

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL GRADO DE
BACHILLERATO EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Estandarización de flujos y definición de
métricas de control, en el Laboratorio de
Validación de Intel, en el primer semestre de
2018”**

Sustentante:

Christian Alberto González Rodríguez

Tutor:

Diana Córdoba Pérez

Septiembre, 2018

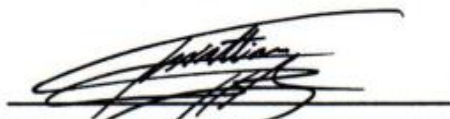
DECLARACIÓN JURADA.

DECLARACIÓN JURADA

Yo **Christian González Rodríguez**, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número **109390749** egresado de la carrera de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: **"Estandarización de flujos y definición de métricas de control, en el laboratorio de validación de Intel en el primer semestre 2018"**

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 23
días del mes de JULIO del año dos
mil 18.



Firma del estudiante

Cédula: 109390749

CARTA DEL TUTOR.

San José, 20 de julio de 2018

Universidad Hispanoamericana
Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante **GONZALEZ RODRÍGUEZ CHRISTIAN**, cédula de identidad número **1-0939-0749**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **ESTANDARIZACIÓN DE FLUJOS Y DEFINICIÓN DE METRICAS DE CONTROL EN EL LABORATORIO DE VALIDACIÓN DE INTEL EN EL PRIMER SEMESTRE 2018**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**. En mi calidad de tutora, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	8
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	16
	TOTAL	100%	87

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

DIANA
FRANCELA
CORDOBA
PEREZ (FIRMA)

Firmado digitalmente
 por DIANA FRANCELA
 CORDOBA PEREZ
 (FIRMA)
 Fecha: 2018.07.20
 10:39:10 -06'00'

CARTA DEL LECTOR.

CARTA DE LECTOR

San José, 04 de agosto del 2018

Universidad Hispanoamericana
Sede Llorente
Carrera de Ingeniería Industrial

Estimado señor

El estudiante GONZALEZ RODRIGUEZ CHRISTIAN, cédula de identidad 1-0939-0749, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "ESTANDARIZACIÓN DE FLUJOS Y DEFINICIÓN DE METRICAS DE CONTROL EN EL LABORATORIO DE VALIDACION DE INTEL EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2018", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,



Rolando Alvarez Calvo
Cédula: 6-0358-0571

CARTA DE FILÓLOGA.

San José, 12 de septiembre de 2018

Señores

Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Estimados señores:

Reciban un cordial saludo.

Certifico que, en calidad de filóloga española y lingüista, efectué en el texto: "Estandarización de flujos y definición de métricas de control, en el Laboratorio de Validación de Intel, en el primer semestre de 2018", las correcciones de ortografía y redacción atinentes a los estándares establecidos para los trabajos finales de graduación.

El documento mencionado es del estudiante: Christian Alberto González Rodríguez, quien lo presenta para optar por el grado académico de bachillerato en Ingeniería Industrial.

Doy fe de la adecuación del texto a la norma lingüística de prestigio,



ML. Marcela E. Hidalgo S.

Cédula 2- 483- 172

Colegiatura 172-29

CARTA DE APROBACIÓN.

Señores Universidad Hispanoamericana
Facultad de Ingeniería Industrial

Por medio de la presente,

Me permito dirigirme a ustedes con el objeto de hacer de su conocimiento que el señor Christian González Rodríguez portador de la cédula 109390749 tiene la anuencia de Intel Costa Rica para realizar su trabajo de tesina para optar por el título de bachiller en ingeniería industrial.

Este trabajo titulado "Estandarización de flujo y definición de las métricas de control, en el laboratorio de validación de Intel en el primer semestre 2018", se ejecutara en las instalaciones del laboratorio de validación de Intel ubicado en la Ribera de Belén, Heredia y se realizara en completa coordinación y supervisión con el departamento de ingeniería de proceso.

Agradeciendo su atención, me despido.

Atentamente,



Ing. Jose P. Angulo Fernandez
CRML Product Development Engineer
Componentes INTEL Costa Rica
Cédula: 114500713

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación se lo dedico a mi esposa Hannia, por su apoyo incondicional, siendo una persona invaluable para alcanzar mis metas, por ser un ejemplo de integridad y enseñarme a enfrentar los obstáculos de la vida con valentía.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi guía y fortalecerme en los momentos difíciles, siempre ayudándome a seguir adelante.

A todos mis profesores, por su empeño y responsabilidad en cada clase recibida, transfiriendo su conocimiento a mi formación académica.

Al Departamento de Ingeniería de Proceso de Intel, por permitir desarrollar mi trabajo de graduación en las instalaciones del Laboratorio de Validación.

A Manrique Esquivel, por su ayuda incondicional y apoyo en la generación de mi trabajo de graduación.

ÍNDICES

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURADA.....	II
CARTA DEL TUTOR.....	III
CARTA DEL LECTOR.....	IV
CARTA DE FILÓLOGA.....	V
CARTA DE APROBACIÓN.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	XV
RESUMEN.....	XVI
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	18
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	20
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
1.3.1 Definición del problema.....	24
1.3.2 Ejercicio de 5 ¿por qué?.....	26
1.3.2 Justificación.....	27
1.4 OBJETIVOS.....	29
1.4.1 Objetivo general.....	29
1.4.2 Objetivos específicos.....	29
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	30
1.5.1 Alcances.....	30
1.5.2 Limitaciones.....	30
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	32
2.1 MARCO GENERAL CONCEPTUAL.....	33
2.1.1 Definición de Ingeniería Industrial.....	33
2.1.2 Mapa conceptual del marco teórico.....	35
2.1.3 Proceso.....	36
2.1.4 Flujo de proceso.....	37

2.1.5 Mapeo del flujo de proceso	37
2.1.6 Trabajo de valor agregado	38
2.1.7 Desperdicios del proceso	39
2.1.8 Eliminación sistemática de los desperdicios	40
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	41
2.2.1 Metodología LEAN	41
2.2.2 Metodología DMAIC	43
2.2.3 Medición de los tiempos de ejecución	44
2.2.4 Métricas de control	44
2.2.5 Estandarización del proceso	45
2.2.6 Mejora continua	45
2.2.7 Herramientas de calidad	46
2.2.7.1 Diagrama de Ishikawa	46
2.2.7.2 Hoja de datos	47
2.2.7.3 Gráfica de control	47
2.2.7.4 Estratificación de datos	47
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	48
2.3.1 Impacto sobre el recurso humano	48
2.3.2 Impacto económico	48
2.3.3 Capacidad de producción	49
2.3.4 Impacto en la calidad de las reparaciones	49
2.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	51
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	53
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	54
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO	56
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	59
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	63
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	65
CAPÍTULO IV: LÍNEA DE BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	69
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE ALFA	70
4.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE LOS ALFA	73

4.3 JUSTIFICACIÓN Y SUSTENTACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DETECTADO	75
4.4 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	77
4.5 ANÁLISIS DE DATOS TEÓRICOS VS MEDICIÓN REAL	80
4.5.1 Análisis de tiempos	80
4.5.2 Análisis económico del Área de Reparación de Colaterales.....	85
4.5.3 Análisis de recurso humano	86
4.6 DEFINICIÓN DE LAS METAS DE LAS MÉTRICAS	89
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	90
5.1 FUNDAMENTACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN	91
5.1.2 Diagrama GANTT de implementación del proyecto.....	93
5.1.3 Unificación de criterios de ejecución	94
5.1.4 Mejora en tiempos de ejecución y comparación de resultados	97
5.2 ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES	101
5.2.1 Problemas y plan de soluciones	101
5.2.2 Mejoras y beneficios.....	104
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
6.1 CONCLUSIONES	107
6.2 RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	111
APÉNDICES	118
APÉNDICE A	119
APÉNDICE B	120
APÉNDICE C	121
APÉNDICE D	122
APÉNDICE E	123
APÉNDICE F	124
APÉNDICE G	125

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Pérdidas en los equipos.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2. Origen y evolución de los principios LEAN.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 3. Flujo y tiempos promedio de ejecución Turno A.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 4. Flujo y tiempos promedio de ejecución Turno B.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 5. Flujo y tiempos promedio de ejecución Turno C.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 6. Síntesis de la toma de tiempos en cantidad de pasos, tiempo promedio de duración y cantidad de ALFA promedio que pueden ser reparados.</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 7. Tiempo estándar Turno A.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 8. Tiempo estándar Turno B.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 9. Tiempo estándar Turno C.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 10. Resumen de consumo y costo de horas extra.</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 11. Elementos identificados que inciden en el desempeño de los colaboradores.</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 12. Nuevo flujo estándar implementado.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 13. Tiempos de ejecución promedio por turno con flujo estándar.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 14. Tiempo estándar Turno A.</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 15. Tiempo estándar Turno B.</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 16. Tiempo estándar Turno C.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 17. Comparación de los tiempos observado, básico y estándar en los tres turnos antes y después de implementar el flujo mejorado.</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 18. Problemas, soluciones e impacto.....</i>	<i>101</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Fachada del edificio principal de Intel Costa Rica</i>	21
<i>Figura 2. Organigrama de Intel Costa Rica</i>	23
<i>Figura 3. Lluvia de ideas representada en un gráfico de Ishikawa</i>	27
<i>Figura 4. Mapa conceptual</i>	35
<i>Figura 5. Representación gráfica de un proceso</i>	36
<i>Figura 6. Beneficios de implementación de LEAN</i>	43
<i>Figura 7. Diagrama de Gantt de actividades de definición del problema</i>	55
<i>Figura 8. Diagrama de Gantt de actividades de medición y respaldo</i>	58
<i>Figura 9. Representación del ciclo Demming PHVA</i>	61
<i>Figura 10. Diagrama de Gantt de actividades de planteo de propuesta de mejora</i>	62
<i>Figura 11. Diagrama de Gantt de actividades de implementación</i>	64
<i>Figura 12. Diagrama de Gantt de actividades de implementación</i>	67
<i>Figura 13. Flujograma de Diagnóstico de ALFA</i>	72
<i>Figura 14. Lluvia de ideas representada en un gráfico de Ishikawa</i>	76
<i>Figura 15: Cantidad de ALFA para reparar recibidos por día</i>	83
<i>Figura 16. Diagrama Gantt de implementación</i>	93
<i>Figura 17. Representación de flujograma de implementación</i>	96

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

INTEL	I n t egrated E lectronics.
LEAN	Manufactura esbelta
ALFA	Colateral objetivo del proyecto
TPS	Sistema de producción Toyota
TPM	Mantenimiento productivo total
SMED	Tiempo de preparación de módulo
5S	Metodología LEAN
JIT	Justo a Tiempo
JWO	Sistema de organización de trabajo japonés
DMAIC	Definir-Medir-Analizar-Implementar-Controlar
GANTT	Grafica de planeamiento de un proyecto
PHVA	Planear-Hacer-Verificar-Actuar

RESUMEN

González Rodríguez, C. (2018). *Estandarización de flujos y definición de métricas de control, en el laboratorio de validación de Intel en el primer semestre 2018.* (Proyecto de graduación para optar por el grado de bachillerato, en la carrera de Ingeniería Industrial). Universidad Hispanoamericana, Heredia.

Este proyecto se realizó durante el primer semestre de 2018, en el Laboratorio de Pruebas de Intel Costa Rica, en la parte de diagnóstico de colaterales del área de reparaciones, la cual cuenta con un equipo de 4 ingenieros y 5 técnicos por turno. Se trabaja en 3 turnos de 8 horas, semana completa.

En un inicio, el proceso no era eficiente, debido a que no estaba estandarizado y carecía de metas para las métricas de control; el enfoque del proyecto es utilizar la metodología LEAN para analizar y depurar el proceso del colateral ALFA, estandarizar y controlar las actividades para maximizar la capacidad del área, eliminando el desperdicio del flujo utilizado.

Se utilizaron herramientas como la estandarización, mapeo y análisis de proceso, para eliminar el desperdicio y definir las metas al controlar el proceso, lo cual ayudó a disminuir la ambigüedad en la ejecución e identificó áreas de mejora para definir líneas de acción por parte del grupo de ingeniería a cargo del área. Se definieron las actividades para implementar un sistema de mejora continua con el fin de proseguir con la aplicación de la metodología LEAN posterior al proyecto, y así incrementar el potencial del Área de Reparación de Colaterales del Laboratorio.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El cambio constante de un mercado altamente dinámico como el de la manufactura de microprocesadores, provoca que la velocidad de reacción, flexibilidad, disminución de costos y tener la capacidad de adelantarse a posibles problemas en los procesos de producción, sean características indispensables en una empresa líder de este mercado.

El Laboratorio de Validaciones de Intel Costa Rica cumple con la función de filtro de los procesos antes de llegar a manufactura; en la parte del proceso de prueba se están utilizando los nuevos módulos de prueba, y asociado a ellos, un submódulo de reparación de colaterales necesarios para dicha labor. El problema del Laboratorio de Validaciones es que los procesos de reparación de este submódulo no están estandarizados y las métricas de control carecen de metas definidas, lo que provoca un proceso irregular en ejecución y calidad.

Con el objetivo de estandarizar el proceso y definir las metas de las métricas de control que permitan la mejora continua, se utilizará la metodología LEAN, con la cual se hará un mapeo del proceso a través de los turnos de trabajo, eliminando tareas que no agreguen valor; una vez depurado y estandarizado el proceso, se definirán las metas de los indicadores de control por medio de muestreo y medición de tiempos.

Un ejemplo de desperdicios de proceso son los provocados por los equipos, especialmente si son equipos todavía en desarrollo; la Tabla 1 muestra la lista de los seis principales desperdicios causados por los equipos en los procesos.

Tabla 1. Pérdidas en los equipos

Las 6 grandes pérdidas en los equipos productivos	
TIPO	PÉRDIDA
Tiempo muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos
	2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas
	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.)
Pérdidas de velocidad	4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real)
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación)
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Fuente: Hernández Matías, J. y Vizan Idoipe, A. (2013, p.48).

Finalmente, el proyecto pretende obtener un proceso estandarizado que disminuya las fallas y maximice la capacidad del submódulo de reparación, provocando un impacto positivo en la disponibilidad de colaterales para los módulos de prueba del laboratorio.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Componentes Intel de Costa Rica es una empresa subsidiaria de Intel Corporation; se funda el 18 de julio de 1968 como **Integrated Electronics Corporation**, por los pioneros en semiconductores Gordon Moore y Robert Noyce, asociados con el visionario Andrew Grove, en la parte administrativa de la empresa en Mountain View CA, Estados Unidos de América. Al ser una empresa cuyas ventas proceden en un 58 % de fuera de su país de origen, es natural que creciera, no solo localmente, sino también en lugares como Malasia, Irlanda, Israel y Costa Rica, entre otros. Su fuerza laboral llega a los noventa mil empleados globales.

Aunque se enfoca en la producción de microprocesadores, también produce una gama de productos asociados a los componentes electrónicos, como: tarjetas madre, memorias, chipset y tarjetas de red. Actualmente, se encuentra en un proceso de transformación interna para adaptarse a las exigencias del mercado, y los esfuerzos de Intel se abocan a ser una empresa flexible, que brinde a sus clientes toda clase de soluciones para sus requerimientos, en áreas como: comunicación, transferencia y almacenaje de datos, servicios en línea, entre otros.

Como parte de su crecimiento, en 1997, Intel llega a Costa Rica y construye dos plantas para la producción de microprocesadores. El primer producto hecho en Costa Rica se llamó Pentium II; posteriormente se manufacturaron más de 50 tipos diferentes de microprocesadores durante los 17 años de operaciones de manufactura que mantuvo

la empresa, llegando a tener una participación del 20 % de las exportaciones totales del país, lo que significó el 6 % del PIB en 2005-2011, con el apoyo de una fuerza laboral de 2500 empleados distribuidos en manufactura y servicios.

Como parte de sus actividades en Costa Rica, se trasladan también algunas operaciones globales como finanzas, recursos humanos, planillas y departamentos de soporte como IT.

En la Figura 1 se observa la fachada principal de las instalaciones en Costa Rica.



Figura 1. Fachada del edificio principal de Intel Costa Rica

Fuente: Arias, J. (2017). Periódico digital CRHOY

En 2014 Intel Co. toma la decisión de cerrar operaciones de manufactura en Costa Rica, pero lejos de marcharse del país, esto iniciaría una reinversión de las operaciones locales, enfocándose en un inicio en operaciones administrativas y dejando un Laboratorio de Validación de productos en uno de los antiguos pisos de producción.

El Laboratorio tiene las funciones de filtro de procesos, prueba de equipo y validación de producto, con la finalidad de depurar y afinar todo tipo de problemas para evitar que lleguen y entorpezcan la etapa de manufactura; como resultado de este trabajo se obtiene la liberación temprana de productos y el aumento de productividad en las plantas, ya que los procesos de ejecución llegan en una etapa madura.

El Laboratorio ha crecido exponencialmente, ocupando casi en la totalidad del antiguo piso de producción; se han atraído nuevos clientes con base en los buenos resultados y hoy es el Laboratorio de Validación más grande de Intel Corporación.

Este laboratorio ha tenido muy buenos resultados en sus tres años de operación, por lo que ha crecido y hoy se trabaja en forma ininterrumpida, con un horario de 3 turnos de 8 horas, 7 días a la semana. Maneja una población de 150 empleados en departamentos como: Operaciones, Ingeniería y Planeamiento.

En la Figura 2 se puede apreciar el organigrama general de Intel Costa Rica. Específicamente, en la estación de reparación de colaterales se cuenta con un equipo de trabajo de 3 ingenieros y 5 técnicos por turno, es decir, 18 colaboradores.

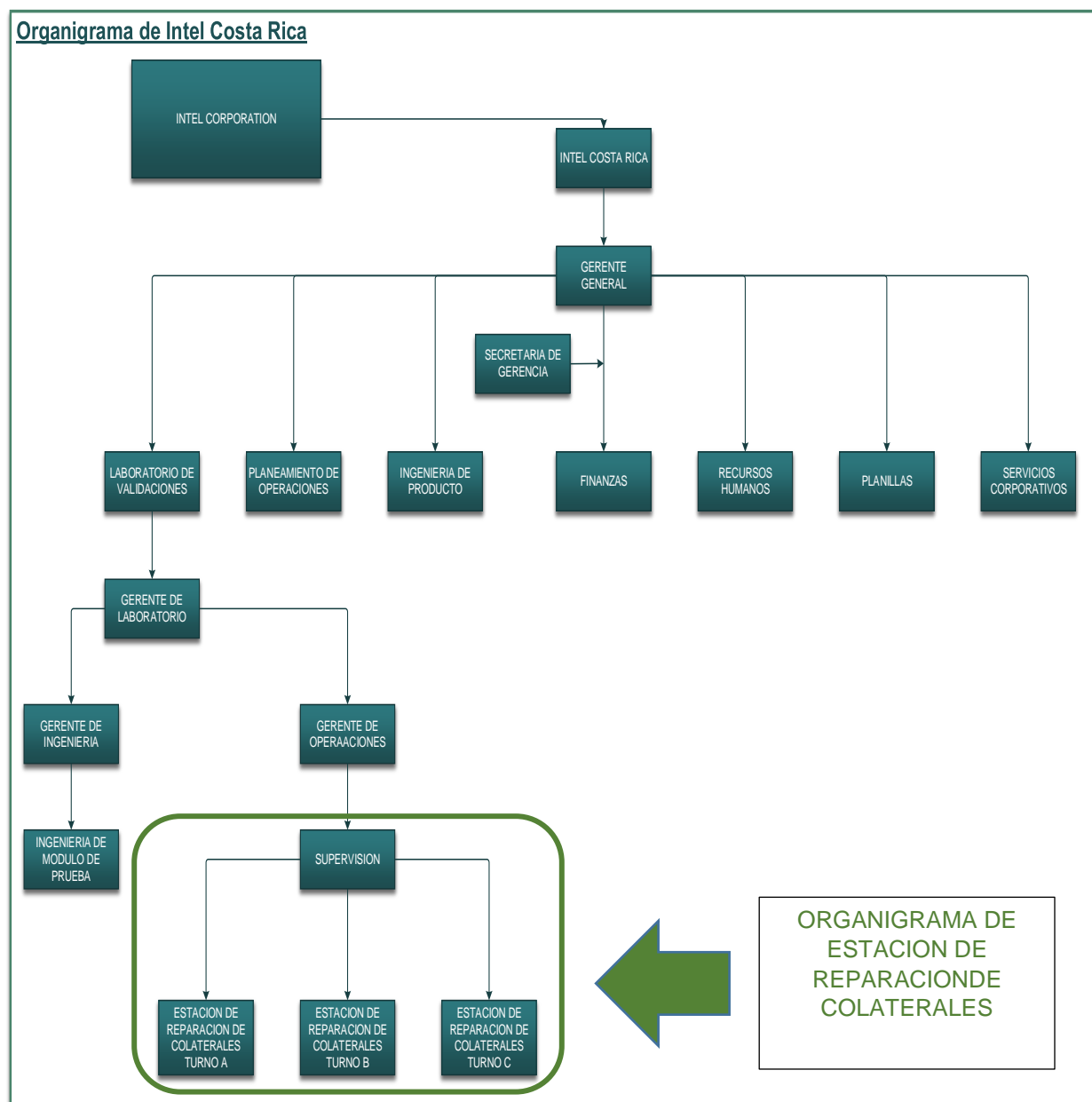


Figura 2. Organigrama de Intel Costa Rica

Fuente: Elaboración propia, 2018

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 Definición del problema

El área de reparación es el submódulo de reparación para los colaterales de los módulos de prueba del Laboratorio de Validaciones de Intel; en repetidas ocasiones se destaca, por parte de los ingenieros, lo lento del proceso, lo cual debe comprobarse, y la reincidencia del equipo reparado en las fallas: ~46 % los equipos reparados reinciden en las mismas fallas. Es evidente la necesidad de depurar el proceso del submódulo de reparación de colaterales.

Durante la entrevista al equipo de ingeniería a cargo de la estación de reparación, se informó sobre la ausencia de metas en las métricas de control. Además, el proceso no ha sido estandarizado, por lo que los operarios tienen una guía de reparación, pero la ejecución no está normada.

Al ser equipo de última tecnología, se cuenta con un número reducido de colaterales y esto hace crítico el tiempo de disponibilidad de cada equipo, ya que así se amplía el periodo en funcionamiento de las estaciones de prueba y, por consiguiente, se puede procesar más producto.

Es importante destacar que al estandarizar el proceso y fijar las metas de las métricas, se puede medir el tiempo de ejecución y hacer los ajustes que permitan

alcanzar esas metas, logrando maximizar la capacidad de reparación, al reducir las pérdidas de proceso.

El proyecto cobra más relevancia si se analiza que hay dos caminos para alcanzar las metas del módulo: uno es comprar más equipo para las estaciones de trabajo, y otro, contratar más colaboradores, es decir, elevar los costos operativos, lo cual no estaría mal en caso de incrementar las estaciones de prueba, pero antes de incurrir en este gasto, lo mejor es depurar el proceso y reducir costos al aumentar la capacidad del módulo de reparación.

En este momento se cuenta con seis estaciones de prueba y cada una ocupa 10 Colaterales-T, 10 ALFA y 10 Colaterales-U; como se mencionó, no se dispone de la capacidad total de equipos, ya que no se han producido todos, y por eso es necesario mantener disponibles. Además, existe otra variable que aumenta la problemática del área: se procesan varios productos que deben compartir los equipos.

Al hacer un análisis general, se debe efectuar esta mejora para operar dentro de los márgenes de sostenibilidad del submódulo de reparación; de lo contrario, se deberá invertir en la compra de más equipo y existe la limitante del tiempo de entrega, lo que generaría atrasos en la prueba de nuevos productos y aumentaría los tiempos de lanzamiento al mercado.

1.3.2 Ejercicio de 5 ¿por qué?

La situación actual del área de reparación, específicamente del flujo de reparación de ALFA, muestra un proceso que necesita de las herramientas de ingeniería industrial para mejorar. El ejercicio de los 5 ¿por qué? permite definir la problemática por enfocar:

- 1- ¿Por qué se requiere horas extras en las operaciones de ejecución e ingeniería de la estación de reparaciones de colaterales?

No hay suficientes colaboradores para ejecutar la carga de trabajo de la estación de reparación de colaterales.

- 2- ¿Por qué el proceso de reparación de ALFA ayuda a agravar la problemática?

La reincidencia de los ALFA en el área de reparación es muy alta, lo que influye en la carga de trabajo de la estación.

- 3- ¿Por qué existen diferencias en el proceso de ejecución de reparación de ALFA?

No se tiene un flujo de proceso estandarizado entre los turnos, que permita una ejecución espejo entre los 3.

- 4- ¿Por qué es importante estandarizar el proceso de reparación de ALFA?

Implementar un proceso estándar proporciona la herramienta ideal para definir las métricas que permitan medir el proceso de reparación de ALFA.

- 5- ¿Por qué es importante medir el proceso de reparación de ALFA?

Brinda la oportunidad de controlar e implementar un sistema de mejora continua y solucionar la situación actual.

Posteriormente, para la delimitación del problema, se realizó un *focus group*, donde a través de una lluvia de ideas, se profundizó en las posibles causas del problema, las cuales se organizaron en un diagrama Ishikawa, tal y como se muestra en la Figura 3.

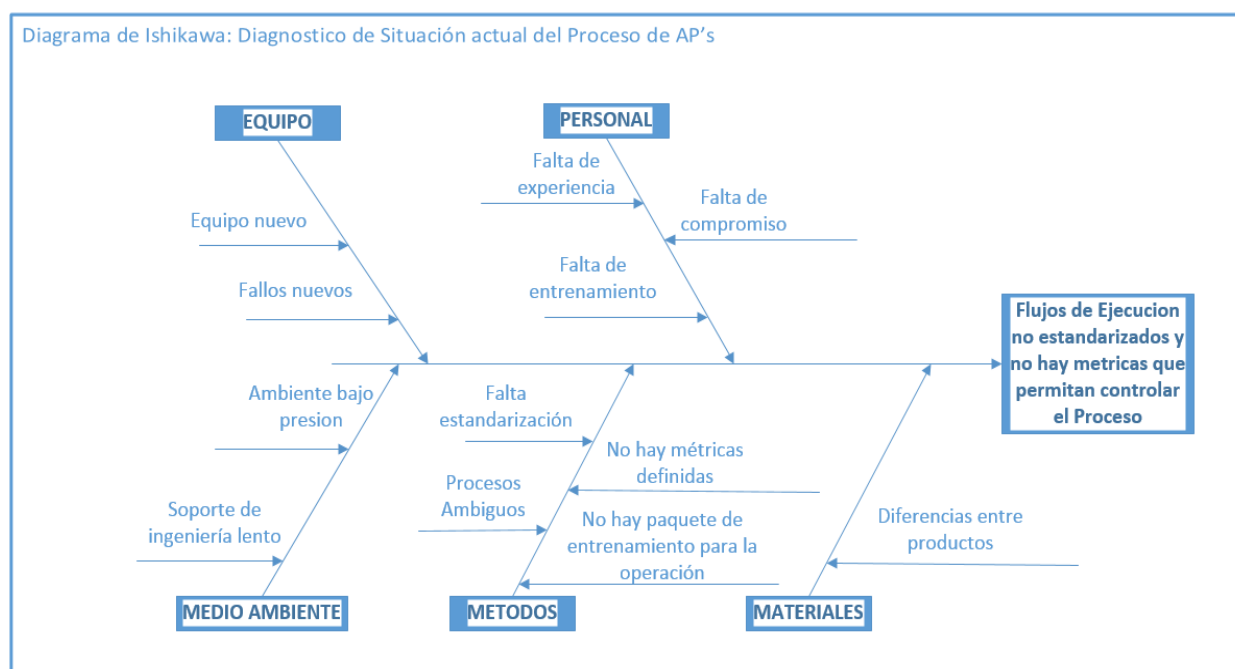


Figura 3. Lluvia de ideas representada en un gráfico de Ishikawa

Fuente: elaboración propia, 2018

1.3.2 Justificación

En un laboratorio de validación, la calidad en un proceso es el producto de un ciclo de mejora continua, debido a que hay muchas variables que inciden o convergen en las actividades de validación. Por un lado, probando producto nuevo, y por otro, equipo en desarrollo, y cada uno presenta problemas que requieren correcciones en ambos lados

de las aristas del proceso. Esto ofrece la certeza para pensar en depurar y fortalecer los flujos que se ejecutan, y evitar sumar variabilidad a las validaciones.

La razón de ser de los laboratorios de validación de Intel, es evitar grandes pérdidas en tiempo y dinero por fallos en los procesos, productos o equipo en la producción en masa. Por esto, depurar el proceso de reparación de colaterales dentro del alcance del Laboratorio de Validación, tiene un gran impacto, no solo a nivel interno, sino también a nivel del proceso de manufactura de los nuevos productos.

Tanto la parte de ingeniería como la de ejecución de reparaciones estarán envuelta en el análisis y depuración del proceso que maximizará la productividad del módulo de reparación de colaterales.

La definición de una meta para la métrica de control permitirá, en primer plano, capturar una imagen real de la situación actual, y esta imagen será la que, posteriormente, se compare con la imagen generada después de las implementaciones. Mediante este ejercicio se podrá comprobar, tal y como lo aseveró el Departamento de Ingeniería, si los tiempos de reparación efectivamente eran lentos y cuál es la mejora alcanzada.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Estandarizar los flujos de proceso, definiendo métricas de control y utilizando metodología LEAN en los procesos de diagnóstico de la estación de reparación de colaterales, para la mejora de los tiempos de entrega al cliente interno.

1.4.2 Objetivos específicos

Diagnosticar el proceso de reparación de colaterales en los diferentes turnos, a través de un mapeo de estos y un estudio de tiempos y movimientos, para establecer diferencias entre los procesos y los tiempos de ejecución.

Proponer la estandarización de la ejecución del proceso y las metas de las métricas de control, para estandarizar y controlar el proceso mediante un patrón definido.

Implementar las mejoras establecidas, evaluando su impacto en el proceso y en la organización, para analizar la efectividad de las acciones implementadas y medir su impacto al cliente interno.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

Este trabajo se realizará en el Laboratorio de Validación de Intel; se enfocará en la subestación de reparación de colaterales de la estación de prueba, en La Ribera de Belén, Heredia, durante el primer semestre de 2018.

Se revisará y aplicará la metodología LEAN en todo el proceso de ejecución de reparación en las tres jornadas de trabajo, con el fin de ejecutar un mapeo que permita estandarizar la ejecución y eliminar los desperdicios del proceso actual. Además, se hará tomas de tiempo en coordinación con los ingenieros de la estación para definir las metas de las métricas.

1.5.2 Limitaciones

Intel es una empresa de alta tecnología y como tal, en su organización el manejo de la información es confidencial, de modo que todo el proyecto, tanto en ejecución como en documentación, está bajo una cláusula de restricción que implica no usar los nombres verdaderos de máquinas, componentes, colaterales, entre otros, que formen parte del proceso por evaluar, así como cifras o datos reales que revelen información financiera de la operación.

También, el área del submódulo de reparación de colaterales está operada por personal subcontratado, lo que trae limitantes de índole contractual al hacer los cambios en los procesos, debido a que estos deberán ser evaluados por ambas partes, y determinar si se debe hacer cambios a nivel de contratos para la implementación del proyecto.

Se debe tomar en cuenta la resistencia natural al cambio por parte de los operadores de la subestación de reparación de colaterales.

Además, por restricción de Intel, no se permite tomar fotos ni videos dentro del Laboratorio de Validación, lo que limita la ilustración de este trabajo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO GENERAL CONCEPTUAL

2.1.1 Definición de Ingeniería Industrial

En cuanto al significado de ingeniería, se puede pensar en un conjunto de conocimientos de diferentes especialidades científicas, que se entrelazan y se aplican para brindar soluciones en los diferentes campos de la ingeniería, más propiamente se podría asignar los conceptos mencionados por Gabriel Bacca, citando la definición del Consejo de Acreditación para la Ingeniería y Tecnología de los Estados Unidos de América, en el libro *Introducción a la Ingeniería Industrial*.

La ingeniería es la profesión en la que los conceptos de matemática y ciencias naturales, obtenidos a través del estudio, la experiencia y la práctica, se aplican con juicio para desarrollar diversas formas de utilizar, de manera económica, las fuerzas y los materiales de la naturaleza en beneficio de la humanidad. (Baca, G, 2014, p.2).

Es así como, tomando en cuenta la base de la ingeniería, se continúa caminando en el mundo de la ingeniería industrial, que en su raíz, pretende encontrar un problema, analizar una situación, experimentar, medir y presentar una solución que permita mejorar y aumentar la capacidad del proceso, impactando la productividad, sin afectar la calidad.

La ingeniería industrial pretende brindar una solución desde el análisis del propio proceso, es decir, no solo solucionar un problema, sino administrar el proceso y llevarlo al siguiente nivel, mejorándolo en forma cíclica y midiendo los resultados periódicamente. Al respecto, sobre la ingeniería industrial Wendy Mayorga dice en su definición:

“Ingeniería Industrial es la rama de la ingeniería que tiene por objetivo el diseño, la instalación y el perfeccionamiento de los sistemas integrados por personas, materiales, equipos, recursos financieros y de información, que den una solución adecuada a necesidades reales que presenta la sociedad”

(Mayorga, W, 2017)

Se valora entonces, que el ingeniero industrial, además de su perfil ingenieril, tenga conocimientos en todas las áreas conectadas a la producción, y así sea un administrador del proceso, conociéndolo en cada uno de sus detalles, para brindar soluciones correctas desde el punto de vista del ingeniero, e integrar una solución que beneficie también al entorno del proceso y facilite su implementación.

2.1.2 Mapa conceptual del marco teórico

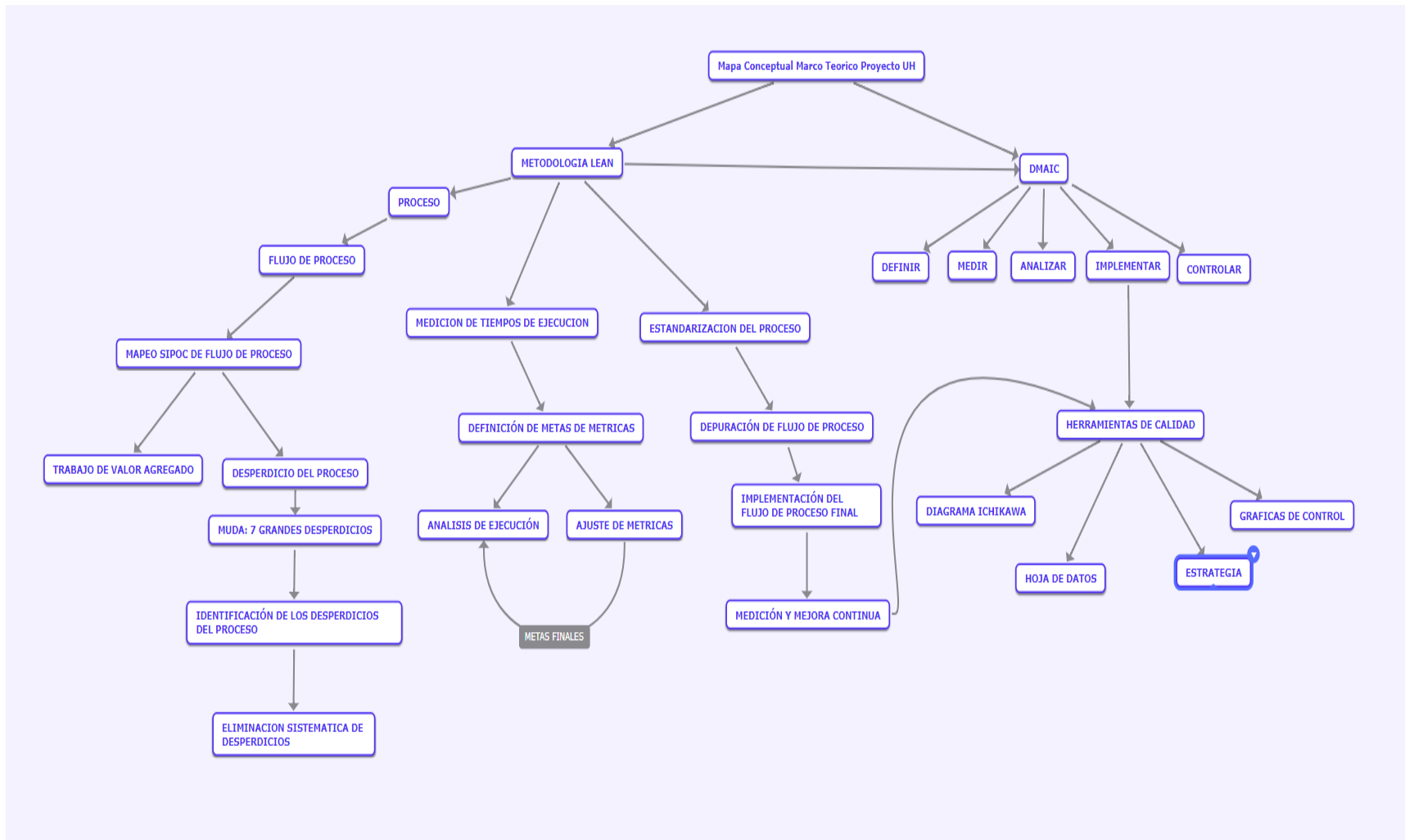


Figura 4. Mapa conceptual

Fuente: elaboración propia, 2018

2.1.3 Proceso

Un proceso es en su esencia una serie de actividades entrelazadas que reciben una alimentación o entrada de material, y mediante la ejecución de las actividades brinda como resultado una salida o producto. Al respecto, se tiene la referencia de Raimundo & Camacho (2017), quienes se refieren al proceso administrativo indicando que, “es la secuencia ordenada de actividades, incluidos los tramites de los procedimientos administrativos...”, es decir, se denota la incidencia de ambas aristas técnicas en la práctica.

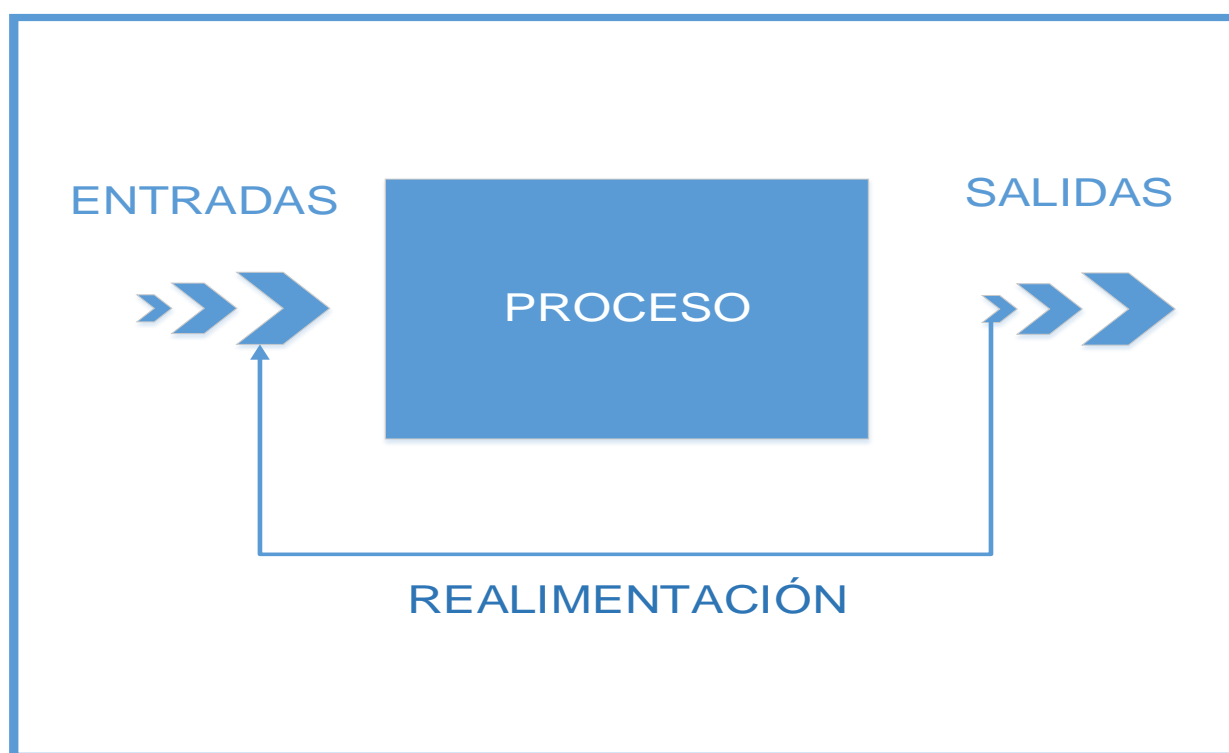


Figura 5. Representación gráfica de un proceso

Fuente: elaboración propia, 2018

2.1.4 Flujo de proceso

El flujo de un proceso es la secuencia de ejecución de las actividades que lo conforman. Es preciso tener claro el flujo para efectos de la estandarización del proceso, ya que todos los colaboradores deben ejecutar de la misma forma, asegurando la calidad y el tiempo de ejecución. Este factor es determinante para encontrar errores en el proceso.

Con el propósito de que sea efectiva la dinámica de flujo, se hace una representación gráfica que facilita entender cuáles son todas las actividades inmersas en el proceso, y cuál es la secuencia de ejecución y el orden de los transportes de la materia prima y los productos, entre una estación de trabajo y otra.

Un flujo de proceso debidamente estandarizado minimizará los errores de calidad y ayudará a elevar la eficiencia de la ejecución al establecer un patrón por seguir, que solo deberá cambiarse mediante un procedimiento de mapeo que determine fallos en el flujo de proceso.

2.1.5 Mapeo del flujo de proceso

El mapeo del flujo del proceso es una herramienta para clasificar mediante el análisis de los expertos en el proceso, cuáles tareas agregan valor a este, o cuáles pueden ser identificadas como desperdicio de este, y su finalidad es eliminar, en caso de que se pueda, esos desperdicios, reduciendo el tiempo de ejecución del proceso. Esta acción

es beneficiosa en tanto maximiza la ejecución de las estaciones integradas en el flujo del proceso.

Un mapeo bien ejecutado impactará en los costos directos, pues permitirá enfocar los recursos adecuadamente, evitará el exceso de materiales en las estaciones, reducirá el tránsito entre operaciones y elevará, producto de todo lo anterior, la productividad.

2.1.6 Trabajo de valor agregado

Toda actividad que brinde o sume valor al producto es un trabajo de valor agregado, o puede definirse como todo aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar (Díaz del Castillo, 2009). Estas actividades son las que no se pueden eliminar en el flujo de proceso, ya que se disminuiría la calidad del producto o este no se terminaría correctamente.

Un ejemplo de trabajo de valor agregado es el tiempo del caucho en el horno para hacer llantas; esta actividad agrega las características necesarias de dureza y forma al caucho y sin ella no se tendría la calidad requerida en las llantas al final del proceso. Es evidente que una actividad de esta índole es inamovible del proceso.

2.1.7 Desperdicios del proceso

En todo proceso se tendrá desperdicios o pérdidas que se traducen en tiempo y, finalmente, en dinero; es todo por lo que los clientes no están dispuestos a pagar (Díaz del Castillo, 2009). Los procesos llenos de desperdicios son lentos y presentan problemas de calidad y tiempo de entrega de producto; además, se convierten en los cuellos de botella de las plantas de manufactura. Entre los objetivos del mapeo de flujos está la eliminación de estos desperdicios, y se utilizan diversos métodos para realizar la depuración de los procesos.

En procesos sin desperdicios se tendrá eficiencia, calidad, y por lógica, alta productividad; se reducirá el costo del proceso y se redirigirán las inversiones para modernizar con nuevos productos y equipos. También se permitirá un mejor control sobre inventarios y sobre procesos, y se disminuirá los transportes de materia prima y producto en proceso o terminado.

Una de las principales pérdidas en los procesos son los excesos de inspecciones, producto de procesos poco efectivos y llenos de errores de ejecución. Esto se corregirá sometiendo el proceso a una depuración, pasando por una estandarización que permita una mejor ejecución por parte de los colaboradores. Al final, un proceso de mejor calidad requiere inspección mínima, y por ende será más efectivo y posibilitará una mejor administración de los recursos.

2.1.8 Eliminación sistemática de los desperdicios

La eliminación de los desperdicios de un proceso debe ser una actividad sistemática, es decir, se tiene que hacer revisiones periódicas en los procesos para mantenerlos depurados y evitar que se llenen de vicios de ejecución y den como resultado procesos erráticos y caros.

Los mapeos de flujo periódicos, la revisión de la ejecución por medio de evaluaciones a los colaboradores, permiten mantener los procesos con las actividades que realmente agregan valor a los productos y aseguran procesos altamente productivos y balanceados. Al aplicar la eliminación sistemática de los desperdicios, se garantiza ser predictivos en vez de reactivos, en los posibles fallos de los procesos, lo que otorga ventaja y velocidad de reacción ante posibles problemas, o inclusive mayor flexibilidad para la implementación de cambios en los procesos nuevos.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Metodología LEAN

La metodología LEAN, mejor conocida como manufactura esbelta, es una filosofía enfocada en la reducción de los desperdicios en los procesos de manufactura. Tiene sus raíces en el sistema de producción total de la empresa japonesa Toyota, impulsadas por William Deming y Taiichi Ohno, entre otros gestores del TPS. La manufactura esbelta está constituida por una serie de herramientas para lograr el propósito de eliminar todo desperdicio; algunas de estas son: TPM, 5 S, SMED, Poka-Joke, etc.

En una definición que trasmite el enfoque real de la metodología LEAN, Hernández Matías, J. y Vizan Idoipe, A., mencionan lo siguiente:

“La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas”

(Hernández Matías, J. & Vizan Idoipe, A, 2013).

Es claro que para que la manufactura esbelta llegue a consolidarse debe ser debidamente implementada con el fin de que no se convierta en una moda y termine como un gasto sin beneficio alguno.

En la Tabla 2 se muestra el origen y la evolución de la metodología LEAN.

Tabla 2. Origen y evolución de los principios LEAN

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS PRINCIPIOS LEAN		
JIT	JWO	LEAN
Reducción del producto en curso	Trabajadores multidisciplinares	Jidoka
Flujo continuo	Calidad en el puesto	Calidad total
Reducción de tiempos de entrega	Mantenimiento del puesto	Mejora continua
Reducción de tiempos de fabricación	Mejoras del puesto de trabajo	Compromiso de Dirección y empleados

Fuente: Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, A. (2013, p.14)

El objetivo principal de esta filosofía es implementar un sistema de mejora continua que produzca un impacto positivo en las siguientes áreas:

- Reducción de la cadena de desperdicios
- Reducción de los inventarios y su espacio físico
- Sistemas de producción solidos
- Sistemas de entrega de material correcto
- Mejor distribución de planta y más flexibilidad.

La Figura 6 muestra un gráfico de un estudio realizado en 300 empresas en 2004. Las líneas naranjas referencian el 100 % de los costos en cada área de enfoque, y las barras azules, la reducción debido a la implementación de la manufactura esbelta.

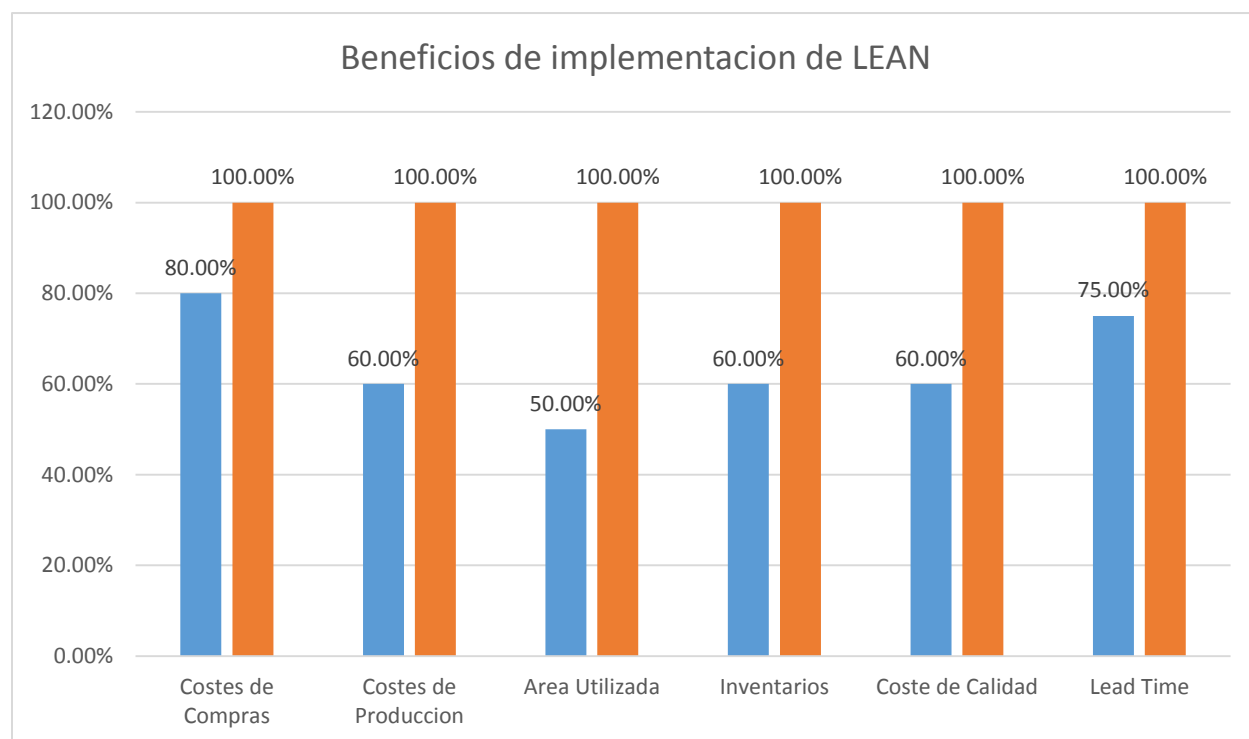


Figura 6. Beneficios de implementación de LEAN

Fuente: Hernández Matías, J. y Vizán Idoipe, A. (2013, p.11)

2.2.2 Metodología DMAIC

Es una metodología de mejora continua que se conforma de cinco partes o pasos: 1- Definir, 2- Medir, 3-Analizar, 4-Implementar y 5- Controlar. Se utiliza para la implementación de mejoras de una forma robusta y que enriquezcan el proceso

significativamente. Son cinco fases conectadas de forma lógica entre sí (Ocampo, J & Pavón, A, 2012), lo que permite desarrollar las mejoras en forma estructurada.

2.2.3 Medición de los tiempos de ejecución

La medición de los tiempos de ejecución del proceso es un ejercicio que brindará los resultados reales del tiempo que consume cada operación; la medición es el proceso de asignar números o marcadores a objetos, personas, estados o hechos, según reglas específicas para representar la cantidad o cualidad de un atributo (Bernal,C,2010). Es importante la selección de los operarios por medir en su ejecución, para que los datos obtenidos sean los que mejor muestren la realidad del proceso y no se tienda a poner metas muy altas o demasiado holgadas.

2.2.4 Métricas de control

Las métricas de control son los parámetros que indicarán el estado del proceso; deben ser escogidas apropiadamente, de manera que sean una fotografía del proceso. La definición de los indicadores es vital para monitorear el avance y éxito de la implementación (Hernández Matías, J. & Vizan Idoipe, A, 2013). Las metas de estos se basan en la experimentación de ejecución y dirán cuán sano está el proceso que evalúan.

El proceso de ajuste debe ser riguroso para estar alineado a la realidad y no tener indicadores que mientan o, simplemente, no funcionen.

2.2.5 Estandarización del proceso

La estandarización del proceso es el producto de hacer un flujo de proceso a conciencia y comunicarlo a todos los colaboradores. Profundizando en el concepto, se afirma que estandarizar es definir un patrón único para realizar una tarea (Hernández Matías, J. & Vizan Idoipe, A, 2013). Los beneficios de una estandarización van desde facilitar la identificación de fallos hasta el impacto positivo en la calidad y la productividad, con base en la disciplina de cada colaborador en la ejecución del estándar definido para cada proceso.

2.2.6 Mejora continua

Mediante la manufactura esbelta se implementará un sistema de mejora continua para la sistematización del proceso por depurar y controlar. Los responsables verifican los esfuerzos para mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo y supervisan sus actividades orientadas a elevar la rentabilidad económica de la planta (Hernández Matías, J. & Vizan Idoipe, A, 2013).

Los controles y el ciclo de revisión del proceso posibilitarán el análisis de las fallas y ayudarán a corregir los errores en una forma automatizada, mediante rutinas de control; el ciclo se definirá según la salud del proceso.

2.2.7 Herramientas de calidad

Las herramientas de calidad son aquellas que permiten evaluar el proceso y determinar en qué se debe mejorar para tener un sistema depurado. Estas herramientas posibilitan identificar problemas, aislar causas, documentar resultados, definir estrategias y, finalmente, medir y controlar los indicadores de las métricas.

Por estas razones, se utilizaron algunas de las herramientas en la elaboración de este proyecto, con el objetivo de dar solidez y respaldo a los datos utilizados.

2.2.7.1 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa permite hacer un análisis estructurado y ordenado de los problemas y sus causas. Su finalidad consiste en ayudar a los equipos de mejora a detectar los diferentes tipos de causas que influyen en un problema (Hernández Matías, J. & Vizán Idoipe, A, 2013), llevando a una priorización de las causas, para enfocarse en las de mayor injerencia en el problema por resolver.

Llamado también diagrama de cola de pez, ayuda a aislar las causas posibles de un problema y determinar cuál de todas está afectando en mayor medida, así como sus respectivos síntomas, con el objetivo de brindar soluciones integrales a los problemas para mitigar su efecto.

2.2.7.2 Hoja de datos

Es la forma más simple y estructurada de recolectar los datos y así evitar errores de documentación, o la utilización de datos falsos que puedan desestimar la investigación.

2.2.7.3 Gráfica de control

Su función es controlar la estabilidad de un proceso y su evolución a través del tiempo. Esta herramienta obedece a un control estadístico de la experimentación y ayuda a los ejecutores a obtener una visión real para tomar decisiones y hacer los ajustes que requiere el proceso.

2.2.7.4 Estratificación de datos

Su fin es clasificar y separar los datos obtenidos, y ayuda en las gráficas de Ishikawa y Pareto, en cuanto a la identificación de causas.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

2.3.1 Impacto sobre el recurso humano

Uno de los objetivos de este proyecto es, mediante el estudio de tiempos y el mapeo del proceso, disminuir el rubro de horas extras en la estación de reparación de colaterales. Al estandarizar el procedimiento e identificar y eliminar los desperdicios del proceso de reparación, se debe de lograr una mejora sustancial en el tiempo de ejecución, lo que ayudaría a aumentar la productividad de cada colaborador.

Es un hecho que al depurar el proceso, los colaboradores deben reducir el tiempo por reparaciones y comenzar a hacer los muestreos para verificar las metas de las métricas que permitan empezar a controlar el proceso.

2.3.2 Impacto económico

Si se logra influenciar el recurso humano y reducir el consumo de horas extra, se obtendrá un impacto económico positivo que se debe cuantificar. Obviamente, esto significa un valor agregado de alto nivel del proyecto.

Pero además, está la mejora en la calidad del diagnóstico de fallas, es decir, mediante la depuración del proceso de diagnóstico y la estandarización, se debería

alcanzar un mayor grado de calidad en la reparaciones del módulo, con lo que se impactaría el indicador de tiempo entre fallas de cada ALFA, manteniendo los equipos disponibles durante más tiempo. Al reducir la incidencia de fallas, se puede afirmar que se aumenta la capacidad del módulo de reparación; en otras palabras, se tendría una estación más eficiente al realizar más reparaciones con el mismo personal.

2.3.3 Capacidad de producción

Al implementar la eliminación del desperdicio y además la estandarización del proceso, se debería registrar un aumento en la capacidad de producción del módulo de reparación de colaterales. Al tener un proceso depurado y a todos los colaboradores ejecutando de la misma forma, la capacidad de salida del módulo debe aumentar en relación con el proceso actual.

Esta mejora dependerá de la reducción de tiempo que se obtenga de la eliminación del desperdicio, concretamente de sobreprocesos, pérdidas por espera y módulos subutilizados.

2.3.4 Impacto en la calidad de las reparaciones

La calidad del módulo de reparación de colaterales debe verse mejorada una vez que se estandarice el proceso en el área de reparación. Al tener el mismo patrón de ejecución,

la identificación de los posibles fallos será más rápida y se comenzará el desarrollo de mejores métodos de reparación.

Como consecuencia de estas mejoras habrá una mayor calidad de reparación en los colaterales, que favorecerá a los módulos de prueba del laboratorio, es decir, al principal cliente, y esto impactará en la disponibilidad del equipo para el departamento de ingeniería de producto del Laboratorio de Validación.

2.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Al realizar la búsqueda de antecedentes que fundamenten este proyecto, se encuentran dos que especialmente se refieren a experiencias de estandarización de procesos.

En la tesis “Análisis y mejora para aumentar la capacidad de producción en el proceso de reparación de medidores, en el Laboratorio Nacional de Medidores” (Chacón, 2017), el autor utiliza los métodos DMAIC y recomienda la estandarización del proceso como método para mejorar la capacidad de producción del proceso estudiado.

En sus recomendaciones también enumera los pasos para implementar un sistema de mejora continua que permita la sostenibilidad del proceso.

Además, en la tesis “Propuesta e implementación de la estandarización del proceso productivo para la reducción de rechazos en el departamento de AF de la empresa WML (Industria Médica) de octubre 2016 a febrero 2017” (Mayorga, 2017), se muestra la estandarización como medida de mejora en el proceso estudiado.

Mayorga utiliza nuevamente la metodología DMAIC, así como cita y emplea las herramientas como diagrama de Pareto, diagrama de Cola de Pescado y flujo de proceso, para determinar las causas del problema.

Es determinante en las conclusiones, que las variantes del proceso fueron solucionadas con la estandarización; además, menciona que también se obtuvo un aumento de la producción y un impacto económico. Adicionalmente, en sus recomendaciones se refiere a la gestación de un sistema de mejora continua para asegurar la sostenibilidad del proceso.

Queda bien fundamentado que se cuenta con antecedentes que demuestran la efectividad de las herramientas de ingeniería industrial por utilizar en este proyecto, y que se puede llegar a obtener mejoras en el proceso sujeto a esta investigación.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para un proyecto de investigación es necesario definir qué tipo de estudio o enfoque se le desea brindar, con el objetivo de caracterizar, dar profundidad y modelar las soluciones por implementar. Al respecto, Iglesias & Cortés (2004) se refieren a la investigación científica, cuyo objetivo es formar profesionales con alto grado de competencia. Cuando se define en forma correcta la metodología de la investigación, se aumenta la posibilidad de resolver la problemática.

La definición del problema en el que se enfoca este estudio se decantó por un enfoque mixto. Hernández Sampieri (2014) indica, “que la meta del enfoque mixto no es reemplazar el enfoque cuantitativo o cualitativo, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolos y tratando de minimizar sus debilidades potenciales” (p. 534). Conviene tomar en cuenta que para solucionar la situación actual, el análisis cuantitativo arrojó los números por mejorar, como el tiempo promedio de diagnóstico de cada ALFA (2:31:00), que permite un promedio de 4,03 unidades reparadas por cada turno, y a la vez posibilita cuantificar la mejora al medir la ejecución ya con las modificaciones implementadas.

Al mismo tiempo, el análisis cualitativo permitió profundizar y fundamentar los cambios de proceso necesarios para mejorar la ejecución del área de reparación de colaterales.

La definición del problema se llevó a cabo a partir de una entrevista con el equipo de ingeniería del módulo de reparación, para indagar sobre los aspectos que estaban impactando el desempeño del proceso.

Una vez identificado el problema de la variación de flujos no estandarizados, se abordaron a través de un diagrama Ishikawa, las diferentes causas que podrían influir en esta, por lo que previamente se realizó un *focus group* con representantes de todos los turnos, donde se desarrolló una lluvia de ideas.

La duración y las actividades de esta sección se detallan en la Figura 7 que muestra el diagrama de Gantt:

DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES DE DEFINICIÓN DEL PROBLEMA				
	ABRIL 2018			
ACTIVIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Presentación del proyecto	9/4/2018			
Diagnóstico y diseño de ejecución del proyecto	Del 10 al 13			
Definición del problema - entrevistas		Del 16 al 20		
Sesión de <i>Focus-Group</i>			23/4/2018	
Definición de diagrama de Ishikawa				27/4/2018

Figura 7. Diagrama de Gantt de actividades de definición del problema

Fuente: elaboración propia, 2018

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

Para la medición y el respaldo cualitativo del proyecto, en un inicio se procedió a realizar observaciones directas en forma aleatoria: utilizando una tabla de números aleatorios, los datos fueron inscritos para el respectivo control y se utilizó un cronómetro al tomar los tiempos de ejecución y una hoja Excel para tabular los datos.

Posteriormente, tomando como referencia las herramientas de la manufactura esbelta, se aplicó un modelo de mapeo del flujo del proceso de la estación de reparación. Para ello, se contó con la participación del 50 % de la población que trabaja en la estación, más la ayuda del Departamento de Ingeniería encargado del control del área.

Una vez con el mapeo del flujo terminado, se evaluó con los colaboradores del área para determinar si todos seguían los mismos pasos del mapeo y se determinó cuáles agregaban valor, o si por el contrario, era un desperdicio, todo esto con el propósito de eliminarlos y depurar el proceso.

Al ejecutar las observaciones se cuantificaron los tiempos de ejecución, pero al realizar la sesión de mapeo mediante la participación de los colaboradores, se hizo un análisis cualitativo que se terminó de realizar al evaluar cada actividad, y definir si era o no de valor para la ejecución del proceso.

Al término de estas actividades se obtuvo el punto de arranque de la definición de las metas para las métricas, y con esto se evaluó el estado de la situación inicial.

Es importante hacer notar que desde el inicio de la investigación, ambas corrientes de análisis, cuantitativa y cualitativa, fueron trabajadas en conjunto, llegando así a obtener una serie de resultados producto de su sinergia, con el uso de las diferentes herramientas LEAN. La metodología mixta ayudó a conformar una investigación sólida, robusta y bien fundamentada, para llegar a un proceso de características LEAN.

Todas las actividades anteriores se ejecutaron con la finalidad de proveer un análisis mixto capaz de brindar posibles soluciones a la problemática definida. Hernández Sampieri (2014) afirma: “La finalidad de la investigación-acción es resolver problemáticas y mejorar prácticas concretas. Se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para programas, procesos y reformas estructurales.” (p.536). Se debe tomar en cuenta que toda solución posible debe pasar por una etapa de comprobación.

El resultado de este proyecto busca recomendar las mejoras para ejecutar las actividades de la estación de reparación de una forma estandarizada y controlada.

La duración y las actividades de esta sección, se detallan en la Figura 8:

DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES DE MEDICIÓN Y RESPALDO					
	MAYO 2018				JUNIO 2018
ACTIVIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
Toma de muestras de tiempo	Del 6 al 12	Del 13 al 19			
Sesión de mapeo de flujo			23/5/2018		
Sesión de definición de flujo estandarizado			23/5/2018		
Análisis de los datos				Del 29 al 31	
Definición de meta de métrica y evaluación de situación actual					Del 1 al 6

Figura 8. Diagrama de Gantt de actividades de medición y respaldo

Fuente: elaboración propia, 2018

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

En esta etapa se inició la propuesta de estandarización del proceso depurado, además de la revisión de la estrategia para implementar y realizar las mediciones de nuevo.

Posteriormente, el uso del diagrama de Ishikawa, el diagrama de Gantt y la implementación de un sistema de control, serán vitales para establecer la prioridad de los elementos por resolver, lo cual brindará orden y estructura al trabajo, para ejecutar con lógica la secuencia de actividades y generar posibles escenarios de solución a la problemática definida al inicio del proyecto. Como propósito inicial se fijó la definición de las metas de las métricas para la estación y así establecer el control del proceso necesario para implementar la mejora continua.

Se planificaron sesiones de entrenamiento con el fin de alinear a todos los colaboradores sobre el proceso estandarizado, incluyendo también al personal de ingeniería y a los supervisores encargados de dirigir el Área de Reparación del Laboratorio, promoviendo la sinergia que debe existir entre ambas partes del proceso, para así implementar las mejoras en forma integral.

Finalmente, la definición de las metas del proceso induce, mediante la implementación de los cambios, un sistema de mejora continua basado en el ciclo

Deming, PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), que es una de las técnicas fundamentales al identificar y corregir los defectos. Este ciclo debe guiar todo el proceso de mejora continua: P (Planear), diagnosticar los problemas definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; H (Hacer), llevar a cabo el plan; V (Verificar), analizar los resultados; y A (Actuar), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y repetir el proceso hasta llegar al estándar si se cubren todos los objetivos (Hernández Matías, J. & Vizan Idoipe, A, 2013). Siendo parte de la metodología LEAN, es indispensable para asegurar que el proceso se mantenga actualizado.

La implementación del ciclo PHVA será comprobada en el momento cuando se detecte un nuevo problema en forma automática; esto será el indicador del buen funcionamiento del sistema de mejora continua.

El ciclo PHVA representado en la Figura 9, hace que los procesos se revitalicen, se detecten los problemas en forma eficiente y se tomen las medidas correctivas necesarias. Con su implementación a través del tiempo, se permite también tener sistemas predictivos, es decir, anticipar posibles errores o deficiencias.

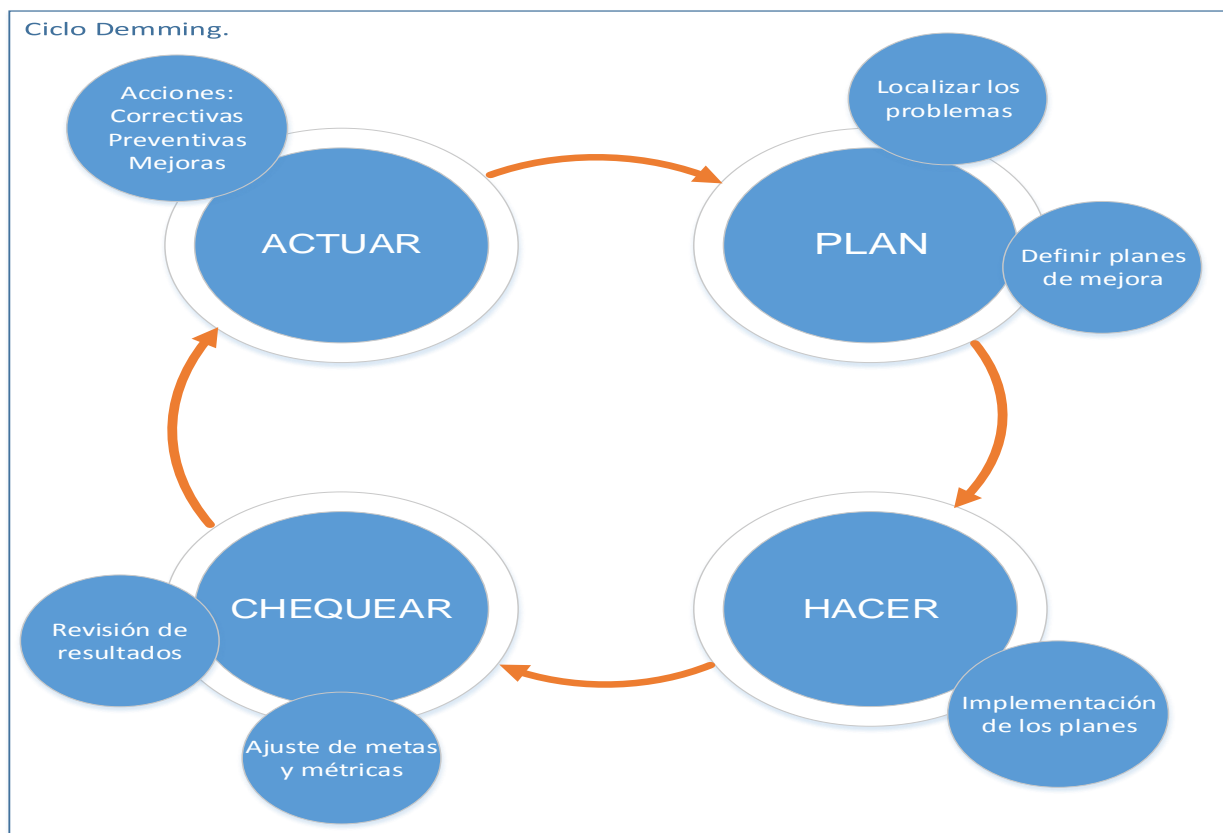


Figura 9. Representación del ciclo Deming PHVA

Fuente: elaboración propia, 2018

La utilización de las diferentes herramientas de manufactura esbelta: diagrama de Ishikawa, mapeo de proceso y análisis de valor agregado, sistema de mejora continua basado en la técnica PHVA, estandarización, entre otras, ayudarán a depurar este proceso. Chacón, D. (2017) menciona en las conclusiones y recomendaciones de su tesis, la estandarización y la utilización de las herramientas LEAN como los medios utilizados para alcanzar los objetivos de su investigación; esto muestra que las herramientas seleccionadas han sido parte fundamental en otros proyectos de estudio similares, y las valida para emplearlas en este trabajo de investigación.

La duración y las actividades de esta sección se detallan en la Figura 10:

DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES DE PLANTEO DE PROPUESTA DE MEJORA				
	JUNIO 2018			
ACTIVIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Propuesta de estandarización	7/6/2018			
Definición de prioridades y estrategia de implementación		8/6/2018		
Sesiones de entrenamiento			Del 11 al 15	
Inserción de propuesta de mejora continua (Ciclo Deming)				19/6/2018

Figura 10. Diagrama de Gantt de actividades de planteo de propuesta de mejora

Fuente: elaboración propia, 2018

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Una vez discutida y aprobada la propuesta, se implementó y se empezó con la etapa de medición de tiempos de ejecución, evaluación de las reparaciones y análisis de los fallos reincidentes, para determinar las metas de las métricas que se utilizaron e identificar la salud de la estación de reparación.

Se desarrollará pilotos para comprobar los cambios de los procesos, donde tener soporte del equipo de ingeniería del módulo de prueba, será una ayuda fundamental en el desarrollo de las actividades. Además, también se incluye en el proceso la parte administrativa, lo que permitió una ventaja de implementación, ya que todos los involucrados en el proceso estarán en conocimiento de los cambios que se están implementando.

Un detalle importante es que en Intel se practica la metodología LEAN, lo que constituye una ventaja con respecto a la implementación del proyecto, debido a que el personal conoce previamente cómo trabaja la mayoría de las herramientas que se utilizarán en el desarrollo de la investigación. Además, se cuenta con otros procesos como base, los cuales se pueden tomar como fuente de información para comparar los resultados. También, Intel cumple con las normas ISO, lo que hace que se pueda acceder información bien documentada y continuar documentando los cambios en el proceso de la estación de reparación de colaterales.

La duración y las actividades de esta sección se detallan en la Figura 11:

DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN				
	JUNIO 2018		JULIO 2018	
ACTIVIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Corridas de pruebas de cambios	DEL 20 al 23			
Medición de tiempos con flujo estandarizado		Del 24 al 30	Del 1 al 07	
Documentación y comunicación de resultados				Del 9 al 11

Figura 11. Diagrama de Gantt de actividades de implementación

Fuente: elaboración propia, 2018

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Para el alcance de este proyecto solamente se realizó una comparación entre las mediciones iniciales y las mediciones de implementación. Sin embargo, por la limitación del tiempo, será responsabilidad de los encargados continuar la implementación de las herramientas de la metodología LEAN para la depuración y aseguramiento de los nuevos flujos de proceso, garantizando la estandarización oficial y sus métricas.

Conviene destacar que posterior a la implementación del proyecto, se trabajará con el PHVA que conlleva el sistema de mejora continua. Es competencia del grupo de ingeniería de Intel que colabora en el proyecto, el desarrollo de listas de chequeo de las actividades de proceso fundamentadas en el proceso final depurado, producto de esta investigación.

Además, el grupo de ingeniería de Intel es el encargado de revisar periódicamente los indicadores del proceso y comunicarlos a toda la población, con el objetivo de mantener en control el proceso y analizar si es necesario hacer cambios adicionales que ayuden a hacer sostenible el proceso depurado de la estación de reparación de colaterales.

Adicionalmente, se deben agregar evaluaciones de control con el fin de verificar el conocimiento del proceso por parte de los colaboradores actuales y de los nuevos que

lleguen a ser parte del equipo de trabajo del área. Estas evaluaciones deben incluir los puntos clave que posibiliten mantener el proceso estandarizado, nuevos cambios, y ser claros en las metas de las métricas utilizadas para que los trabajadores puedan fácilmente saber si el área se encuentra saludable o no, y qué medidas deben adoptar para mantener sanos los indicadores.

El sistema de mejora continua PHVA posibilita hacer este proceso sostenible y ayuda a detectar en forma temprana algún elemento de fallo y corregirlo con la brevedad posible, lo que minimiza cualquier impacto negativo en el desarrollo de las operaciones de la estación de reparación del Laboratorio de Validación de Intel.

Evidentemente, para que este proyecto asegure los resultados y sea sostenible, es necesario que todas las partes que trabajan en la estación de reparación cumplan con sus roles y responsabilidades para ser exitosos. La aplicación del modelo PHVA es la herramienta ideal para brindarle sostenibilidad al proceso de ejecución de la estación, ya que lo mantiene bajo control.

Por tanto, el proceso de verificación se fundamenta en utilizar un diagrama de GANTT que será comunicado a todos los colaboradores del proyecto; ahí se determinará quién y cuándo se deben realizar las actividades, y este será revisado en las reuniones de control con el equipo de ingeniería de la estación de trabajo, tal y como se muestra en la Figura 12.

DIAGRAMA DE GANTT DE ACTIVIDADES DE VERIFICACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO				
Agosto - septiembre 2018				
ACTIVIDAD				
Implementación de sistema de mejora continua – Grupo de Ingeniería	Agosto			
Definición de listas de chequeo de actividades, flujos y metas. – Grupo de Ingeniería		Agosto		
Definir calendario de revisión de indicadores – Grupo de Ingeniería			Septiembre	
Definir grupo de control, calendario y contenido de las evaluaciones a los colaboradores. – Grupo de Ingeniería + Colaboradores de estación de reparación				Septiembre

Figura 12. Diagrama de Gantt de actividades de implementación

Fuente: elaboración propia, 2018

Se destaca que la metodología LEAN utilizada, se justifica ampliamente en diversos estudios como los de referencia para este trabajo, y también en la bibliografía disponible se refieren los beneficios de métodos como estandarización y mejora continua, indicando que es una cultura, no algo que empieza y termina, y se pretende que sea duradera y sostenible (Hernández & Vizán, 2013). Además, es creciente su aplicación en los modelos de empresas multinacionales exitosas, a través de la utilización de sus conceptos y la implementación de nuevos enfoques.

Es importante indicar que la utilización de herramientas en este proyecto fue producto del análisis de todas las posibilidades disponibles, llegando a la conclusión de que las seleccionadas brindaban la información requerida y se adaptaban a las normas de procesos ya presentes en las actividades del Laboratorio de Validación. Evidentemente, esto también permitió tener acceso a los resultados de análisis de procesos previos y tomarlos como referencia para determinar el impacto de la mejora.

CAPÍTULO IV: LÍNEA DE BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE ALFA

En la estación de reparación de colaterales del Laboratorio de Validación de Intel, se trabajan 3 tipos de módulos diferentes: Colateral-T, Colateral U y los ALFA; esta investigación se enfocó en el proceso por el que pasan los ALFA.

El proceso de reparación de ALFA consiste en dos fases bien definidas: un diagnóstico al ALFA que valide la falla reportada en el tiquete generado por el operador del módulo de prueba, y la reparación de la falla validada.

En la parte de análisis primario se ejecutan revisiones físicas del ALFA y se cambian partes que se detecten dañadas o que se encuentran en un estado de deterioro que amerite su cambio de forma preventiva. Luego se ejecutan dos set de pruebas: una manual y una automática.

La prueba manual se dedica a una comprobación del funcionamiento normal del ALFA, y se revisa la actuación, el dispensado del líquido que ayuda a la transmisión de temperatura, y se comprueba la eliminación de este. Mediante la aplicación de la prueba, el colaborador puede detectar fallos mecánicos, eléctricos, electrónicos, de vacío y de purga.

La prueba automática determina si el accionar del ALFA es el correcto, ejecutando una serie de repeticiones de las principales funciones del colateral, y su duración varía según el resultado que la aplicación calcula.

Al ir ejecutando las repeticiones, la prueba mide una serie de parámetros que generan los resultados parciales; dependiendo de si son los esperados o no, se determina si se ejecutan más o menos repeticiones en cada set de prueba.

Para la ejecución de ambas pruebas se utiliza un módulo que simula las condiciones del ALFA en la máquina de prueba. Para el diagnóstico se cuenta con 4 módulos o mesas de prueba, pero uno está destinado a corridas de ingeniería.

La cantidad de colaboradores que trabajan en la estación de reparación de colaterales es de 5, de los cuales 2 se dedican al diagnóstico y reparación de ALFA. Se utiliza esta misma distribución en los tres turnos.

Además, también se deben ejecutar trabajos de ingeniería como actualizaciones de los módulos y experimentos solicitados para validar cambios en el equipo. Los colaboradores asisten a las conversiones de un producto a otro en los módulos de prueba. Es preciso tomar en cuenta que deben documentar todas las tareas realizadas en el día de trabajo.

En la Figura 13 se aprecia el flujograma general de las operaciones de diagnóstico de los ALFA en el área de reparación.

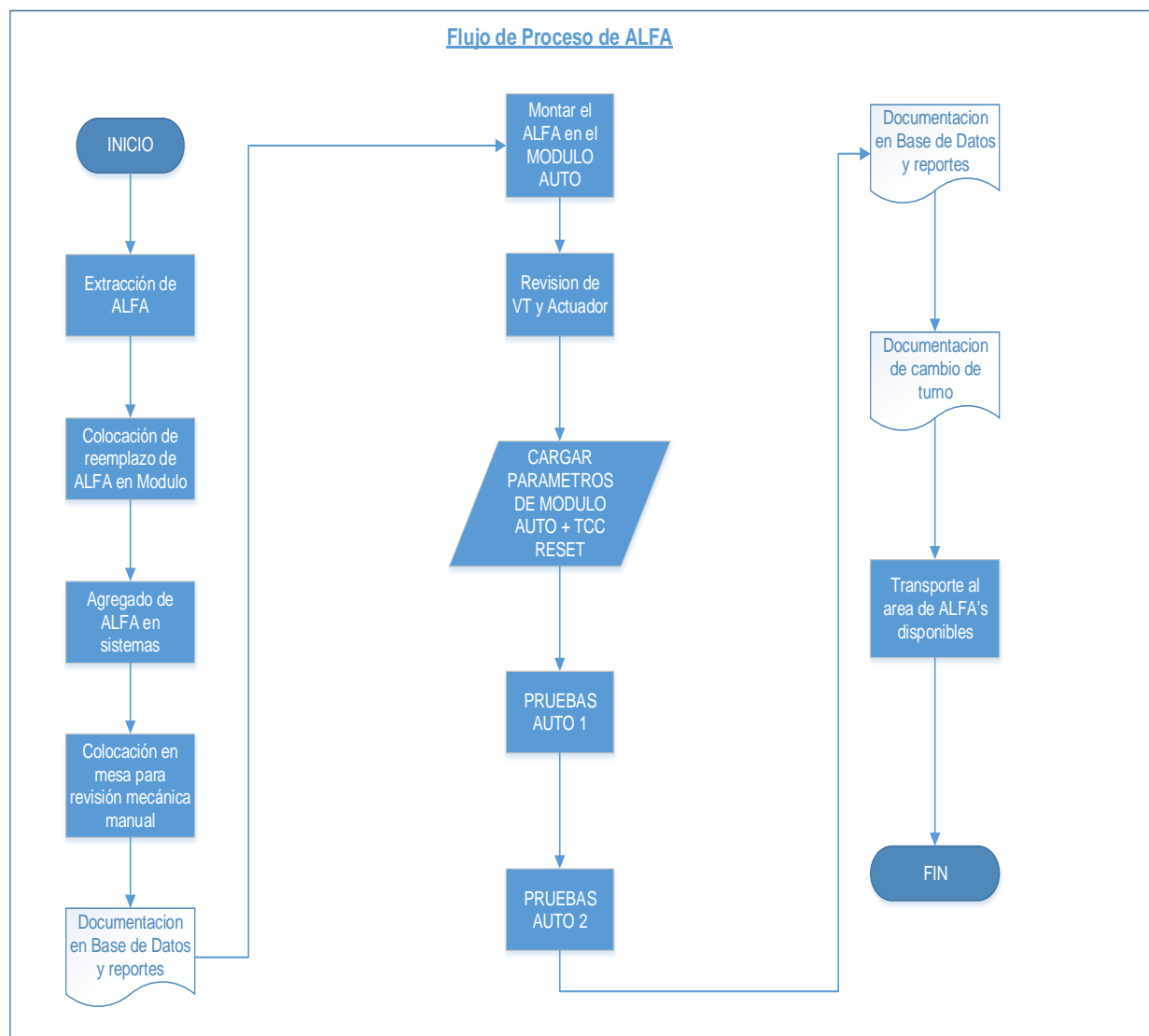


Figura 13. Flujograma de diagnóstico de ALFA

Fuente: elaboración propia, 2018

4.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE LOS ALFA

En la estación de reparación de colaterales trabajan 5 colaboradores, de los cuales 2 se dedican al diagnóstico y reparación de ALFA. Se utiliza esta misma distribución en los tres turnos.

Se destaca que los trabajadores deben ejecutar adicionalmente trabajos de ingeniería como actualizaciones de los módulos y experimentos solicitados para validar cambios en el equipo. También asisten en las conversiones de un producto a otro en los módulos de prueba. Es preciso tomar en cuenta que deben documentar todas las tareas realizadas en el día de trabajo.

En el proceso actual no se cuenta con un flujo de ejecución estandarizado, por lo que el flujo de las tareas de diagnóstico tiene un orden particular en cada uno de los turnos; es decir, hay tres diferentes flujos de ejecución para el mismo proceso.

Esto impacta en el tiempo de ejecución del flujo. Después de tomar una muestra de 20 mediciones en cada turno, se presentaron diferencias de hasta 25 minutos en la práctica, para la ejecución de un flujo completo de diagnóstico de un ALFA entre turnos. Por ejemplo, en promedio se dura 2 horas y seis minutos en el turno de 6:00 a.m. a 2:00 p.m., mientras que en el turno de 10:00 p.m. a 6:00 a.m., se está durando 2 horas con 31 minutos, tal y como se muestra en las tablas 3, 4 y 5.

También, al no ejecutar todos de la misma forma, no se puede medir homogéneamente entre los turnos y así definir las metas de las métricas. Esto evidencia que se necesita transformar la operación con una filosofía LEAN, empezando por una estandarización que posibilite una ejecución homogénea, para luego controlar el proceso definiendo las métricas de las metas, y finalmente, definir el control necesario para establecer la mejora continua.

4.3 JUSTIFICACIÓN Y SUSTENTACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DETECTADO

El primer argumento que sustenta el problema detectado se evidencia en una frase comúnmente utilizada en la jerga de la ingeniería industrial y que se atribuye equivocadamente a Peter Drucker, innovador y maestro de la administración de empresas modernas: “Lo que no se mide, no se puede mejorar”, pero al investigar un poco más a fondo la frase completa y su verdadero autor, se determina que se trata de Sir William Thomson, físico y matemático británico, quien dice que:

“Lo que no se define no se puede medir, lo que no se mide no se puede mejorar y lo que no se mejora se degrada siempre”. Sir William Thomson Kelvin (1824-1907).

Al aplicar el trasfondo de esta frase al proyecto, se evidencia que el proceso de reparación de colaterales utilizado para hacer el diagnóstico de ALFA, está destinado a degradarse por carecer de control.

Las causas del diagrama Ishikawa, presentado en el Capítulo 1, se retoman y validan en este, partiendo de que las mediciones de tiempo han demostrado la heterogeneidad del proceso con diferencias entre los pasos de la revisión y en tiempos de ejecución, que evidencian deficiencias que deben ser corregidas, permitiendo una ejecución de mejor calidad y reducción del impacto económico en el área de reparación

de colaterales, por concepto de consumo de 185 horas extra, a un costo de 555 000 colones por mes, para realizar labores de ingeniería.

Otro factor detectado al hacer las mediciones, especialmente en el turno de noche, fue el ausentismo del personal. En 3 ocasiones se detectó que solo había 2 de los 5 colaboradores del área. Esto se debe tratar en detalle para definir la causa y encontrar la solución correspondiente, establecer una mejor rotación y además, contar con un plan de rotación que permita el adecuado descanso de los colaboradores.

Así, se retoma el diagrama Ishikawa en la Figura 14:

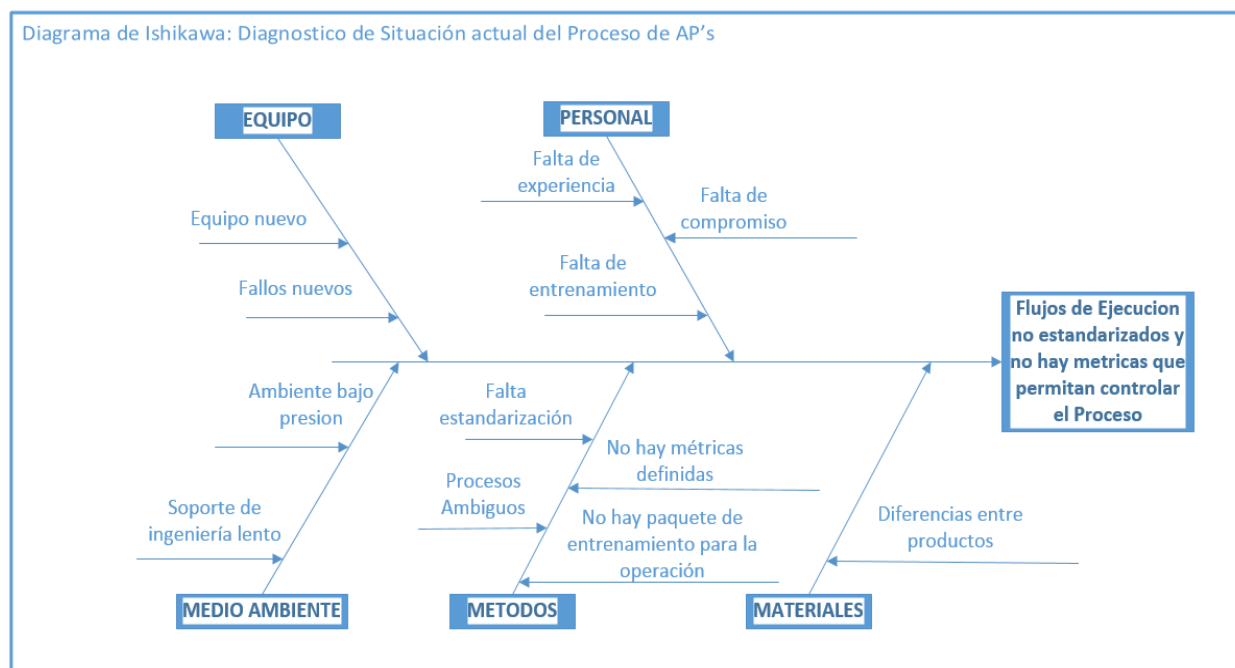


Figura 14. Lluvia de ideas representada en un gráfico de Ishikawa

Fuente: elaboración propia, 2018

4.4 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Es necesario evidenciar que se llevó un control de relación entre el problema encontrado y todo el desarrollo de la investigación, para mantener una línea de base sólida y enfocada en los objetivos planteados. Al ejecutar las mediciones y conseguir sus resultados, se mostró lo planteado como problema de la estación de reparación de colaterales: no había métricas establecidas, por un proceso no estandarizado. Una vez hechas las mediciones necesarias, se definió un total de 60 mediciones para una muestra de 20 por turno, a partir de la fórmula para cálculo de la muestra “n”, y así obtener una muestra representativa del 30 % de las reparaciones en un periodo de 2 semanas, y se procedió a realizar la sesión de mapeo del proceso, tal y como se muestra en las tablas 3, 4 y 5.

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

Donde:

n = Tamaño de muestra por calcular

N = Población sujeta al estudio

Z = Nivel de confianza: para un 95 % se utiliza un valor de 1,96

p = Probabilidad de éxito: se utiliza un valor de 0,05

e = Margen de error permitido: se utiliza un valor de 0,05

Calculo de "n":

Primera etapa:

$$n = \frac{197 \times 1,96^2 \times 0,95 \times (1 - 0,95)}{(197 - 1) \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,95 \times (1 - 0,95)} = 53,45 = 54 \text{ muestras}$$

Segunda etapa:

$$n = \frac{177 \times 1,96^2 \times 0,95 \times (1 - 0,95)}{(177 - 1) \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,95 \times (1 - 0,95)} = 51,88 = 52 \text{ muestras}$$

Se definió que para contar con una muestra representativa se debía tomar 54 muestras de tiempo en la primera etapa y 52 en la segunda, como mínimo, y tener un nivel de confianza del 95 %, con un margen de error del 5 %.

El total de ALFA en la primera etapa de medición fue de 197 unidades y el 30 % obedece a 59 tomas de tiempo; en la segunda etapa se contabilizó 177 unidades, siendo 53 tomas de tiempo las que validan el muestreo. Por consenso con Ingeniería y para tomar igual número de muestras en cada turno, se optó por 60 tomas de tiempo, es decir, 20 por turno, sobrepasando la cantidad mínima de muestras.

Las tomas de tiempos se hicieron aleatoriamente y contemplaron todos los días de la semana para cubrir cualquier tipo de comportamiento en el área, que afectara el desempeño. Los colaboradores seleccionados para la medición de tiempos, se escogieron siguiendo el criterio del supervisor, debido a que no se tenía datos previos al escoger los colaboradores ideales para dicho propósito.

4.5 ANÁLISIS DE DATOS TEÓRICOS VS MEDICIÓN REAL

4.5.1 Análisis de tiempos

La falta de estandarización y de metas de métricas denota un proceso con diferencias y pérdidas, tanto en calidad como en ejecución de los diagnósticos. Esto fue evidente desde el momento cuando se comenzó a recopilar las muestras de tiempos.

Al no tener una meta definida del tiempo de ejecución, no hay un valor de partida; además, se encontraron diferencias entre los tres turnos en los flujos de ejecución del proceso, tanto en el orden, como en la adición o falta de algunos de los pasos en el proceso, lo que extendió la diferencia de ejecución hasta ~25 minutos de más en el caso del turno de noche. También hay otros factores que inciden en esta diferencia de tiempo, los cuales se detallan más adelante.

Las tablas 3, 4, 5 y 6 resumen la cantidad de pasos del flujo y sus tiempos promedio, utilizados por cada turno. Con la ayuda de estas tablas se muestra las diferencias existentes entre las ejecuciones de cada turno.

En la Tabla 3 se observa el tiempo promedio de ejecución del flujo de diagnóstico completo del turno A, con 2:06:53, siendo este el que muestra un mejor desempeño.

Tabla 3. Flujo y tiempos promedio de ejecución Turno A

#	Operación \ TURNO	TURNO A
1	Extraer ALFA del módulo de prueba	0:13:10
2	Colocar remplazo del ALFA	0:11:34
3	Añadir ALFA en sistemas	0:04:34
4	Montar ALFA en la estación automática	0:05:20
5	Documentación de base de datos y reportes	0:05:54
6	Revisión de VT y revisión física del actuador	0:05:18
7	Se carga parámetros de la estación automática (<i>software + hardware</i>)	0:05:17
8	Prueba automática 1	0:15:58
9	Prueba automática 2	0:45:05
10	Eliminar condensación	0:02:23
11	Documentación de base de datos y reportes	0:04:36
12	Documentación para informe de cambio de turno	0:04:21
13	Transporte de ALFA al área de disponibles	0:03:22
	Total	2:06:53

Fuente: elaboración propia, 2018

La Tabla 4 muestra el flujo de turno B con 2 pasos adicionales respecto al del turno A.

Tabla 4. Flujo y tiempos promedio de ejecución Turno B

#	Operación \ TURNO	TURNO B
1	Extraer ALFA del módulo de prueba	0:14:13
2	Colocar remplazo de ALFA	0:13:06
3	Desatacado en sistema	0:04:21
4	Añadir ALFA en sistemas	0:05:49
5	Colocación en mesa para revisión mecánica	0:04:28
6	Documentación de base de datos y reportes	0:05:50
7	Revisión física del actuador	0:04:25
8	Montar ALFA en estación automática	0:05:01
9	Se carga parámetros de la estación automática (<i>software + hardware</i>) **	0:05:42
10	Restablecer de TCC	0:02:17
11	Prueba automática 1	0:16:17
12	Prueba automática 2	0:46:31
13	Documentación de base de datos y reportes	0:05:27
14	Documentación para informe de cambio de turno	0:04:57
15	Transporte de ALFA al área de disponibles	0:03:24
	Total	2:21:50

Fuente: elaboración propia, 2018.

La Tabla 5 describe el flujo del turno C con un promedio de ejecución del flujo de 2:31:44.

Tabla 5. Flujo y tiempos promedio de ejecución Turno C

#	Operación \ TURNO	TURNO C
1	Extraer ALFA del módulo de prueba	0:13:55
2	Colocar remplazo del ALFA	0:13:11
3	Añadir ALFA en sistemas	0:05:29
4	Documentación de base de datos y reportes	0:07:03
5	Montar ALFA en la estación automática	0:05:22
6	Revisión de VT y revisión física del actuador **	0:19:04
7	Se carga parámetros de la estación automática (<i>software + hardware</i>)	0:05:28
8	Prueba automática 1	0:16:14
9	Prueba automática 2	0:46:11
10	Documentación de base de datos y reportes	0:06:21
11	Envía IM con detalles de tiquete de base de datos	0:04:28
12	Compañero designado llena documentación de cambio de turno	0:05:36
13	Transporte de ALFA al área de disponibles	0:03:22
	total	2:31:44

Fuente: elaboración propia, 2018

En la Tabla 6 se muestra un resumen de la cantidad de pasos y los tiempos promedio, y el promedio de unidades reparadas por turno.

Tabla 6. Síntesis de la toma de tiempos en cantidad de pasos, tiempo promedio de duración y cantidad de ALFA promedio que pueden ser reparados

Turno	Cantidad de pasos	Tiempo promedio	Cantidad de ALFA reparados
A	13	2:06:53	6
B	15	2:21:50	4 a 5
C	13	2:31:44	3 a 4

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tal y como se muestra en la Tabla 6, hay diferencia de tiempos de ejecución entre los turnos. Para tomar un ejemplo, el turno de la noche tarda en promedio ~25 minutos más en diagnosticar cada ALFA, lo que produce una baja cantidad de unidades procesadas (~3 al turno), un aumento en el tiempo de cola de los ALFA y un recargo al turno A.

También, como punto de recargo, se tienen las conversiones de producto de módulos, labor que debe ser apoyada por el personal del área de reparación de colaterales; estas conversiones recargan el trabajo desde 2 ALFA hasta 10 ALFA, dependiendo del requerimiento, causando picos de trabajo en el Área de Reparación de Colaterales del Laboratorio, tal y como se muestra en la Figura 15.

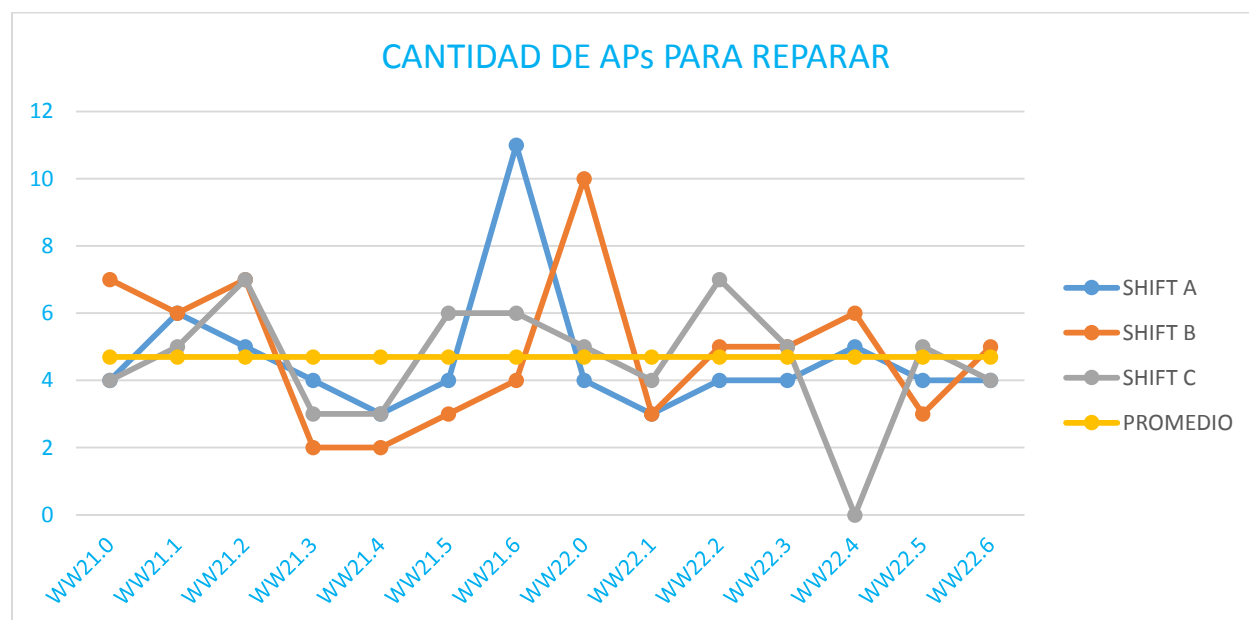


Figura 15: Cantidad de ALFA para reparar, recibidos por día

Fuente: elaboración propia, 2018

El cálculo del tiempo básico y tiempo estándar, por turno, se muestra a continuación:

$$TB = TO \times (\text{CALIFICACIÓN} / \text{RITMO ESTÁNDAR})$$

$$TE = TB + TB \times \%$$

(TO= tiempo observado / TB= tiempo básico / TE= tiempo estándar)

Para el caso del turno A, como se aprecia en la Tabla 7, se ha tomado como compensación por fatiga, necesidades personales y otros retrasos inevitables, un 13 %. Asimismo, se otorga una calificación de 100 y se asume un ritmo estándar de 100.

Tabla 7. Tiempo estándar Turno A.

TIEMPO	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	SUPLEMENTOS, CONSTANTES Y VARIABLES	MINUTOS	HORAS
TIEMPO OBSERVADO	N/A	N/A	126.88	2:06:53
TIEMPO BÁSICO	100 %	N/A	126.88	2:06:53
TIEMPO ESTÁNDAR	N/A	13 %	143.3744	2:23:22

Fuente: elaboración propia, 2018

Para el turno B, según se aprecia en la Tabla 8, se tomó como compensación por fatiga, necesidades personales y otros retrasos inevitables, un 13 %. Asimismo, se otorga una calificación de 95 y se asume un ritmo estándar de 100.

Tabla 8. Tiempo estándar Turno B.

TIEMPO	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	SUPLEMENTOS, CONSTANTES Y VARIABLES	MINUTOS	HORAS
TIEMPO OBSERVADO	N/A	N/A	141.83	2:21:50
TIEMPO BÁSICO	95 %	N/A	134.7385	2:14:44
TIEMPO ESTÁNDAR	N/A	13 %	152.2545	2:32:15

Fuente: elaboración propia, 2018

Para el caso del turno C, como se aprecia en la Tabla 9, se ha tomado como compensación por fatiga, necesidades personales y otros retrasos inevitables, un 15 %. Asimismo, se otorga una calificación de 85 y se asume un ritmo estándar de 100.

Tabla 9. Tiempo estándar Turno C

TIEMPO	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	SUPLEMENTOS, CONSTANTES Y VARIABLES	MINUTOS	HORAS
TIEMPO OBSERVADO	N/A	N/A	151.73	2:31:44
TIEMPO BÁSICO	85 %	N/A	128.9705	2:08:58
TIEMPO ESTÁNDAR	N/A	15 %	148.316	2:28:19

Fuente: elaboración propia, 2018

4.5.2 Análisis económico del Área de Reparación de Colaterales

La disponibilidad de los colaterales es crítica para el desempeño de los módulos de prueba. Como se apreció en el análisis de tiempos, hay variables que afectan el desempeño del área, y otro factor importante que son las labores de ingeniería, que actualmente son desarrolladas con el consumo de horas extra.

Se consume un total de 9,25 horas extras por día, entre semana, de modo que solo por este concepto son 185 horas extras al mes, con un costo de 3000 colones la hora, lo que representa una afectación económica extra de 6 660 000,0 colones anuales. En concreto, se consume 1 recurso completo por día en el área de reparaciones.

La Tabla 10 muestra un resumen del costo anual de las horas extras para el Área de Reparación de Colaterales.

Tabla 10. Resumen de consumo y costo de horas extra.

HORAS EXTRAS X DÍA	COSTO DE HORA EXTRA EN COLONES	HORAS EXTRAS POR MES	COSTO X MES EN COLONES	COSTO ANUAL EN COLONES
9,25	3000	185	555 000	6 660 000

Fuente: elaboración propia, 2018

Al valorar este costo extra de la operación, cobra un valor adicional medir con exactitud el tiempo de la operación y saber si después de los cambios realizados, se presenta la posibilidad de mover los recursos de la operación, de manera que se defina con claridad si se puede cubrir ese número de horas extras o, eventualmente, agregar un recurso extra al Área de Reparaciones de Colaterales.

4.5.3 Análisis de recurso humano

La distribución o manejo de la cantidad de los colaboradores es otro factor crítico para hacer modificaciones que brinden un cambio integral al mejorar el rendimiento del Área de Diagnóstico de los ALFA. Tras realizar las observaciones se notaron algunos puntos que inciden en el desempeño de los colaboradores, los cuales se resumen en la Tabla 11:

Tabla 11. Elementos identificados que inciden en el desempeño de los colaboradores

Elemento	Turno A	Turno B	Turno C	Observaciones
Asistencia en los cambios de x colaterales		x	x	Soporte al área de prueba
Exceso de tiempo por la aplicación de x reportes		x	x	La base de datos dura mucho para actualizarse.
Exceso de reportes y documentación x		x	x	Los procedimientos de cambio de turno varían.
Accesos a la programación de x las herramientas		x	x	Al ser colaboradores subcontratados no tienen acceso.
Poco personal o ausentismo			x	Se evidenció en 4 de las 8 visitas, que faltaban 2 empleados.

Fuente: elaboración propia, 2018

Se evidenció que todos estos factores inciden directa o indirectamente en el rendimiento de los colaboradores, ya sea por exceso o recargo de tareas, desvío de recursos a otras áreas, o poco personal disponible.

Las cargas de trabajo por área son de suma importancia en la definición de la cantidad de colaboradores que deben asignarse por área, para asegurar que se cumpla con las metas asignadas por modulo. Definitivamente, no es una labor que se deba tomar a la ligera, dada su relevancia en la capacidad del área.

Por otra parte, se detectaron problemas con los sistemas de reportes: son muy lentos y se consume o se pierde mucho tiempo en reportes de la operación. En las entrevistas realizadas se constató que no se tenía comunicación diaria, ni existen registros asociados.

Adicionalmente, las pruebas automáticas requieren, en algunos casos, programación, ya que presentan fallos. En este momento no se solicita la programación básica como una competencia del perfil indispensable para la contratación.

4.6 DEFINICIÓN DE LAS METAS DE LAS MÉTRICAS

No se cuenta con metas de las métricas definidas en este momento.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 FUNDAMENTACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

Se diseñó un plan de acción, contemplando la metodología LEAN como herramienta que se utilizaría en la mejora del proceso para llegar a maximizar su eficiencia.

En una primera etapa, el proyecto se dividió en dos partes con el objetivo de estandarizar el proceso: una parte de toma de tiempos que permitió cuantificar las diferencias de tiempos y ver los diferentes flujos de ejecución, y otra de análisis de datos mediante una sesión de mapeo del proceso con los colaboradores.

En la sesión de mapeo del proceso, adicionalmente, se hizo un análisis de valor agregado de todos los pasos que contempla el flujo de proceso, para definir si existían pasos innecesarios o, en algunos casos, cambiar el orden de los pasos, de forma que se beneficie la ejecución del flujo. El resultado de esta sesión brindó una unificación de criterios necesaria para establecer el patrón de ejecución de inicio con el que se trabajó en la segunda etapa, y mediante el cual se podría determinar la meta de la métrica del proceso.

Conviene definir que en las conversaciones con el ingeniero del proceso, los resultados de este trabajo serían claves para ampliar su alcance, es decir, utilizar el mismo plan diseñado en este trabajo para todos los procesos del Área de Reparación de Colaterales del Laboratorio.

La segunda etapa consta de la toma de tiempos una vez implementado el cambio del nuevo flujo estandarizado, producto de la sesión de mapeo y el análisis de valor agregado. Esta parte mostró que la estandarización arrojó buenos resultados al reducir las diferencias de tiempo en la ejecución.

Partiendo de la premisa de estos resultados, se pudo tomar el tiempo promedio de la toma de tiempos de ejecución, como la meta de la métrica, aparte de optimizar y estandarizar las tareas de los colaboradores.

Además, se incorpora una reducción en el contenido de las pruebas de diagnóstico automáticas, lo cual redujo el tiempo del flujo de ejecución total. La implementación de esta reducción ya estaba planeada por el equipo de ingeniería de Intel, por lo que estas acciones consolidaron el flujo de ejecución definitivo del proceso.

5.1.2 Diagrama GANTT de implementación del proyecto

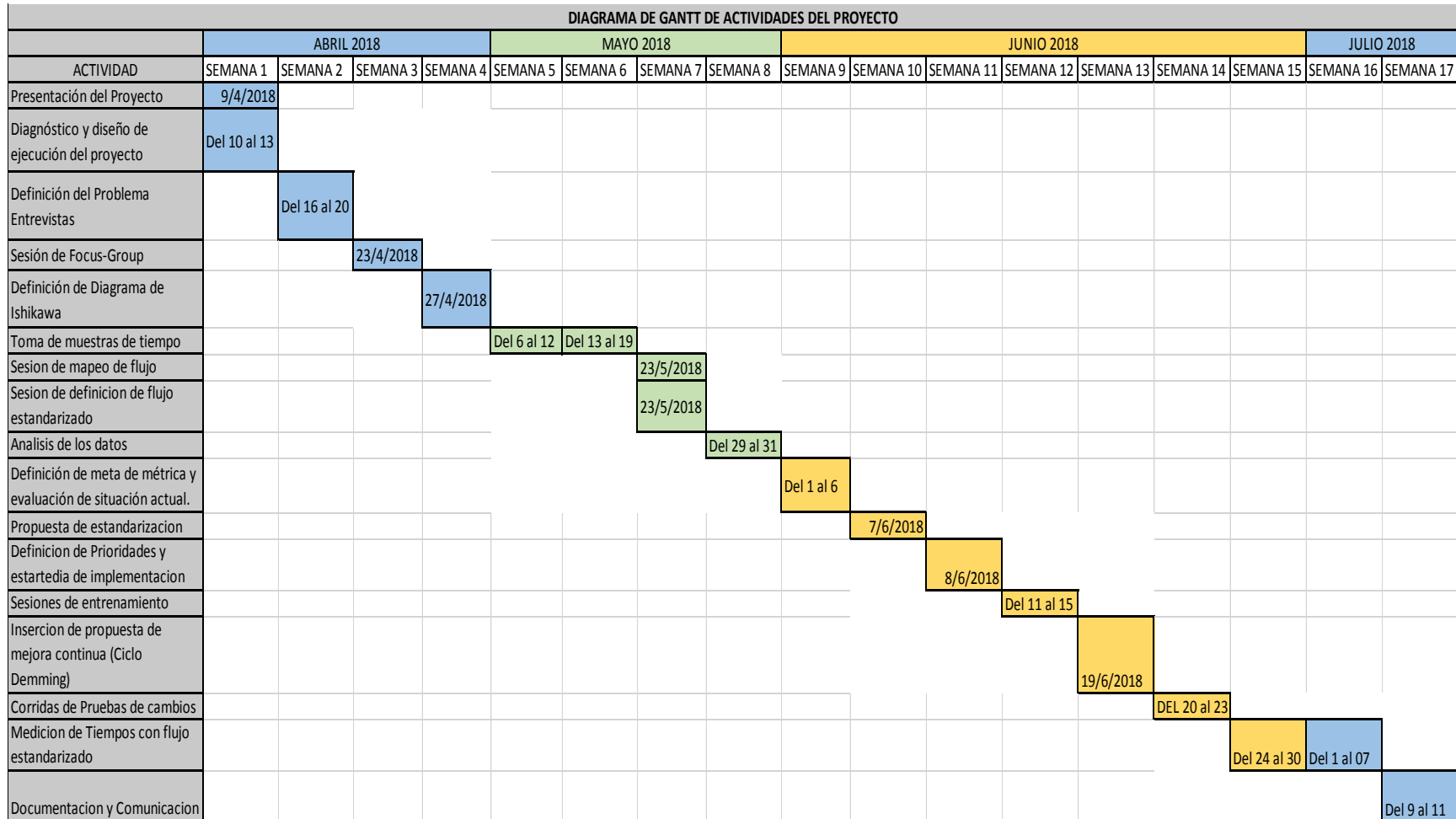


Figura 16. Diagrama Gantt de implementación

Fuente: elaboración propia, 2018

5.1.3 Unificación de criterios de ejecución

El paso inicial de la estandarización, una vez que se comprobó la existencia de varios flujos de ejecución, fue definir la implementación de un flujo estandarizado que ayudara a reducir la brecha existente entre los turnos, la cual llegaba hasta los ~25 minutos. También era necesario depurar el flujo, definiendo el valor agregado de cada paso, o definiendo si era desperdicio del proceso.

Con este panorama se procedió a utilizar el mapeo del proceso y el análisis de valor agregado, en una sesión con la participación de los colaboradores, para que con la ayuda de ellos mismos, se definiera el flujo estándar con los pasos realmente necesarios para una ejecución optimizada.

El flujo estándar obtenido como resultado de la sesión de mapeo fue producto de una revisión de cada paso para definir si aportaba o no valor al proceso, llegando a tomar soluciones como cambiar el orden de ejecución, o uniendo algunos pasos para maximizar la eficiencia del proceso.

Se debe aclarar que los colaboradores del Área de Reparación de ALFA tienen operaciones adicionales de ayuda a la estación de prueba, como parte de sus labores de soporte. Estos pasos de ayuda se contemplan dentro del flujo estándar que se implementó, dado que no se pueden eliminar hasta que se defina por parte del

Departamento de Ingeniería, si se va a seguir brindando soporte a estas actividades. La

Tabla 12 muestra el análisis del valor agregado en el flujo estandarizado.

Tabla 12. Nuevo flujo estándar implementado

NUEVO FLUJO ESTÁNDAR		
Operación	CATEGORÍA	COMENTARIO
1 Extraer ALFA del módulo de prueba	No valor agregado - Necesario	Actividad de ayuda a estación de prueba
2 Colocar remplazo del ALFA	No valor agregado - Necesario	Actividad de ayuda a estación de prueba
3 Añadir de ALFA en sistemas	No valor agregado - Necesario	Actividad de ayuda a estación de prueba
4 Colocación en mesa para revisión mecánica manual	Valor agregado	Revisión necesaria que evita pérdida posterior de proceso impacto de 10 a 15 minutos menos en ejecución
5 Documentación de base de datos y reportes	Valor agregado	Trazabilidad de fallos. Sistema es muy lento
6 Montar ALFA en estación automática	Valor agregado	Módulo para ejecución de pruebas y diagnóstico
7 Se carga parámetros de estación automática (<i>Software Hardware</i>) + Reste de TCC	No valor agregado - Necesario	Debe automatizarse. Reste de TCC evita problemas a la hora de montar el ALFA en el módulo de prueba.
8 Inicia pruebas automáticas 1	Valor agregado	Pruebas de diagnóstico
9 Inicia pruebas automáticas 2	Valor agregado	Pruebas de diagnóstico
10 Documentación de base de datos y reportes	Valor agregado	Trazabilidad de fallos. Sistema es muy lento
11 Documentación para informe de cambio de turno	No valor agregado - Necesario	Información de cambio de turno, automatización pendiente
12 Transporte de ALFA al área de disponibles	No valor agregado - Necesario	Orden de área

Fuente: elaboración propia, 2018

La Figura 17 presenta el flujograma estandarizado producto de la sesión de mapeo para la ejecución del proceso de diagnóstico para ALFA, en el Área de Reparación de Colaterales.

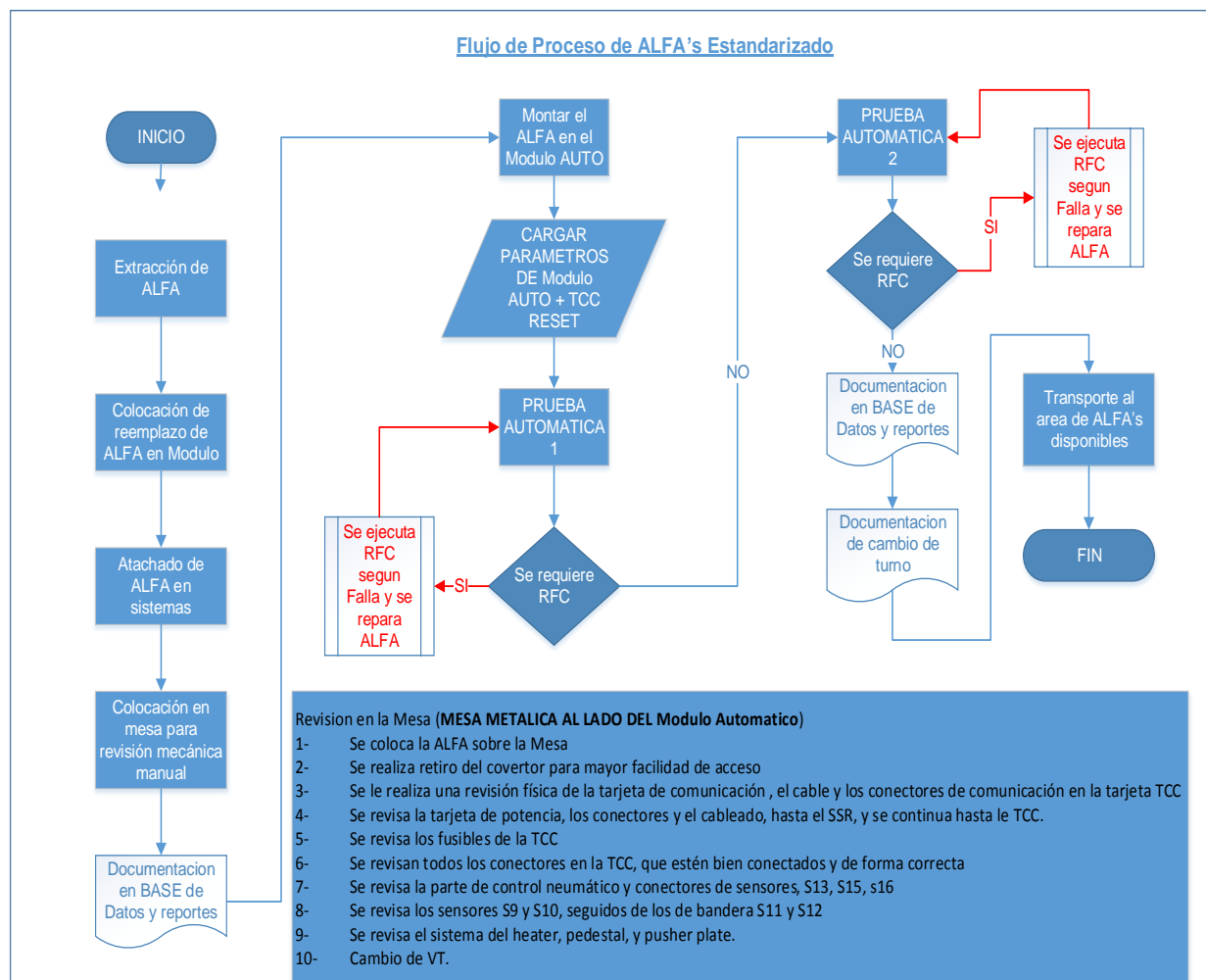


Figura 17. Representación de flujograma de implementación

Fuente: elaboración propia, 2018

Al tomar en cuenta las diferentes partes inmersas en el proceso, se facilitó la aceptación de todos, ya que se hizo de forma participativa y no impositiva, suavizando el efecto del cambio.

5.1.4 Mejora en tiempos de ejecución y comparación de resultados

En el apartado de resultado de las tomas de tiempos, el proceso que se ejecutó permitió obtener mejoras en dos aristas diferentes y tangibles, que benefician la capacidad de la estación de reparación del colateral ALFA.

El tiempo promedio total de ejecución de la primera etapa de medición, mostraba un tiempo total en turno A de 2:06:53, en turno B de 2:21:50 y en turno C de 2:31:44, con una diferencia de ~25 minutos como máximo entre turnos, en 20 ejecuciones completas por turno, lo cual evidencia las diferencias entre la ejecución del flujo por parte de cada turno.

Después de aplicar las actividades para estandarizar y sumar las actividades de Ingeniería, la primera prueba positiva se dio al tener una notable reducción de la diferencia en tiempo entre turnos, llegando a ser de solo ~4 minutos máximo; se determinó que esto obedece a las diferencias propias de la ejecución de cada colaborador, y al utilizar el flujo estándar sí se logró hacer una depuración efectiva del proceso.

Además, el registro de tiempos de ejecución del flujo por turno, mostró una reducción que llegó hasta 1:24:00 en promedio, o un ~58 % de reducción, aumentando

la capacidad del módulo en un ~41 %, que pasó de ser de 4,03 unidades por turno con dos operadores, a 6,88 unidades reparadas por turno, tal y como lo muestra la Tabla 13.

Tabla 13. Tiempos de ejecución promedio por turno con flujo estándar

#	Operación \ TURNO	TURNO A	TURNO B	TURNO C
1	Extraer ALFA del módulo de prueba	0:12:03	0:12:09	0:13:10
2	Colocar remplazo del ALFA	0:10:14	0:10:52	0:11:02
3	Añadir ALFA en sistemas	0:04:41	0:05:04	0:04:58
4	Colocación en mesa para revisión mecánica manual	0:05:00	0:06:35	0:06:45
5	Documentación de base de datos y reportes	0:05:22	0:05:58	0:06:05
6	Montar ALFA en estación automática	0:04:47	0:04:15	0:04:16
7	Se carga parámetros de la estación automática (<i>Software+Hardware</i>) + Reset de TCC	0:04:35	0:04:37	0:04:30
8	Inicia pruebas automáticas 1	0:15:02	0:15:04	0:15:06
9	Inicia pruebas automáticas 2	0:08:20	0:08:12	0:08:16
10	Documentación de base de datos y reportes	0:04:24	0:04:21	0:04:29
11	Documentación para informe de cambio de turno	0:04:31	0:04:33	0:04:26
12	Transporte de ALFA al área de disponibles	0:03:23	0:03:25	0:03:28
	Total	1:22:22	1:25:05	1:26:29

Fuente: elaboración propia, 2018

El cálculo del tiempo estándar con las mejoras implementadas, por turno, se muestra a continuación:

$$TB = TO \times (\text{CALIFICACIÓN} / \text{RITMO ESTÁNDAR})$$

$$TE = TB + TB \times \%$$

(TO= tiempo observado / TB= tiempo básico / TE= tiempo estándar)

Para el caso del turno A, como se aprecia en la Tabla 14, se ha tomado como compensación por fatiga, necesidades personales y otros retrasos inevitables, un 13 %. Asimismo, se otorga una calificación de 100 y se asume un ritmo estándar de 100.

Tabla 14. Tiempo estándar Turno A.

TIEMPO	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	SUPLEMENTOS, CONSTANTES Y VARIABLES	MINUTOS	HORAS
TIEMPO OBSERVADO	N/A	N/A	82,36	1:22:22
TIEMPO BÁSICO	100 %	N/A	82,36	1:22:22
TIEMPO ESTÁNDAR	N/A	13 %	93,06	1:33:04

Fuente: elaboración propia, 2018

Para el caso del turno B, como se aprecia en la Tabla 15, se ha tomado como compensación por fatiga, necesidades personales y otros retrasos inevitables, un 13 %. Asimismo, se otorga una calificación de 95 y se asume un ritmo estándar de 100.

Tabla 15. Tiempo estándar Turno B.

TIEMPO	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	SUPLEMENTOS, CONSTANTES Y VARIABLES	MINUTOS	HORAS
TIEMPO OBSERVADO	N/A	N/A	85,08	1:25:05
TIEMPO BÁSICO	95 %	N/A	80,826	2:14:44
TIEMPO ESTÁNDAR	N/A	13 %	91,33	1:33:19

Fuente: elaboración propia, 2018

Para el caso del turno C, como se aprecia en la Tabla 16, se ha tomado como compensación por fatiga, necesidades personales y otros retrasos inevitables, un 15 %. Asimismo, se otorga una calificación de 95 y se asume un ritmo estándar de 100.

Tabla 16. Tiempo estándar Turno C

TIEMPO	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	SUPLEMENTOS, CONSTANTES Y VARIABLES	MINUTOS	HORAS
TIEMPO OBSERVADO	N/A	N/A	86,48	1:26:29
TIEMPO BÁSICO	95 %	N/A	82,156	1:22:10
TIEMPO ESTÁNDAR	N/A	15 %	94,47	1:34:28

Fuente: elaboración propia, 2018

En la Tabla 17 se muestra una comparación que contempla el tiempo observado (TO), el tiempo básico (TB) y el tiempo estándar (TE), del proceso de diagnóstico de ALFA antes y después de la implementación de las mejoras.

Tabla 17. Comparación de los tiempos observado, básico y estándar, en los tres turnos ,antes y después de implementar el flujo mejorado ,

Turno	Turno A		Turno B		Turno C	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
TO	126,88	82,36	141,83	85,08	151,73	86,48
TB	126,88	82,36	134,74	80,826	128,97	82,156
TE	143,37	93	152,25	91	148,32	94

Fuente: elaboración propia, 2018

5.2 ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES

5.2.1 Problemas y plan de soluciones

Al inicio de este proyecto se definió la problemática del Área de Reparación de Colaterales del Laboratorio de Validaciones de Intel, y durante el transcurso del proceso se detectaron algunas situaciones que afectaban o sumaban a los problemas principales. Con base en este panorama se escogió la mejor estrategia para brindar una solución integral que, además, promoviera la mejora continua.

La utilización de la metodología LEAN permitió transformar el proceso de diagnóstico del colateral ALFA, por medio de la estandarización del flujo de ejecución en un proceso más eficiente, controlado y medible, ya que se definió la métrica de la duración del diagnóstico, como se observa en el detalle de la Tabla 18.

Tabla 18. Problemas, soluciones e impacto

PROBLEMAS Y SOLUCIONES			
PROBLEMA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	RESULTADO	COMENTARIO
Estandarización	Sesión de mapeo del proceso / Implementación de flujo estandarizado	Aumento de 42 % en capacidad. Pasa de 4,03 a 6,88 ALFA por turno	Implementado y evaluado
Falta de control	Definición de la meta de la métrica de tiempo de diagnóstico	Meta de diagnóstico de ALFA: 1:25 horas	Implementado - Permite el control del proceso
Carga de trabajo	Evaluar las tareas de soporte de otras áreas	N/A	Pendiente - Ingeniería debe trabajar en el modelo de carga de trabajo y evaluarlo con toda el área de prueba.

Definir entrenamiento	Hacer propuesta de contenidos para plan de entrenamiento.	N/A	Pendiente - Ingeniería debe definir el contenido del entrenamiento.
Ausentismo	Evaluar el ambiente laboral enfocándose en el turno nocturno. Control sobre vacaciones y plan de rotación.	N/A	Pendiente - este problema se debió a un descontrol en los días de vacaciones.
Horas extras	Análisis de consumo de horas extras	Se consumen 185 horas en promedio semanal con un impacto de 6,6 millones de colones al año.	Realizado- la cantidad actual de consumo de horas extras justifica un colaborador más en el área de ALFA.
Soporte de Ingeniería	Definir un plan de cobertura de ingeniería para cubrir las escalaciones.	N/A	Pendiente - El grupo de soporte de ingeniería debe definir los tiempos de respuesta.

Fuente: elaboración propia, 2018

En el cuadro anterior se constata que los problemas principales fueron incluidos en el plan de acción y se implementó una solución que ya se probó. Adicionalmente, mediante la métrica definida para el tiempo de diagnóstico del colateral ALFA, se complementará la solución con un control que permita la revisión periódica para seguir con el proceso de mejora continua.

Los otros elementos que están afectando el buen desempeño de los colaboradores en el Área de Reparación de Colaterales deben ser sometidos a evaluación por parte del Departamento de Ingeniería que brinda el soporte a esta área. Hay que tomar en cuenta que el análisis de cargas de trabajo abarca no solo el parte de

reparación de colaterales, sino que también debe analizarse con el bloque completo del área de prueba del laboratorio, ya que es un soporte que sobrecarga a los colaboradores del área de reparación. Hay elementos que deben ser analizados a fondo: el crecimiento en cantidad de módulos de prueba y por consiguiente, el aumento en la cantidad de ALFA en una proporción de 1:10; es decir, por cada módulo de prueba se aumenta en 10 colaterales; y por otro lado, la eficiencia del Área de Reparación.

Otro elemento es el costo asociado por concepto de horas extras; el consumo es de 9,25 horas por día, o lo que es lo mismo, un colaborador más, justificado por las labores de Ingeniería, pero en este punto está claro que es un costo del contratista que brinda el servicio al Laboratorio de Validación.

Un punto en el que sí debe haber un mejor control, es en las vacaciones, ya que esto afecta directamente la cantidad de colaboradores por turno de trabajo, especialmente en la noche, con la consecuencia de que el trabajo se ve recargado y puede causar un efecto de rotación negativo para el Área de Reparación de Colaterales del Laboratorio.

Finalmente, el otro aspecto es la cobertura de Ingeniería o respuesta a las escalaciones hechas por los colaboradores. En ocasiones, la asistencia o solución es muy lenta y causa que algunos problemas tarden mucho tiempo en solucionarse.

5.2.2 Mejoras y beneficios

Durante la implementación de las mejoras en el proceso de diagnóstico de ALFA, se logró identificar plenamente el problema, y mediante las herramientas de LEAN, brindar soluciones que ayudaron a mejorar el proceso de diagnóstico.

En este momento ya todos los turnos cuentan con un flujo de proceso depurado y estandarizado, y se tiene una meta de tiempo de diagnóstico definida, que ya se evaluó, por lo que el proceso está sujeto a medición y está en control.

El proceso bajo control más la implementación de las mejoras en las pruebas automáticas por parte del equipo de ingeniería, aumentaron la capacidad de operación del área en un 42 %. Definitivamente, ahora el proceso es más robusto. Es pertinente mencionar que se pasó de tener un 57 % a un 64 % de tiempo efectivo por turno: una mejora de 554 a 614 minutos, o lo que es igual, ahora se tienen 21 horas más efectivas para el proceso.

También se detectó otros problemas que están afectando el proceso, para los que se recomendará un plan de acción que solvente y mejore aún más el Área de Reparación de Colaterales.

Es preciso, al final de la evaluación del área, definir qué es lo más conveniente para disminuir el rubro por concepto de horas extras, hacer el análisis sobre la distribución de los recursos del área para su mejor aprovechamiento, y así decidir si hay que continuar con el pago de horas extras o, en su defecto, aumentar la cantidad de colaboradores.

El proceso de control estará a cargo del Departamento de Ingeniería del Área de Reparación de Colaterales, y se deberá analizar las métricas y tomar las medidas pertinentes. En caso de que se salga de control, esto amerita acciones como hacer cambios menores y hasta revisar todo el proceso, definir medidas de contingencia y efectuar cambios mayores en el proceso, si así se requiere.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto y analizar los resultados obtenidos fundamentados en la situación actual del proceso de diagnóstico de ALFA, en la estación de reparación de colaterales y con base en los objetivos presentados, se concluye lo siguiente:

- ❖ Se implementa la estandarización en el proceso de diagnóstico de ALFA, logrando eliminar la ambigüedad del flujo de proceso, con lo que se redujo la diferencia en tiempos de ejecución, convirtiéndolo en un proceso LEAN.

- ❖ Se hace un mapeo del proceso que permite su estandarización y lo depura mediante la eliminación del desperdicio. Esto impacta en la reducción del diferencial del tiempo entre los turnos de trabajo, reduciendo la brecha de tiempo de ~25 minutos a ~4 minutos en la ejecución total del flujo, lo que representa un 25 % del tiempo de diagnóstico y un 3,42 % del tiempo total.

- ❖ Se miden los tiempos de ejecución antes y después de la estandarización, lo que permitió definir la meta de la métrica de la duración del flujo de diagnóstico del colateral ALFA, y fijar la meta en una hora con veinticinco minutos; con base en este resultado se asegura que el proceso es medible y está en control.

- ❖ Se implementa una mejora en las pruebas automáticas, reduciendo el tiempo total de ejecución y asegurando la calidad de las pruebas de diagnóstico; esta mejora de la prueba automática redujo el tiempo en ~35 minutos, con lo que se adicionaron 21 horas efectivas semanales a la capacidad de la estación de diagnóstico de ALFA.

- ❖ Se determina que no se cuenta con un paquete de entrenamiento para los colaboradores, lo que impacta directamente en la calidad de las reparaciones a los ALFA y en el tiempo consumido en su diagnóstico.

- ❖ Se determina que el consumo de horas extras en el Área de Reparación es de ~185 horas semanales, con un costo de 6 660 000 colones anuales.

- ❖ Se determina que la respuesta de Ingeniería a los problemas escalados por los operadores toma demasiado tiempo, y esto genera retrasos en el diagnóstico de las fallas e impacta en los tiempos de reparación.

6.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Continuar con el proceso de mejora continua, asegurándose de mantener la estandarización del proceso mediante las revisiones pertinentes para tenerlo controlado.

- ❖ Continuar con la evaluación de las pruebas de diagnóstico del ALFA, como muestra de la participación activa del grupo de Ingeniería para implementar mejoras que ayuden a tener un proceso eficiente.

- ❖ Continuar con el proceso de mejora continua, midiendo los tiempos de ejecución para asegurar que el proceso esté controlado y hacer los cambios pertinentes e implementar mejoras.

- ❖ Definir un paquete de entrenamiento para los colaboradores, que permita asegurar que los técnicos cuentan con el conocimiento necesario para mantener y elevar el estándar de calidad del área.

- ❖ Hacer una evaluación completa del costo beneficio de las horas extras dedicadas a las tareas de ingeniería, para determinar si la mejor opción es contratar un colaborador fijo.

- ❖ Definir el plan de acción y los roles y responsabilidades del equipo de Ingeniería, para brindar un tiempo de respuesta óptimo y alineado a los requerimientos del área de reparación de colaterales.

- ❖ Implementar la metodología LEAN en todos los procesos del Área de Reparación de Colaterales del Laboratorio de Validación de Intel.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo Borrego, A. & Linares Barrantes, M. (2012). *El enfoque y rol del ingeniero industrial para la gestión y decisión en el mundo de las organizaciones*. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial UNMSM. Volumen 15: Páginas 9 a la 24 inclusive. Disponible en:
<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/download/6236/5440>.

Arvelo, A. (1998). *Capacidad de los procesos industriales: Métodos estadísticos exigidos por las normas ISO 9000*. Caracas, Venezuela: Ed. Publicaciones UCAB. Disponible en:
<https://books.google.co.cr/books?id=13p4OVgKmbAC&pg=PA17&lpg=PA17&dq=La+cALFAacididad+del+proceso+es+entonces+la+disposici%C3%B3n+que+tien e+para+adALFAtarse+a+las+especificaciones,+y+es+por+consiguiente+una+cu alidad+que+debe+exig%C3%ADrsele+a+todo+proceso+industrial,+si+quiere+ga rantizar+la+fabricaci%C3%B3n+de+piezas+que+cumplan+los+requisitos+de+cal idad+establecidos+en+las+normas&source=bl&ots=GiD-qzg8Ft&sig=RSWDO nM0HO78uySLCjmfV0JJRuo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj 3ovi1u4vZAhVEjlkKHVZ8CYcQ6AEIJjAA#v=onepage&q&f=false>.

Baca Urbina, G.; Cruz Valderrama, M.; Vázquez, I.; Baca Cruz, G.; Gutiérrez Matus, J.; Pacheco Espejel, A.; Rivera González, A.; Rivera González, I. y Obregón Sánchez, G. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. 2a ed. México: Ed. Grupo Editorial Patria. Disponible en:
<http://www.editorialpatria.com.mx/mobile/pdf/files/9786074383164.pdf>

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. 3ª ed. Colombia: Ed. Pearson.

Disponible en:

http://biblioteca.uccvirtual.edu.ni/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=245&Itemid=1.

Castañeda, R.; Camacho, L. y Dulanto, P. (2015). *Estandarización del proceso de empaque en una línea de producción de palta hass utilizando la norma ISO 9001 2015 para mejorar la productividad de la empresa TAL S.A.* (Tesis inédita de Maestría). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.

Díaz del Castillo, F. (2009). *La manufactura esbelta*. Cuautitlán, Izcalli: UNAM.

Disponible en:

http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf

Cortés Cortés, M y Iglesias León, M (2004). *Generalidades sobre la metodología de la investigación*. Campeche, México: Universidad Autónoma del Carmen.

Disponible en:

http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf

Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión integral de la calidad*. Barcelona: Ed Profit

Disponible en: <http://librosenpdf.org/libro-gestion-integral-calidad-implantacion-control-certificacion-pdf/>

Chacón Zamora, D. (2017). *Análisis y mejora para aumentar la capacidad de producción en el proceso de reparación de medidores, en el Laboratorio Nacional de Medidores*. (Tesis inédita de Bachillerato). Universidad Hispanoamericana, San José, Costa Rica.

Giannasi, E. (2012). *Desperdicios en la Producción*. Córdoba, Argentina: Instituto

Nacional de Tecnología Industrial Disponible en:

<http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios%20de%20la%20producci%C3%B3n-%20Ef.%20Em.pdf>.

Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. (2008). *Herramientas para el análisis y mejora de procesos*. México DF, México. Disponible en: https://www.bsc-virtual.org/archivos/compendio_de_herramientas_de_mejora.pdf

Hernández Matías, J. y Vizan Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Ed EOI. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/file/19633/download?token=VL6T1iHz>.

Ishikawa, K. (1997). *¿Qué es el control de calidad? La modalidad japonesa*. 11ª re. Colombia: Ed. Versalles. Disponible en: https://jrvargas.files.wordpress.com/2011/02/que_es_el_control_total_de_la_calidad_-_kauro_ishikawa.pdf.

ITSON. (2012). *Productividad y desarrollo*. Ciudad Obregón, Sonora: Instituto Tecnológico de Sonora. Disponible en: <http://www.itson.mx/publicaciones/Documents/ingytec/productividadydesarrollo.pdf>.

Jiménez, M. (2016). *Desarrollo de un plan de mejora de productividad en el laboratorio de Incoming quality en Hospira Costa Rica*. (Tesis inédita de Bachillerato). Universidad Hispanoamericana, San José, Costa Rica

Moyano Alulema, J. (2016). *Optimización de la producción en el área de soldadura de la empresa Ciauto Ambato mediante el balanceo de línea, utilizando estandarización de tiempos para el modelo M4*. (Tesis inédita de maestría).

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Ocampo, J & Pavón, A. (2012). *Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con la simulación de eventos discretos en Flexsim*. Panama: LACCEI. Disponible en:
<http://laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPALFAers/RP147.pdf>.

Padilla, L. (2010). *Manufactura esbelta ágil*. Revista Ingeniería Primero. Volumen 15: Páginas 64 a la 69 inclusive. Disponible en:
http://fgsalazar.net/LANDIVAR/INGPRIMERO/boletin15/URL_15_MEC01.pdf.

UNIT. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Montevideo, Uruguay; Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Disponible en:
<https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>.

Valencia Gracia, A. (2016). *Estandarización de procesos de mantenimiento en la planta CEVA de la empresa COLTEJER* (Tesis inédita de bachillerato). Instituto Técnico Metropolitano, Medellín, Colombia

Arias, J. (2017). Intel busca proyectos innovadores en Costa Rica. Periódico digital CRHOY. Disponible en:

<https://www.crhoy.com/economia/intel-busca-proyectos-innovadores-en-costa-rica/>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Tabla Excel para recolectar mediciones de tiempo de etapa 1 Turno A.

Fecha	(D)6-5-18	(D)6-5-18	(L)7-5-18	(K)8-5-18	(M)9-5-18	(M)9-5-18	(J)10-5-18	(V)11-5-18	(V)11-5-18	(S)12-5-18	(S)12-5-18	(D)13-5-18	(D)13-5-18	(L)14-5-18	(M)16-5-18	(J)17-5-18	(J)17-5-18	(J)17-5-18	(V)18-6-18	(S)19-6-18
Hora	9:20:00	11:30:00	8:10:00	6:50:00	6:10:00	8:40:00	10:50:00	6:40:00	11:20:00	7:05:00	10:10:00	8:30:00	11:10:00	11:50:00	9:15:00	6:10:00	8:30:00	11:15:00	6:40:00	9:35:00
Operacion \ TOMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:11:34	0:14:51	0:12:05	0:13:23	0:14:02	0:13:14	0:14:45	0:11:58	0:13:33	0:11:02	0:13:37	0:12:31	0:11:39	0:14:26	0:13:21	0:11:45	0:15:06	0:13:21	0:13:17	0:13:43
Colocar remplazo del ALFA	0:09:50	0:10:23	0:11:42	0:10:14	0:11:09	0:12:23	0:11:37	0:13:41	0:12:15	0:08:25	0:11:11	0:12:57	0:09:34	0:12:07	0:11:48	0:12:14	0:11:37	0:13:03	0:12:43	0:12:22
INSERTAR de ALFA en sistemas	0:05:15	0:04:38	0:03:57	0:04:13	0:04:03	0:04:46	0:04:35	0:05:54	0:04:32	0:04:34	0:04:14	0:05:04	0:04:12	0:04:03	0:04:23	0:05:14	0:04:56	0:04:21	0:04:23	0:04:05
Montar ALFA en el MESA DE PRUEBA	0:05:20	0:06:15	0:04:41	0:05:12	0:06:02	0:05:19	0:05:38	0:05:22	0:04:53	0:04:57	0:05:07	0:04:55	0:06:12	0:05:23	0:05:06	0:04:49	0:05:23	0:05:08	0:05:33	0:05:26
Documentacion de GEDI y reportes	0:05:30	0:04:56	0:06:12	0:07:24	0:06:02	0:05:52	0:05:59	0:06:34	0:05:40	0:05:55	0:04:48	0:05:39	0:05:58	0:06:33	0:06:43	0:05:45	0:05:32	0:05:34	0:06:12	0:05:19
Revison de VT y revision fisica del Actuador	0:05:15	0:05:03	0:05:06	0:05:44	0:05:12	0:05:23	0:05:21	0:05:09	0:05:34	0:04:58	0:05:07	0:05:19	0:05:12	0:05:16	0:05:22	0:05:12	0:05:37	0:05:23	0:05:14	0:05:43
Se carga parametros del MP (Software+Hardware)	0:09:40	0:04:27	0:04:12	0:07:02	0:04:56	0:04:45	0:03:49	0:04:03	0:04:22	0:08:21	0:06:46	0:04:23	0:04:16	0:04:33	0:04:04	0:07:13	0:05:45	0:04:21	0:04:03	0:04:34
Inicia Pruebas AUTOMATICAS 1	0:17:14	0:14:30	0:16:56	0:13:43	0:17:02	0:16:23	0:15:07	0:17:34	0:14:52	0:14:58	0:17:21	0:17:03	0:16:31	0:16:04	0:17:19	0:16:22	0:15:13	0:14:43	0:14:56	0:15:31
INICIA Pruebas AUTOMATICAS 2	0:44:00	0:45:57	0:43:46	0:47:03	0:46:33	0:45:23	0:44:37	0:42:05	0:46:12	0:43:41	0:45:03	0:46:54	0:45:52	0:43:56	0:44:45	0:46:42	0:45:10	0:44:21	0:45:33	0:44:12
Eliminar condensacion	0:02:45	0:02:34	0:02:38	0:02:21	0:02:26	0:02:12	0:02:16	0:02:37	0:02:21	0:02:04	0:02:35	0:02:29	0:02:26	0:02:18	0:02:24	0:02:23	0:02:27	0:02:13	0:02:05	0:02:09
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:45	0:04:12	0:05:34	0:04:59	0:04:45	0:04:37	0:04:46	0:05:12	0:04:23	0:04:13	0:04:01	0:04:33	0:05:26	0:04:11	0:04:31	0:04:33	0:04:23	0:04:17	0:04:22	0:04:13
Documentacion para informe de cambio de turno	0:05:05	0:05:13	0:04:32	0:03:34	0:03:41	0:04:01	0:04:20	0:04:12	0:05:03	0:04:45	0:04:18	0:04:04	0:04:07	0:04:13	0:04:23	0:04:11	0:04:19	0:04:36	0:04:19	0:04:02
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:55	0:03:32	0:03:41	0:03:12	0:03:23	0:03:14	0:03:02	0:03:22	0:03:10	0:03:45	0:03:31	0:03:13	0:03:20	0:03:14	0:03:02	0:03:34	0:03:12	0:03:05	0:03:48	0:03:12
Total	2:10:08	2:06:31	2:05:02	2:08:04	2:09:16	2:07:32	2:05:52	2:07:43	2:06:50	2:01:38	2:07:39	2:09:04	2:04:45	2:06:17	2:07:11	2:09:57	2:08:40	2:04:26	2:06:28	2:04:31

Operacion \ TOMA	Promedio
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:13:10
Colocar remplazo del ALFA	0:11:34
INSERTAR de ALFA en sistemas	0:04:34
Montar ALFA en el MESA DE PRUEBA	0:05:20
Documentacion de GEDI y reportes	0:05:54
Revison de VT y revision fisica del Actuador	0:05:18
Se carga parametros del MP (Software+Hardware)	0:05:17
Inicia Pruebas AUTOMATICAS 1	0:15:58
INICIA Pruebas AUTOMATICAS 2	0:45:05
Eliminar condensacion	0:02:23
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:36
Documentacion para informe de cambio de turno	0:04:21
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:22
Total	2:06:53

APÉNDICE B

Tabla Excel para recolectar mediciones de tiempo de etapa 1 Turno B.

Fecha	(D)6-5-18	(D)6-5-18	(L)7-5-18	(L)7-5-18	(K)8-5-18	(K)8-5-18	(M)9-5-18	(J)10-5-18	(J)10-5-18	(V)11-5-18	(S)12-5-18	(D)13-5-18	(D)13-5-18	(L)14-5-18	(L)14-5-18	(K)15-5-18	(M)16-5-18	(J)17-6-18	(V)18-6-18	(S)19-6-18
Hora	14:20:00	17:30:00	16:40:00	19:50:00	14:15:00	16:45:00	15:50:00	14:05:00	17:20:00	19:45:00	15:05:00	14:40:00	19:25:00	16:20:00	19:15:00	14:35:00	17:05:00	15:45:00	16:10:00	19:25:00
Operacion \ TOMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:13:45	0:14:37	0:14:12	0:15:21	0:13:42	0:12:04	0:13:45	0:14:43	0:13:01	0:14:32	0:13:45	0:13:59	0:14:23	0:14:43	0:14:25	0:15:46	0:14:35	0:14:09	0:14:03	0:14:57
Colocar remplazo de ALFA	0:11:48	0:11:32	0:12:37	0:14:59	0:12:53	0:13:32	0:11:54	0:13:17	0:12:26	0:13:56	0:13:23	0:12:27	0:13:56	0:14:05	0:14:27	0:13:57	0:14:05	0:11:54	0:12:12	0:12:46
Sacar en sistema	0:04:23	0:03:59	0:04:24	0:04:32	0:04:05	0:03:54	0:04:43	0:04:23	0:04:48	0:04:36	0:04:31	0:04:12	0:04:44	0:03:58	0:04:41	0:04:23	0:04:45	0:04:33	0:03:59	0:03:36
Incluir en sistema	0:05:12	0:06:03	0:05:35	0:05:49	0:05:51	0:05:48	0:06:21	0:05:13	0:05:57	0:05:53	0:06:17	0:06:04	0:05:47	0:06:26	0:05:52	0:05:42	0:06:31	0:05:38	0:05:02	0:05:19
Colocacion en mesa para revision mecanica	0:04:54	0:04:21	0:03:48	0:04:33	0:04:26	0:04:21	0:04:13	0:04:44	0:04:21	0:04:43	0:04:24	0:04:45	0:04:17	0:04:44	0:04:37	0:04:21	0:04:11	0:04:43	0:04:14	0:04:42
Documentacion de GEDI y reportes	0:06:03	0:05:43	0:05:56	0:06:12	0:05:39	0:05:43	0:06:12	0:05:39	0:05:33	0:06:05	0:05:47	0:05:54	0:05:39	0:05:48	0:06:18	0:05:34	0:06:01	0:05:23	0:05:53	0:05:36
Revision Fisica del Actuador	0:04:34	0:03:45	0:04:12	0:03:54	0:04:22	0:04:03	0:04:03	0:04:11	0:04:41	0:04:35	0:04:42	0:04:29	0:04:35	0:04:41	0:04:23	0:04:28	0:04:33	0:04:49	0:04:26	0:05:01
Montar ALFA en MESA AUTOMATICA	0:05:19	0:05:07	0:04:57	0:04:26	0:05:03	0:04:54	0:05:06	0:05:02	0:05:11	0:05:56	0:05:21	0:05:31	0:05:04	0:05:13	0:04:49	0:04:34	0:05:12	0:04:37	0:04:21	0:04:34
Se carga parametros del MA (Software+Hardware) **	0:06:41	0:05:16	0:05:23	0:05:03	0:06:27	0:05:53	0:06:32	0:05:48	0:05:43	0:05:34	0:05:09	0:06:13	0:06:06	0:05:45	0:05:29	0:05:21	0:05:35	0:05:28	0:05:32	0:05:02
Reset de TCC	0:02:30	0:02:14	0:02:17	0:02:10	0:02:09	0:02:13	0:02:17	0:02:21	0:02:11	0:02:16	0:02:31	0:02:20	0:02:13	0:02:17	0:02:03	0:02:24	0:02:21	0:02:15	0:02:13	0:02:33
Inician Pruebas Automaticas 1	0:15:31	0:17:39	0:16:14	0:15:45	0:16:38	0:16:03	0:15:56	0:16:02	0:16:14	0:17:06	0:16:43	0:15:58	0:17:21	0:15:42	0:16:41	0:15:56	0:15:39	0:16:21	0:15:52	0:16:24
inician Pruebas Automaticas 2	0:46:22	0:48:39	0:47:02	0:46:21	0:46:46	0:47:32	0:46:27	0:45:56	0:46:17	0:45:46	0:44:56	0:46:39	0:47:12	0:46:54	0:45:45	0:46:32	0:45:53	0:47:14	0:45:45	0:46:27
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:54	0:05:42	0:04:52	0:05:20	0:05:43	0:04:51	0:05:45	0:04:47	0:04:51	0:05:30	0:05:47	0:05:32	0:06:05	0:05:49	0:05:37	0:05:31	0:05:47	0:05:36	0:05:32	0:05:37
Documentacion para informe de cambio de turno	0:04:23	0:03:56	0:04:12	0:04:02	0:04:12	0:04:23	0:04:31	0:04:33	0:04:42	0:04:39	0:05:02	0:05:45	0:04:51	0:05:36	0:05:59	0:05:33	0:05:51	0:05:43	0:05:20	0:05:37
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:04	0:03:31	0:03:01	0:03:22	0:03:15	0:03:08	0:03:52	0:03:45	0:03:39	0:03:23	0:03:14	0:03:11	0:03:25	0:03:19	0:03:35	0:03:41	0:03:27	0:03:45	0:03:12	0:03:07
Total	2:19:23	2:22:04	2:18:42	2:21:49	2:21:11	2:18:21	2:21:37	2:20:24	2:19:35	2:24:30	2:21:32	2:22:59	2:25:38	2:25:00	2:24:41	2:23:43	2:24:26	2:22:08	2:17:36	2:21:18

Operacion \ TOMA	Promedio
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:14:13
Colocar remplazo de ALFA	0:13:06
Sacar en sistema	0:04:21
Incluir en sistema	0:05:49
Colocacion en mesa para revision mecanica	0:04:28
Documentacion de GEDI y reportes	0:05:50
Revision Fisica del Actuador	0:04:25
Montar ALFA en MESA AUTOMATICA	0:05:01
Se carga parametros del MA (Software+Hardware) **	0:05:42
Reset de TCC	0:02:17
Inician Pruebas Automaticas 1	0:16:17
inician Pruebas Automaticas 2	0:46:31
Documentacion de GEDI y reportes	0:05:27
Documentacion para informe de cambio de turno	0:04:57
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:24
Total	2:21:50

APÉNDICE C

Tabla Excel para recolectar mediciones de tiempo de etapa 1 Turno C.

Fecha	(L)7-5-18	(K)8-5-18	(K)8-5-18	(M)9-5-18	(M)9-5-18	(J)10-5-18	(J)10-5-18	(V)11-5-18	(S)12-5-18	(D)13-5-18	(L)14-5-18	(K)15-5-18	(K)15-5-18	(K)15-5-18	(M)16-5-18	(J)17-5-18	(V)18-5-18	(V)18-5-18	(V)18-5-18	(S)19-5-18
Hora	22:20:00	0:46:00	3:20:00	22:05:00	0:35:00	22:40:00	1:25:00	22:20:00	22:10:00	0:35:00	23:00:00	1:40:00	3:55:00	21:40:00	0:10:00	22:10	1:15	3:45	22:05	3:50
Operacion \ TOMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:14:23	0:13:58	0:13:49	0:14:02	0:12:47	0:14:12	0:13:53	0:13:42	0:14:02	0:12:58	0:13:45	0:14:33	0:14:21	0:14:17	0:13:49	0:12:48	0:14:32	0:14:02	0:13:39	0:14:45
Colocar remplazo del ALFA	0:11:13	0:13:34	0:11:53	0:13:23	0:12:05	0:14:04	0:13:59	0:12:48	0:13:32	0:13:32	0:12:54	0:12:53	0:13:22	0:13:02	0:13:14	0:13:14	0:14:21	0:13:43	0:12:32	0:14:12
Ingresar de ALFA en sistemas	0:05:39	0:05:32	0:05:12	0:05:29	0:05:43	0:05:32	0:05:31	0:05:37	0:05:29	0:05:12	0:05:17	0:05:47	0:05:38	0:05:20	0:05:33	0:05:20	0:05:27	0:05:35	0:05:37	0:05:09
Documentacion de GEDI y reportes	0:07:11	0:07:08	0:07:22	0:07:07	0:06:34	0:07:19	0:07:12	0:06:49	0:06:48	0:07:12	0:07:19	0:06:36	0:06:57	0:07:23	0:07:09	0:06:47	0:07:23	0:07:08	0:06:33	0:07:12
Montar ALFA en el MTEC	0:05:04	0:05:45	0:05:19	0:05:29	0:05:44	0:05:24	0:04:57	0:05:04	0:05:16	0:05:13	0:05:29	0:05:12	0:05:17	0:05:34	0:05:21	0:05:29	0:05:22	0:05:53	0:05:12	0:05:23
Revisión de VT y revisión física del Actuador **	0:16:32	0:19:25	0:18:47	0:17:29	0:17:38	0:21:03	0:18:22	0:17:43	0:18:05	0:19:34	0:19:23	0:21:45	0:18:34	0:18:21	0:20:46	0:19:42	0:21:32	0:18:12	0:18:43	0:19:48
Se carga parametros del MESA AUTO (Software+Hardware)	0:05:47	0:05:21	0:05:38	0:05:27	0:05:24	0:05:26	0:05:33	0:05:21	0:05:23	0:05:12	0:05:45	0:05:48	0:05:32	0:05:37	0:05:19	0:05:26	0:05:27	0:05:16	0:05:25	0:05:04
Inicia prueba automatica 1	0:16:43	0:15:48	0:16:12	0:15:43	0:16:20	0:16:28	0:15:55	0:16:34	0:15:21	0:16:12	0:16:45	0:16:33	0:15:56	0:16:42	0:16:38	0:15:58	0:16:17	0:16:04	0:16:13	0:16:23
inicia prueba automatica 2	0:45:52	0:45:45	0:47:10	0:45:41	0:46:37	0:48:23	0:45:39	0:47:07	0:46:31	0:46:07	0:44:54	0:46:21	0:45:48	0:46:43	0:46:39	0:46:33	0:45:21	0:45:27	0:46:12	0:44:48
Documentacion de GEDI y reportes	0:06:32	0:06:05	0:06:12	0:06:07	0:06:29	0:06:43	0:06:15	0:06:36	0:06:12	0:05:58	0:06:33	0:06:04	0:06:22	0:06:17	0:06:05	0:06:23	0:06:34	0:06:27	0:06:32	0:06:27
Envia IM con detalles de ticket de GEDI	0:04:05	0:04:45	0:04:32	0:04:30	0:04:34	0:04:12	0:04:31	0:04:45	0:04:15	0:04:25	0:04:29	0:04:23	0:04:19	0:04:11	0:04:38	0:04:42	0:04:43	0:04:36	0:04:21	0:04:33
Companero designado llena documentacion de transporte de ALFA al area de disponibles	0:06:23	0:05:54	0:05:42	0:05:59	0:05:38	0:06:12	0:05:28	0:05:23	0:05:35	0:05:18	0:05:33	0:05:02	0:05:48	0:05:44	0:05:16	0:05:41	0:05:12	0:05:19	0:05:33	0:05:26
total	2:29:09	2:32:33	2:31:08	2:29:49	2:28:52	2:38:13	2:30:42	2:30:47	2:29:38	2:30:05	2:31:14	2:34:26	2:31:20	2:32:42	2:33:57	2:31:24	2:35:14	2:30:59	2:29:47	2:32:46

Operacion \ TOMA	Promedio
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:13:55
Colocar remplazo del ALFA	0:13:11
Ingresar de ALFA en sistemas	0:05:29
Documentacion de GEDI y reportes	0:07:03
Montar ALFA en el MTEC	0:05:22
Revisión de VT y revisión física del Actuador **	0:19:04
Se carga parametros del MESA AUTO (Software+Hardware)	0:05:28
Inicia prueba automatica 1	0:16:14
inicia prueba automatica 2	0:46:11
Documentacion de GEDI y reportes	0:06:21
Envia IM con detalles de ticket de GEDI	0:04:28
Companero designado llena documentacion de transporte de ALFA al area de disponibles	0:05:36
total	2:31:44

APÉNDICE E

Tabla Excel para recolectar mediciones de tiempo de etapa 2 Turno A.

Fecha	(D)24-6-18	(D)24-6-18	(D)24-6-18	(L)25-6-18	(L)25-6-18	(K)26-6-18	(M)27-6-18	(M)27-6-18	(J)28-6-18	(V)29-6-18	(V)29-6-18	(S)30-6-18	(S)30-6-18	(L)02-7-18	(K)3-7-18	(J)5-7-18	(J)5-7-18	(V)6-7-18	(S)7-7-18	(M)7-7-18
Hora	6:10:00	8:35:00	11:40:00	6:25:00	8:50:00	11:55:00	6:20:00	9:05:00	11:45:00	9:50:00	11:55:00	8:15:00	11:45:00	9:10:00	11:25:00	6:50:00	10:30:00	10:55:00	6:25:00	10:10:00
Operacion \ TOMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:11:23	0:12:02	0:11:41	0:12:10	0:10:46	0:12:34	0:13:22	0:12:41	0:12:55	0:12:12	0:11:45	0:13:21	0:10:23	0:12:15	0:11:45	0:12:21	0:11:13	0:12:02	0:12:45	0:11:31
Colocar remplazo del ALFA	0:09:15	0:09:23	0:10:02	0:09:49	0:11:12	0:09:34	0:11:01	0:11:04	0:13:03	0:09:34	0:09:23	0:10:12	0:11:15	0:10:56	0:09:12	0:12:02	0:09:03	0:09:33	0:10:01	0:09:12
Ingresar ALFA en sistemas	0:05:15	0:04:21	0:04:24	0:04:02	0:04:34	0:04:39	0:06:11	0:04:54	0:05:11	0:04:53	0:04:44	0:04:43	0:04:34	0:04:45	0:04:29	0:04:23	0:04:36	0:04:21	0:04:12	0:04:38
Colocacion en mesa para revision mecanica m	0:04:47	0:05:38	0:04:45	0:05:17	0:04:38	0:05:04	0:05:32	0:04:49	0:04:44	0:05:03	0:04:32	0:04:21	0:04:39	0:05:13	0:04:47	0:05:35	0:04:59	0:04:51	0:05:33	0:05:03
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:51	0:04:33	0:05:07	0:04:41	0:05:12	0:04:53	0:05:02	0:05:03	0:05:17	0:05:34	0:05:02	0:04:52	0:05:33	0:05:47	0:06:18	0:05:54	0:05:35	0:05:56	0:05:48	0:06:14
Montar ALFA en MODULO AUTO	0:05:15	0:05:03	0:04:39	0:05:21	0:04:45	0:04:55	0:05:33	0:04:52	0:05:34	0:05:11	0:04:39	0:05:11	0:04:12	0:05:01	0:04:10	0:04:36	0:04:24	0:04:08	0:04:15	0:04:03
Se carga parametros del MA (Software+Hardw	0:04:12	0:04:45	0:04:33	0:05:38	0:04:19	0:04:59	0:04:04	0:04:45	0:04:22	0:04:23	0:04:54	0:04:29	0:04:19	0:04:34	0:04:23	0:05:02	0:04:15	0:04:43	0:04:33	0:04:18
Inicia Prueba Automatica 1	0:16:24	0:14:30	0:14:35	0:15:29	0:15:03	0:15:22	0:15:07	0:14:45	0:15:23	0:14:23	0:14:43	0:15:45	0:14:56	0:15:45	0:15:31	0:14:33	0:14:33	0:15:21	0:14:21	0:14:14
INicia Prueba Automatica 2	0:07:58	0:08:04	0:08:07	0:09:01	0:08:23	0:08:11	0:07:54	0:08:23	0:08:07	0:08:15	0:08:09	0:08:22	0:09:02	0:08:34	0:08:12	0:09:03	0:08:34	0:07:59	0:08:08	0:08:15
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:02	0:04:22	0:04:27	0:04:34	0:04:56	0:04:12	0:04:23	0:04:39	0:04:07	0:04:41	0:04:13	0:04:17	0:04:12	0:04:23	0:04:23	0:04:42	0:04:37	0:04:08	0:04:12	0:04:34
Documentacion para informe de cambio de tur	0:04:56	0:05:01	0:04:53	0:04:23	0:04:34	0:05:02	0:04:19	0:04:51	0:04:13	0:04:33	0:04:34	0:04:22	0:04:36	0:04:03	0:04:42	0:04:27	0:04:06	0:04:12	0:04:13	0:04:16
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:12	0:03:13	0:03:22	0:03:12	0:03:23	0:03:21	0:03:41	0:03:36	0:03:41	0:03:14	0:03:32	0:03:42	0:03:14	0:03:12	0:03:24	0:03:20	0:03:41	0:03:04	0:03:24	0:03:11
Total	1:21:30	1:20:55	1:20:35	1:23:37	1:21:45	1:22:46	1:26:09	1:24:22	1:26:37	1:21:56	1:20:10	1:23:37	1:20:55	1:24:28	1:21:16	1:25:58	1:19:36	1:20:18	1:21:25	1:19:29

Operacion \ TOMA	Promedio
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:12:03
Colocar remplazo del ALFA	0:10:14
Ingresar ALFA en sistemas	0:04:41
Colocacion en mesa para revision mecanica m	0:05:00
Documentacion de GEDI y reportes	0:05:22
Montar ALFA en MODULO AUTO	0:04:47
Se carga parametros del MA (Software+Hardw	0:04:35
Inicia Prueba Automatica 1	0:15:02
INicia Prueba Automatica 2	0:08:20
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:24
Documentacion para informe de cambio de tur	0:04:31
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:23
Total	1:22:22

APÉNDICE F

Tabla Excel para recolectar mediciones de tiempo de etapa 2 Turno B

Fecha	(D)24-6-18	(D)24-6-18	(L)25-6-18	(L)25-6-18	(K)26-6-18	(M)27-6-18	(M)27-6-18	(J)28-6-18	(V)29-6-18	(V)29-6-18	(S)30-6-18	(S)30-6-18	(L)2-7-18	(K)3-7-18	(K)3-7-18	(J)5-7-18	(J)5-7-18	(V)6/7/18	(V)6/7/18	(S)7-7-18
Hora	15:40:00	18:05:00	14:20:00	17:05:00	14:35:00	17:20:00	19:30:00	14:20:00	16:45:00	18:50:00	15:10:00	17:45:00	14:50:00	16:25:00	19:15:00	14:40:00	17:15:00	14:05:00	19:50:00	15:35:00
Operacion \ TOMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:12:14	0:12:02	0:14:07	0:11:57	0:12:23	0:11:28	0:13:51	0:11:12	0:12:45	0:12:02	0:11:20	0:11:41	0:13:25	0:12:10	0:11:23	0:11:43	0:12:03	0:11:48	0:10:57	0:12:34
Colocar remplazo del ALFA	0:10:23	0:10:07	0:12:22	0:11:03	0:09:14	0:12:47	0:10:12	0:12:34	0:12:03	0:09:49	0:11:23	0:10:43	0:10:47	0:09:45	0:12:12	0:09:31	0:11:30	0:09:15	0:11:41	0:09:57
Ingresar ALFA en sistemas	0:05:47	0:05:45	0:04:53	0:05:22	0:04:45	0:05:04	0:05:02	0:04:47	0:05:15	0:04:38	0:04:38	0:04:42	0:04:53	0:04:51	0:04:49	0:05:27	0:05:12	0:05:17	0:04:56	0:05:25
Colocacion en mesa para revision mecanica m	0:06:34	0:06:36	0:06:12	0:06:41	0:06:32	0:06:48	0:06:10	0:06:18	0:06:45	0:07:06	0:06:28	0:06:04	0:06:54	0:06:37	0:06:45	0:06:28	0:06:39	0:06:42	0:06:35	0:06:56
Documentacion de GEDI y reportes	0:05:12	0:05:48	0:05:46	0:05:57	0:05:58	0:06:16	0:05:34	0:06:03	0:06:12	0:05:42	0:05:05	0:06:21	0:05:33	0:06:14	0:06:34	0:05:56	0:06:42	0:05:42	0:06:05	0:06:31
Montar ALFA en MODULO AUTO	0:04:02	0:04:10	0:04:32	0:04:47	0:04:13	0:04:21	0:04:20	0:04:10	0:04:06	0:04:02	0:04:01	0:04:13	0:04:04	0:04:15	0:04:12	0:04:03	0:04:33	0:04:31	0:04:08	0:04:11
Se carga parametros del MA (Software+Hardwa	0:05:41	0:05:45	0:04:28	0:05:10	0:04:24	0:04:44	0:04:15	0:04:31	0:04:17	0:04:12	0:04:21	0:04:17	0:04:18	0:04:21	0:04:15	0:04:39	0:05:31	0:04:41	0:04:16	0:04:17
Inicia Prueba Automatica 1	0:14:33	0:14:17	0:15:17	0:14:33	0:14:21	0:14:16	0:13:54	0:16:21	0:15:13	0:14:44	0:15:16	0:15:12	0:15:01	0:15:21	0:15:10	0:14:54	0:16:02	0:15:21	0:16:11	0:15:33
INicia Prueba Automatica 2	0:08:13	0:08:21	0:08:11	0:07:59	0:08:05	0:08:23	0:08:14	0:07:57	0:08:02	0:08:31	0:08:04	0:08:12	0:08:03	0:08:27	0:08:07	0:08:13	0:08:04	0:08:19	0:08:03	0:08:25
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:34	0:04:01	0:04:18	0:04:27	0:04:16	0:04:04	0:04:45	0:04:07	0:04:35	0:05:12	0:04:30	0:04:10	0:04:20	0:04:09	0:04:12	0:04:17	0:04:12	0:04:15	0:04:18	0:04:21
Documentacion para informe de cambio de tur	0:04:27	0:04:24	0:04:42	0:04:19	0:04:22	0:04:29	0:04:12	0:04:31	0:04:17	0:04:47	0:04:34	0:04:33	0:04:31	0:04:21	0:04:23	0:05:12	0:04:37	0:05:20	0:04:36	0:04:14
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:31	0:03:42	0:03:20	0:03:15	0:03:11	0:03:17	0:03:32	0:03:29	0:03:34	0:03:26	0:03:12	0:03:25	0:03:22	0:03:23	0:03:16	0:03:32	0:03:41	0:03:18	0:03:31	0:03:20
Total	1:25:11	1:24:58	1:28:08	1:25:30	1:21:44	1:25:57	1:24:01	1:26:00	1:27:04	1:24:11	1:22:52	1:23:33	1:25:11	1:23:54	1:25:18	1:23:55	1:28:46	1:24:29	1:25:17	1:25:44

Operacion \ TOMA	Promedio
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:12:09
Colocar remplazo del ALFA	0:10:52
Ingresar ALFA en sistemas	0:05:04
Colocacion en mesa para revision mecanica m	0:06:35
Documentacion de GEDI y reportes	0:05:58
Montar ALFA en MODULO AUTO	0:04:15
Se carga parametros del MA (Software+Hardwa	0:04:37
Inicia Prueba Automatica 1	0:15:04
INicia Prueba Automatica 2	0:08:12
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:21
Documentacion para informe de cambio de tur	0:04:33
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:25
Total	1:25:05

APÉNDICE G

Tabla Excel para recolectar mediciones de tiempo de etapa 2 Turno C.

Fecha	(L)25-6-18	(K)26-6-18	(M)27-6-18	(M)27-6-18	(J)28-6-18	(J)28-6-18	(V)29-6-18	(V)29-6-18	(S)30-6-18	(D)1-7-18	(D)1-7-18	(L)2-7-18	(L)2-7-18	(K)3-7-18	(K)3-7-18	(K)3-7-18	(M)4-7-18	(J)5/7/18	(V)6/7/18	(V)6-7-18
Hora	22:10:00	22:05:00	0:40:00	22:30:00	0:50:00	22:15:00	0:25:00	22:20:00	22:10:00	0:35:00	22:05:00	0:15:00	22:30:00	0:50:00	3:10:00	5:15:00	22:25:00	22:10:00	0:30:00	22:15:00
Operacion \ TOMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:12:41	0:11:23	0:14:10	0:13:31	0:13:10	0:13:43	0:12:21	0:12:54	0:11:04	0:13:43	0:12:42	0:12:56	0:12:35	0:14:33	0:14:12	0:12:42	0:13:41	0:14:45	0:12:09	0:14:23
Colocar remplazo del ALFA	0:10:02	0:09:56	0:10:45	0:11:47	0:12:31	0:10:12	0:11:45	0:10:22	0:09:23	0:12:12	0:10:03	0:10:42	0:11:20	0:09:33	0:11:56	0:09:47	0:13:02	0:12:10	0:09:34	0:13:45
Ingresar ALFA en sistemas	0:04:52	0:05:11	0:04:49	0:04:40	0:05:03	0:05:13	0:04:46	0:05:05	0:04:49	0:05:11	0:04:43	0:04:54	0:05:06	0:05:12	0:04:54	0:05:19	0:05:15	0:04:57	0:04:43	0:04:30
Colocacion en mesa para revision mecanica m	0:06:43	0:06:47	0:06:31	0:07:23	0:06:39	0:06:44	0:07:24	0:06:38	0:06:42	0:06:35	0:06:57	0:06:45	0:06:54	0:06:46	0:06:51	0:06:43	0:06:39	0:06:24	0:06:29	0:06:27
Documentacion de GEDI y reportes	0:05:13	0:06:22	0:05:57	0:06:02	0:06:11	0:05:32	0:06:03	0:06:13	0:05:47	0:05:44	0:05:42	0:06:22	0:06:37	0:05:58	0:06:12	0:06:27	0:06:16	0:06:09	0:06:31	0:06:19
Montar ALFA en MODULO AUTO	0:04:16	0:04:33	0:04:09	0:04:10	0:04:29	0:04:21	0:04:11	0:04:09	0:04:12	0:04:04	0:04:24	0:04:19	0:04:12	0:04:18	0:04:11	0:04:09	0:04:19	0:04:14	0:04:31	0:04:04
Se carga parametros del MA (Software+Hardw	0:04:31	0:04:42	0:04:16	0:04:29	0:04:19	0:04:33	0:04:15	0:04:36	0:04:33	0:04:43	0:04:25	0:04:17	0:04:38	0:04:27	0:04:17	0:05:35	0:04:25	0:04:12	0:04:23	0:04:14
Inicia Prueba Automatica 1	0:14:45	0:15:23	0:15:45	0:14:41	0:15:15	0:15:07	0:16:21	0:14:40	0:14:46	0:15:46	0:14:42	0:15:05	0:15:13	0:14:02	0:15:14	0:15:34	0:15:13	0:15:19	0:14:45	0:14:32
INicia Prueba Automatica 2	0:08:14	0:08:04	0:09:11	0:08:13	0:08:10	0:08:17	0:08:05	0:07:58	0:08:33	0:08:12	0:08:03	0:08:11	0:08:42	0:08:06	0:08:15	0:08:38	0:08:14	0:08:08	0:08:02	0:07:59
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:45	0:04:26	0:04:22	0:04:27	0:04:33	0:04:34	0:04:45	0:04:18	0:04:37	0:04:25	0:04:23	0:04:21	0:04:42	0:04:14	0:04:42	0:04:23	0:04:13	0:04:28	0:04:34	0:04:21
Documentacion para informe de cambio de tur	0:04:21	0:04:44	0:04:37	0:04:16	0:04:24	0:04:19	0:04:33	0:04:03	0:04:22	0:04:21	0:04:45	0:04:11	0:04:20	0:04:33	0:04:24	0:04:43	0:04:31	0:04:21	0:04:13	0:04:33
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:35	0:03:45	0:03:12	0:03:31	0:03:22	0:03:32	0:03:27	0:03:12	0:03:24	0:03:27	0:03:32	0:03:31	0:03:25	0:03:41	0:03:19	0:03:18	0:03:21	0:03:37	0:03:26	0:03:34
Total	1:23:58	1:25:16	1:27:44	1:27:10	1:28:06	1:26:07	1:27:56	1:24:08	1:22:12	1:28:23	1:24:21	1:25:34	1:27:44	1:25:23	1:28:27	1:27:18	1:29:09	1:28:44	1:23:20	1:28:41

Operacion \ TOMA	Promedio
Extraer ALFA del modulo de prueba	0:13:10
Colocar remplazo del ALFA	0:11:02
Ingresar ALFA en sistemas	0:04:58
Colocacion en mesa para revision mecanica m	0:06:45
Documentacion de GEDI y reportes	0:06:05
Montar ALFA en MODULO AUTO	0:04:16
Se carga parametros del MA (Software+Hardw	0:04:30
Inicia Prueba Automatica 1	0:15:06
INicia Prueba Automatica 2	0:08:16
Documentacion de GEDI y reportes	0:04:29
Documentacion para informe de cambio de tur	0:04:26
transporte de ALFA al area de disponibles	0:03:28
Total	1:26:29

