la organización del proceso de producción establecido.

**(TDNP):** Es el tiempo de carácter necesario que consume el trabajador a fin de poder mantener su capacidad normal de trabajo.

**(TINR):** El trabajador no labora por alteración del proceso normal de trabajo. Tiene cuatro componentes que son:

**Tiempo de interrupciones por deficiencias técnico-organizativas del proceso**

**(TITO):** Es el tiempo en que el trabajador no labora por causas que no dependen de él, deficiencias técnicas y/u organizativas.

**Tiempo de interrupciones por violación de la disciplina laboral (TIDO):** Es el tiempo que el trabajador no labora por violación de la disciplina establecida.

**Tiempo de interrupciones por problemas casuales (TIC):** Es el tiempo que el trabajador no labora debido a circunstancias totalmente casuales.

**Tiempo de interrupciones por otras causas organizativas (TIOC):** Es el tiempo que el trabajador no labora a consecuencia de la interrupción del proceso de trabajo por causas organizativas no relacionadas con la organización del proceso.

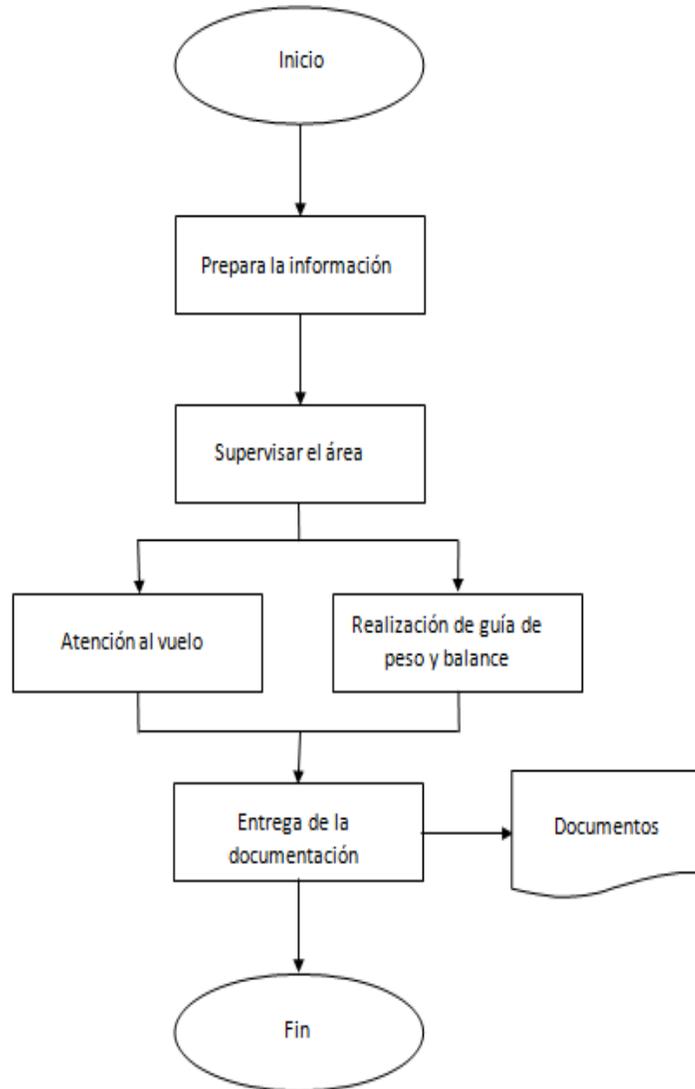
**Fuente:** tomado de(Marsán et al., 2011)

**Anexo 5** Datos de los integrantes del equipo de trabajo.

	Cargo	Nombre y apellidos	Años de experiencia
1	Jefe del departamento de Capital Humanos	Augusto Cesar González Fernández	14
2	Jefe de Unidad de <u>Handling</u> Varadero	Juan Velázquez Galván	11
3	Especialista para el Desarrollo de las Operaciones Aéreas	Kirenia Echavarría Albelo	10
4	Jefe de Departamento de Limpieza de Aeronaves	Jorge Antonio Rodríguez Herrera	7
5	Estudiante de 5to año de Ingeniería Industrial	Dayelsi Febles González	

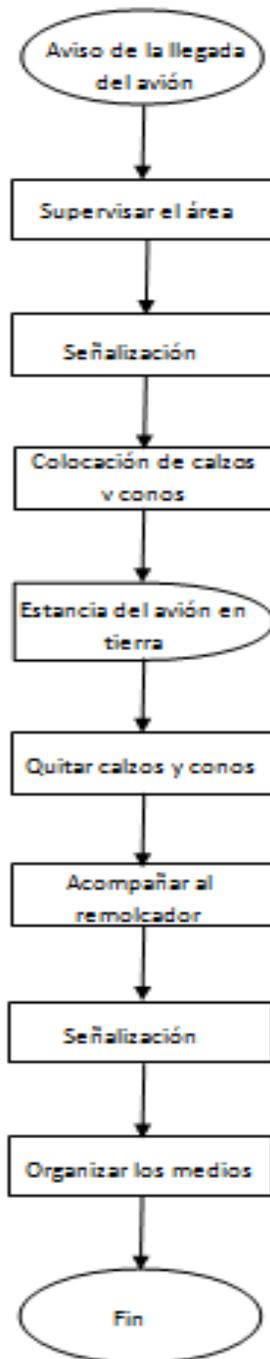
**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 6** Sucesión de actividades para la posición de Coordinador del Vuelo en el Departamento de Operaciones



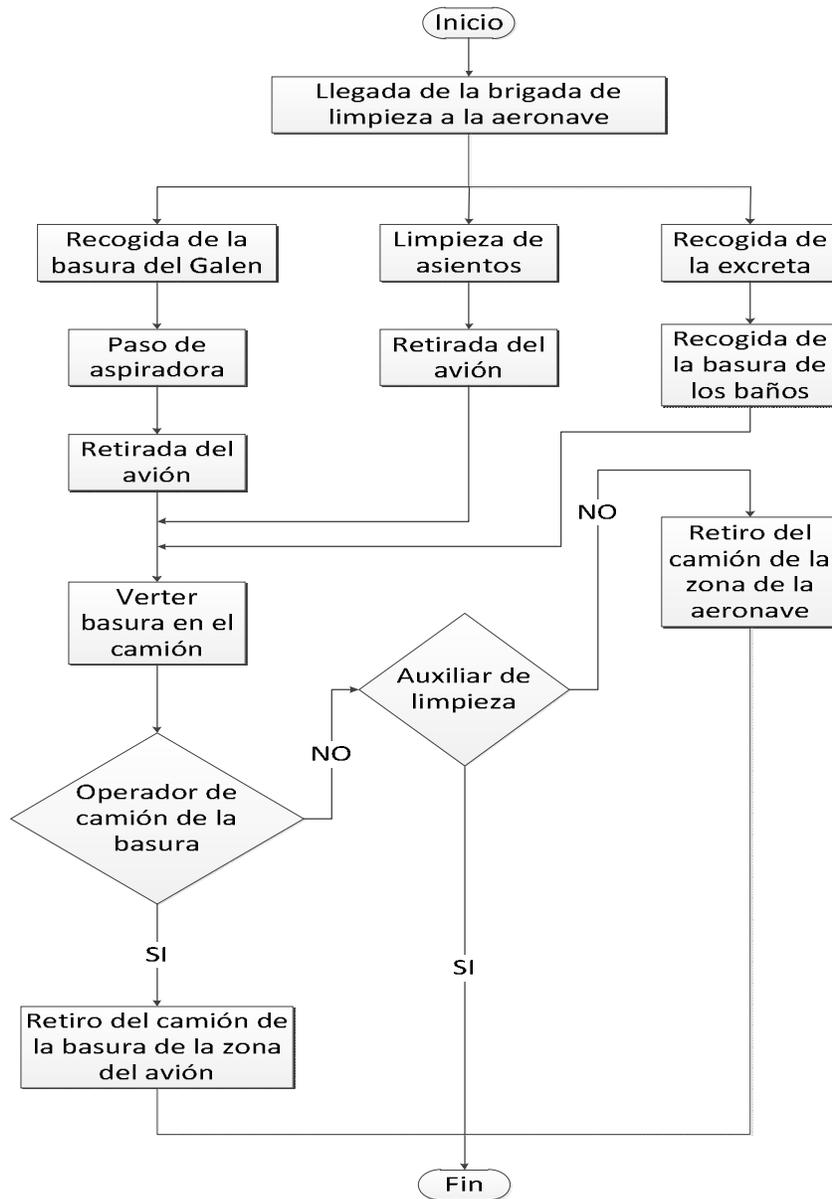
**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 7** Sucesión de actividades para la posición de Señalero Aeronáutico en el Departamento de Operaciones



**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 8** Sucesión de actividades por el método de trabajo actual del Departamento de Limpieza.



**Fuente:** elaboración propia.



	8	10	1	-	6,3	9	-	-		-
	8	7	1	4	7,5	9	3	2,3		-
	7	6	1	2	9	9	1	1		4
	6	10	1	1	1	6	1	3		4
	5	13	1	2	1 y 5	11	4	3		4
	4	11	1	3	2	8	5	3		5
	8	7	1	2	5	6	4	5		4
	4	15	1	2	9	12	4	5		5
	5	10	1	1	2	10	5	1		3
	4	12	2	2	2	9	3	4		-

Fuente: elaboración propia.

B) Para aviones de gran porte

Actividad	Asientos		Baños								Aspiradora		Galley			Excreta	
	Cantidad de personas	Tiempo mint	C a n t	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	A 1	A1	G 1	G 2		
Corsair																	
	8	47	1	3		4	5	4	3	5	4	3	32	3	2	3	-
AzurAir																	
	9	30	1	3		2	3	2	3	3	3	1	17	5	6	-	2
Icelandair																	
												8					
Eurowing																	
	8	31		3		2	3	3	2	2	-	2	28	4	2	-	-
	9	27		4		6	3	2	4	3	-	2	18	.	3	-	7
TUI																	
	8	43		1		2	5	3	-	-	-	2	23	2	5	7	4
2 XPE GAL	8	46		4		3	3	4	3	4	4	2	19	1	2	7	
Neos																	
2XP GAL	8	45		3		3	3	5	7	-	-	2	25	2	3	-	-

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 10** Listado de observaciones del Departamento de Operaciones

Avión	Tipo	Llegada			Salida		
		H. C. Serv.	H. T. Serv.	T. D. Serv. (min)	H. C. Serv.	H. T. Serv.	T. D. Serv. (min)
KTK	GP	8:36	8:41	5	11:20	11:32	12
NWS	GP	-	-	-	8:48	8:55	7
ACA	MP	9:42	9:48	6	11:28	11:35	7
SWG	MP	9:53	10:03	10	10:55	11:03	8
SWG	MP	10:13	10:20	7	11:03	11:10	7
TSC	MP	10:52	10:59	7	12:16	12:23	7
NWS	GP	-	-	-	12:05	12:14	9
SWG	MP	12:13	12:19	6	13:10	13:18	8
ACA	MP	9:45	9:52	7	10:50	10:56	6
TSC	MP	11:00	11:06	6	11:55	12:02	7
AAL	MP	11:23	11:28	5	12:15	12:23	8
SWG	MP	16:20	16:26	6	17:14	17:21	7
AIJ	MP	16:15	16:22	7	17:10	17:23	13
TSC	GP	15:35	15:43	8	17:40	17:50	10
EWG	GP	16:46	16:51	5	19:48	19:58	10
WJA	MP	17:35	17:41	6	18:43	18:48	5
TSC	GP	19:09	19:19	10	20:53	21:00	7
ACA	MP	19:50	19:58	8	21:00	21:05	5
SWG	MP	20:32	20:38	6	21:25	21:32	7
SWG	MP	20:50	20:55	5	21:45	21:53	8
WJA	MP	-	-	-	3:00	3:08	8
LOT	GP	13:58	14:07	9	17:10	17:16	6
JAF	GP	16:18	16:27	9	17:28	17:37	9

**Leyenda:**

H. C. Serv. : Hora en que comienza a brindar el servicio

H. T. Serv. : Hora en que termina de brindar el servicio

T. D. Serv. : Tiempo que demora prestando el sericio

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 11** Análisis operacional del Departamento de Limpieza de Aeronaves.

Operación o actividad	Preguntas								
	¿Esta operación o actividad agrega valor?	¿Se puede eliminar	¿Se puede unir a	¿Se realiza en el lugar	¿Se puede reor	¿Posibilidad de autom	¿Está ase gura	¿Se puede mejorar	
Recogida de la excreta	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Limpieza del Galley	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Limpieza de baños	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI
Limpieza de asientos	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Paso de aspiradora	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 12** Análisis operacional del Departamento de Operaciones.

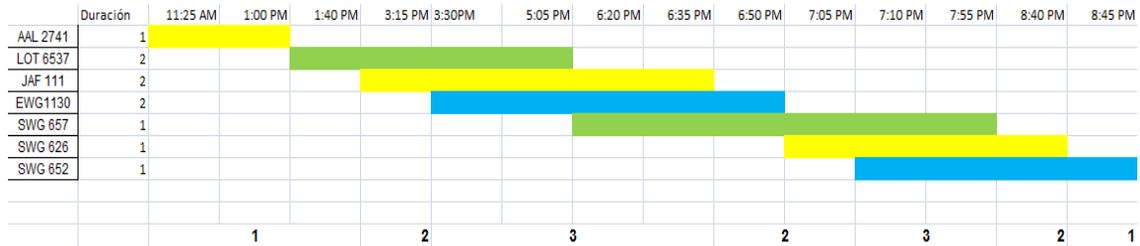
		Preguntas							
Operacion	¿Esta operación o actividad es necesaria?	¿Agrega valor?	¿Se puede eliminar?	¿Se puede unir a otra?	¿Se realiza en el lugar adecuado?	¿Se puede reordenar?	¿Posibilidad de automatización?	¿Está asegurada?	¿Se puede mejorar?
<b>Jefe de aeropuerto</b>	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
<b>Control de Rampa</b>	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
<b>Peso y balance</b>	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI
<b>Coordinador en Rampa</b>	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO
<b>Señalero aeronáutico</b>	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO

**Fuente:** elaboración propia.

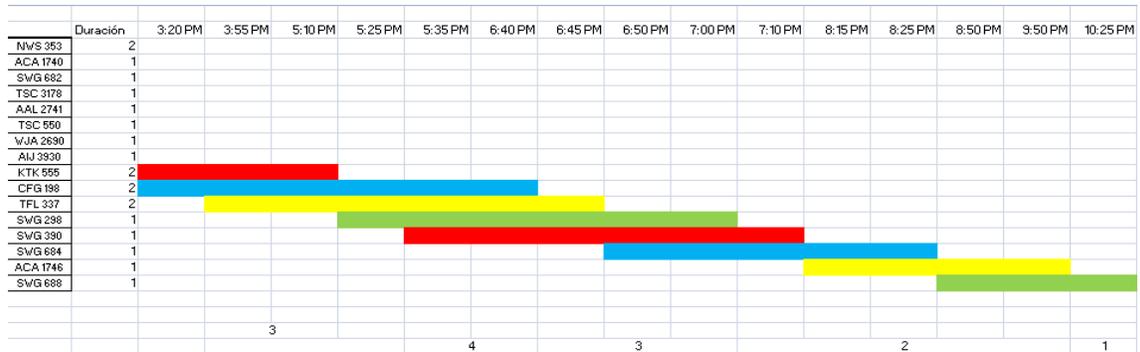
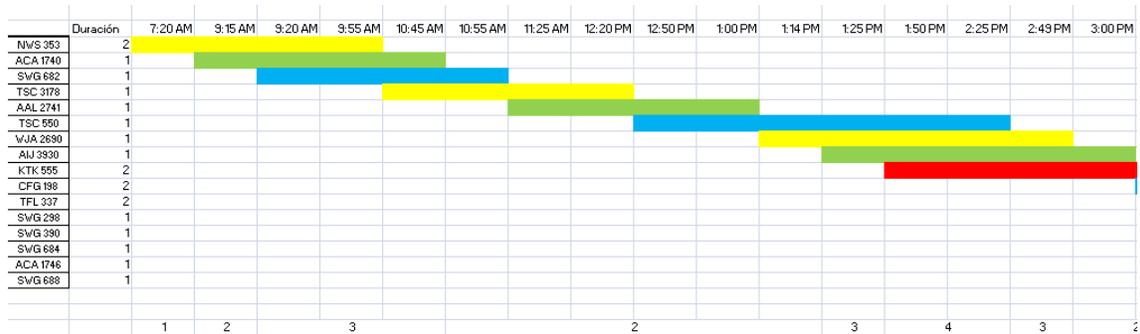


## Anexo 14 Diagrama de Gantt para la posición de coordinador en Rampa en el Departamento de Operaciones en el período de alza

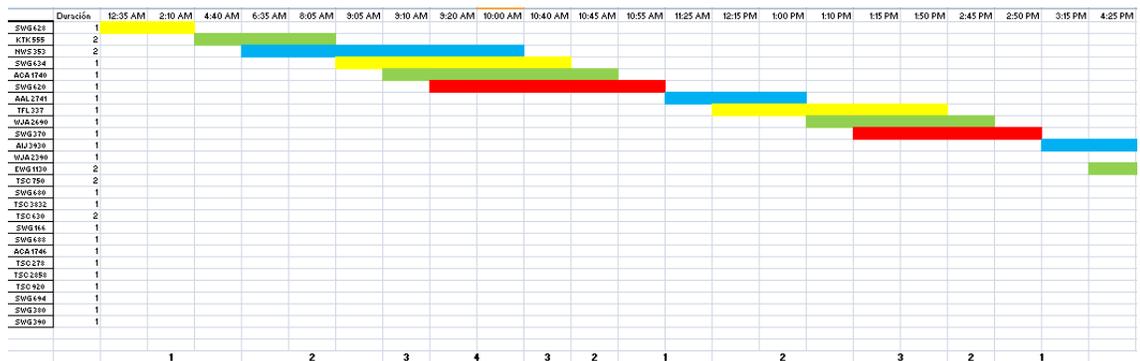
### Día mínimo

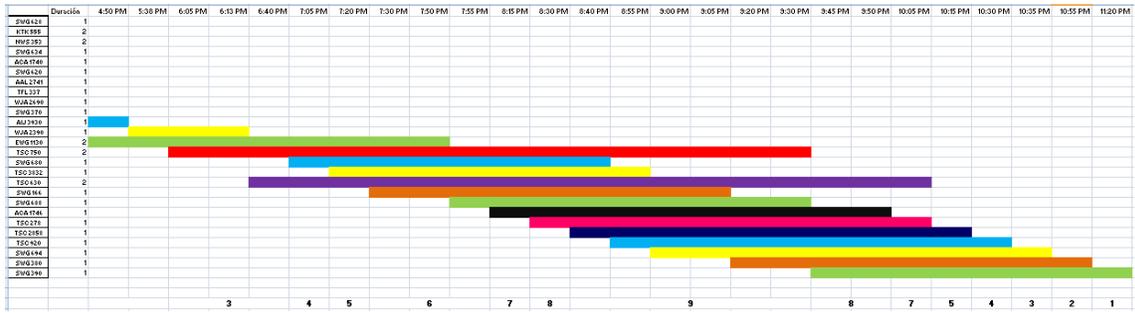


### Día promedio



### Día máximo





Fuente: elaboración propia

**Anexo 15** Resumen Estadístico para Tiempos de llegada y salida de aviones MP y GP.

	<b>Llegada MP</b>	<b>Salida MP</b>	<b>Llegada GP</b>	<b>Salida GP</b>
<b>Recuento</b>	15	15	9	15
<b>Promedio</b>	6,46667	7,0	7,55556	9,33333
<b>Desviación Estándar</b>	1,0601	1,0	1,5899	1,23443
<b>Coefficiente de Variación</b>	16,3933%	14,2857%	21,0428%	13,226%
<b>Mínimo</b>	5,0	5,0	5,0	7,0
<b>Máximo</b>	9,0	8,0	9,0	12,0
<b>Rango</b>	4,0	3,0	4,0	5,0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	1,47108	-1,56376	-1,18754	0,492642
<b>Curtosis Estandarizada</b>	0,91534	0,32144	-0,268879	0,578674

**Fuente:** elaboración propia a partir de la salida del software Statgraphic Centurion XV.

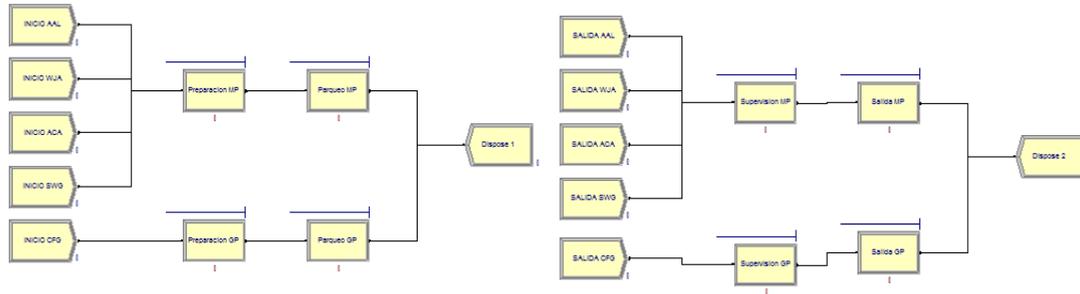
**Anexo 16** Niveles de actividad máximo, mínimo y promedio de las operaciones en los períodos de alza y baja.

<b>Alza 2018-2019</b>		<b>Baja 2018-2019</b>	
<b>Día</b>	<b>Cantidad de vuelos</b>	<b>Día</b>	<b>Cantidad de vuelos</b>
Mín. Miércoles 10/10/2018	5	Mín. Jueves 07/06/2018	5
Prom. Martes 01/01/2019	16	Prom. Lunes 14/05/2018	10
Máx. Sábado 02/03/2019	25	Máx. Sábado 07/04/2018	25

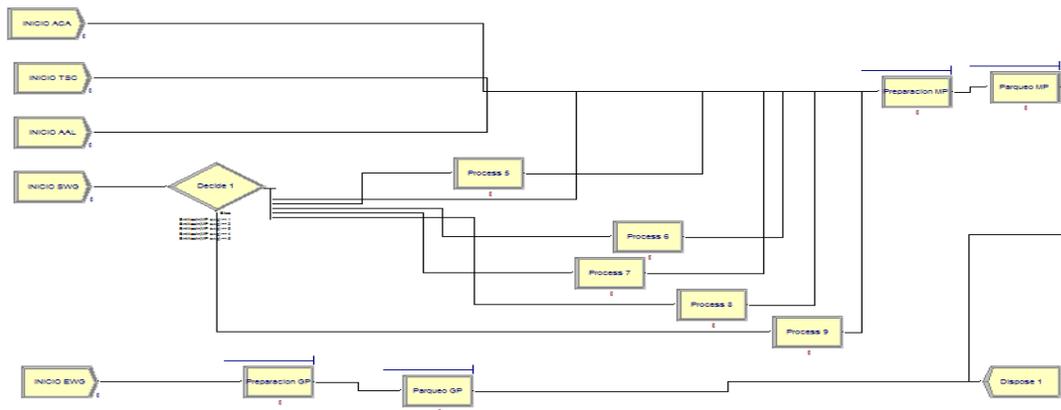
**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 17** Modelo de simulación para la posición de Señalero Aeronáutico en el Departamento de Operaciones periodos de baja.

Día mínimo



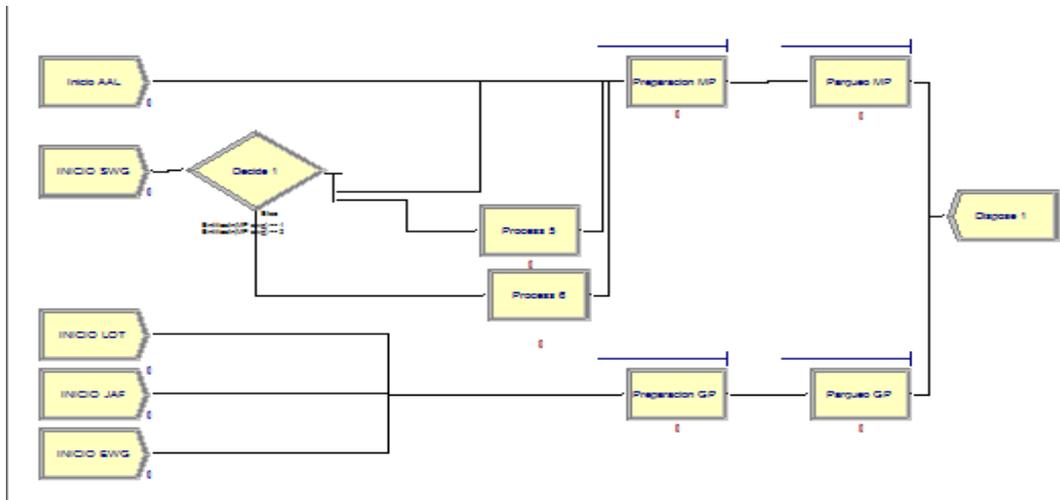
Día promedio



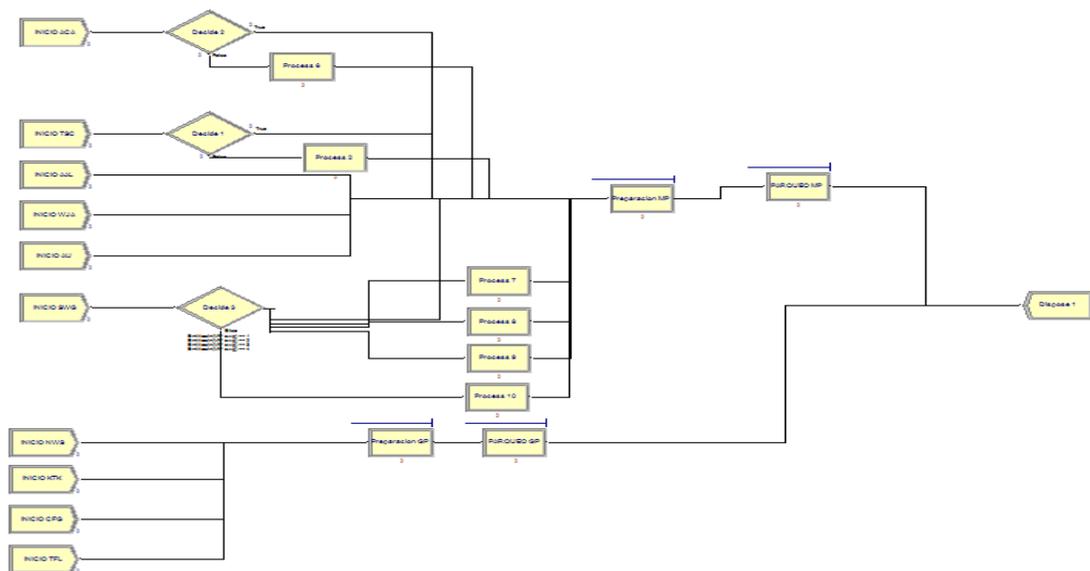
**Fuente:** salida del software Arena.

**Anexo 18** Modelo de simulación para la posición de la posición de Señalero Aeronáutico en el Departamento de Operaciones periodos de alza.

Día mínimo



Día promedio



**Fuente:** salida del software Arena.

**Anexo 19** Resultados para días mínimo en períodos de baja con 1 parqueador en el Departamento de Operaciones

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
GP cfg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aal	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aca	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP swg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP wja	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
parqueador	0.1178	(Insufficient)	0.00	1.0000

**Fuente:** salida del software Arena 14.7.

**Anexo 20** Resultados para días mínimo en períodos de baja con 2 parqueadoren el Departamento de Operaciones

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
GP cfg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aal	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aca	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP swg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP wja	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
parqueador	0.05888383	(Insufficient)	0.00	0.5000

Fuente: salida del software Arena 14.7.

**Anexo 21** Resultados para días promedio en el período de baja con 1 parqueador en el Departamento de Operaciones

<b>Wait Time</b>				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
GP ewg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aal	7.6022	(Insufficient)	0.00	15.2045
MP aca	11.4628	(Insufficient)	11.3312	11.5944
MP swg	7.9105	(Insufficient)	0.00	14.0050
MP tsc	14.0868	(Insufficient)	0.00	28.1735

<b>Waiting Time</b>				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	7.4072	(Insufficient)	0.00	10.0000
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	4.9286	(Insufficient)	0.00	18.1735
SALIDA GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SALIDA MP.Queue	3.7288	(Insufficient)	0.00	10.0000
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	1.8499	(Insufficient)	0.00	6.6491

**Other**

<b>Number Waiting</b>				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.04629477	(Insufficient)	0.00	1.0000
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.03080350	(Insufficient)	0.00	1.0000
SALIDA GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SALIDA MP.Queue	0.02330490	(Insufficient)	0.00	1.0000
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.01156185	(Insufficient)	0.00	1.0000

<b>Instantaneous Utilization</b>				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
parqueador	0.2339	(Insufficient)	0.00	1.0000

**Fuente:** salida del software Arena 14.7.

**Anexo 22** Resultados para días promedio en el período de baja con 1 parqueador en el Departamento de Operaciones

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
GP ewg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aal	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aca	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP swg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP tsc	0.7972	(Insufficient)	0.00	1.5944

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.1772	(Insufficient)	0.00	1.5944
SALIDA GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SALIDA MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00110719	(Insufficient)	0.00	1.0000
SALIDA GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SALIDA MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
parqueador	0.1170	(Insufficient)	0.00	1.0000

**Fuente:** salida del software Arena 14.7.

**Anexo 23** Resultados para días máximos en períodos de baja con 2 parqueadores en el Departamento de Operaciones

ARENA Simulation Results

Microsoft - License: STUDENT

Summary for Replication 1 of 1

Project: Unnamed Project  
Analyst: DAYELSI

Run execution date: 1/24/2019  
Model revision date: 1/24/2019

Replication ended at time : 1440.0 Minutes  
Base Time Units: Minutes

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Supervision MP.Queue.WaitingTime	.15268	(Insuf)	.00000	1.4392	18
Parqueo MP.Queue.WaitingTime	.12962	(Insuf)	.00000	2.4628	19
Preparacion MP.Queue.WaitingTime	.23085	(Insuf)	.00000	4.3861	19
Preparacion GP.Queue.WaitingTime	.00000	(Insuf)	.00000	.0000	6
Salida GP.Queue.WaitingTime	.00000	(Insuf)	.00000	.0000	6
Salida MP.Queue.WaitingTime	.29947	(Insuf)	.00000	4.7765	18
Supervision GP.Queue.WaitingTime	.00000	(Insuf)	.00000	.0000	6
Parqueo GP.Queue.WaitingTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	6

OUTPUTS

Identifier	Value
parqueador.ScheduledUtilization	.20852

**Fuente: salida del software Arena 14.7.**

**Anexo 24** Resultados para días mínimos en períodos de alza con 2 parqueadores en el Departamento de Operaciones

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
GP ewg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
GP jaf	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
GP lot	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aal	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP swg	0.1517	(Insufficient)	0.00	0.9099

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.2275	(Insufficient)	0.00	0.9099

**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Parqueo MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Salida MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.00063190	(Insufficient)	0.00	1.0000

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
parqueador	0.08421321	(Insufficient)	0.00	1.0000

**Fuente:** salida del software Arena 14.7.

**Anexo 25** Resultados para días mínimos en períodos de alza con 1 parqueador en el Departamento de Operaciones

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
GP ewg	10.7230	(Insufficient)	10.0000	11.4460
GP jaf	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
GP lot	4.0370	(Insufficient)	0.00	8.0741
MP aal	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP swg	12.2963	(Insufficient)	10.0000	16.9678

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	3.3333	(Insufficient)	0.00	10.0000
Parqueo MP.Queue	6.5773	(Insufficient)	0.00	10.0000
Preparacion GP.Queue	0.4820	(Insufficient)	0.00	1.4460
Preparacion MP.Queue	2.2500	(Insufficient)	0.00	5.0000
Salida GP.Queue	5.5427	(Insufficient)	0.00	10.0000
Salida MP.Queue	4.3751	(Insufficient)	0.00	10.0000
Supervision GP.Queue	0.4820	(Insufficient)	0.00	1.4460
Supervision MP.Queue	5.2420	(Insufficient)	0.00	16.9678

**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Parqueo GP.Queue	0.00694444	(Insufficient)	0.00	1.0000
Parqueo MP.Queue	0.01827032	(Insufficient)	0.00	1.0000
Preparacion GP.Queue	0.00100416	(Insufficient)	0.00	1.0000
Preparacion MP.Queue	0.00625000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Salida GP.Queue	0.01154727	(Insufficient)	0.00	1.0000
Salida MP.Queue	0.01215318	(Insufficient)	0.00	1.0000
Supervision GP.Queue	0.00100416	(Insufficient)	0.00	1.0000
Supervision MP.Queue	0.01456101	(Insufficient)	0.00	1.0000

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
parqueador	0.1684	(Insufficient)	0.00	1.0000

Fuente: salida del software Arena 14.7.

**Anexo 26** Resultados para días promedios en períodos de alza con 2 parqueadores en el Departamento de Operaciones

Wait Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
GP cfg	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
GP ktk	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
GP nws	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
GP tf	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aal	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aca	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aij	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP swg	0.5016	(Insufficient)	0.00	5.0164
MP tsc	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP wja	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Obrero	0.1908	(Insufficient)	0.00	1.0000

Waiting Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
PARQUEO GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
PARQUEO MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SALIDA GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SALIDA MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.4180	(Insufficient)	0.00	5.0164

**Other**

Number Waiting				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
PARQUEO GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
PARQUEO MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparacion MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SALIDA GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SALIDA MP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision GP.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Supervision MP.Queue	0.00348360	(Insufficient)	0.00	1.0000

**Fuente:** salida del software Arena 14.7.

**Anexo 27** Resultados para días promedios en períodos de alza con 1 parqueador en el Departamento de Operaciones

**Promedio para alza con 1 parqueador:**

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
GP cfg	12.5082	(Insufficient)	0.00	25.0164
GP ktk	11.5025	(Insufficient)	10.0000	13.0050
GP nws	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
GP tf	11.9490	(Insufficient)	10.0000	13.8979
MP aal	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP aca	3.0436	(Insufficient)	0.00	10.0000
MP aij	10.9246	(Insufficient)	5.8844	15.9647
MP swg	12.8988	(Insufficient)	0.00	42.0875
MP tsc	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
MP wja	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
PARQUEO GP.Queue	3.9846	(Insufficient)	0.00	8.8979
PARQUEO MP.Queue	0.6057	(Insufficient)	0.00	7.2687
Preparacion GP.Queue	2.7412	(Insufficient)	0.00	5.9647
Preparacion MP.Queue	2.8419	(Insufficient)	0.00	15.0875
SALIDA GP.Queue	10.0041	(Insufficient)	0.00	20.0164
SALIDA MP.Queue	5.3055	(Insufficient)	0.00	19.8025
Supervision GP.Queue	1.2500	(Insufficient)	0.00	5.0000
Supervision MP.Queue	4.8312	(Insufficient)	0.00	24.8189

**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
PARQUEO GP.Queue	0.01106822	(Insufficient)	0.00	1.0000
PARQUEO MP.Queue	0.00504773	(Insufficient)	0.00	1.0000
Preparacion GP.Queue	0.00761437	(Insufficient)	0.00	1.0000
Preparacion MP.Queue	0.02368264	(Insufficient)	0.00	1.0000
SALIDA GP.Queue	0.02778916	(Insufficient)	0.00	1.0000
SALIDA MP.Queue	0.04421211	(Insufficient)	0.00	1.0000
Supervision GP.Queue	0.00347222	(Insufficient)	0.00	1.0000
Supervision MP.Queue	0.04025984	(Insufficient)	0.00	2.0000

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Obrero	0.3817	(Insufficient)	0.00	1.0000

**Fuente:** salida del software Arena 14.7.

**Anexo 28** Resumen de los tiempos de trabajo por operación en el Departamento de limpieza de Aeronaves:

A) Para aviones de MP.

	<u>Galley</u> MP	Aspiradora	Baños	Excreta	Asientos con 4 auxil
Recuento	69	32	66	25	13
Promedio	2,68551	7,28125	1,90152	3,68	9,84615
Desviación Estándar	1,46109	1,91831	1,01988	0,988264	3,07804
Coficiente de Variación	54,4065%	26,6206%	53,635%	26,855%	31,2614%
Mínimo	0,5	4,0	1,0	2,0	5,0
Máximo	8,0	12,0	4,0	5,0	15,0
Rango	7,5	8,0	3,0	3,0	10,0
Sesgo Estandarizado	1,48244	0,98225	1,84785	-0,831219	0,0423562
Curtosis Estandarizada	1,72212	-0,180615	-0,719872	-0,723449	-0,833944

**Fuente:** elaboración propia a partir de la salida del software Statgraphic Centurion XV.

B) Para aviones de GP.

	Limpieza de asientos	<u>Galley</u> GP	Aspiradora	Baños	Limpieza asientos
Recuento	7	16	14	39	5
Promedio	38,4286	3,5625	23,5	3,25641	42,4
Desviación Estándar	8,67673	1,89627	5,0345	0,88013	6,54217

Coeficiente de Variación	22,5789%	53,2286%	21,4234%	27,0276%	15,4296%
Mínimo	27,0	1,0	17,0	2,0	31,0
Máximo	47,0	7,0	32,0	5,0	47,0
Rango	20,0	6,0	15,0	3,0	16,0
Sesgo Estandarizado	-0,40832	1,18846	0,738041	1,10984	-1,79278
Curtosis Estandarizada	-1,30947	-0,533893	-0,716277	-0,397655	1,81499

**Fuente:** elaboración propia a partir de la salida del software Statgraphic Centurion XV.

**Anexo 30** Análisis histórico de los vuelos del año 2017.

Total de vuelos						
	GP	MP	TOTAL	SEMANA	GP	MP
Enero	140	536	676	L1-D8	30	156
Febrero	141	544	685	L13-D19	38	139
Marzo	145	509	657	L6-D12	31	137
Abril	118	485	603	L3-D9	30	126
Mayo	77	278	355	L8-D14	19	74
Junio	77	253	330	L5-D11	18	59
Julio	84	286	370	L10-D16	19	67
Agosto	86	251	337	L7-D13	20	58
Septiembre	70	124	194	L4-D10	20	46
Octubre	53	189	242	L23-D29	13	43
Noviembre	88	285	373	L20-D26	20	70
Diciembre	89	409	498	L25-D31	21	112

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 31** Ajuste de distribución en aspiradora MP (datos en minutos).

```

Distribution Summary
Distribution: Normal
Expression: NORM(7.28, 1.91)
Square Error: 0.026321

Chi Square Test
Number of intervals = 4
Degrees of freedom = 1
Test Statistic = 3.01
Corresponding p-value = 0.0866
    
```

p-value > 0.05

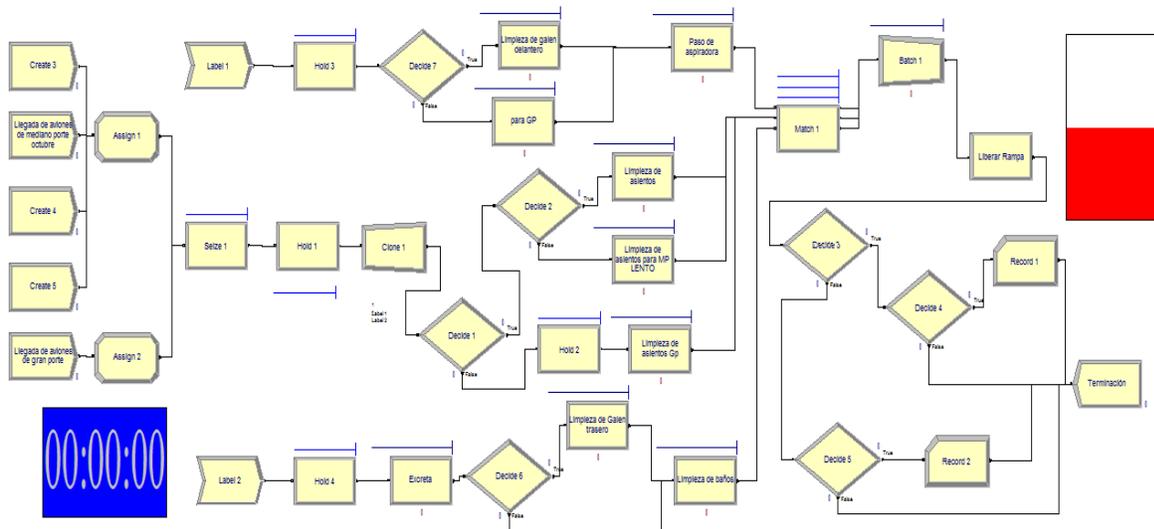
Fuente: salida del software Arena 14.0

Resumen del ajuste a la distribución normal en minutos.

Limpieza de asientos	Galley MP	Aspiradora	Baños	Excreta
Norm (8.19, 2.90)	Norm (2.68, 1.46)	Norm (7.28, 1.91)	Norm (1.90, 1.02)	Norm (3.68, 0.99)
Limpieza de asientos GP	Galley GP	Aspiradora GP	Baños GP	Excreta GP
Norm(38.43, 8.68)	Norm(3.56, 1.89)	Norm(23.5, 5.03)	Norm(3.25, 0.88)	5

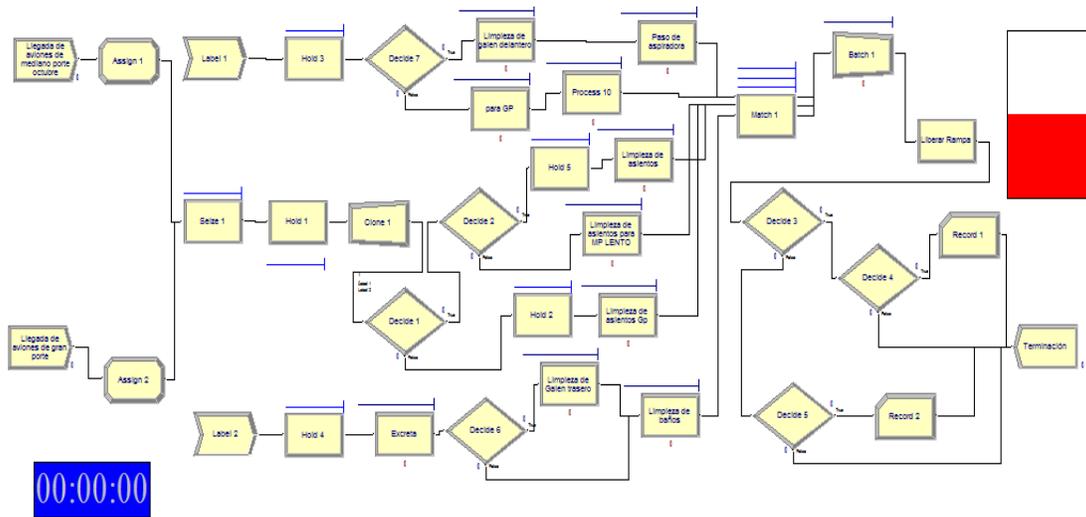
**Fuente:** elaboración propia.

### Anexo 32 Modelo de simulación del sistema para periodos de alza.



Fuente: salida del software Arena 15.0.

### Anexo 33 Modelo de simulación del sistema para periodos de baja



Fuente: salida del software Arena 15.0.

**Anexo 34** Resumen de la utilización del personal por actividades.

Avión de gran porte		Avión de mediano porte		
Limpieza de asientos	8 o 9 trabajadores	Limpieza de asientos	1 solo avión en rampa	8
			2 aviones en rampa	4
Limpieza de <u>galley</u> y paso de aspiradora	2	Limpieza de <u>galley</u> delantero y paso de aspiradora	1 por avión	
Excreta y baños	1	Excreta, <u>galley</u> y baños	1 por avión	

**Fuente:** elaboración propia.

## Anexo 35 Modelación del proceso de limpieza de aeronaves.

3:41:09

### Category Overview

marzo 29, 2018

*Values Across All Replications*

### Modelación del proceso de limpieza de aeronaves

Replications: 30    Time Units: Minutes

#### Queue

##### Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch 1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Excreta.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 2.Queue	1.5950	0.00	1.5950	1.5950	0.00	3.1900

**Fuente:** salida del software Arena 15.0.

**Anexo 36** Validación de la propuesta de trabajo para limpieza de asientos en Gran porte.

Count	Value
Cientes insatisfechos de GP	0.00
Cientes insatisfechos de MP	0.00

**Fuente:** Salida del software Arena 15.0.

**Anexo 37** Propuesta de validación para cuando los arribos son de mediano porte con un tiempo superior a 5 minutos entre llegadas. (Diagrama de Gantt).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Limpieza de asientos</b>															
<b>Baño trasero</b>															
<b><u>Galley</u> delantero</b>															
<b>Paso de aspiradora</b>															
<b>Excreta</b>															
<b><u>Galley</u> trasero</b>															
<b>Baño delantero</b>															

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 38** Distribución de las actividades en un avión de Gran Porte.

					1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5				
	2	4	6	8	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8	0				
<b>Limpieza de asientos</b>																													
<b>4 Baños</b>																													
<b><u>Galley</u> 1 y2</b>																													
<b>Paso de aspiradora 1</b>																													
<b>Paso de aspiradora 2</b>																													
<b><u>Galley</u> trasero</b>																													
<b>Excreta</b>																													
<b>Limpiar4 Baños</b>																													

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 39** Probabilidad de clientes insatisfechos en el horario de 8:00-4:00pm para el periodo de alza.



**Fuente:** salida del software Arena 15.0.

**Anexo 40:** Tipos de aviones en espera.

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Batch 1.Queue	0.5233	0,15	0.00	0.8712	0.00	6.0000
Excreta.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 1.Queue	0.00933606	0,00	0.00	0.03773268	0.00	1.0000
Hold 2.Queue	0.00012298	0,00	0.00	0.00368947	0.00	1.0000
Hold 3.Queue	0.00101321	0,00	0.00	0.01017402	0.00	1.0000
Hold 4.Queue	0.00320721	0,00	0.00	0.00721317	0.00	1.0000

**Fuente:** salida del software Arena 15.0

**Anexo 41:** Prueba de no bajar la brigada de 12 trabajadores.



**Fuente:** salida del software Arena 15.0.

**Anexo 42:** Validación del uso de 8 trabajadores para la limpieza de asientos en gran porte en el período de alza.

### Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cientes insatisfechos de GP	0.2000	0,18	0.00	2.0000
Cientes insatisfechos de MP	0.03333333	0,07	0.00	1.0000

**Fuente:** salida del software Arena 15.0.

**Anexo 43:** Análisis de clientes insatisfechos.

Count	Value
Cientes insatisfechos de GP	0.00
Cientes insatisfechos de MP	0.00

**Fuente:** salida del software Arena 15.0.

**Anexo 44:** Análisis de la distribución propuesta de personal para el horario de 12:00 am a 8:00 am.

**Counter**

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Clientes insatisfechos de GP	0.00	0,00	0.00	0.00
Clientes insatisfechos de MP	0.00	0,00	0.00	0.00

**Fuente:** salida del software Arena 15.0

## Anexo 44: Aval entregado por el Aeropuerto Internacional Juan Gualberto Gómez



Matanzas, 29 de mayo de 2019

### AVAL

El Aeropuerto Internacional "Juan Gualberto Gómez" de Matanzas perteneciente a la Empresa Cubana de Aeropuertos y Servicios Aeroportuarios S.A. (ECASA S.A.) solicitó un estudio al Centro Internacional de La Habana (CIH) en aras de optimizar la plantilla laboral de los departamentos de tráfico, operaciones y terminal; el cual se materializó a través del contrato 1086/18 con la Universidad de Matanzas.

La dirección de la UEB Aeropuertos Varadero reconoce el trabajo de los estudiantes de 5to año de la carrera de Ingeniería Industrial:

-Anny González Segovia

-Dayelsi Febles González

-Adrialys Quiñones Abreu

-Brian Jesús Quintero Mora

Mediante la realización de dicho estudio demostraron su dominio sobre el tema y se desempeñaron en correspondencia con su formación general integral como futuros ingenieros.

Nos satisface contar con estos resultados que permitieron obtener la plantilla óptima de los departamentos analizados y así contribuir a la optimización de nuestra fuerza de trabajo y de nuestros procesos. Cabe destacar además que los resultados de este informe constituyen un material de consulta para futuros estudios que permitan continuar perfeccionando la gestión empresarial en los aeropuertos del país.

José Antonio García Manso

Director de la UEB Aeropuertos Varadero

ECASA S.A.