

UNIVERSIDAD LATINA CAMPUS HEREDIA

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA PROFESIONAL EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS

CON ÉNFASIS EN GERENCIA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Propuesta de rediseño del proceso de evaluación de tarjetas electrónicas en condición de garantía que realiza el ingeniero de pruebas en el departamento Customer-team Support Operations (CSO) de Teradyne de Costa Rica, con el fin de reducir el tiempo de ciclo.

ELABORADO POR

Andrés Morales Aguilar

HEREDIA, COSTA RICA

2016

UNIVERSIDAD LATINA CAMPUS HEREDIA
CENTRO DE POSGRADOS

CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL TUTOR
DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, 5 de Setiembre del 2016

Señores

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: “Propuesta de rediseño del proceso de evaluación de tarjetas electrónicas en condición de garantía que realiza el Ingeniero de pruebas en el departamento Customer-team Support Operations (CSO) de Teradyne de Costa Rica, con el fin de reducir el tiempo de ciclo”, elaborado por el estudiante **ANDRES MORALES AGUILAR**, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado académico **MÁSTER PROFESIONAL EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS CON ÉNFASIS EN GERENCIA INDUSTRIAL**.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad y por tanto lo recomiendo para su entrega ante el Comité de Trabajos Finales de Graduación.

Suscribe cordialmente,



Ing. Esteban Vargas Jiménez M.Sc

UNIVERSIDAD LATINA CAMPUS HEREDIA
CENTRO DE POSGRADOS

CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL LECTOR
DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, 14 de setiembre del 2016

Señores
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: “Propuesta de rediseño del proceso de evaluación de tarjetas electrónicas en condición de garantía que realiza el ingeniero de pruebas en el departamento Customer-team Support Operations (CSO) de Teradyne de Costa Rica, con el fin de reducir el tiempo de ciclo”, elaborado por el estudiante **ANDRÉS MORALES AGUILAR**, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado académico **MÁSTER PROFESIONAL EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS CON ÉNFASIS EN GERENCIA INDUSTRIAL**.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad y por tanto lo recomiendo para su entrega ante el Comité de Trabajos Finales de Graduación.

Suscribe cordialmente,



Ing. Fabricio Pereira C, MBA.

UNIVERSIDAD LATINA CAMPUS HEREDIA
CENTRO DE POSGRADOS

CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL FILÓLOGO
DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, 14 de setiembre del 2016

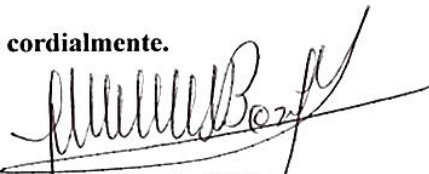
Señores
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: “Propuesta de rediseño del proceso de evaluación de tarjetas electrónicas en condición de garantía que realiza el ingeniero de pruebas en el departamento Customer-team Support Operations (CSO) de Teradyne de Costa Rica, con el fin de reducir el tiempo de ciclo”, elaborado por el estudiante **ANDRÉS MORALES AGUILAR**, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado académico **MÁSTER PROFESIONAL EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS CON ÉNFASIS EN GERENCIA INDUSTRIAL**.

Corregí el trabajo en aspectos tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad.

Suscribe cordialmente.

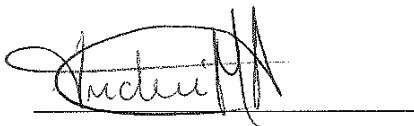


Prof. Mario Boza Chacón. Filólogo.
Afiliado al Colegio de Licenciados y
Profesores número 5034.
Cédula 103580444

DECLARACIÓN JURADA

El suscrito, **ANDRÉS MORALES AGUILAR** con cédula de identidad número **3-0360-0008**, declaro bajo fe de juramento, que conozco las consecuencias penales que lleva el delito de perjurio y que soy el autor del presente trabajo final de graduación, modalidad memoria para optar por el título de **MÁSTER PROFESIONAL EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS CON ÉNFASIS EN GERENCIA INDUSTRIAL** de la Universidad Latina, campus Heredia y que el contenido de dicho trabajo es obra original del suscrito.

Heredia, 14 de setiembre del 2016

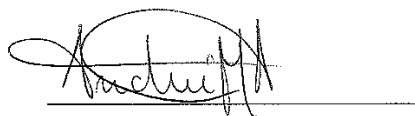
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Andrés Morales Aguilar', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Andrés Morales Aguilar

MANIFESTACIÓN DE EXONERACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El suscrito, **ANDRÉS MORALES AGUILAR** con cédula de identidad número **3-0360-0008**, exonero de toda responsabilidad a la Universidad Latina, campus Heredia; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente trabajo final de graduación para optar por el título de **MÁSTER PROFESIONAL EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS CON ÉNFASIS EN GERENCIA INDUSTRIAL** de la Universidad Latina, campus Heredia; por las manifestaciones y apreciaciones personales incluidas en el mismo. Autorizo a la Universidad Latina, campus Heredia, a disponer de dicho trabajo para uso y fines de carácter académico y publicar en el sitio web; así como en el CRAI.

Heredia, 14 de setiembre del 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Andrés Morales Aguilar', is written over a horizontal line.

Andrés Morales Aguilar

DEDICATORIA

"Dedico este trabajo de investigación a mis padres por el apoyo que me han brindado siempre, a mi esposa y a mi hija, por el soporte que me han brindado y por su aporte de tiempo y comprensión".

Andrés Morales Aguilar

AGRADECIMIENTO

"Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de concretar este trabajo y Teradyne de Costa Rica por las facilidades otorgadas para la realización de estos estudios".

Andrés Morales Aguilar

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad proponer mejoras al proceso de evaluación de tarjetas electrónicas que se realiza en la división de CSO de Teradyne de Costa Rica a través de un rediseño del proceso al hacer uso de herramientas de análisis de problemas.

Los individuos involucrados en el desarrollo e implementación de este trabajo de investigación son directamente los ingenieros que actualmente tienen a cargo el desarrollo de las tareas propias de la evaluación de tarjetas, también los técnicos que realizan las pruebas funcionales, los gerentes de cada una de las unidades de negocio que son los que dictan los requerimientos como clientes del servicio y además dueños del proceso, los supervisores de producción por su rol de encargados de la operación productiva y por último el supervisor de ingeniería, encargado de validar e implementar los cambios en los procesos por medio de la asignación de recursos para tal fin.

La necesidad de la mejora de este proceso radica en la competitividad que se enfrenta la gestión de la operación que se realiza en Costa Rica respecto de la disponibilidad para la Corporación a la que pertenece la empresa en dicho país de mano de obra calificada, pero de menor costo operativo disponible en otras latitudes del mundo, lo que implica, que se deben realizar continuamente proyectos de liberación de recursos para que estos se destinen a tareas de mayor agregado.

Por lo anterior, los involucrados se beneficiarían directamente una vez alcanzados los objetivos de esta investigación a través de la obtención de disponibilidad de ingenieros para dedicarlos a tareas que impacten positivamente la ejecución de los procesos pero de una manera más eficiente.

El proceso de evaluación de tarjetas consiste en tareas de investigación que realiza el ingeniero de pruebas con el fin de determinar la causa raíz que ocasionó el fallo de la tarjeta electrónica en el cliente y en caso de ser necesario, la implementación de acciones correctivas al proceso de reparación que se realiza en dicho producto, razón por la cual esto implica, una interacción directa con el técnico de pruebas, quien es el que realiza las pruebas

funcionales del producto haciendo uso de los sistemas de pruebas de Teradyne. Este proceso impacta el tiempo de ciclo del producto debido a que el tiempo que la tarjeta se encuentra en dicha etapa de investigación, la tarjeta es retirada del proceso normal de reparación y en consecuencia se afecta el inventario con el que cuenta el equipo de planeamiento para cubrir las necesidades de órdenes del cliente externo.

El análisis del proceso implica el estudio de las metodologías actuales para la realización del proceso propiamente, para lo cual, se identificará el flujo del proceso y se propondrán mejoras de modo tal que se disminuya el período que la tarjeta se encuentra retenida en evaluación.

Las mejoras propuestas anteriormente mencionadas corresponden a la conclusión de esta investigación, por medio de la cual se busca optimizar el desempeño del proceso y aportar a la optimización de los recursos actuales

Tabla de Contenido

Capítulo I: Problema y propósito	1
1.1 Estado actual de la investigación	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivo general y objetivos específicos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
Capítulo II: Fundamentación teórica.....	6
2. Marco Teórico.....	7
2.1. Marco Teórico Contextual	7
2.2. Marco Teórico Conceptual.....	7
2.2.1. Resolución de problemas	7
2.2.2 Producto defectuoso	8
2.2.3. Simulación de procesos por medio de Software	9
2.2.4. Indicadores de desempeño del proceso	13
2.2.5. Gráficos de Control.....	14
2.2.6. Diagramas de flujo	15
2.2.7. Minitab.....	17
2.2.8. Diagrama de Pareto.....	18
Capítulo III: Metodología	20
3.1 Tipo de Investigación.....	21
3.2 Descripción del contexto o del sitio, en dónde se lleva a cabo el estudio.....	21
3.3 Características de los participantes y las fuentes de información	22

3.4 Técnicas e instrumentos para recolección de datos:	22
3.5 Descripción operacional de las variables	23
Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados.....	24
4.1 Análisis del proceso evaluación de tarjetas en condición de garantía.....	25
4.2 Caracterización de los casos de evaluación	31
4.2.1 Daño físico	32
4.2.2. Datos históricos.....	32
4.2.3. Tipo de fallo.....	32
4.3 Simulación del proceso	33
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.....	39
5.1 Conclusiones	40
5.2 Recomendaciones	41
Capítulo VI: Propuesta.....	42
6.1 Escenario de propuesta por evaluar	43
6.2 Análisis del impacto de la propuesta por medio del modelo de simulación	45
Fuente: Arena.....	46
6.3 Conclusiones y recomendaciones de las propuestas	47
6.4 Cronograma de implementación de las mejoras propuestas	48
Capítulo VII: Bibliografía.....	49
Referencias.....	50

Índice de Figuras

Figura 1 Simulación en 3D por medio del Software Arena	10
Figura 2 Módulo Create	11
Figura 3 Módulo Dispose.....	11
Figura 4 Módulo Process	12
Figura 5 Módulo Decide	12
Figura 6 Gráfico de control de valores individuales y rangos	14
Figura 7 Diagrama de flujo	16
Figura 8 Símbolo de proceso	16
Figura 9 Símbolo de decisión	16
Figura 10 Símbolo de línea de flujo.....	17
Figura 11 Símbolo de conector	17
Figura 12 Símbolo de alto.....	17
Figura 13 Diagrama de Causa y Efecto	18
Figura 14 Diagrama de Pareto	18
Figura 15 Gráfica de control del proceso de evaluación de ingeniería	26
Figura 16 Diagrama de flujo del proceso actual de evaluación de ingeniería.....	27
Figura 17 Tiempo promedio de totalidad de productos en evaluación por condición de garantía durante los meses de mayo a diciembre del 2015.....	28
Figura 18 Tiempo promedio de la unidad de negocio D&A de productos en evaluación por condición de garantía durante los meses de mayo a diciembre del 2015	29
Figura 19 Tiempo promedio de la unidad de negocio PBT de productos en evaluación por condición de garantía durante los meses de mayo a diciembre del 2015	30
Figura 20 Tiempo promedio de la unidad de negocio ETS de productos en evaluación por condición de garantía durante los meses de mayo a diciembre del 2015	31
Figura 21 Simulación en Arena del proceso de evaluación de tarjetas en condición de garantía en el ambiente de diagrama de flujo	33
Figura 22 Distribución de tiempos en horas para cada recurso como resultado de la simulación en Arena	34
Figura 23 Distribución de tiempos en horas para la ejecución de las tareas del proceso.....	35
Figura 24 Distribución de tiempos totales de las tarjetas.....	36

Figura 25 Principales indicadores de desempeño de la simulación	37
Figura 26 Diagrama de Causa y Efecto del proceso de evaluación de tarjetas en condición de garantía...	37
Figura 27 Gráfico de Pareto de las causas del tiempo de evaluaciones	38
Figura 28 Diagrama de flujo del proceso de evaluación ejecutado por único recurso.....	43
Figura 29 Delimitación de los tiempos de ejecución de la tarea Revisión de resultados.....	46
Figura 30 Cronograma de actividades de implementación de la propuesta	48

Índice de Tablas

Tabla 1: Participantes del Estudio.....	22
Tabla 2: Descripción operacional de las variables.....	23
Tabla 3. Tiempos obtenidos de la simulación con un recurso dedicado.....	45
Tabla 4. Tiempos promedios por tarea ejecutadas por un único recurso.....	46

Capítulo I: Problema y propósito

1.1 Estado actual de la investigación

El propósito de esta sección es referenciar documentación y específicamente trabajos correspondientes a tesis o artículos que se relacionen con el tema que compete la problemática presentada en el Departamento de CSO Teradyne de Costa Rica, propiamente a las evaluaciones realizadas por el grupo de ingeniería, las cuales impactan el tiempo de ciclo del producto, de forma tal, que se muestren investigaciones que aporten parámetros para definir el tiempo en que una tarea deba realizarse al utilizar criterios que refieran a procesos industriales y propiamente a lo que respecta a la estandarización del tiempo de ciclo.

Actualmente es un requerimiento para las empresas mantener una cultura de mejoramiento continuo, por medio de la cual, se garanticen mejoras a sus procesos y en las investigaciones consultadas se manifiestan diferentes metodologías que abordan diferentes aristas respecto al tiempo de ciclo.

Con referencia a lo anterior, Mittler, Schomig & Gerlich (1995) en su investigación acerca de los tiempos de ciclo mencionan que la literatura estándar se enfoca en tiempos promedio de ciclo y utilización de los sistemas. Explican que muchos estudios lidian con la reducción del tiempo de ciclo por medio de estrategias de anulación, sofisticadas políticas de control de lotes o por la provisión de herramientas redundantes.

Lo anterior, expone la oportunidad de implementar estrategias que impacten directamente la productividad por medio de la mejora del tiempo de ciclo.

En este orden de ideas, Cruz, D. (1997) en su Tesis acerca de la reducción del tiempo de ciclo de reparación propone la utilización de un programa para el manejo de material, que suplen la cadena productiva, esto lo desglosa en las medidas de desempeño del proceso como disponibilidad de componentes y la inversión financiera. Esta propuesta se complementa con la investigación de Jensen (s.f.), titulada "*Reducción de tiempo de ciclo en la operación Servicio de partes de General Motors*", que concluye planteando que la reorganización de la forma en que son ordenadas las partes cumple las expectativas del cliente en cuanto a tiempo de ciclo se refiere.

En el mismo sentido, Chen (2013), en su artículo titulado Procedimiento sistemático para la reducción del tiempo de ciclo, explica la importancia respecto de la competitividad y

sostenibilidad de la reducción de los tiempos de ciclo en la industria de manufactura de semiconductores. Propone un procedimiento para planear acciones de reducción de tiempo con el fin de mejorar la competitividad y la sostenibilidad, primero al controlar factores que influyen en el tiempo de ciclo, luego por medio de la identificación de las relaciones entre dichos factores y el tiempo de ciclo.

Es relevante indicar que la literatura consultada respecto de la reducción de tiempos de ciclo se relaciona con la expectativa de la investigación porque otorga parámetros para desarrollar criterios con fundamentos teóricos que impacten el tiempo que consume el realizar el análisis de las tarjetas electrónicas.

1.2 Planteamiento del problema

En este estudio se plantea un problema con el tiempo que les toma a los ingenieros completar la evaluación de una tarjeta electrónica de Teradyne, lo que impacta la conclusión del proceso total de reparación de dicha tarjeta electrónica.

Durante el año 2016 se ha experimentado un incremento significativo en el tiempo promedio en que se han realizado las evaluaciones de ingeniería particularmente para la línea de producción ETS, valor de tiempo de ciclo que inició el año en 52 días promedio y los registros demuestran que ha aumentado hasta los 77 días en promedio. Comportamiento similar presenta la línea de producción llamada D&A que inició el presente año en 38 días promedio y ha alcanzado valores pico de hasta 50 días promedio. Estos incrementos de tiempo impactan el negocio negativamente en aspectos como el manejo de inventario, ya que, se vuelve indispensable manufacturar más producto para mantener los niveles de inventario requeridos para satisfacer las necesidades de los clientes, también impacta en el hecho de que los costos de manejo de material interno se incrementan, como costos de almacenamiento, lo anterior sin mencionar todos los aspectos de costos asociados que involucran en mantener las actividades de investigación que realiza el ingeniero durante el período de tiempo en que la tarjeta se mantiene bajo su custodia.

El resultado de la situación anteriormente expuesta ha generado la necesidad de reducir el tiempo que toman dichas evaluaciones y tomando en cuenta la bibliografía consultada, se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la caracterización de los diferentes casos de evaluación a que se enfrenta el ingeniero de pruebas en Teradyne de Costa Rica?
- ¿Cuáles son los requerimientos de cada unidad de negocio que definen las tareas por realizar para los casos de evaluación?
- ¿Cuáles son los tiempos por categoría, necesarios para realizar las evaluaciones de tarjetas electrónicas?
- ¿Cuál es un plan de implementación para desarrollar evaluaciones de tarjetas que se adecue a las condiciones de la empresa?

1.3 Justificación

La presente investigación presenta relevancia debido a que permite evidenciar las necesidades de CSO Teradyne de Costa Rica en cuanto a la reducción de los tiempos que toman las evaluaciones de tarjetas electrónicas realizadas por el grupo de ingeniería.

A través de la reducción de dichos tiempos se le brindará a la compañía competitividad en cuanto a que se dispone de material con mayor rapidez, lo que se traduce en inventario disponible para cubrir eventuales necesidades de los clientes, además de que, libera recursos capacitados para realizar otras labores en el ámbito de la organización.

En el nivel mundial, la reducción de los tiempos en que se realizan las tareas es una tendencia marcada, porque según el esquema macroeconómico mundial, es indispensable realizar operaciones de bajo costo y el hecho de utilizar un recurso designado por un período de tiempo menor implica que se está haciendo uso tanto eficaz como eficientemente de los mismos.

Con base en dichas consideraciones es que se realizará una propuesta integral para disminuir el tiempo de las evaluaciones de ingeniería, por lo que se plantea el siguiente objetivo general y consecuentemente los objetivos específicos:

1.4 Objetivo general y objetivos específicos

1.4.1 Objetivo general

Rediseñar el subproceso de evaluación de tarjetas electrónicas en condición de garantía que realiza el ingeniero de pruebas en Teradyne de Costa Rica.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso actual.
- Caracterizar los diferentes casos de evaluación a que se enfrenta el ingeniero de pruebas.
- Simular por medio de una herramienta de Software las condiciones del proceso actual y analizar los resultados.
- Rediseñar el proceso y simular este nuevo proceso en la herramienta de Software.
- Proponer un plan para la implementación de las mejoras propuestas.

Capítulo II: Fundamentación teórica

2. Marco Teórico

A continuación, se desarrolla el contexto teórico que comprende esta investigación, el cual se divide en dos secciones principales que son el Marco contextual y el Marco conceptual respectivamente.

2.1. Marco Teórico Contextual

Esta sección presenta los aspectos de normativa teórica tales como manuales, procedimientos, instructivos de tareas por realizar, entre otros documentos tanto locales como corporativos, los cuales se relacionan directamente con el proceso de evaluación de tarjetas electrónicas.

Además de dicha documentación, otros aspectos por considerar son las políticas, reglamentos y lineamientos planteados por la Corporación, que se asocian al objeto de estudio, tales como ENG-I-07, CR BEVAL Data Entry Instructions for Boardwatch, ENG-P-07, NFF Boards Process, ENG-P-04, CSO Standard Engineering Analysis Process.docx. Estos documentos referencian los procesos que competen a la evaluación que realizan los ingenieros y las instrucciones para documentar las tareas correspondientes.

A continuación, se desarrollan los temas y subtemas que sustentan teóricamente la investigación.

2.2. Marco Teórico Conceptual

En esta sección se exponen los principales conceptos relevantes a la investigación presentada en este documento, así como términos asociados utilizados para el desarrollo del mismo, tales como:

2.2.1. Resolución de problemas

La resolución de problemas se refiere al conjunto de pasos por medio de los cuales se busca resolver problemas previamente definidos. Es la capacidad para dar soluciones al emprender acciones específicas con sentido común. Debido a la naturaleza de ser un término compuesto por dos palabras principales, es relevante determinar cada uno de sus componentes. El Diccionario de la Lengua Española define el término resolución como la acción y efecto de resolver. Esta misma fuente, define el término problema como, el planteamiento de una situación cuya respuesta desconocida debe obtenerse a través de

métodos científicos. De manera tal que la unión de estos dos conceptos puede comprenderse como la acción y efecto de resolver una situación cuya respuesta es desconocida, se obtiene a través de la aplicación de métodos científicos.

Según lo menciona Perales en su artículo La resolución de problemas: una revisión estructurada, las principales variables por considerar en la resolución de problemas son: la naturaleza del problema, el contexto de la resolución del problema y el solucionador del problema.

La naturaleza del problema. Las variables que se contemplan fundamentalmente se refieren a los aspectos formales del problema tales como la precisión o univocidad, estructura, lenguaje del enunciado, complejidad y tipo de tarea requerida en la resolución, solución abierta o cerrada, conocida o desconocida.

El contexto de la resolución del problema. En este caso habría que reparar en aquellas variables intervinientes en el proceso de resolución sin tener en cuenta al propio solucionador. Así cabría hablar de la manipulación o no de objetos reales, la consulta o no de fuentes de información, la verbalización o no de la resolución, si se suministra o no el algoritmo puesto en juego, tiempo de resolución.

El solucionador del problema. Finalmente incluimos aquí las características del solucionador tales como conocimiento teórico, habilidades cognitivas, creatividad, actitud, ansiedad, edad, sexo .

2.2.2 Producto defectuoso

Se determina producto defectuoso, a aquél producto que incumple los parámetros establecidos por el fabricante. En el contexto de servicio de reparación de productos o instrumentos electrónicos, se refiere a producto que falla durante la ejecución de las funciones para las que fue diseñado. Estrictamente en lo que concierne a los procesos de bajo estudio, el producto defectuoso, es aquel

instrumento electrónico que ha fallado en un período no mayor a 90 días naturales luego de ser recibido por el cliente y que procederá a ser evaluado por un ingeniero de proceso. También existen excepciones para productos defectuosos en el ámbito de la organización,

tanto en el nivel de legitimidad legal por medio de contratos o por medio de aplicación de evidencia razonable que demuestre la equívoca utilización del producto.

2.2.3. Simulación de procesos por medio de Software

La simulación de procesos por medio de herramientas de Software consiste en la utilización de una herramienta informática para crear un modelo de determinado sistema.

Como herramienta para realizar la simulación de los procesos se utilizará la herramienta de software llamada Arena, con la cual, se puede modelar y analizar el flujo de los procesos. La simulación de procesos provee la habilidad de estudiar el desempeño del proceso respecto de los objetivos planteados, de evaluar el impacto de incrementar o reducir recursos y por último demostrar los hallazgos con evidencia. De acuerdo con el sitio de Internet del fabricante de la herramienta, Arena permite crear modelos de procesos de negocio para reducir costos, medir desempeño y optimizar las operaciones. La facilidad de uso, flexibilidad, escalabilidad ayudan a modelar cualquier aspecto de la empresa. Indica también que Arena ayuda a tomar las mejores decisiones sin requerir tiempo, recursos o inversiones adicionales de capital.

Arena es una herramienta de software que permite crear y correr experimentos de modelos en la computadora. A través de las pruebas, se pueden predecir los ambientes de negocio.

Básicamente se deben seguir cinco pasos en Arena

- Creación del modelo básico. Ambiente de estilo diagrama de flujo para construir el proceso.
- Refinar el modelo. Agregar datos de la vida real (tiempos de proceso, requerimientos de recursos, niveles organizacionales) a su modelo.
- Simular el modelo . Correr la simulación para verificar que el modelo refleja el sistema actual.



Figura 1 Simulación en 3D por medio del Software Arena

Fuente: Software Arena

- Analizar resultados de la simulación . Arena provee reportes automáticos basados en criterios de decisión común de manera que reporta qué es importante para las decisiones.
- Seleccionar la mejor alternativa.Hacer cambios al modelo para capturar los posibles escenarios que usted desea investigar y comparar los resultados para encontrar la mejor solución.

Los módulos básicos de Arena son:

Módulos básicos son aquellos con los que se construyen los modelos. Describen la dinámica del modelo, operan con las entidades.

Objetos dinámicos en la simulación. Se crean, procesan y se liberan.

Poseen atributos.

Tiempo de llegada, prioridad, entre otros.

A continuación, se muestra una imagen de los principales módulos disponibles en Arena, tales como Create, Process, Dispose, Decide, Assign, entre otros, los cuales sirven para generar el diagrama del proceso real y así simular el mismo

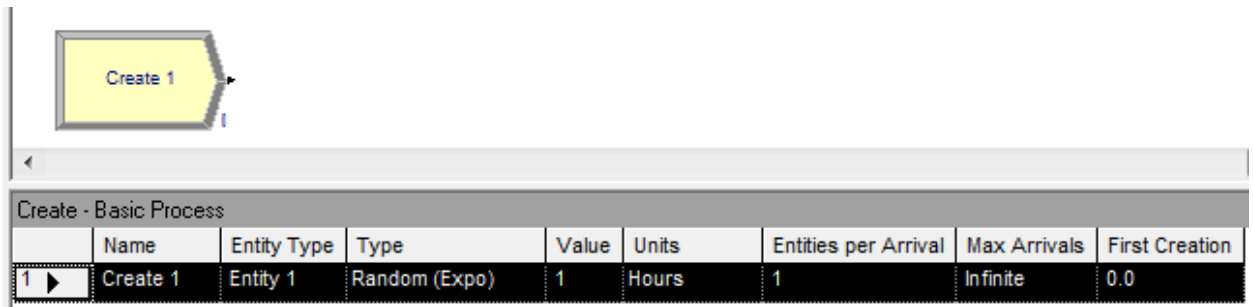


Figura 2 Módulo Create

Fuente: Software Arena

El módulo Create, es el punto de partida para las entidades en un modelo de simulación. Las entidades se crean al utilizar un horario o con base en un tiempo entre llegadas. Entidades entonces dejan el módulo para comenzar el procesamiento a través del sistema. El tipo de entidad se especifica en este módulo.

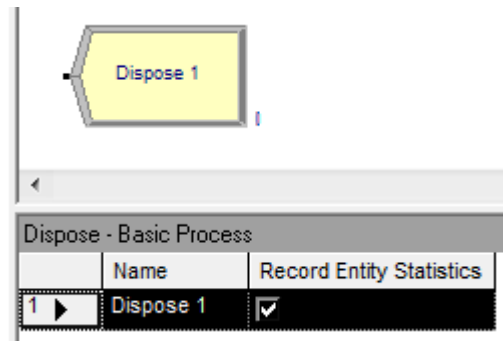


Figura 3 Módulo Dispose

Fuente: Software Arena

El módulo Dispose, es el punto final para las entidades en un modelo de simulación.

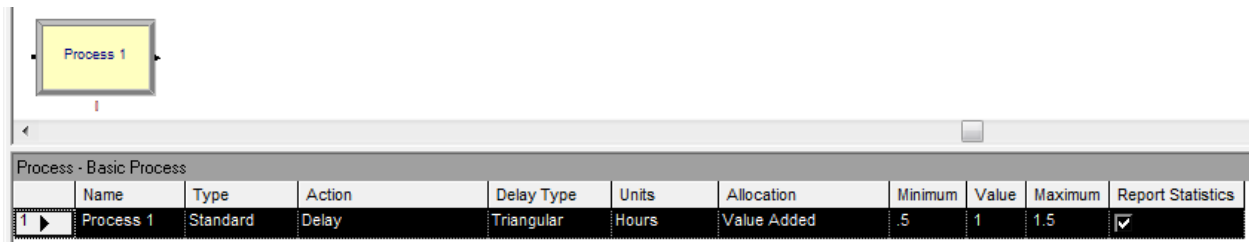


Figura 4 Módulo Process

Fuente: Software Arena

Este módulo está pensado como el método de procesamiento principal en la simulación. Opciones para la incautación y la liberación de las limitaciones de recursos están disponibles. Además, existe la opción de utilizar un "submodelo" que especifique la lógica definida por el usuario. El tiempo de proceso se asigna a la entidad y puede ser considerado como un valor añadido, sin valor agregado, el traslado, espera u otro. El costo asociado se añadirá a la categoría apropiada.

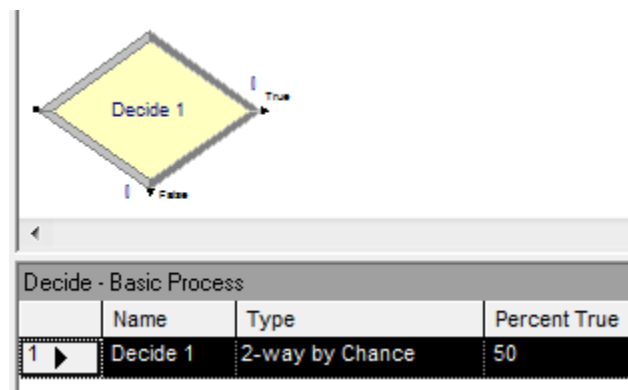


Figura 5 Módulo Decide

Fuente: Software Arena

Este módulo permite a los procesos la toma de decisiones en el sistema. Cuenta con opciones para tomar decisiones basadas en una o más condiciones (por ejemplo, si la entidad cuenta con tarjeta de oro) o con base en uno o más probabilidades (por ejemplo, 75%; 25% verdaderos falsa). Las condiciones pueden basarse en valores de atributo (por ejemplo,

prioridad), valores de las variables (por ejemplo, número denegado), el tipo de entidad, o una expresión (por ejemplo, NQ (ProcessA.Queue)).

Como se ha demostrado, los anteriores son algunos de los módulos disponibles en el software Arena, lo que evidencia que esta es una herramienta que cuenta con varias opciones para la simulación, por lo tanto, es una herramienta idónea para la simulación de procesos productivos, lo que facilita el análisis de los resultados antes de ser implementados en la operación real.

2.2.4. Indicadores de desempeño del proceso

Los indicadores de desempeño son una herramienta que entrega la información cuantitativa de los resultados productivos de un proceso. Una vez que se define el proceso de producción de un bien o servicio y se establecen los objetivos de la empresa respecto de dicho proceso, se debe definir la forma en que se van a medir los resultados esperados, para lo cual se establecen los llamados indicadores de desempeño.

De acuerdo a Armijo (2009) en su exposición sobre Planificación Estratégica y Construcción de Indicadores de Desempeño en el Sector Público de Costa Rica, existen diez pasos para la creación de indicadores de desempeño que se listan a continuación:

- 1) Establecer las definiciones estratégicas como referente para la medición
- 2) Establecer las áreas de desempeño relevantes por medir
- 3) Formular el indicador y describir la fórmula de cálculo
- 4) Validar los indicadores al aplicar criterios técnicos
- 5) Recopilar los datos
- 6) Establecer las metas o el valor deseado del indicador y la periodicidad de la medición
- 7) Señalar la fuente de los datos o medios de verificación
- 8) Establecer supuestos (observaciones)
- 9) Evaluar. Establecer referentes comparativos y establecer juicios
- 10) Comunicar e Informar el desempeño logrado.

Estos pasos permiten generar un resultado alineado con los objetivos del proceso en evaluación, que a su vez debe estar alineado con los objetivos estratégicos de la organización y de igual forma a la misión y visión de la misma.

2.2.5. Gráficos de Control

Según lo explica Smith, E. (1947) en su libro *Control Charts An Introduction to statistical quality control*, el control de calidad por método estadístico es extensamente aplicado en la mayoría de líneas de la industria y cualquiera que esté interesado en manufactura debería tener interés en estos métodos. Lo anterior justifica que el control de calidad se haya convertido en importante para las plantas de manufactura y la aplicación de métodos estadísticos constituye una parte primordial de este control. Esta es una herramienta para desplegar y monitorear la variación de los procesos y provee un lenguaje común para discutir el desempeño de un proceso. Para dicho control se utilizan varios tipos de gráficos y a continuación se ejemplifica lo anterior mencionado con el gráfico de valores individuales y rangos que corresponde a uno de los mayormente utilizados,

Gráfico de valores Individuales y Rangos

Este tipo de gráfico monitorea la media y la variación de un proceso

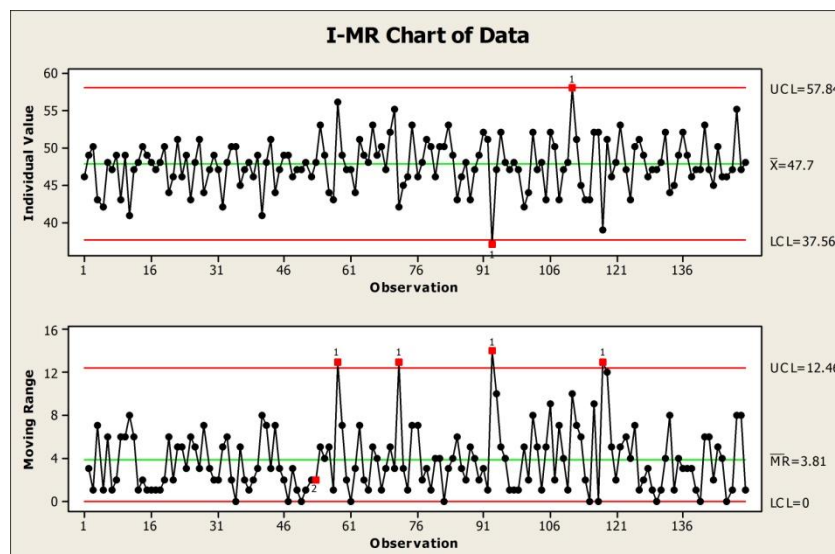


Figura 6 Gráfico de control de valores individuales y rangos

Fuente: Minitab

2.2.6. Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo son una de las herramientas más importantes que se pueden utilizar para la definición de los problemas, lo que limita la identificación del problema, la definición de términos y llevar controles de proceso para ambos procesos administrativos y de manufactura. Con el fin de controlar un proceso, hay que entender el proceso. La forma más fácil y mejor manera de entender un proceso consiste en dibujar una imagen del mismo. Esto se conoce como diagramas de flujo. Hay muchos tipos y estilos de diagramas de flujo. Es importante recordar que no hay manera correcta o incorrecta de presentar la información.

Beneficios del diagrama de flujo^{7A}

Las personas que trabajan en el diagrama de flujo entienden el proceso y comienzan a controlarlo, en lugar de sentirse víctimas del proceso.

Una vez que el proceso se puede ver de manera objetiva en el diagrama de flujo, las mejoras pueden ser fácilmente identificados.

Las personas se dan cuenta de cómo encajan en el proceso general, puedan visualizar sus proveedores y los clientes como parte del proceso general. Esto conduce directamente a una mejor comunicación entre los departamentos y áreas de trabajo.

Los diagramas de flujo son valiosas herramientas de formación en programas de formación para los nuevos empleados.^{AA}

La ventaja más importante del uso de diagramas de flujo de proceso es que la gente va a entender todo en los mismos términos.

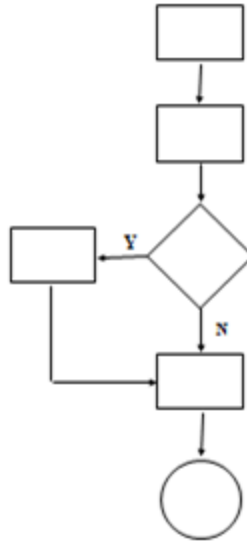


Figura 7 Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia

Los diagramas de flujo se componen de símbolos, con referencia a esto, se pueden citar los siguientes,

Símbolo de proceso, es un simple paso del proceso, una actividad o función

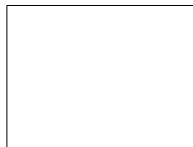


Figura 8 Símbolo de proceso

Fuente: Elaboración propia

Símbolo de decisión, es una decisión o una pregunta

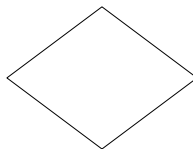


Figura 9 Símbolo de decisión

Fuente: Elaboración propia

Línea de flujo, muestra la dirección del flujo



Figura 10 Símbolo de línea de flujo

Fuente: Elaboración propia

Conector, enlaza un diagrama de flujo con otro diagrama



Figura 11 Símbolo de conector

Fuente: Elaboración propia

Alto, finaliza el proceso



Figura 12 Símbolo de alto

Fuente: Elaboración propia

2.2.7. Minitab

Minitab es un programa que ejecuta funciones estadísticas básicas y avanzadas con el fin de realizar análisis estadísticos. Combina lo amigable del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos. En 1972, instructores del programa de análisis estadísticos de la Universidad Estatal de Pensilvania (Pennsylvania State University) desarrollaron Minitab como una versión ligera de OMNITAB, un programa de análisis estadístico del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos.

Diagrama de Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa)

El diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de lluvia de ideas que permite investigar las diversas causas que influyen en un efecto específico. Las causas en un diagrama de Causa y Efecto, se organizan con frecuencia en cinco categorías principales para usos en el proceso de fabricación: Mano de obra, , método, materiales, maquinaria, y medio ambiente. Las

aplicaciones de calidad de servicio incluyen por lo general el Personal, los Procedimientos y las Normas. Sin embargo, los diagramas Causa y Efecto pueden incluir cualquier tipo de causa que se desee investigar. El diagrama Causa y Efecto se denomina algunas veces diagrama de espina de pescado, porque se asemeja al esqueleto de un pescado, o diagrama de Ishikawa, el cual debe su nombre a su creador, Kaoru Ishikawa.

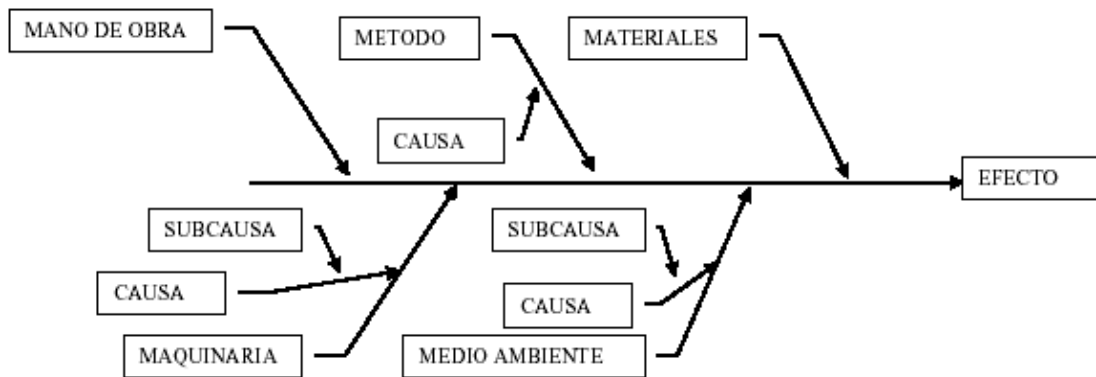


Figura 13 Diagrama de Causa y Efecto

Fuente: Elaboración propia

2.2.8. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto.

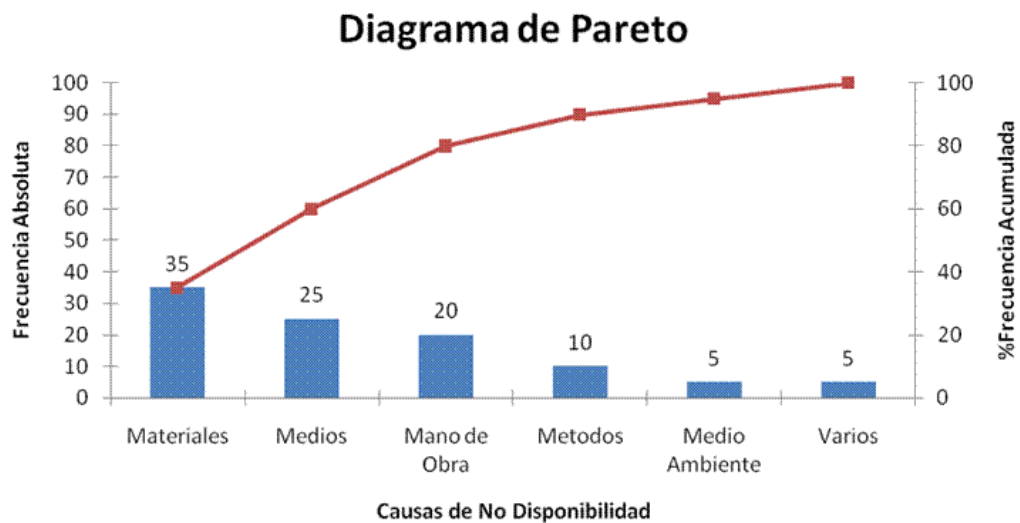


Figura 14 Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Un diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfico de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Se utiliza un diagrama de Pareto para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia o las causas más comunes de los defectos. El diagrama de Pareto debe su nombre a Vilfredo Pareto y su principio de la "regla 80/20". Es decir, 20% de las personas poseen 80% de la riqueza; o 20% de la línea de producto puede generar 80% de los desechos; o 20% de los clientes puede generar 80% de las quejas, etc.

Capítulo III: Metodología

3.1 Tipo de Investigación

Esta investigación se define como un Enfoque Cuantitativo.

El tipo de paradigma con base en el cual se desarrolla esta investigación es de tipo Positivista. Para el paradigma positivista la realidad es única, puede ser fragmentada para su análisis y las partes pueden ser manipuladas independientemente. Existen múltiples realidades construidas por cada persona, por lo tanto, el estudio de una parte está influida por el estudio de las otras partes de esa realidad.

Para el paradigma positivista el sujeto y el objeto son independientes y se modifican mutuamente y, por tanto, son inseparables.

El método de recolección de datos se da por medio de la Estadística descriptiva, haciendo uso de comparación de variables, estrictamente los correspondiente a tiempo promedio de ciclo, período de tiempo de tareas y cantidad de producto en proceso.

3.2 Descripción del contexto o del sitio, en dónde se lleva a cabo el estudio

Teradyne de Costa Rica se ubica en la Zona Franca América del distrito San Francisco en el cantón central de Heredia de la provincia de Heredia.

La división de CSO en Costa Rica, cuenta con un director general, dos gerentes generales, tres supervisores de proceso, 6 ingenieros de proceso y una población de 45 técnicos especializados en la ejecución de pruebas, diagnóstico de fallos y reparación de tarjetas electrónicas.

3.3 Características de los participantes y las fuentes de información

Los participantes del estudio se especifican en la siguiente imagen:

Objeto de estudio	Unidad de estudio	Características
Ingenieros de pruebas	Estos son los que realizan las evaluaciones de las tarjetas electrónicas	Fuente primaria de información
Tarjetas electrónicas	Son los objetos de estudio de las evaluaciones	Fuente primaria de información
Gerentes de unidad de negocio	Brindan los requerimientos para la realización de las evaluaciones	Fuente primaria de información

Tabla 1: Participantes del Estudio

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos para recolección de datos:

- Entrevista

Las entrevistas se realizarán a los ingenieros y gerentes anteriormente citados

Las preguntas se definirán posteriormente

La concepción de las preguntas es relevante a los objetivos específicos

- Matriz de registro (instrumento)

El registro de la entrevista se hará por medio de una minuta de reunión en donde se enlistarán las observaciones expresadas concernientes al caso en investigación por cada uno de los participantes.

Revisión de análisis documental (técnica)

Se estudiarán los documentos que rigen el procedimiento de evaluación de ingeniería con los que cuenta la división, que sean parte del sistema de calidad. Esto involucra revisar las bases de datos correspondientes utilizadas para registrar la trazabilidad del producto como corresponda.

3.5 Descripción operacional de las variables

A continuación, se especifica la descripción operacional de las variables

TEMA				
Propuesta de rediseño del proceso de evaluación de tarjetas electrónicas en condición de garantía que realiza el Ingeniero de pruebas en el departamento <u>Customer-team Support Operations (CSO)</u> de <u>Teradyne</u> de Costa Rica, con el fin de reducir el tiempo de ciclo				
PROBLEMA				
¿Cuál es el tiempo promedio en que el Ingeniero de pruebas debe completar la evaluación de cada tarjeta electrónica en <u>Teradyne</u> de Costa Rica?				
HIPÓTESIS O SUPUESTOS				
Meta propuesta por Gerencia de tiempo de ciclo de 4.5 días promedio Anteriormente se trabajó con una meta de 7 días para realizar la evaluación				
OBJETIVO GENERAL				
OBJETIVOS ESPECIFICOS(VARIABLES Y/O CATEGORÍAS)				
1. Diagnosticar el proceso actual	2. Caracterizar los diferentes casos de evaluación a que se enfrenta el Ingeniero de pruebas	3. Simular por medio de una herramienta de Software las condiciones del proceso actual	4. Rediseño del proceso	5. Propuesta de mejora
Indicios (indicadores y/o sub-categorías).				
1. Condición actual del proceso	2.1 Caracterización de los casos de evaluación presentados históricamente	3.1 Modelo de simulación que refleje el proceso actual 3.2 Análisis de resultados	4.1 Modelo de simulación del rediseño del proceso 4.2 Análisis de resultados	5.1 Crear indicadores de control

Tabla 2: Descripción operacional de las variables

Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso de un diseño de columnas, en la tabla anterior, se demuestra cómo se esperan desarrollar los objetivos específicos planteados, también se especifica la situación del proceso y la problemática definida, de manera tal, que se presente la relación existente entre cada punto que se plantea.

Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1 Análisis del proceso evaluación de tarjetas en condición de garantía

En el presente apartado se establece la condición actual del proceso de evaluación de tarjetas haciendo uso de gráficos de control y análisis estadístico, de forma tal, que se evidencie la necesidad de realizar un rediseño del proceso que cumpla los requerimientos del negocio.

4.1.1 Condición actual del proceso

Existen dos condiciones bajo las cuales se presentan los casos de evaluación de ingeniería bajo garantía, el primero, aplica cuando una tarjeta estuvo funcional y siendo utilizada por el cliente, pero falla dentro de un período de tiempo menor a los 90 días, cuyo caso recibe el nombre de Garantía.

El segundo caso aplica cuando una tarjeta no ha trabajado desde el momento que es recibida por cliente y se reclama en un período de tiempo menor a los 90 días, cuyo caso recibe el nombre de Fallo fuera de la Caja.

Lo anterior es relevante porque dependiendo de la condición establecida por el cliente, bajo los dos criterios anteriores, se asigna un nivel de importancia, recibiendo una relevancia mayor, los llamados Fallo fuera de Caja, ante los casos de Garantía, dicha condición ocurre debido a que los primeros, indican un potencial error de proceso y, además, significando esto, que otras tarjetas estén siendo afectadas por el mismo error.

Si bien es cierto durante el desarrollo de esta investigación se omitirá la condición particular de los casos, se menciona lo anterior para introducir al lector en la relevancia que tiene el producto siendo analizado, respecto de la ejecución de los procesos paralelos de Teradyne de Costa Rica, debido a que, todo producto que se encuentra en evaluación de ingeniería sale del inventario ordinario con el que cuenta el grupo de Planeamiento, para convertirse en inventario flotante, que queda a cargo únicamente del ingeniero y que es liberado de nuevo a inventario ordinario una vez que haya una disposición del ingeniero a cargo, condición que obliga al grupo de Planeamiento a recurrir a acciones diversas para satisfacer la demanda requerida por el cliente.

El control que se da del proceso de evaluación de tarjetas en garantía es través de una herramienta de software por medio de la cual se obtienen los tiempos referenciados en días

calendario, que corresponde específicamente al tiempo en que la tarjeta ha estado bajo esta condición de evaluación. Estos datos de tiempo son extraídos de la base de datos y manualmente son tabulados para obtener gráficos de control.

A continuación, se muestra el gráfico de control generado a partir de los datos de tiempo del proceso de evaluación obtenidos durante un período de tiempo del año 2015.

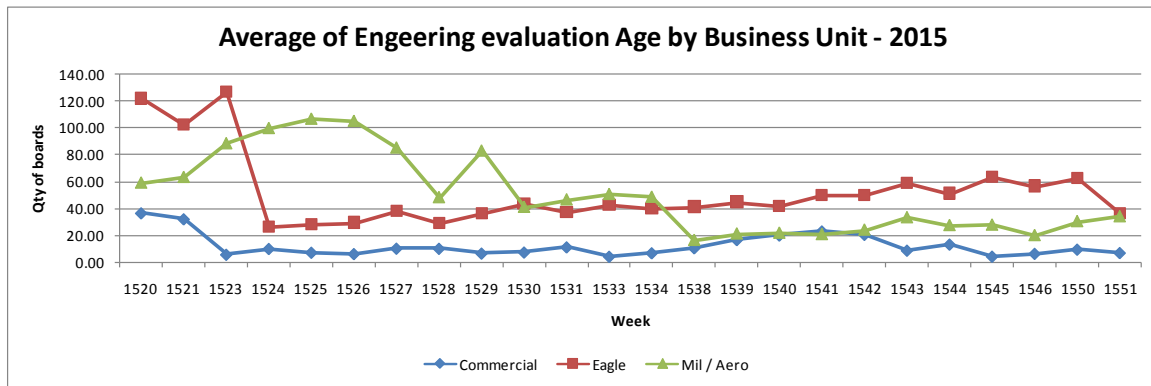


Figura 15 Gráfica de control del proceso de evaluación de ingeniería

Fuente: Elaboración propia

De los datos del gráfico anterior se evidencia la gran variación a la que está expuesta el proceso en general, aún y cuando existe una trazabilidad del producto y que la misma es realizada por cada unidad de negocio a la que pertenece dicho producto y que para este caso en particular de Teradyne de Costa Rica, se refiere a tres distintas unidades de negocio llamadas, Eagle, Commercial y Mil/Aero. Lo anterior es evidencia de la inestabilidad de los datos de manera individual. El diagrama de flujo a continuación referencia los pasos del proceso actual que siguen las tarjetas electrónicas que requieren evaluación de ingeniería.

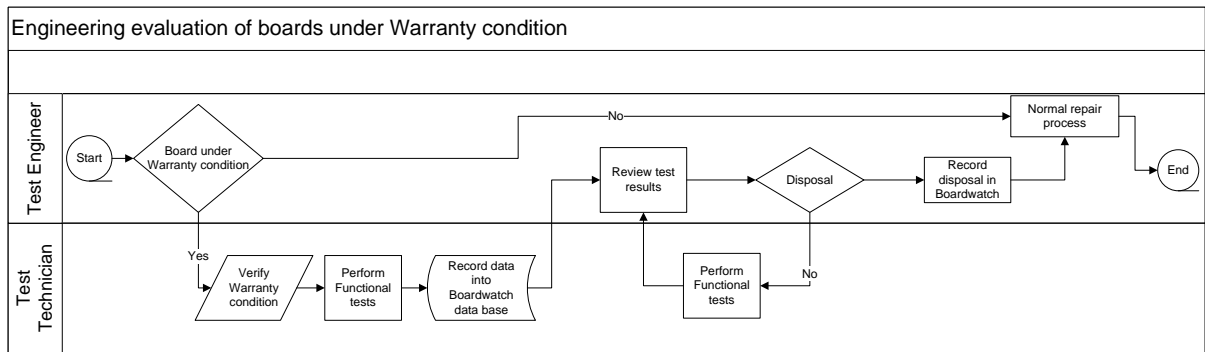


Figura 16 Diagrama de flujo del proceso actual de evaluación de ingeniería

Fuente: Elaboración propia

La figura anterior demuestra la interacción que se debe dar entre el técnico encargado de reparar la tarjeta y que es el primero en recibir el producto y el ingeniero encargado en este caso de realizar la evaluación, en donde, el primero debe informar al segundo de la condición particular de la tarjeta y qué esta requiere del proceso de evaluación.

Como muestra de la variación que muestra el proceso actual respecto de las expectativas de la Gerencia, que ha planteado una meta estratégica de 4.5 días calendario de tiempo promedio de reparación, seguidamente, se grafica tanto el tiempo promedio semanal de la totalidad de las tarjetas en un período específico, así como, el mismo tiempo promedio semanal pero segmentado para cada una de las unidades de negocio anteriormente mencionadas.

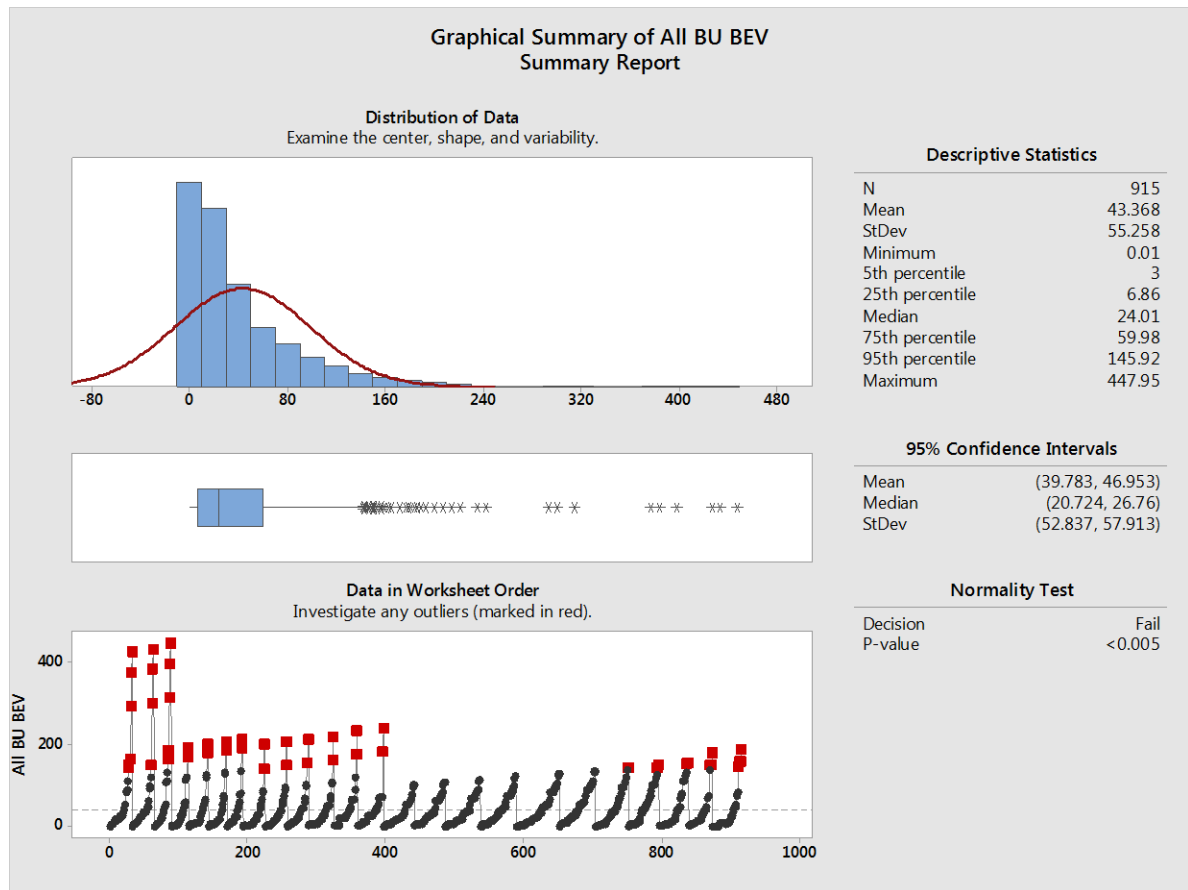


Figura 17 Tiempo promedio de totalidad de productos en evaluación por condición de garantía durante los meses de mayo a diciembre del 2015

Fuente: Elaboración propia

Este gráfico representado en la figura 17, en particular se refiere a las condiciones históricas del proceso general, que contempla el promedio de las observaciones de todas las unidades de negocio, específicamente el periodo que comprende de mayo a diciembre del 2015 que corresponde a una muestra total de 915 observaciones. El gráfico de diagrama de cajas, muestra una gran cantidad de valores atípicos, lo cual altera la distribución de los datos, también se registra una mediana de 24 días, valor que se aleja mucho de la expectativa planteada por la Gerencia de 4.5 días, mencionada anteriormente.

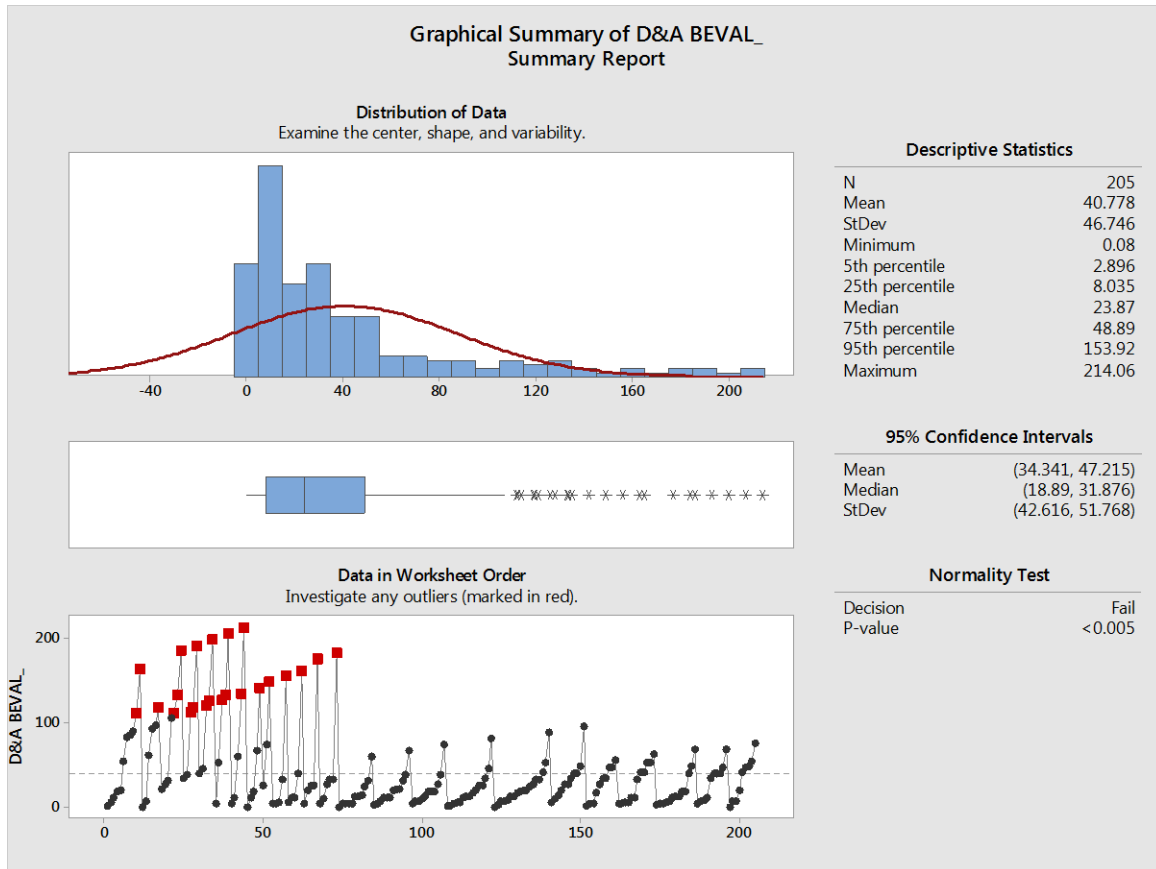


Figura 18 Tiempo promedio de la unidad de negocio D&A de productos en evaluación por condición de garantía durante los meses de mayo a diciembre del 2015

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de la figura 18 corresponde a los datos de la unidad de negocios llamada D&A, y para este proceso en particular el resultado de 200 observaciones es una mediana de 23.87 días, que es similar al valor obtenido del proceso general, pero para este caso el valor máximo promedio es de 214 días, lo que es cerca de la mitad del valor máximo del proceso general, pero que de igual forma al promediar afecta el resultado final.

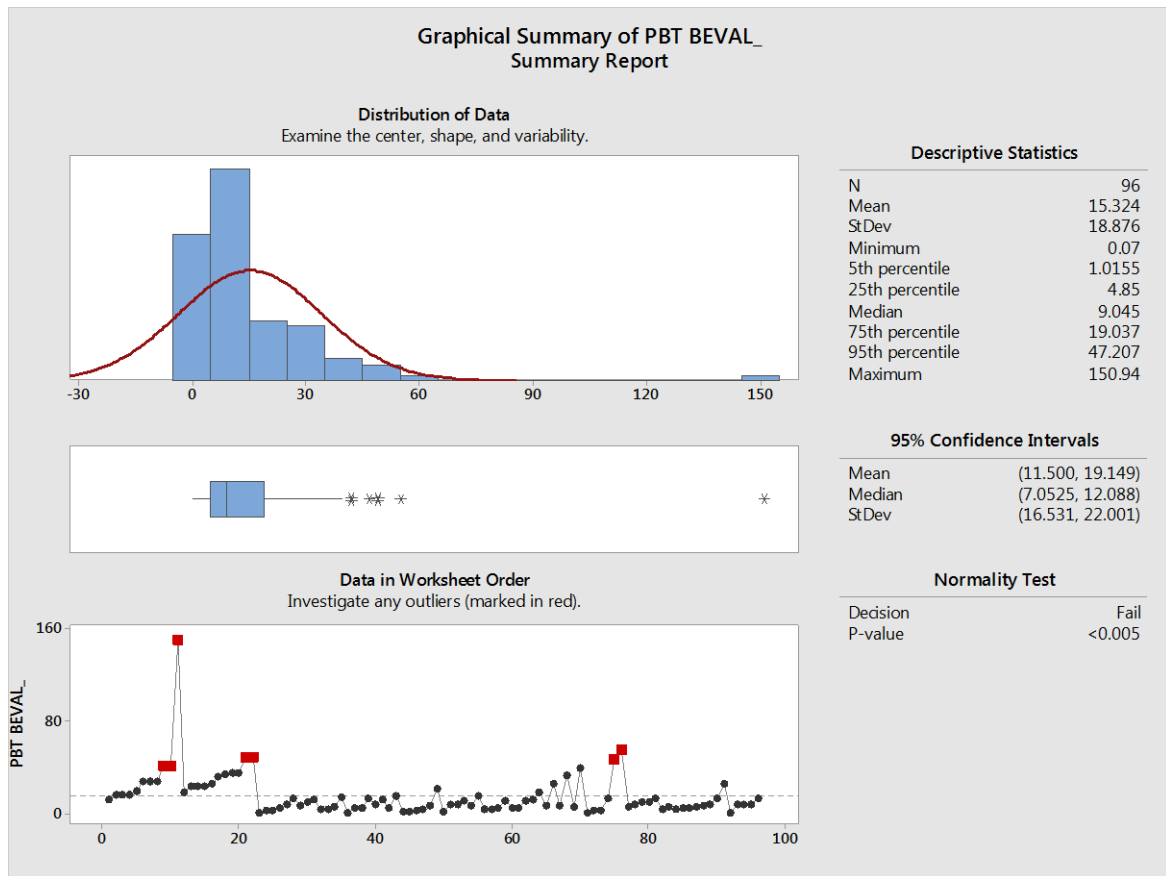


Figura 19 Tiempo promedio de la unidad de negocio PBT de productos en evaluación por condición de garantía durante los meses de mayo a diciembre del 2015

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la unidad de negocios PBT, se obtienen valores muy buenos y acordes con la expectativa, en donde, para una muestra de 96 observaciones, se registra una mediana de 9 días y muy pocos valores atípicos, por lo que, el comportamiento del proceso es aceptable.

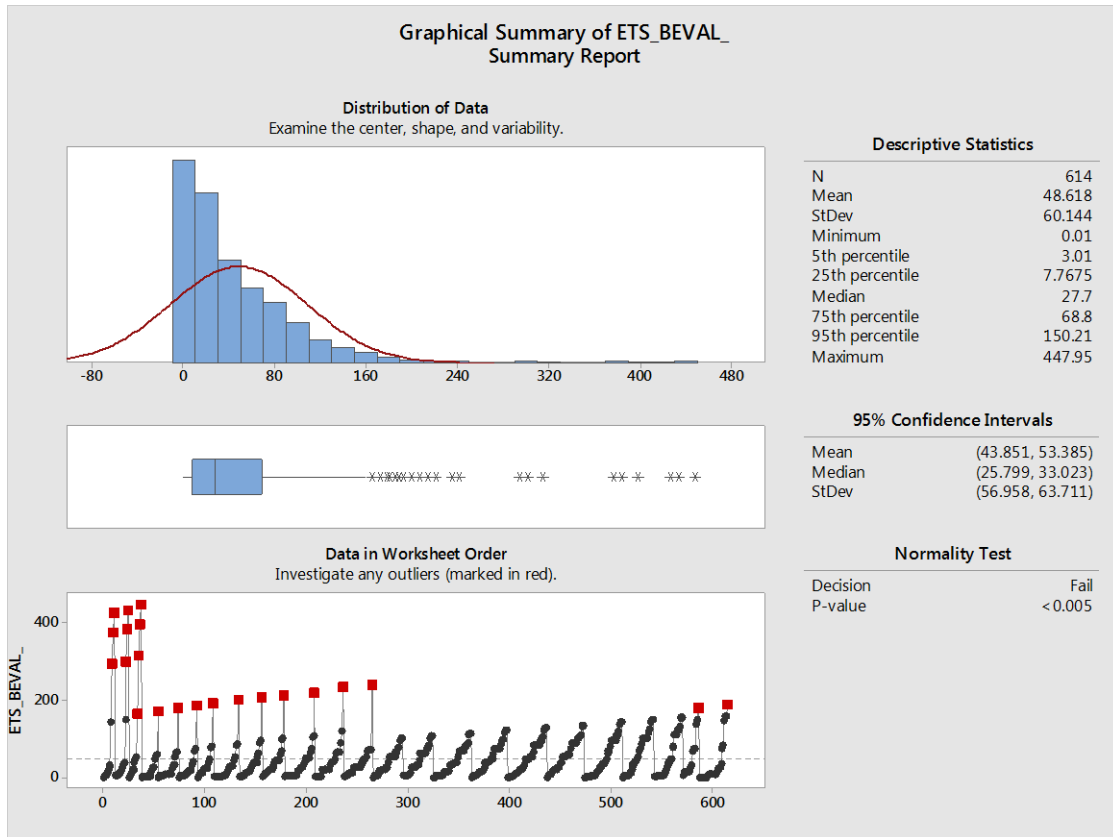


Figura 20 Tiempo promedio de la unidad de negocio ETS de productos en evaluación por condición de garantía durante los meses de mayo a diciembre del 2015

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la figura 20, la cantidad de observaciones es de 614 al demostrar que la unidad de negocio ETS, es la que mayor material de inventario mantiene en evaluación al representar cerca del 70%. La gran cantidad de valores atípicos afecta negativamente el valor promedio, además de que existen observaciones con valores de hasta 440 días en evaluación.

4.2 Caracterización de los casos de evaluación

Los casos de evaluación por condición de garantía han sido categorizados de la siguiente manera por la Organización,

4.2.1 Daño físico

Aplica para casos de daño físico de la tarjeta electrónica, para lo cual, el encargado debe realizar una apreciación respecto de la posibilidad de reparar los daños.

4.2.2. Datos históricos

Los siguientes son los criterios utilizados como base para proporcionar la evaluación al utilizar datos históricos.

Condición contractual del cliente

Repetitividad de la tarjeta bajo la condición de garantía.

Condición del inventario correspondiente al producto bajo evaluación.

4.2.3. Tipo de fallo

Capacidad de replicar el fallo reportado por el cliente en el centro de reparación.

A continuación, se lista la categorización de las disposiciones que debe registrar el ingeniero a cargo de la evaluación: Condición de desviación de las características de funcionalidad, forma y ajuste del producto respecto de las especificaciones diseñadas.

Daños físicos irreparables.

Notificación de Cambio de Ingeniería.

Costo de la transacción de reparación supera el costo de venta.

Materiales que componen el producto final son obsoletos.

Tiempo de trabajo ha superado los 150 días naturales.

Opinión de experto del ingeniero a cargo de la evaluación.

Incumplimiento de la Norma IPC-A-610.

4.3 Simulación del proceso

La simulación del proceso se realiza partiendo del diagrama de flujo expuesto en la figura 4 y se genera al utilizar la herramienta de simulación Arena.

El proceso consta de varias etapas que se interrelacionan por la acción de dos recursos, el Técnico de Pruebas que es el que inicia el proceso mediante el recibo del producto y consecuentemente aplica las pruebas correspondientes y del ingeniero de pruebas encargado de revisar los resultados de dichas pruebas, que han sido registradas en la base de datos llamada Boardwatch. Una vez analizadas las pruebas, el ingeniero debe tomar la decisión de continuar con el proceso normal de reparación al que se ven sometidas todas las tarjetas y registrar en la misma base de datos la disposición para esa tarjeta en particular, o en su defecto, retornar la tarjeta al técnico de pruebas al indicar qué otras pruebas desea se realicen a la tarjeta en cuestión. Una vez que la etapa de evaluación finaliza, la tarjeta puede tomar uno de dos caminos, uno es el anteriormente mencionado, de ser devuelta al proceso normal de reparación, el otro camino es desechar la tarjeta al enviar la misma a un proceso de destrucción física de la tarjeta.

Con el fin de simular el proceso anteriormente expuesto, se procede a diseñar en Arena este proceso haciendo uso de los diferentes módulos de los que dispone el Software, tal y como se muestra a continuación,

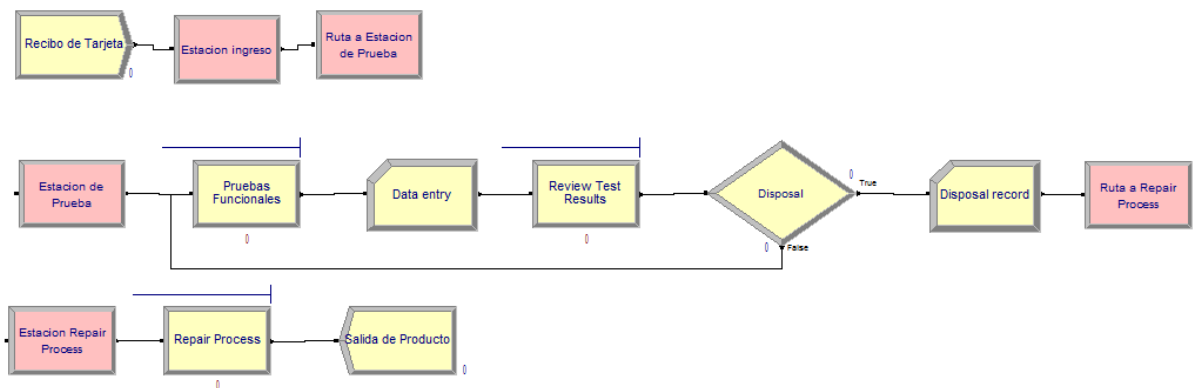


Figura 21 Simulación en Arena del proceso de evaluación de tarjetas en condición de garantía en el ambiente de diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la simulación se muestra en la siguiente imagen, la utilización de los recursos técnico de pruebas e ingeniero de pruebas.

Replications: 1 Time Units : Hours

Resource

Usage

Total Number Seized	Value
Tecnico de Pruebas	32.0000
Test Engineer	17.0000

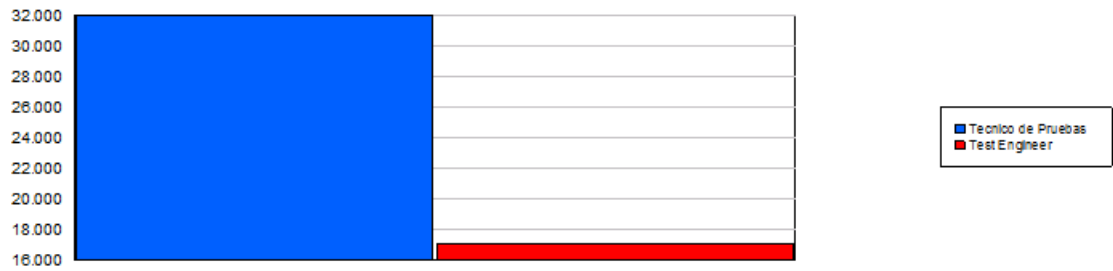


Figura 22 Distribución de tiempos en horas para cada recurso como resultado de la simulación en Arena

Fuente: Elaboración propia

Con referencia en lo anterior, la imagen a continuación muestra los tiempos que en promedio consumen las tareas ejecutadas por cada recurso, las cuales se referencian en el diagrama de flujo del proceso,

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units : Hours

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pruebas Funcionales.Queue	176.23	(Insufficient)	0.00	311.92
Repair Process.Queue	45.2066	(Insufficient)	0.00	319.54
Review Test Results.Queue	1131.16	(Insufficient)	0.00	2189.71

Figura 23 Distribución de tiempos en horas para la ejecución de las tareas del proceso

Fuente: Elaboración propia

Respecto de las figuras anteriores, la figura 22 muestra una utilización actual del Técnico de pruebas mayor a la del ingeniero que representa casi el doble de tiempo. En relación con los tiempos de cada tarea, en la figura 23 se demuestra que la tarea de revisión de los resultados de las pruebas ejecutadas, toma más tiempo respecto de las demás tareas. Esto se traduce en que es el técnico el encargado de realizar la mayor parte del proceso, pero debido a la responsabilidad del ingeniero de analizar los resultados de las pruebas a las que son sometidas las tarjetas, el tiempo promedio que permanecen las tarjetas en esta etapa del proceso es de 1131 horas en promedio, o lo mismo en días, semejante a 47 días en promedio.

A continuación, se muestra la imagen de resultados de los tiempos totales de las tarjetas, que en la simulación son representadas como entidades,

Replications: 1 Time Units : Hours

Entity					
Time					
VA Time		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta		285.43	(Insufficient)	121.52	748.05
NVA Time		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta		0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta		1526.92	(Insufficient)	263.74	2663.79
Transfer Time		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta		0.03333333	(Insufficient)	0.03333333	0.03333333
Other Time		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta		0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time		Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta		1812.38	(Insufficient)	525.03	3277.41

Figura 24 Distribución de tiempos totales de las tarjetas

Fuente: Elaboración propia

La figura anterior muestra que, en promedio, el tiempo total para procesar la totalidad de las 15 tarjetas que se reciben en promedio semanalmente corresponde a 1812 horas ó 74 días. Seguidamente, se presenta la imagen que delimita la ejecución de la simulación a una réplica, tiempo en horas y una entrada de 15 tarjetas.

Replications: 1 Time Units : Hours

Key Performance Indicators

System Average
Number Out 15

Figura 25 Principales indicadores de desempeño de la simulación

Fuente: Elaboración propia

Se realiza un análisis de las causas que se consideran están afectando el proceso de evaluación de las tarjetas en condición de garantía, haciendo uso de la herramienta Diagrama de Causa y Efecto, que se muestra a continuación,

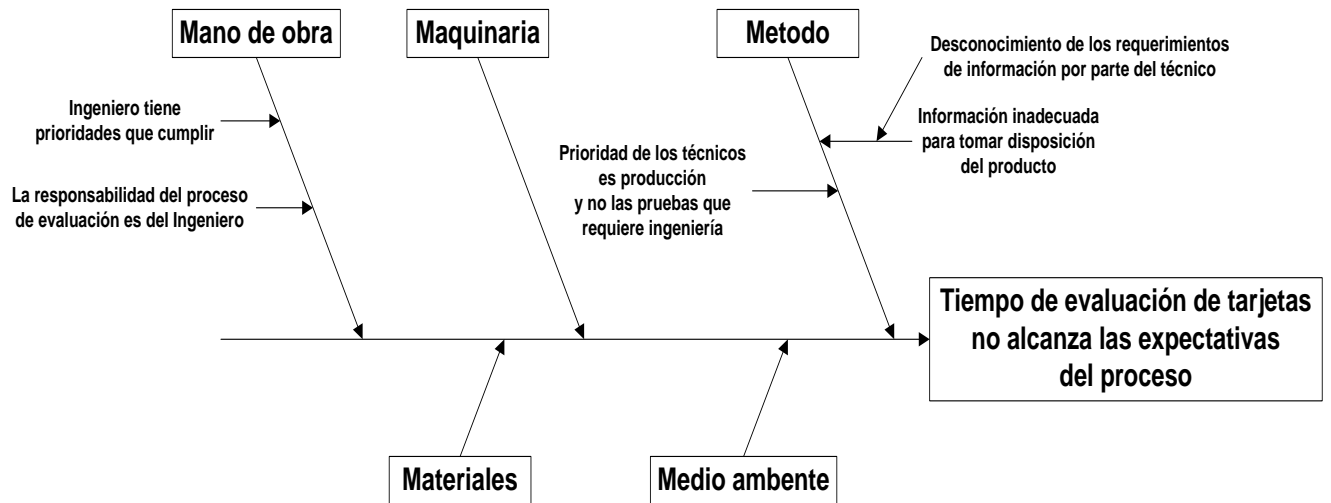


Figura 26 Diagrama de Causa y Efecto del proceso de evaluación de tarjetas en condición de garantía

Fuente: Elaboración propia

El diagrama anterior, muestra las causas expresadas tanto por los ingenieros durante una reunión de análisis como por los técnicos y Gerentes expresadas en sesiones de visitas a la planta donde se llevan a cabo los procesos productivos.

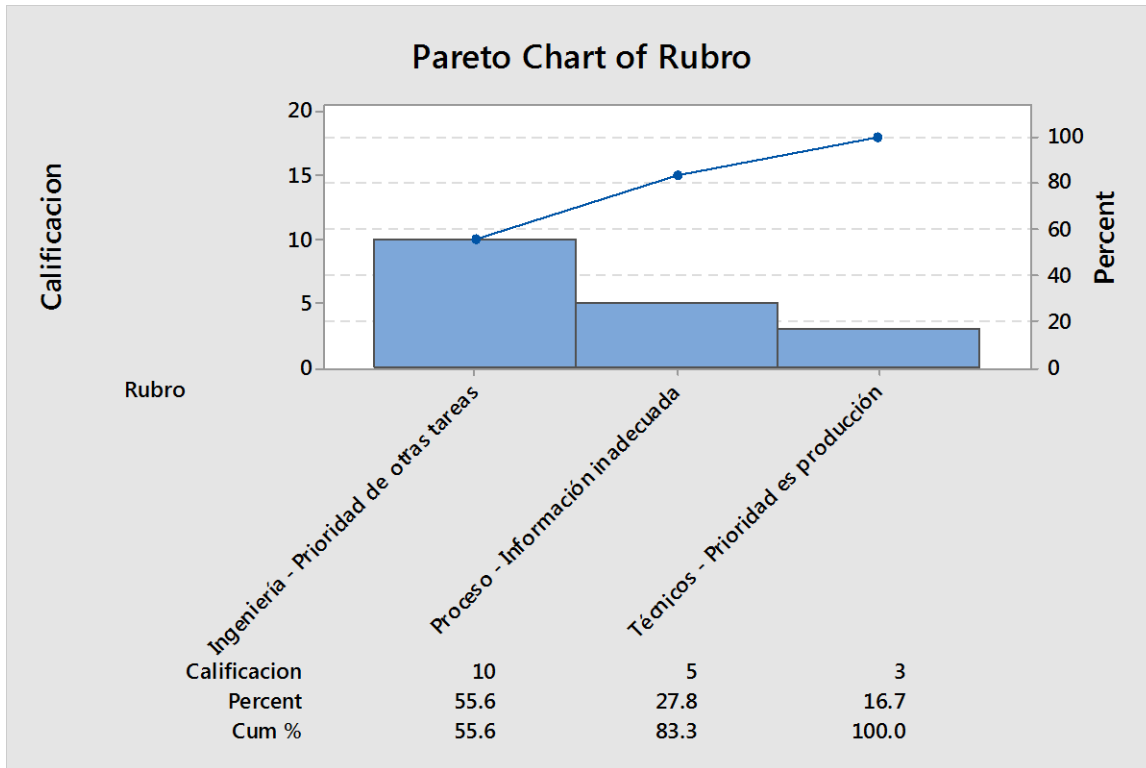


Figura 27 Gráfico de Pareto de las causas del tiempo de evaluaciones

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de Pareto anterior identifica la causa principal del tiempo de las evaluaciones como la prioridad que otorgan los ingenieros respecto de las demás labores que deben ejecutar como parte de su desempeño diario para alcanzar los requerimientos del negocio.

De acuerdo con lo demostrado anteriormente, mediante la simulación del proceso de evaluación de tarjetas y las diferentes herramientas de análisis, se evidencia que el proceso está siendo afectado debido particularmente al tiempo que toma el ingeniero para completar el análisis de las pruebas ejecutadas y por consiguiente emitir un criterio de resolución del caso.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

A través del análisis del proceso de evaluación de tarjetas en condición de garantía, se destacan las siguientes conclusiones:

1. El gráfico de control presentado en la figura 15, demuestra la inestabilidad del proceso para cada una de las unidades de negocio, lo cual, afecta la operación en general debido a que, todo el producto en evaluación, representa inventario de tarjetas, del cual, el equipo de Planeamiento no puede disponer por encontrarse en condición de evaluación, siendo este material restringido hasta el momento en que el ingeniero a cargo lo libere, emitiendo una de las dos disposiciones posibles, desechar el producto o enviarlo al proceso normal de reparación.
2. La figura 16 muestra el diagrama de flujo del proceso en estudio y con base en las interacciones de los sujetos involucrados, se destaca que hay acciones que no dan valor agregado al proceso en general y que, por el contrario, agregan tiempo innecesario a las actividades realizadas, específicamente, la acción que realiza el ingeniero de recibir la tarjeta. Esta acción ocurre debido a que se pretende eliminar la posibilidad que tendría el Técnico de modificar la condición bajo la cual es recibida la tarjeta desde el cliente.
3. La utilización del recurso técnico de pruebas, es mucho mayor que la utilización que se da del ingeniero, aún y cuando el proceso pertenece a la división de ingeniería, que se evidencia en la figura 17. Esto acontece debido a la necesidad de ejecutar pruebas a las tarjetas con el fin de validar criterios para la toma de decisión por parte del ingeniero.
4. Es determinado de una muestra de 915 tarjetas analizadas, que el tiempo promedio que consume la evaluación de las tarjetas por parte del ingeniero, es inadecuado para las expectativas planteadas para el proceso al obtener como resultado, un promedio de 44 días, mientras que el objetivo es de 4.5 días, datos mostrados en la figura 18.
5. Como resultado del análisis interdisciplinario realizado por los tres grupos involucrados directamente en el proceso de evaluación, Ingenieros, Técnicos y Gerentes de cada unidad de negocio, se define, que la causa principal de que no se alcance el objetivo de tiempo planteado es debido a la prioridad que asignan los ingenieros a los casos de evaluación

respecto de otras tareas por realizar. Esta categorización se muestra en el diagrama Pareto de la figura 27 al alcanzar esta tipología un 55% de frecuencia.

5.2 Recomendaciones

Con el objetivo de mejorar el proceso de evaluación de tarjetas en condición de garantía, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Debido a la categorización de prioridades que otorga el ingeniero a la tarea de evaluación de tarjetas se recomienda, que esta tarea sea realizada por otro recurso, debido a que como demuestra el gráfico de control de la figura 15, históricamente el tiempo promedio nunca ha alcanzado la meta propuesta.
2. Se recomienda la implementación de una métrica de control del tiempo de las evaluaciones, de forma que, se establezcan acciones correctivas para los casos que se determinen valores atípicos. En los gráficos mostrados en las figuras de la 17 a la figura 20, se demuestra que todas las unidades de negocio, presentan la existencia de valores atípicos.
3. Según se cita en el diagrama de causa y efecto, existe una oportunidad de mejora respecto de la metodología utilizada para documentar la información requerida para realizar las evaluaciones, debido a esto, se recomienda la utilización de los criterios definidos por la organización para registrar en la base de datos Boardwatch, los hallazgos identificados por el Técnico.

Capítulo VI: Propuesta

El siguiente capítulo plantea una serie de propuestas fundamentadas en el análisis realizado del proceso de evaluación de tarjetas en condición de garantía con base en los resultados estadísticos de los gráficos y demás herramientas utilizadas, con el propósito de mejorar el proceso anteriormente mencionado.

6.1 Escenario de propuesta por evaluar

Con base en la evaluación de los casos a los que se enfrenta el ingeniero y principalmente a la diferencia de comportamientos que arrojan los datos para cada una de las diferentes unidades de negocio, el control de tiempo debe realizarse segmentado por unidad de negocio, de manera tal que por medio del gráfico de control despliegue la información de tiempos, pero sirva como herramienta de control a través de acciones específicas que se generen al analizar los datos.

De acuerdo con los datos obtenidos a través de la simulación del proceso, se plantea la implementación de un único recurso a cargo de la ejecución de todo el proceso, de manera que este recurso sea exclusivamente responsable del proceso de evaluación de tarjetas en condición de garantía y que utilice los criterios de evaluación para la determinación de una disposición en cada caso, previamente establecidos. Para lo anteriormente planteado, se rediseña el proceso de la siguiente manera:

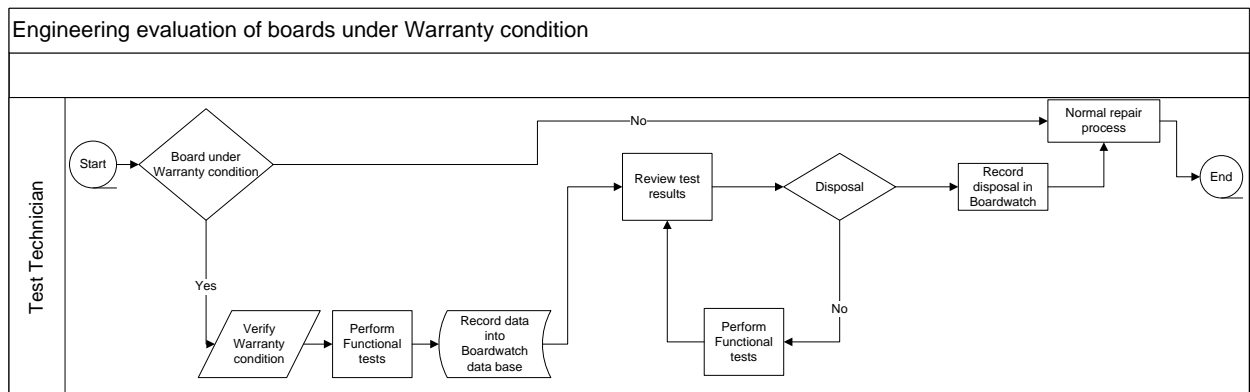


Figura 28 Diagrama de flujo del proceso de evaluación ejecutado por único recurso

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo anteriormente mostrado asigna todas las tareas a un único recurso, en este caso llamado Test Technician, debido a que las habilidades requeridas para la ejecución

total del nuevo proceso pueden ser abastecidas por este perfil profesional porque los criterios bajo los cuales se ejecutarían las disposiciones ya han sido establecidos por los ingenieros correspondientes en los documentos con los cuenta el sistema de calidad que se refieren a este proceso en particular.

Con el fin de otorgar una solución integral de la problemática planteada, es necesario la implementación de indicadores con el fin de controlar el nuevo proceso diseñado.

Para lo anterior, se debe construir la métrica de control del tiempo de ciclo de las tarjetas en evaluación. Los datos que eventualmente se alimentarían la métrica son los datos registrados en la base de datos Boardwatch que corresponden al tiempo de ciclo de cada tarjeta. Una vez exportados estos a un archivo de software estadístico, específicamente Minitab, se tabulan los datos promedios por semana y por unidad de negocio específicamente, de forma tal, que ya sea en un único gráfico o gráficos individuales, se especifique el comportamiento del proceso.

Esta métrica requiere un control, por lo cual, se sugiere que el Supervisor de ingeniería de manera semanal, monitoree el gráfico y establezca acciones correctivas y preventivas de ser necesario, para los casos que lo ameriten, con el fin de eliminar valores atípicos de tiempo de ciclo que afecten el comportamiento promedio de la métrica.

Por consiguiente, los pasos por seguir respecto de la métrica son:

1. Indicador:

Tiempo promedio de ciclo de evaluación de tarjetas en condición de garantía

2. Fórmula de cálculo:

$$\text{Tiempo total promedio} = \frac{\text{Sumatoria de los tiempos totales de ciclo de todas las evaluaciones}}{\text{Cantidad de tarjetas procesadas de evaluación}}$$

3. Recopilación de datos.

Los datos serán extraídos de la base de datos Boardwatch.

4. Periodicidad de la medición.

Debido a que la trazabilidad del producto y la producción es medida de manera semanal, se establece que la periodicidad de esta nueva métrica se realice también de manera semanal.

5. Comunicación.

El desempeño de la métrica se realizará de manera semanal y se unirá al informe que se distribuye con los principales indicadores de desempeño del proceso de reparación, de forma que la información se encuentre disponible para todos los involucrados.

6.2 Análisis del impacto de la propuesta por medio del modelo de simulación

Al simular la propuesta anterior, se obtienen resultados interesantes. En primer lugar, el tiempo total del proceso se disminuye en alrededor de 20 días, representado en la simulación por 1346 horas promedio, como se muestra en la Figura 29, respecto de las 1800 horas promedio obtenidas de la primera simulación. Para obtener los valores especificados anteriormente, se delimita que el nuevo recurso, debido a la dedicación exclusiva a este proceso, realice las evaluaciones de cada en un período máximo promedio de 72 horas como se muestra en la imagen de la Figura 30.

Replications: 1 Time Units : Hours

Entity				
Time				
VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta	123.18	(Insufficient)	66.4227	355.48
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta	1223.66	(Insufficient)	968.00	1405.49
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta	0.03333333	(Insufficient)	0.03333333	0.03333333
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Tarjeta	1346.87	(Insufficient)	1062.25	1624.47

Tabla 3. Tiempos obtenidos de la simulación con un recurso dedicado

Fuente: Arena

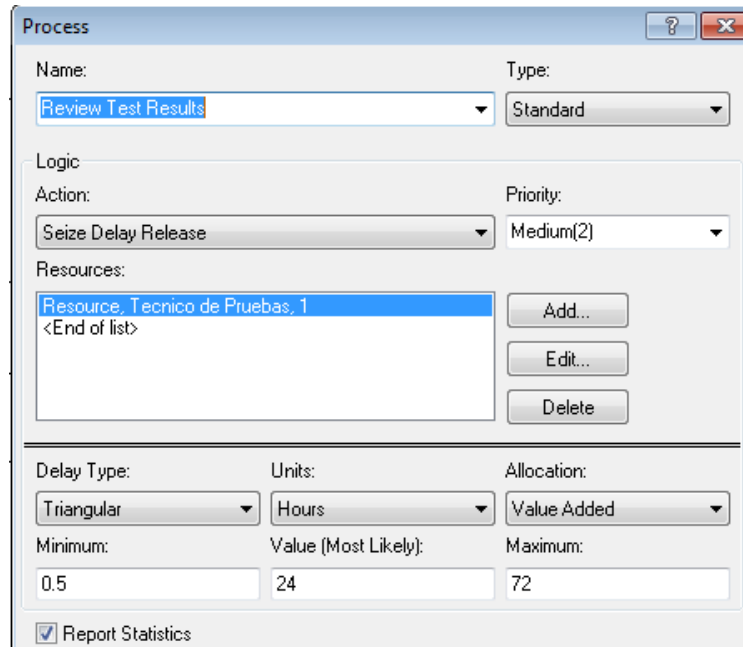


Figura 29 Delimitación de los tiempos de ejecución de la tarea Revisión de resultados

Fuente: Arena

Resulta oportuno mencionar que en esta propuesta se incrementan los tiempos de cada una de las tareas que comprenden el proceso y esto es comprensible debido al hecho que es un único recurso el que ejecuta todas las tareas, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pruebas Funcionales.Queue	281.74	(Insufficient)	0.00	646.16
Repair Process.Queue	288.34	(Insufficient)	0.00	595.40
Review Test Results.Queue	386.35	(Insufficient)	0.00	654.13

Tabla 4. Tiempos promedios por tarea ejecutadas por un único recurso

Fuente: Arena

6.3 Conclusiones y recomendaciones de las propuestas

A lo largo de los planteamientos realizados para mejorar el proceso de evaluación de tarjetas electrónicas en condición de garantía, se manifiesta en los datos obtenidos de la simulación del proceso, que la designación de un recurso dedicado exclusivamente a la ejecución de todas las tareas genera una mejora de los tiempos totales promedio.

El recurso asignado definitivamente debe ser incorporado al departamento de ingeniería, pero no necesariamente debe ser una persona titulada con el grado de ingeniero, ya que, siguiendo los lineamientos y criterios especificados por el grupo de ingeniería, se estaría en la capacidad de cumplir con los requisitos de conformidad con las evaluaciones. Dicha incorporación se refiere a la condición mencionada por todos los involucrados respecto el conflicto de intereses que enfrentaría un recurso que labore para la unidad productiva.

Tal y como se evidenció, en el caso de requerirse mejoras en el proceso de evaluación, se deben realizar cambios organizados en la organización, de manera tal que se mejore el manejo de inventario al reducirse los tiempos de ciclo promedio.

La implementación de las propuestas planteadas resultaría eventualmente en la liberación de recursos de ingeniería, como lo son los ingenieros de pruebas, para que sean asignados a ejecutar otro tipo de labores que den mayor agregado a la organización, como es el caso de proyectos técnicos de mejoramiento continuo, para los cuales, las solicitudes de la Casa Matriz han ido en aumento debido a la necesidad de competitividad global existente.

Hechas las consideraciones anteriores, se finaliza mencionando que por medio de la herramienta de simulación es que se alcanzó evidenciar tanto las condiciones actuales del proceso, así como las propuestas de mejora, de manera tal, que se pueden ejecutar las propuestas descritas y obtener al menos un resultado muy similar al planteado en esta investigación.

6.4 Cronograma de implementación de las mejoras propuestas

Descripción de las actividades necesarias para implementar la propuesta de la métrica de evaluación de tarjetas en condición de garantía.

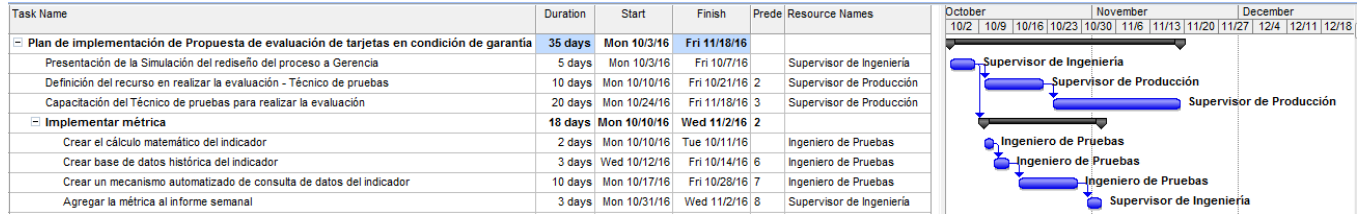


Figura 30 Cronograma de actividades de implementación de la propuesta

Fuente: Elaboración propia

La figura anterior muestra que el tiempo requerido bajo un escenario de condiciones normales de proceso es de 35 días laborales contemplando un período laboral de 8 horas diarias, se requiere de varios involucrados al iniciar con la Gerencia como el Patrocinador principal, Supervisor de Producción como figura responsable de asignar el recurso encargado del proceso debido a que este Supervisor cuenta con los recursos con las habilidades requeridas y por último el Supervisor de Ingeniería debido a que este es el dueño del proceso.

Se ha demostrado, a través de un cambio en la manera en que ejecuta el proceso actual de evaluación de tarjetas en condición de garantía, que se reduciría el tiempo de ciclo en el que se procesan dichas tarjetas. Esto se evidenció por medio de la herramienta de simulación, pero además, paralelamente se estarían liberando recursos de personal, tales como los ingenieros que actualmente ejecutan las tareas, lo que ayuda a cumplir directamente con las metas de los objetivos que la empresa ha planteado para el presente año.

Capítulo VII: Bibliografía

Referencias

Armijo, M. (2009) Planificación Estratégica y Construcción de Indicadores de Desempeño en el Sector Público de Costa Rica. Recuperado de repositorio

https://www.google.co.cr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjTjZrvyqbOAhVHK8AKHQ51AUgQFggjMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.cepal.org%2Ffiles%2Fnoticias%2Fnoticias%2F0%2F37940%2FINDICADORES_METODOLOGIA.ppt&usg=AFQjCNE9kKmpNNwt919NGFEXEtoB_hIsqw&sig2=MqnnDRkmc9ggIVbm1GpTQ&bvm=bv.128617741,d.eWE

Chen, T. (2013) A Systematic Cycle Time Reduction Procedure for Enhancing the Competitiveness and Sustainability of a Semiconductor Manufacturer. Recuperado de repositorio www.mdpi.com/2071-1050/5/11/4637/pdf

COHEN, G., 1977. The psychology of cognition. (Academic Press: Londres). Trad. española: 1983, Psicología cognitiva. (Alhambra: Madrid).

Cruz, D. (1997) Repair Cycle time reduction at NAVAL AVIATION DEPOTS. Recuperado de repositorio

<http://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/8913/repaircycletimer00cruz.pdf?sequence=3>

Jensen, J. (s.f.) Reducción de tiempo de ciclo en la operación Servicio de partes de General Motors (Artículo digital) Recuperado de repositorio https://www.researchgate.net/publication/237406357_Cycle_Time_Reduction_in_the_General_Motors_Service_Parts_Operation.

Mittler, Schomig & Gerlich (1995) REDUCING THE VARIANCE OF CYCLE TIMES IN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING SYSTEMS. Recuperado de repositorio <http://www-info3.informatik.uni-wuerzburg.de/TR/tr109.pdf>

Perales, F.J. (s.f.) La resolución de problemas: Una revisión estructurada. Recuperado de repositorio <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v11n2/02124521v11n2p170.pdf>

Smith, E. (1947) Control charts An introduction to statistical quality control. McGraw-Hill.
Recuperado de <http://bookzz.org/book/2460288/dd5232>

<https://www.arenasimulation.com/what-is-simulation/business-process-modeling-software>