



Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Escuela de Ingeniería Industrial

Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Mejora Continua

Propuesta de mejora de los procesos de Formación y Capacitación hacia los colaboradores de 3M para disminuir los desperdicios y errores en el área de entrenamientos mediante la implementación de DMAIC.

Elaborado por

Carlos Pineda Cartin

Tutor

Ing. Jorge Eduardo Pereira Calvo

13 de diciembre, 2021

Carta de aprobación del tribunal examinador



TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: **Propuesta de mejora de los procesos de Formación y Capacitación hacia los colaboradores de 3M para disminuir los desperdicios y errores en el área de entrenamientos mediante la implementación de DMAIC**, por el estudiante: **Carlos Pineda Cartin**, fue aprobada por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial:

JORGE
EDUARDO
PEREIRA CALVO
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por JORGE EDUARDO
PEREIRA CALVO (FIRMA)
Fecha: 2022.01.05
21:21:52 -06'00'

JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO

TUTOR

EDUARDO
ANTONIO
MUÑOZ
CARDENAS
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por EDUARDO
ANTONIO MUÑOZ
CARDENAS (FIRMA)
Fecha: 2022.01.04
21:25:01 -06'00'

EDUARDO MUÑOZ CARDENAS

LECTOR

LUCIA
CATALINA
SANCHEZ
RAMIREZ
(FIRMA)

Firmado
digitalmente por
LUCIA CATALINA
SANCHEZ
RAMIREZ (FIRMA)
Fecha: 2022.01.06
22:36:40 -06'00'

LUCIA CATALINA SANCHEZ RAMIREZ

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

Carta del Comité Asesor

COMITÉ ASESOR

JORGE
EDUARDO
PEREIRA
CALVO (FIRMA)

Firmado digitalmente
por JORGE EDUARDO
PEREIRA CALVO
(FIRMA)
Fecha: 2022.01.05
21:23:14 -06'00'

JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO

TUTOR

EDUARDO
ANTONIO
MUÑOZ
CARDENAS
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por EDUARDO
ANTONIO MUÑOZ
CARDENAS (FIRMA)
Fecha: 2022.01.04
21:25:26 -06'00'

EDUARDO MUÑOZ CARDENAS

LECTOR

LUCIA
CATALINA
SANCHEZ
RAMIREZ
(FIRMA)

Firmado
digitalmente por
LUCIA CATALINA
SANCHEZ
RAMIREZ (FIRMA)
Fecha: 2022.01.06
22:35:51 -06'00'

LUCIA CATALINA SANCHEZ RAMIREZ

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

Carta de Tutor

Heredia, 29 de Noviembre de 2021

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Tutor, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "Propuesta de mejora de los procesos de Formación y Capacitación hacia los colaboradores de 3M para disminuir los desperdicios y errores en el área de entrenamientos mediante la implementación de DMAIC", elaborada por el estudiante Carlos Pineda Cartin, cédula de identidad 116470514.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Lector y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular

JORGE
EDUARDO
PEREIRA CALVO
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por JORGE EDUARDO
PEREIRA CALVO (FIRMA)
Fecha: 2022.01.05
21:22:32 -06'00'

JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO
Tutor

Carta de Lector

Heredia, 29 de Noviembre de 2021

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Lector, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "Propuesta de mejora de los procesos de Formación y Capacitación hacia los colaboradores de 3M para disminuir los desperdicios y errores en el área de entrenamientos mediante la implementación de DMAIC", elaborada por el estudiante Carlos Pineda Cartin, cédula de identidad 116470514.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Tutor y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular

EDUARDO ANTONIO MUÑOZ CARDENAS
(FIRMA)

firmado digitalmente por
EDUARDO ANTONIO MUÑOZ
CARDENAS (FIRMA)
Fecha: 2022.01.04 21:05:47 -0600

EDUARDO MUÑOZ CARDENAS
Lector

Carta de Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Carlos Pineda Cartin , estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual del Proyecto de Graduación titulado:

Propuesta de mejora de los procesos de Formación y Capacitación hacia los colaboradores de 3M para disminuir los desperdicios y errores en el área de entrenamientos mediante la implementación de DMAIC

Por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en Heredia, 28/03/2022



Carlos Pineda Cartin

Carta de revisión filológica

Carta de revisión filológica

San José, 21 de enero de 2022

Señores
Escuela de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Latina de Costa Rica

Estimados señores:

He revisado y corregido en todos los extremos filológicos: la redacción, la ortografía, la puntuación, la morfología, la sintaxis y los vicios del trabajo titulado **“Propuesta de mejora de los procesos de Formación y Capacitación hacia los colaboradores de 3M para disminuir los desperdicios y errores en el área de entrenamientos mediante la implementación de DMAIC”**, presentado por el estudiante Carlos Pineda Cartin, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Mejora Continua.

Con las correcciones realizadas en este trabajo de investigación, este es un documento con valor filológico y cumple con los requisitos necesarios para ser presentado ante las autoridades universitarias correspondientes.

Atentamente,

MARGARITA
SIRLENE CHAVES
BONILLA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
MARGARITA SIRLENE
CHAVES BONILLA (FIRMA)
Fecha: 2022.01.21 11:47:27
-06'00'

Margarita Sirlene Chaves Bonilla

Filóloga

Cédula 2 0717 0620

Carné 83791 (COLYPRO)

Carta de autorización del CRAI

Licencia De Distribución No Exclusiva (carta de la persona autora para uso didáctico)

Universidad Latina de Costa Rica

Yo (Nosotros):	Carlos Pineda Cartin
De la Carrera / Programa:	Ingeniería Industrial/ Licenciatura Énfasis en Mejora Continua
Modalidad de TFG:	Proyecto
Titulado:	Propuesta de mejora de los procesos de Formación y Capacitación hacia los colaboradores de 3M para disminuir los desperdicios y errores en el área de entrenamientos mediante la implementación de DMAIC

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el “AUTOR”), declara lo siguiente: **PRIMERO:** Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la “OBRA”). **SEGUNDO:** El AUTOR autoriza y cede a favor de la UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L. con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la “UNIVERSIDAD”), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la OBRA necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la OBRA con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. **TERCERO:** El AUTOR acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la UNIVERSIDAD no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. **CUARTO:** El AUTOR garantiza la originalidad de la OBRA, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la OBRA, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del AUTOR y este garantiza mantener indemne a la UNIVERSIDAD ante cualquier reclamo de algún tercero. **QUINTO:** El AUTOR se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión, incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la UNIVERSIDAD **SEXTO:** La presente autorización y cesión se registrará por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el AUTOR y la UNIVERSIDAD, en forma voluntaria e incondicional. **SÉPTIMO:** El AUTOR acepta que la UNIVERSIDAD, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la **OBRA**, y el **AUTOR**, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la **UNIVERSIDAD**, por lo que el **AUTOR** haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión. **OCTAVO**: El **AUTOR** concede a **UNIVERSIDAD**, el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD**, puede, sin cambiar el contenido, traducir la **OBRA** a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación. **NOVENO**: El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD** puede conservar más de una copia de este envío de la **OBRA** por fines de seguridad, respaldo y preservación. El **AUTOR** declara que el envío de la **OBRA** es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia. **DÉCIMO**: El **AUTOR** manifiesta que la **OBRA** y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la **OBRA** contiene material del que no posee los derechos de autor, el **AUTOR** declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a **UNIVERSIDAD** los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el **AUTOR** autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la **UNIVERSIDAD** utiliza la **OBRA** sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta. **SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATINA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO. La presente autorización se extiende el día 28 de Marzo de 2022 a las 11:28**

Firma del estudiante(s):



Agradecimientos

Agradezco a Dios, que me dio la fuerza para poder realizar este proyecto, a mis papás y a mi hermano, quienes siempre me dieron su apoyo cuando lo necesité. Además, a todos mis amigos y compañeros del trabajo, que estuvieron dispuestos a dar ideas y a ayudarme.

Dedicatoria

Este proyecto es dedicado a mis padres y a mi hermano, quienes siempre me han apoyado en mis estudios y metas personales.

Resumen

El presente trabajo expone la propuesta de mejora que se realizará en la empresa 3M para reducir los desperdicios, errores de los procesos de formación y capacitación a los empleados por medio de la automatización y actualización de procesos.

Las problemáticas actuales en los procesos generan gran cantidad de reprocesos, desperdicios y errores que afectan directamente la satisfacción de los clientes. La mayor cantidad de problemáticas actuales se encuentran en los subprocesos: realización de la métrica, documentación del volumen de trabajo, así como elaboración de los reportes. Los subprocesos mencionados anteriormente se encuentran dentro de los procesos de formación y capacitación, por lo tanto, afecta directamente todos los procesos involucrados con este.

La estrategia que se empleará en el proyecto es la aplicación de la metodología DMAIC, utilizando herramientas ingenieriles, con el fin de evidenciar la disminución de desperdicios y errores. Se van a aplicar las estrategias en cada una de las etapas del DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar).

Tabla de contenidos

Resumen	xi
Tabla de contenidos	xii
Lista de figuras	xvii
Lista de tablas	xix
Capítulo I. Introducción	2
1.1 Introducción	3
1.2 Antecedentes	4
1.2.1 Mejora de procesos	4
1.2.2 Disminución de desperdicios	4
1.2.3 Selección de variables de medición para reducir desperdicios.	5
1.3 Justificación del problema	6
1.4 Planteamiento del problema	10
1.5 Pregunta de investigación	11
1.5 Objetivos	11
1.5.1 Objetivo general	11
1.5.2 Objetivos específicos	11
1.6 Alcances	12
1.7 Limitaciones	12
Capítulo II. Marco teórico	13
2.1 Filosofía y conceptos	14
2.1.1 Metodología Lean	14
2.1.2 Six Sigma	14
2.1.3 DMAIC	17

2.2 Definición de las herramientas ingenieriles	19
2.2.1 Diagrama de Gantt	19
2.2.2 SIPOC	20
2.2.3 Diagrama Ishikawa	21
2.2.4 Diagrama de Pareto	22
2.2.5 Diagrama de flujo	23
2.2.6 Estadística descriptiva	23
2.2.7 Análisis de criticidad	24
2.2.8 Project Charter	25
2.2.9 Graficas de control	26
2.2.10 Histograma	27
2.2.11 Diagrama de cajas	28
2.2.11 Power BI	28
2.2 Importancia de las herramientas ingenieriles para el proyecto	28
Capítulo III. Marco metodológico	30
3.1 Tipo de investigación	31
3.2 Alcance de la investigación	31
3.3 Fuentes de información	33
3.4 Instrumentos y técnicas de recolección de información	35
3.5 Procedimiento metodológico	36
3.6 Definición, operacionalización e instrumentalización de variables	37
3.7 Diagrama de Gantt	38
Capítulo IV. Marco situacional	41
4.1 Introducción	42
4.2 Historia de la empresa	42

4.3 Ubicación	43
4.4 Organigrama	44
4.5 Estrategia empresarial	45
4.5.1 Misión	45
4.5.2 Visión	45
4.5.3 Valores	45
4.5.4 Análisis FODA	45
4.6 Mercado comercial	48
4.6.1 Nicho de mercado	48
4.7 Principales competencias y clientes	48
4.8 Proveedores	49
4.9 Descripción de los productos y servicios	49
4.10 Macroprocesos	51
Capítulo V. Análisis de la situación actual	53
5.1 Situación actual de la empresa 3M	54
5.2 Proceso actual de Formación y Capacitación	54
5.2.1 Recibimiento de la solicitud	54
5.2.2 Asignación de cursos	56
5.2.3 Documentación del volumen de trabajo	58
5.2.4 Realización de reportes	60
5.2.5 Realización de métricas	62
5.3 Definir	64
5.3.1 Project Charter	64
5.3.2 Diagrama SIPOC	66
5.3.3 Herramienta 5 porqués	68

5.3.4 Diagrama Ishikawa	69
5.3.4 Resumen de la etapa Definir	3
5.4 Medir	3
5.4.1 Cálculos estadísticos	5
5.4.2 Resumen de la etapa de Medición	7
5.5 Analizar	7
5.5.1 Prueba normalidad de datos tabulaciones	7
5.5.2 Análisis de capacidad muestra de datos tabulaciones	8
5.5.3 Resumen de la etapa Análisis	11
Capítulo VI. Diseño de la propuesta	12
6.1 Mejora	13
6.1.1 Propuesta: Rediseño del proceso de documentación del trabajo	13
6.1.2 Propuesta: Automatización del proceso de realización de métricas	20
6.1.3 Plan de implementación	25
6.1.4 Resumen de la etapa Mejorar	25
7.1 Controlar	26
7.1.1 Controlar proceso de documentación del trabajo	26
7.1.2 Controlar proceso de realización de métricas y reportes	27
Capítulo VII. Evaluación financiera	28
7.1 Costo de propuestas	29
7.1.1 Costo propuesta de capacitación 3M	29
7.1.2 Costo de propuesta por revisiones	30
7.1.3 Costo de propuesta automatización	31
7.1.4 Tabla de costos	32
7.2 Ahorro general de la empresa 3M	32

Capítulo VIII. Conclusiones y recomendaciones	34
8.1 Conclusiones	35
8.2 Recomendaciones	36
Bibliografía	37
Glosario	39
APÉNDICES	41
ANEXOS	42

Lista de figuras

Figura 1. Gráfico número correos	6
Figura 2. Gráfico porcentaje de solicitudes manuales y automatizadas.	7
Figura 3. Gráfico de número de solicitudes manuales que no se realizan dentro de 24.	8
Figura 4. Gráfico de número solicitudes manuales que se realizan en 24 horas.	9
Figura 5. Six Sigma.	16
Figura 6. Nivel sigma.	17
Figura 7. Diagrama de Gantt.	19
Figura 8. SIPOC.	21
Figura 9. Diagrama Ishikawa	22
Figura 10. Diagrama de Pareto.	22
Figura 11. Simbología de diagrama de flujo.	23
Figura 12. Matriz de criticidad.	25
Figura 13. Ejemplo de grafico de control.	26
Figura 14. Ejemplo de histograma.	27
Figura 15. Ejemplo de diagrama de cajas.	28
Figura 16. Alcances de la investigación.	32
Figura 17. Clasificación de las fuentes de información.	34
Figura 18. Diagrama Gantt.	40
Figura 19. Localización.	43
Figura 20. Imagen del Centro Corporativo.	44
Figura 21. Organigrama general.	44
Figura 22. FODA.	48
Figura 23. Cinta de cristal con dispensador.	50
Figura 24. Notas adheribles Post It.	51
Figura 25. Respirador con válvula de exhalación.	51
Figura 26. Macroproceso general.	52
Figura 27. Macroproceso de capacitación.	52
Figura 28. Recibimiento de la solicitud.	55
Figura 29. Asignación de cursos.	57

Figura 30. Documentación del volumen de trabajo.	59
Figura 31. Realización de reportes.	61
Figura 32. Realización de métricas.	63
Figura 33. Análisis SIPOC.	67
Figura 34. Análisis 5 porqués.	68
Figura 35. Análisis Ishikawa.	70
Figura 36. Análisis causa raíz.	2
Figura 37. Cálculos estadísticos de los procedimientos estudiados.	6
Figura 38. Prueba de normalidad de tabulación.	8
Figura 39. Histograma de capacidad de la tabulación.	9
Figura 40. Valores Incide Cp.	10
Figura 41. Niveles de Sigma del Proceso	11
Figura 42. Plantilla actual Documentación País.	14
Figura 43. Plantilla actual Documentación Datos.	15
Figura 44. Plantilla Documentación Mejorada.	16
Figura 45. Estadísticas Documentación Mejora.	18
Figura 46. Estadísticas Documentación Mejora.	19
Figura 47. Plantilla de métricas actual.	20
Figura 48. Plantilla métricas mejorada hoja Datos.	21
Figura 49. Plantilla métricas mejorada hoja Plantilla	22
Figura 50. Plantilla métricas mejorada hoja Plantilla 2.	23
Figura 51. Cálculos estadísticos de métricas mejoradas.	24
Figura 52. Propuesta de implementación	25
Figura 53 . Propuesta de plantilla.	27
Figura 54. Costo de capacitación.	30
Figura 55. Costo de revisiones.	30
Figura 56. Costo de automatización.	31
Figura 57. Costo de automatización.	32
Figura 58. Ahorro general.	32

Lista de tablas

Tabla 1. Tiempo promedio de resolución de un correo.	7
Tabla 2. Porcentajes solicitudes manuales (2019-2021).	10
Tabla 3. Cuadro de variables.	37
Tabla 4. Project Charter.	65
Tabla 5. Mediciones de la duración de cada solicitud en segundos.	4
Tabla 6. Plantilla Documentación Mejorada.	17
Tabla 7. Cálculos estadísticos de métricas mejoradas.	24
Tabla 8. Propuesta de tabulaciones.	26

Capítulo I. Introducción

1.1 Introducción

El presente trabajo expone la propuesta de mejora que se realizará en la empresa 3M para reducir los desperdicios, así errores de los procesos de formación y capacitación a los empleados, por medio de la automatización y la actualización de procesos.

Las problemáticas actuales en los procesos generan gran cantidad de reprocesos, desperdicios y errores que afectan directamente la satisfacción de los clientes. La mayor cantidad de problemáticas actuales se encuentran en los subprocesos: realización de la métrica, documentación del volumen de trabajo, así como elaboración de los reportes. Los subprocesos mencionados anteriormente se encuentran dentro de los procesos de formación y capacitación, por lo tanto, afecta directamente todos los procesos involucrados con este.

La estrategia que se empleará en el proyecto es la aplicación de la metodología DMAIC, utilizando herramientas ingenieriles, con el fin de evidenciar la disminución de desperdicios y errores. Se van a aplicar las estrategias en cada una de las etapas del DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar).

1.2 Antecedentes

1.2.1 Mejora de procesos

El primer antecedente se basa en un proyecto llamado *Propuesta de aplicación del Método Six Sigma para mejorar la calidad de servicio de los procesos administrativos*, para optar por el título Profesional de Ingeniería Industrial en la Universidad César Vallejo, Perú (Bernal Padilla, 2018). Este trabajo busca la manera de mejorar el desempeño del proceso de servicio administrativos de la Universidad César Vallejo, mediante la utilización de la metodología Six Sigma, bajo el esquema DMAIC. Para ello, elaboraron una propuesta en el proceso de mayor ocurrencia de errores para reducir la variabilidad del proceso y análisis de alternativas de mejora.

La metodología DMAIC fue utilizada para poder resolver los diferentes problemas que se tenían en el proceso. En este caso, se usaron las herramientas recomendadas y apropiadas para cada etapa, con el fin de tener los resultados deseados. Además, se utilizó una Guía de Observación Directa y un Diagrama de Barras para diagnosticar la situación actual, además de cuadros comparativos para evaluar la calidad del servicio. Una vez implementadas las dos metodologías, se vieron reflejadas las mejoras en los niveles sigmas. La sigma inicial del proceso de 1,68, frente al nivel sigma final de 2,97, con lo que se logró una mejora de 76,79 %.

Este proyecto es importante, ya que aplica la metodología DMAIC en un proceso similar al de asignación y eliminación de cursos, porque su enfoque se dirige al servicio al cliente y a la mejora de procesos en un área no de producción, sino de servicios. Además, se rescata la aplicación de las herramientas de estadística para reducir la variabilidad en el proceso y aplicación de cada etapa del DMAIC.

1.2.2 Disminución de desperdicios

Este antecedente es de un proyecto llamado *Propuesta para la disminución de desperdicio de la línea de producción de material virgen en el área de conservación en la empresa CHIPLAST SAPI DE C.V., aplicando Kaizen*, y fue elaborado para optar por el título Profesional de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (Sánchez Meza, 2014). Este trabajo busca la manera de reducir el desperdicio generado en la fabricación de productos de material virgen por medio de Kaizen. Se identificó la causa raíz

que generaba el desperdicio, se establecieron propuestas para reducir el desperdicio y se priorizaron las propuestas para los resultados esperados.

De este estudio, son rescatables dos puntos: la forma en que se aplica Kaizen y cómo se desarrolla la metodología para formación de las propuestas. Se conocen los procesos, se definen las problemáticas, se identifican las causas que provocan las problemáticas y se aplican las propuestas de mejora, mediante las herramientas utilizadas. Algunas de las herramientas utilizadas son: Sed, 5's, Poka Yoke y Ciclo PHVA. Este antecedente permitió tener una perspectiva de cómo organizar la realización del proyecto. Las propuestas y herramientas utilizadas servirán como referencia para llevar un orden y exponer las propuestas para la empresa que se va a realizar el Trabajo Final de Graduación (TFG).

1.2.3 Selección de variables de medición para reducir desperdicios.

Este antecedente se basa en otro proyecto llamado *Implementación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma para la reducción de desperdicios en el quirófano de un hospital privado de San Luis Potosí* y fue elaborado por el estudiante con el propósito de optar por el título de Maestro en Administración en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (Barragán Lambert, 2015). Este proyecto se trabajó en la sala de quirófanos de un hospital privado en la ciudad de San Luis Potosí para la reducción de sus desperdicios de operación y reducción de riesgos asociados con la atención hospitalaria. Se usa la metodología DMAIC, ya que cada una de sus etapas ayudan a resolver de forma ordenada y efectiva las problemáticas del hospital.

En este proyecto, se utilizó la medición para poder detectar los errores mediante la definición de unidades de medida que se utilizaron. Algunas unidades de medida utilizadas fueron: número de cirugías por procedimiento laparoscópico, tiempo promedio de preparación del paciente, días de estancia del paciente en el hospital y cirujanos con mayor número de procedimientos. Esto es rescatable, pues sirve como referencia para la selección de las variables por medir en los procesos de asignación y eliminación que se trabajara. Después de seleccionar las unidades de medición, se utilizaron gráficos como diagramas de Pareto e histogramas para analizar las variables. Esto es rescatable, ya que sirve como referencia para la selección de las variables por medir en los procesos de asignación y eliminación que se trabajará. Además, los

histogramas y diagramas de Pareto también van a ser utilizados en el proyecto; por lo tanto, sirve como referencia para la correcta aplicación de estos.

1.3 Justificación del problema

Actualmente, la competencia entre las empresas ha provocado que estén en constante mejora para poder satisfacer las necesidades de los clientes y mantener un crecimiento óptimo. La empresa busca la manera de mantenerse por delante de la competencia mediante la innovación y brindado servicios y productos de alta calidad. Esto justifica la presente propuesta de mejora que permita disminuir los errores cometidos y el tiempo de realización dentro del proceso de formación y capacitación de cursos. Se presentan problemáticas actuales en los procesos de formación y capacitación de los empleados, ya que no siempre se hace de la forma óptima y eficiente, ocasionando desperdicios y errores. Esto se puede evidenciar en gran cantidad de tiempo invertido en realizar los procesos manuales.

En la figura 1, se muestra el número de correos que reciben los colaboradores del área de entrenamientos por mes desde junio 2019 hasta abril 2021. Estos correos corresponden a consultas o problemas técnicos que presentan los usuarios con respecto a los cursos que están realizando. Cabe destacar que ciertas consultas o problemas que tienen los usuarios también son solucionados por otras áreas como Recursos Humanos; por lo tanto, en el gráfico solo se visualizan los correos que entran en la bandeja de entrada del área que se está realizando el proyecto, que en su mayoría corresponde a problemas durante la realización de los cursos.

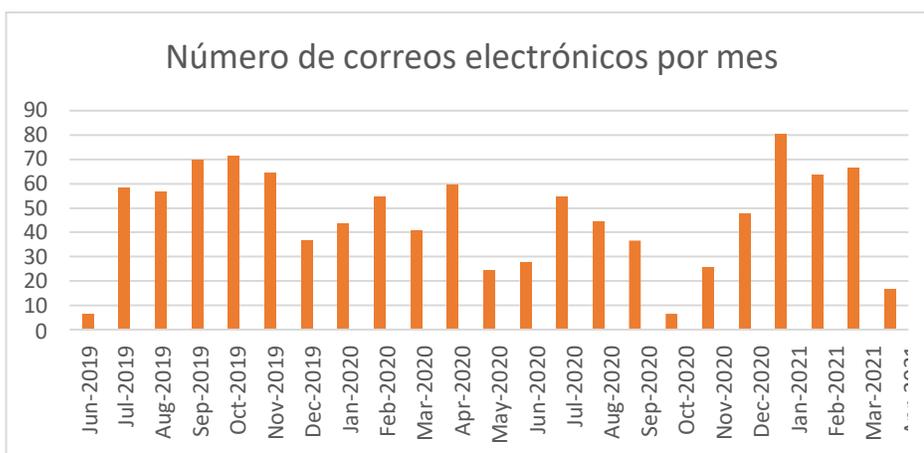


Figura 1. Gráfico número correos

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 1 representa el promedio de tiempo en minutos que se dura respondiendo un correo los colaboradores. Como se puede evidenciar, el tiempo invertido por los colaboradores de esta área es significativo, por lo tanto, si se pudieran mejorar los procesos existentes para reducir las quejas y el tiempo de respuesta, impactará positivamente a la organización.

Tabla 1. Tiempo promedio de resolución de un correo.

Tiempo promedio de resolución un caso de un correo (Minutos)		
2019	2020	2021
27 869	27 525	27 697

Fuente: Elaboración propia.

Las solicitudes que se trabajan en el área de entrenamiento se clasifican en 2 categorías: las que se realizan manualmente por los colaboradores y las que realiza el *software* de forma automatizada. Debido a la gran cantidad de solicitudes que entran por mes, ya que el soporte es global, la mayoría de estas las realiza un *software* automatizado. Sin embargo, aproximadamente el 30 % son solicitudes manuales y representan gran cantidad de tiempo invertido por los colaboradores.

En el gráfico 2, se puede visualizar el porcentaje de solicitudes realizadas manualmente por lo colaboradores y las que son realizadas por un *software* especializado de la empresa.

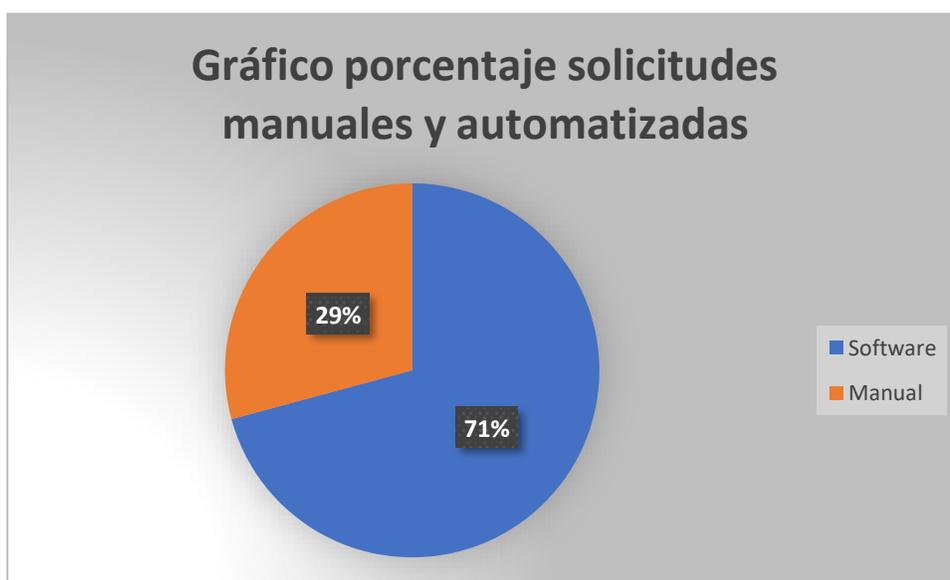


Figura 2. Gráfico porcentaje de solicitudes manuales y automatizadas.

Fuente: Elaboración propia.

Las solicitudes manuales se clasifican en 2 categorías: las solicitudes realizadas dentro de 24 horas y las que no se pueden realizar dentro de 24 horas. Existen diferentes razones por las cuales las solicitudes no se pueden cumplir dentro de las 24 horas. Algunas de las razones son: no existe suficiente información del usuario, hay problemas técnicos en el sistema de la información de los usuarios, la información que brinda el sistema es incorrecta, existen problemas técnicos del *software*, entre otros. La figura 3 representa el número de solicitudes por mes que no se pueden realizar dentro de las 24 horas desde el año 2019 hasta el 2021.

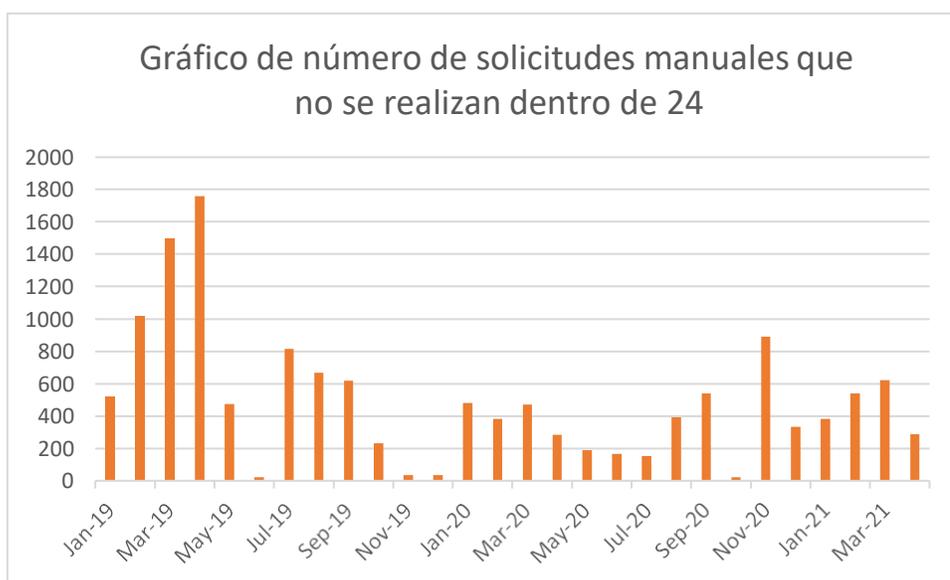


Figura 3. Gráfico de número de solicitudes manuales que no se realizan dentro de 24.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 representa las solicitudes que se pueden realizar dentro de las 24 horas por mes desde el año 2019 hasta 2021. Como se puede evidenciar, a pesar de que las solicitudes manuales representan solo el 30 % aproximadamente, el número no es significativo. Si se pudieran solucionar las problemáticas presentes, se podrían trabajar estas solicitudes de manera más eficiente.

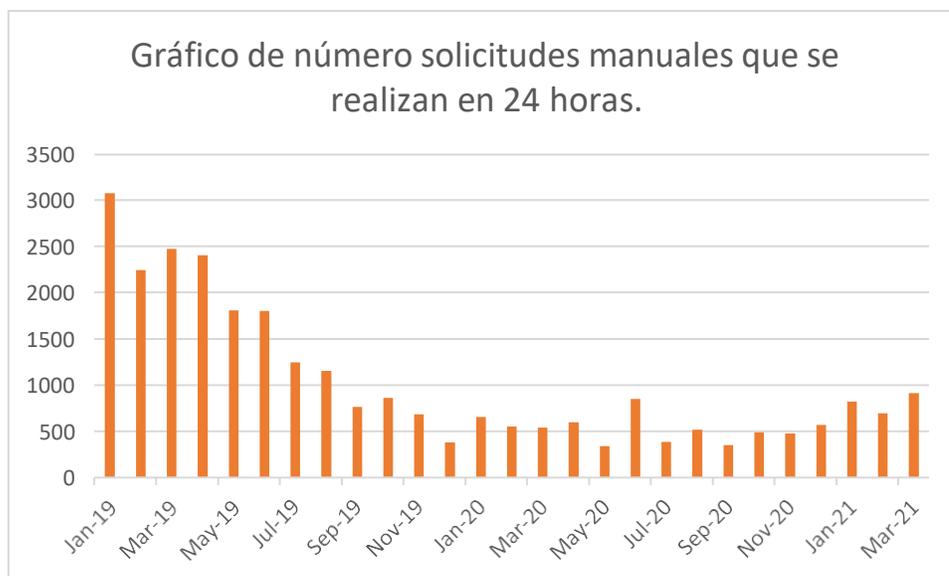


Figura 4. Gráfico de número solicitudes manuales que se realizan en 24 horas.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 visualiza los totales y porcentajes de las solicitudes manuales desde el año 2019 hasta el 2021. Como se puede visualizar, el porcentaje de las que no se pueden realizar dentro de 24 horas es significativo (33 %).

La información de las solicitudes manuales es la única que se incluye en la métrica de la cual se va a implementar las soluciones propuestas. Sin embargo, la información de las solicitudes que no son realizadas dentro de 24 horas no se contempla en esta, debido a que así se decidió cuando se creó esta. Esto significa una gran problemática, ya que 33 % de la información de las solicitudes manuales no se visualiza. Debido a esto, es de gran importancia poder automatizar y crear nuevas métricas que contemplen toda la información del proceso.

Por otro lado, la métrica se alimenta de la información de documentación del volumen de trabajo de las solicitudes manuales. Este proceso de documentación es manual y tedioso; por ende, produce errores y desperdicios. Además, el proceso de la realización del archivo que alimenta el *software* que visualiza la información de la métrica es manual. Por lo tanto, es indispensable mejorar estos procesos, mediante la automatización, para reducir los tiempos y errores.

Tabla 2. Porcentajes solicitudes manuales (2019-2021).

Promedios y porcentajes solicitudes (2019-2021)	
Dentro 24 h (Total)	No realizadas dentro 24 h (Total)
1024	494

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, las problemáticas presentes son: la realización de la métrica, la documentación del volumen de trabajo y la realización de los reportes.

1.4 Planteamiento del problema

La empresa 3M ofrece diferentes servicios y productos en diferentes áreas, el presente trabajo se centra en el área de tecnología. Dentro de esta área, se tiene el proceso de formación y capacitación de cursos a los empleados de la empresa. Actualmente, se está teniendo la problemática de que se presentan desperdicios y errores, por lo que, para poder solucionar esto, los empleados tienen que realizar gran cantidad de trabajo manual, con el fin de mantener el control de los procesos que afecta negativamente a la satisfacción de los clientes. Actualmente, estos son las problemáticas:

- La elaboración de las métricas actuales se realiza en un sistema y es un proceso manual que dura aproximadamente 2 horas. Además, la métrica no muestra toda la información de los procesos, ya que, cuando fue creada, se estableció que solo parte de la información iba a ser contemplada.
- El proceso de documentación del volumen de trabajo es ineficiente, pues presenta la información repetida de los procesos. Esto se puede evidenciar, ya que parte de la información de esta no es necesaria durante la realización de la métrica

1.5 Pregunta de investigación

Con base en la pregunta de investigación, se orienta y delimita el trabajo. En este caso, las preguntas de investigación son las siguientes:

¿Cuál es el impacto de la realización de una propuesta de mejora en los procesos de formación y capacitación hacia los empleados de 3M para la disminución de errores y desperdicios?

¿Cuáles son los indicadores que determinan si los procesos de asignación y eliminación de cursos se realizan de la manera eficiente?

¿Cuál es el impacto de la realización de una propuesta de mejora en los procesos de asignación y eliminación de cursos para la disminución de errores y desperdicio?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Realizar una propuesta de mejora de los procesos de formación y capacitación a los colaboradores de 3M, para disminuir los desperdicios y errores en el área de entrenamientos, mediante la implementación de DMAIC en el primer trimestre del 2021.

1.5.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos se realizaron con base en el objetivo general y representan metas concretas y medibles que la empresa espera alcanzar en un plazo determinado de tiempo y siempre bajo las directrices de los objetivos generales. Los objetivos específicos son:

1. Analizar el proceso actual de formación y capacitación de cursos para estudiar la situación actual de los procesos.
2. Medir los tiempos de la realización de los procesos actuales para identificar las mejoras.
3. Elaborar una propuesta de mejora continua, con el fin de reducir los errores y desperdicios de los procesos actuales.

4. Diseñar un plan de control de los tiempos de los procesos de formación y capacitación que permita fomentar una cultura de mejora continua en la organización, que se aplicará mensualmente.
5. Desarrollar un análisis financiero sobre la propuesta de mejora que se acople a los objetivos financieros de la empresa.

1.6 Alcances

Se espera que este proyecto permita mejorar el proceso de capacitación y formación, mediante la aplicación de DMAIC en el área de Entrenamientos, con la finalidad de poder localizar la causa raíz de las problemáticas actuales, así como reducir los desperdicios y errores que la empresa está teniendo en esta área. Además, se pretende elaborar una propuesta de mejora.

Cabe destacar que el estudio se centra únicamente en el proceso de formación y capacitación y solo se presenta una propuesta de mejora. La aplicación de esta se encuentra fuera del alcance del proyecto y la compañía es la que toma la decisión de aceptarla.

1.7 Limitaciones

Las limitaciones del proyecto están fuera de las manos del estudiante que está realizando el trabajo. A continuación, se presentarán las limitaciones:

La confidencialidad de la información es crucial para la empresa, ya que se no se puede mostrar la información de los nombres reales de empleados, procesos, puestos ni datos de la empresa. Además, un área de la empresa va a vigilar lo que se mencionó anteriormente. Sin embargo, esta información se puede codificar para que se pueda estudiar y analizar, reemplazando los nombres y usando factores que solo sepa la empresa.

Además, la pandemia restringe todas las observaciones y mediciones que se puedan hacer en el Centro Corporativo El Cafetal, ubicado en Belén, Heredia. Sin embargo, las mediciones y datos que se van a utilizar son aplicables para la metodología que se utilizará y se pueden realizar desde la modalidad de trabajo virtual.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Filosofía y conceptos

2.1.1 Metodología Lean

La metodología Lean es una filosofía de trabajo que gran cantidad de empresas están utilizando para mejorar sus procesos. Al respecto, Rajadell Carreras y Sánchez García (2018) señalan:

Lean Manufacturing es un método que tiene como objetivo la eliminación del despilfarro o desperdicios entendiéndose estos como todas aquellas actividades que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5'S, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka y Jidoka.) que se desarrollaron principalmente en Japón para la producción de automóviles.

Esta metodología es de gran importancia en el proyecto, puesto que esta tiene un énfasis en la mejora de procesos y reducción de desperdicios que son las problemáticas presentes en los procesos que se van a estudiar. Además, es de gran utilidad, pues brinda un modelo, estructura y orientación de las actividades que se deben hacer para llevar a cabo la elaboración de la propuesta.

2.1.2 Six Sigma

Six Sigma (6σ) constituye una evolución de las teorías sobre calidad de más éxito desarrolladas después de la Segunda Guerra Mundial. En cuanto a la filosofía de trabajo 6σ , Herrera Acosta (2011) la define como:

Es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes. Es una filosofía que inicia en los años ochenta como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad en la empresa Motorola, cuando el ingeniero Mikel Harry, promovió como meta estimable en la organización; la evaluación y el análisis de la variación de los procesos de Motorola, como una manera de ajustarse más a la realidad.

El concepto de 6σ va de la mano con el nivel sigma. En cuanto a esto, Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar (2009) explican:

Sigma (σ) es la letra griega que se usa para denotar la desviación estándar poblacional (proceso), la cual proporciona una forma de cuantificar la variación que tiene una variable de dicha población o proceso. El nivel de sigmas que tiene un proceso es una forma de describir qué tan bien la variación del proceso cumple las especificaciones o requerimientos del cliente. En este sentido, la meta ideal es que el proceso tenga un nivel de calidad de Six Sigma.

Por otra parte, 6σ es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento, se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia 6σ se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Asimismo, tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos.

La figura 6 es un gráfico que ilustra los diferentes niveles sigma que existen dependiendo de las especificaciones de cada empresa. Motorola eligió esta cifra porque los datos de fallas en el campo sugerían que los procesos de Motorola fallaban en esta cantidad en promedio. Como se puede evidenciar en el gráfico, existen diferentes sigmas en eje X del gráfico dependiendo de la variabilidad del proceso; lo que significa que cuanto menos variable sea el proceso y esté controlado dentro de los límites de especificación, su nivel sigma será mayor.

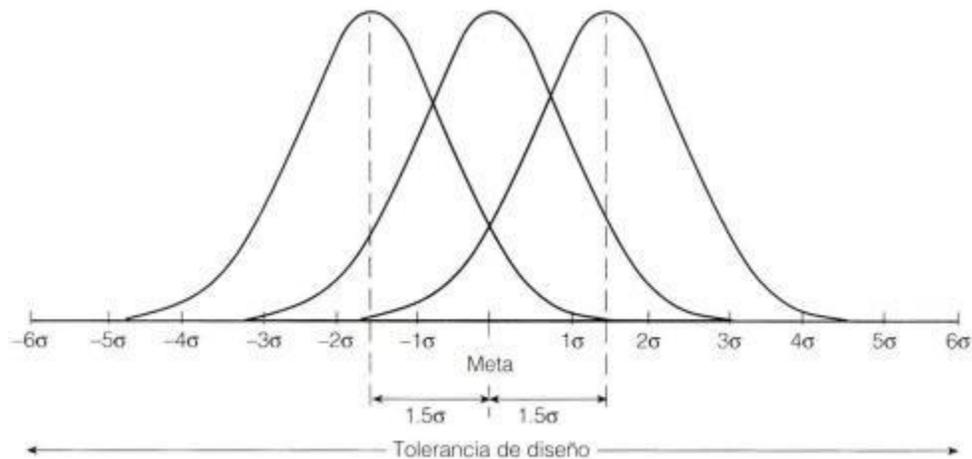


Figura 5. Six Sigma.

Fuente: Principios de Sixgma (2010).

La figura 7 ilustra los defectos por millón de Oportunidades (DPMO) por cada nivel sigma. Como se puede evidenciar, el nivel sigma aumenta cuando el DPMO disminuye; esto significa que, para lograr un nivel sigma determinado, se debe disminuir la variabilidad el proceso para llegar a esta meta. El nivel sigma es un indicador que se define como la cantidad de desviaciones estándar que pueden caber dentro de los límites de especificaciones en un proceso. En otras palabras, si una empresa tiene un nivel sigma de 6, significa que, dentro de un millón de unidades de un producto, solo 3,4 estarán afuera de las especificaciones.

NIVEL EN SIGMA	DPMO	RENDIMIENTO
6	3.40	99.9997 %
5	233.00	99.98 %
4	6.210,00	99.3 %
3	66.807,00	93.3 %
2	308.537,00	69.15 %
1	690.000,00	30.85 %
0	933.200,00	6.68 %

Figura 6. Nivel sigma.

Fuente: PDCA Home (2013).

2.1.3 DMAIC

Ahora bien, la metodología DMAIC se debe implementar con base en el seguimiento de cada etapa y fase. Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar (2009) señalan que las etapas son:

- *Definir (D)*: primera etapa del DIMAIC en la que se enfoca el proyecto, precisando por qué se hace, los beneficios esperados y las métricas con las que se medirá su éxito. En la etapa de definición, se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, al finalizar esta fase, se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en este. Todo lo anterior se resumirá en el marco del proyecto (*project charter*).
- *Medir (M)*: segunda fase de DIMAIC, donde se entiende y cuantifica mejor la magnitud del problema. Además, se debe mostrar evidencia de que se tiene un sistema de medición adecuado. El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. Por ello, el proceso se define a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; asimismo, se

establecen con mayor detalle las métricas (las Y) con las que se evaluará el éxito del proyecto. Además, se analiza y valida el sistema de medición para garantizar que las Y pueden medirse en forma consistente. Además, con el sistema de medición validado, se mide la situación actual (o línea base) para clarificar el punto de arranque del proyecto con respecto a las Y.

- *Analizar (A)*: tercera etapa de DIMAIC, en donde se identifican y confirman las causas, además, se entiende cómo generan el problema. La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo estas generan el problema y confirmar las causas con datos. Entonces, se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos. Obviamente, para encontrar las X vitales, primero es necesario identificar todas las variables de entrada y/o posibles causas del problema
- *Mejorar (M)*: cuarta etapa de DIMAIC, en donde se proponen, implementan y evalúan soluciones que atiendan las causas raíz del problema. El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema.
- *Controlar (C)*: en esta última etapa de DIMAIC en donde se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa, se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto.

2.2 Definición de las herramientas ingenieriles

2.2.1 Diagrama de Gantt

Es una herramienta que ilustra la cantidad de tiempo que se invierte en un proyecto y la secuencia de sus actividades. Permite realizar una representación gráfica del estado de las actividades, como su progreso y la cantidad de tiempo que se invirtió en cada una. Se originó mientras Henry Gantt estaba realizando un proyecto de construcción de barcos en la Primera Guerra Mundial, el cual incluía una representación gráfica del proyecto de manufactura con costos y tiempos.

Se puede mencionar que es un diagrama con un sistema de coordenadas, en el cual en el eje horizontal se ilustra el tiempo; y en el eje vertical, se definen las actividades por realizar. Se asignan bloques que se pueden rellenar representando el progreso de las tareas, en relación con el tiempo. En la figura 7 se muestra el ejemplo de un diagrama de Gantt.

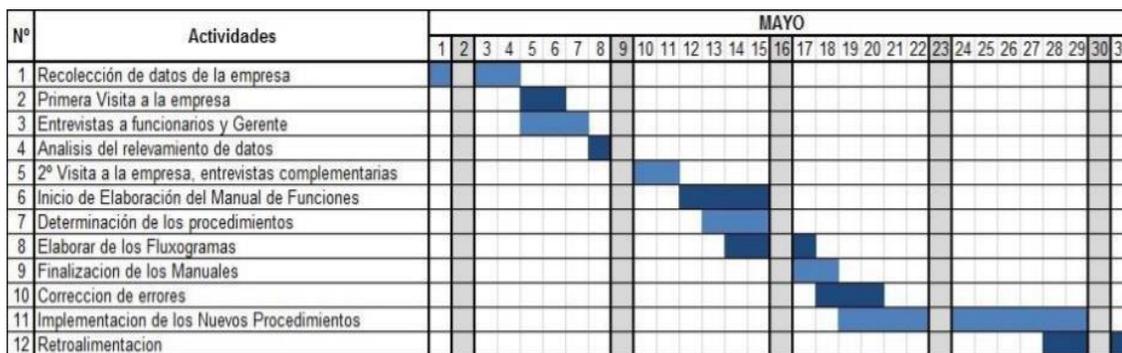


Figura 7. Diagrama de Gantt.

Fuente: Noemé Yasen (2014).

Los aspectos que se deben tomar en cuenta para realizar un diagrama de Gantt, según OBS Business School (2014), son los siguientes:

1. Comprender la estructura del proyecto.
2. Reunir la información necesaria acerca de todos los pasos o procesos que forman parte del desarrollo del plan y los recursos que se requieren en cada momento.
3. Determinar los plazos que llevará cada actividad. Asignaremos un tiempo de realización a cada tarea o fase del proyecto
4. Programar las tareas a realizar para ajustar bien los plazos, escalonar los procesos y eliminar tiempos muertos.
5. Colocar todas las barras de las tareas a realizar en el gráfico. El diagrama de Gantt ensambla todas las piezas con un objetivo temporal fijado.
6. Evaluar y asignar las relaciones de dependencia entre las diferentes etapas o tareas del proyecto.
7. Implementar el diagrama de Gantt en una aplicación de *software*.

2.2.2 SIPOC

El diagrama SIPOC es una metodología en la estructura básica que debe existir en toda organización para identificar la interrelación y delimitación de los procesos y como una entrada favorece la optimización de estos. SIPOC es una herramienta que consiste en un diagrama, que permite visualizar al proceso de manera sencilla y general. Este esquema puede ser aplicado a procesos de todos los tamaños y a todos los niveles, incluso a una organización completa, cuyo objetivo principal es brindar una solución a la organización. El significado de las siglas SIPOC en español y su significado es el siguiente:

- *Suppliers* (Proveedores): persona o empresa que brinda los recursos para el proceso.
- *Inputs* (Entradas): son los datos o elementos que entran en el proceso y son necesarios para llevar a cabo el proceso.
- *Process* (Proceso): conjunto de actividades que se llevan a cabo para cumplir un objetivo
- *Output* (Salida): el resultado final obtenido del proceso
- *Customer* (Cliente): persona o empresa que recibe el resultado final.

El SIPOC es de gran importancia, ya que se puede analizar los procesos, con el fin de identificar puntos de mejora y determinar todas las relaciones que existen en los diferentes elementos de la herramienta.

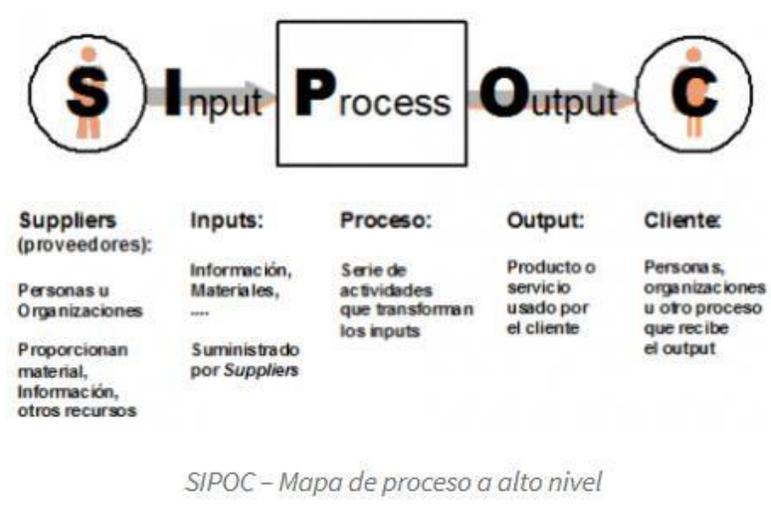


Figura 8. SIPOC.

Fuente: Sandrine (2016).

2.2.3 Diagrama Ishikawa

Es también llamado el diagrama de causa y efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y determinar las posibles causas de un problema, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Este ilustra gráficamente las relaciones existentes el resultado dado (efecto) y los factores que influyen en este resultado. Como se puede visualizar en la figura 10, el diagrama tiene forma de cola de pescado y está compuesto por un recuadro que constituye la cabeza del pescado, una línea principal, que constituye su columna, y de 4 a más líneas apuntando a la línea principal que constituyen sus espinas principales. La cabeza de pescado representa el problema y sus espinas las causas de este.

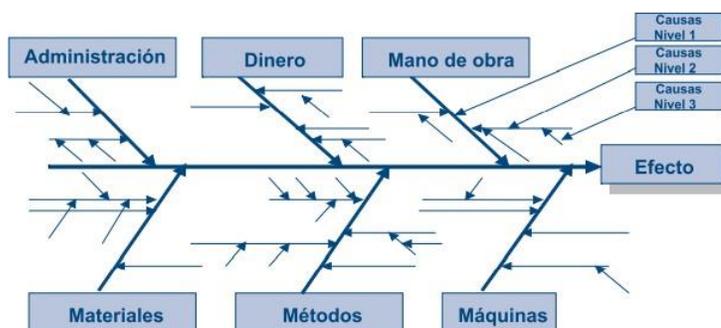


Figura 9. Diagrama Ishikawa

Fuente: Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2016)

2.2.4 Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto se define, según Soporte Minitab (2019), como un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Se debe utilizar un diagrama de Pareto para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.

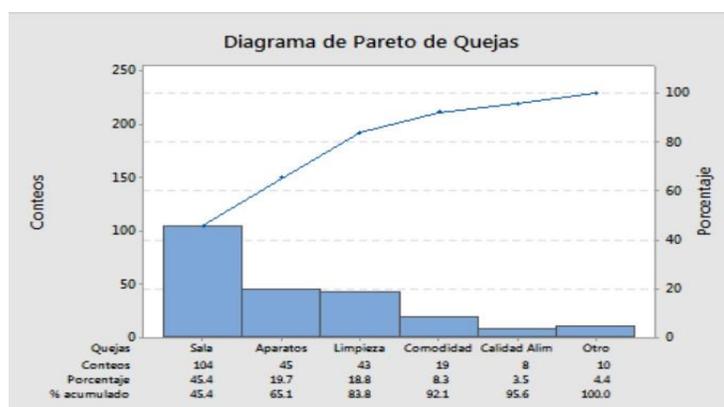


Figura 10. Diagrama de Pareto.

Fuente: Soporte Minitab (2019).

2.2.5 Diagrama de flujo

El diagrama se define como una herramienta que tiene como fin ilustrar un proceso, sistema o algoritmo informático para exponer un proceso de una forma más visual. Este diagrama utiliza figuras círculos, rectángulos, diamantes y entre otros para poder facilitar su análisis. En la figura 11, se ilustra la simbología del diagrama de flujo que se va a utilizar en el proyecto.

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso. Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas.

Figura 11. Simbología de diagrama de flujo.

Fuente: Ochoa Ávila (2013).

2.2.6 Estadística descriptiva

En el proyecto se va a utilizar la estadística descriptiva para poder visualizar el comportamiento de los datos. Dentro de los indicadores de estadística descriptiva que se van a utilizar son:

Media. La media hace parte de las medidas de tendencia central, la cual es parte importante de las características de una medida de calidad. Esta medida se divide en dos tipos de medias:

Media muestral. La media muestral hace referencia a la medida esperada que se desea en la muestra, también llamada *target*, una de las definiciones de esta medida central es la siguiente:

Corresponden a las observaciones numéricas de una muestra; entonces, la medida más usual de su tendencia central es proporcionada por la media (o promedio) muestral, que es igual a la media aritmética de todos los datos, es decir, la media muestral se obtiene sumando todos los datos y el resultado de la suma se divide entre el número de datos (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013, p. 19).

La media muestral hace referencia a una pequeña muestra del proceso, por lo que su nivel de confiabilidad es mucho menor, en esta no se aconseja el uso de indicadores. “El valor de media muestral se obtiene para cada muestra y es diferente (variable) de una muestra a otra” (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013, p. 19).

Media poblacional o del proceso. Existe otro tipo de media la cual es diferente a la media muestral, tomando en cuenta una cantidad mucho mayor, lo que hace que la media poblacional o del proceso sea totalmente diferente a la media muestral. “Se utilizan todos los elementos de la población (todos los posibles individuos, especímenes, objetos o medidas de interés sobre los que se hace un estudio)” (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013, p. 19).

Moda. Esta medida de tendencia central hace referencia al número de observaciones que más se repiten. “Es igual al dato que se repite más veces. Si varios datos se repiten el mismo número de veces, entonces cada uno de ellos es una moda, y se dice que el conjunto de datos es multimodal” (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013, p. 20).

Mínimo. Hace referencia a las medidas de una toma de datos que no exista un valor por debajo del dato menor.

Máximo. Este indicador hace referencia un valor muestral donde por encima del valor más alto de los datos no existan otros valores muestrales

2.2.7 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es una herramienta que permite determinar un orden o jerarquía de los datos analizados, según su nivel de criticidad.

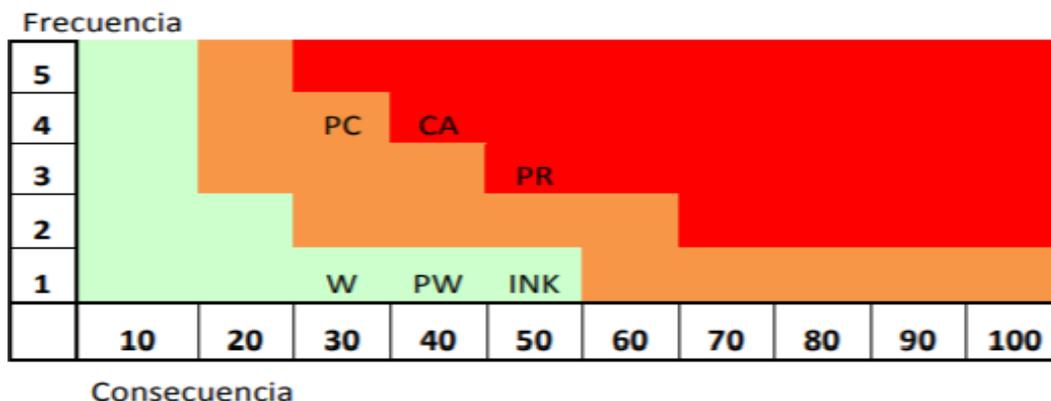


Figura 12. Matriz de criticidad.

Fuente: Prat Miquel (2012).

Esta matriz es de utilidad, ya que ilustra la probabilidad de riesgo o el nivel de criticidad que posee la información que se está analizando. La información se coloca en uno de los cuadrantes dependiendo del criterio que se tenga en el eje X y eje Y. Estos criterios pueden variar dependiendo de los datos que se desean estudiar.

2.2.8 Project Charter

El *Project Charter* es una herramienta utilizada para poder tener un plan detallado y ordenado del proyecto por realizar. Como lo indica EAE Business School (2020), “un Project Charter es un documento donde se plasma toda la información clave relativa a un proyecto al más alto nivel con el objetivo de que la esencia de ese proyecto quede consensuada y sintetizada en un documento único que no sufrirá modificaciones a lo largo del tiempo y que por tanto servirá de guía a todos los implicados” (p.10). En el *Project Charter* se deben incluir los siguientes elementos:

- Nombre y descripción del proyecto
- Justificación del proyecto
- Información del responsable del proyecto
- Requerimientos y riesgos
- Objetivos y cronograma
- Presupuesto

- Información de *stakeholders* y recursos para el proyecto

2.2.9 Graficas de control

Los gráficos de control de calidad son herramientas que son de gran utilidad para identificar para saber si un proceso es estable o no. Estas herramientas se pueden aplicar a gran cantidad de empresas, donde se puedan realizar mediciones de productos y servicios con base en variables como peso, longitud, tiempo, volumen, defectos y entre otros. El objetivo de las gráficas de control es identificar variaciones dentro de un proceso que afecta a la calidad de los productos o servicios.

En la figura 13 se muestra un ejemplo de un gráfico de control de las mediciones de artículos defectuosos, con respecto a su porcentaje. Se pueden identificar los límites superiores e inferiores, que son las líneas de color morado y anaranjado, las cuales representan los porcentajes aceptados en el proceso; cualquier valor fuera de esta es negativo para el proceso. Mientras que la línea amarilla representa el porcentaje medio de las mediciones. En general, para que el proceso sea estable los puntos que se grafican deberían tener un comportamiento constante y no salirse de los límites. La importancia de los gráficos de control para el proyecto es cuantificar la cantidad e impacto de la reducción de los tiempos de los procesos.

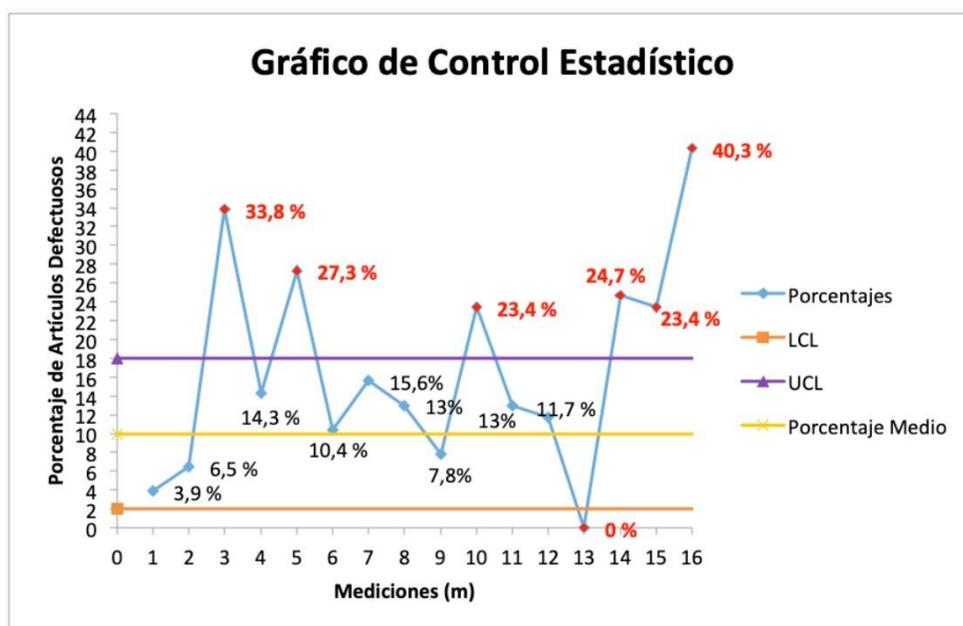


Figura 13. Ejemplo de grafico de control.

Fuente: Contreras (2016).

2.2.10 Histograma

Como lo indica la Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM] (2019), “el Histograma es una gráfica de la distribución de un conjunto de datos. Es un tipo especial de gráfica de barras, en la cual una barra va pegada a la otra, es decir no hay espacio entre las barras. Cada barra representa un subconjunto de los datos” (p.200). Además, según esta misma universidad, “un histograma es una gráfica adecuada para representar variables continuas, aunque también se puede usar para variables discretas. Es decir, mediante un histograma se puede mostrar gráficamente la distribución de una variable cuantitativa o numérica” (UNAM, 2019).

Como se puede visualizar en la figura 14, el gráfico es un ejemplo de un histograma que representa el tiempo invertido (eje X) con respecto al número de clientes (eje Y), que es la representación visual de la distribución de frecuencias. Donde el eje X son las clases y el eje Y las frecuencias obtenidas. El histograma va a ser de gran utilidad para interpretar y ver los cuartiles de los datos que se van a analizar en el proyecto.

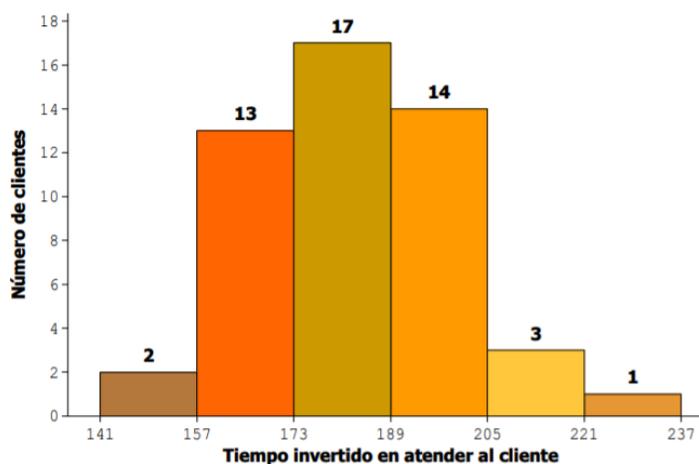


Figura 14. Ejemplo de histograma.

Fuente: UNAM (2019).

2.2.11 Diagrama de cajas

El diagrama de cajas es un gráfico que representa de forma visual de varias características de un conjunto de datos. El gráfico se constituye de un bloque que es dividido por 2 dependiendo de la información de los cuartiles del conjunto de datos. También se le llama diagrama de bigotes por su similitud con el gráfico de un bigote. Además de poder representar visualmente los cuartiles en un bloque, se pueden visualizar los mínimos, los máximos, los valores atípicos y los valores extremos.

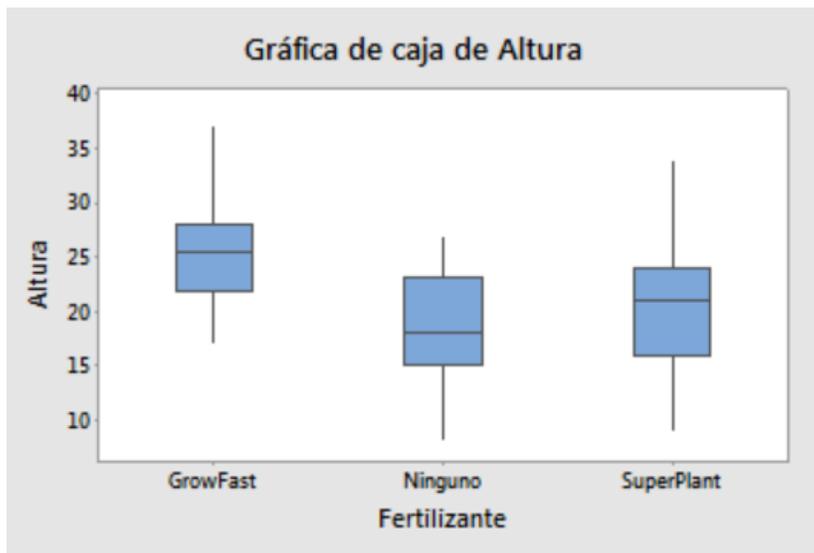


Figura 15. Ejemplo de diagrama de cajas.

Fuente: Soporte Minitab (2019).

2.2.11 Power BI

Power BI es una aplicación de Microsoft que tiene como finalidad brindar visualizaciones interactivas de un conjunto de datos grandes. Además, sirve para recopilar, administrar y analizar datos a través de un sistema fácil de observar y usar.

2.2 Importancia de las herramientas ingenieriles para el proyecto

A continuación, se van a señalar la importancia de cada herramienta ingeniería para el proyecto:

- Diagrama de Gantt: este diagrama va a servir para tener un seguimiento de las fechas, tiempo y el estado de las actividades del proyecto.
- SIPOC: es de gran importancia poder saber toda la información del SIPOC, con el fin de visualizar el proceso para tener una mejor perspectiva de la problemática.
- Diagrama Ishikawa: es vital identificar la causa raíz de las problemáticas actuales del proceso de capacitación y formación para poder atacarlas de fondo.
- Diagrama de Pareto: es de gran utilidad en el proyecto, ya que se desea identificar las causas de las problemáticas con mayor incidencia.
- Diagrama de flujo: es importante para visualizar el proceso de capacitación y formación, con el propósito de tener un mejor panorama de este.
- Estadística descriptiva: los indicadores de estadística descriptiva van a indicar qué tan estable es el proceso y cuánto se desea mejorar porcentualmente
- Análisis de criticidad: el análisis de criticidad va a ayudar a priorizar los datos utilizados para diseñar la propuesta que se va a implementar.
- Project Charter: es de gran importancia, pues con este se puede definir un plan ordenado y detallado para tener un mejor enfoque.
- Graficas de control: las gráficas de control van a tomar un papel muy importante en el diseño del plan de control, debido a que con esta se puede saber si un proceso está estable y tener indicadores de calidad diferentes a los que se tiene actualmente en la métrica.
- Histograma: el histograma es un gráfico que va a permitir visualizar el comportamiento de los datos del volumen de trabajo y el número de correos para saber cuál es su distribución de frecuencias.
- Diagrama de cajas: es de gran utilidad para interpretar y analizar los cuartiles y valores atípicos de los datos que se van a analizar en el proyecto.
- Power BI: la importancia de utilizar Power BI en el proyecto es de automatizar el proceso de realización de la métrica, ya que actualmente se utiliza un proceso tedioso para adquirir la información y visualizar los datos de la métrica.

Capítulo III. Marco metodológico

3.1 Tipo de investigación

El proyecto final de graduación tiene como objetivo aplicar el conocimiento obtenido durante la carrera de Ingeniería Industrial para poder solucionar un problema de una empresa. Dicho estudio puede tener los siguiente tres tipos de estudio: cuantitativo, cualitativo o mixto. En cuanto a la diferencia entre la investigación cuantitativa y cualitativa, Pita Fernández (2002) la explica de la siguiente forma:

La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, mientras que la cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. La diferencia fundamental entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales.

En este proyecto, se utiliza una investigación mixta, pues, aunque se enfoca más en la parte cuantitativa, por la naturaleza del proyecto, también es importante considerar el enfoque cualitativo para ciertos aspectos del proceso.

3.2 Alcance de la investigación

Los proyectos pueden tener diferentes alcances, de acuerdo con el tipo de la investigación que se realice. Es de gran importancia determinar de forma correcta dicho alcance antes de desarrollar la investigación. El tipo de alcance que tenga la investigación va de la mano con lo que se desee conseguir de esta. Los proyectos cuantitativos pueden tener un alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. Primeramente, en lo que respecta al estudio descriptivo consiste en que:

[...] el investigador se limita a medir la presencia, características o distribución de un fenómeno en una población en un momento de corte en el tiempo, tal sería el caso de estudios que describen la presencia de un determinado factor ambiental, una determinada enfermedad, mortalidad en la población y entre otros (Veiga de Cabo y De la Fuente Díez, 2008).

Por su parte, el estudio explicativo “parte de problemas bien identificados en los cuales es necesario el conocimiento de relaciones causa- efecto. En este tipo de estudios es imprescindible la formulación de hipótesis que, de una u otra forma, pretenden explicar las causas del problema o cuestiones íntimamente relacionadas con estas” (Jiménez Paneque ,1998).

En lo que respecta al estudio correccional, consiste en brindar una relación existente entre dos o más conceptos y variables en la investigación. Por otro lado, el estudio exploratorio tiene como fin estudiar un tema o problema que es poco común y no se ha estudio antes.

El presente trabajo es un estudio descriptivo y explicativo, ya que se describe el fenómeno en el proceso en estudio y posee como fin explicar la razón y el origen de este para elaborar la propuesta de mejora.

Alcance	Propósito de las investigaciones	Valor
Exploratorio	Se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.	Ayuda a familiarizarse con fenómenos desconocidos, obtener información para realizar una investigación más completa de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados.
Descriptivo	Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.	Es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.
Correlacional	Su finalidad es conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular.	En cierta medida tiene un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa.
Explicativo	Está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.	Se encuentra más estructurado que las demás investigaciones (de hecho implica los propósitos de éstas); además de que proporciona un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia.

Figura 16. Alcances de la investigación.

Fuente: Hernández Sampieri (2014).

3.3 Fuentes de información

Las fuentes son todo aquello que proporcionan información para realizar estudios de hechos y las bases del conocimiento. Las fuentes de información pueden ser: primarias, secundarias o terciarias. En otras palabras, son unas herramientas para el conocimiento, la búsqueda y el acceso a la información. Acerca de las fuentes, la Universidad de Puerto Rico (2021) explica:

Primarias son objetos, imágenes o documentos creados en un momento histórico que proporciona una mirada personal a un evento o periodo de tiempo. Generalmente, las fuentes primarias no proporcionan explícita o detalladamente su propósito. Las fuentes secundarias son creadas para interpretar, evaluar o resumir los objetos o documentos históricos. Las fuentes terciarias recopilan y resumen una variada suma de fuentes primarias y secundarias para proveer una mirada general e introductoria a un tema del saber. Algunos ejemplos de fuentes terciarias son las enciclopedias, los diccionarios, las bibliografías y los libros de texto.

En este proyecto, se utilizaron principalmente fuentes de información primarias y secundarias, ya que se estará trabajando con reportes y documentos con datos directos, que sirven para el análisis del problema.

Clasificación de las fuentes de información según el tipo de información que proporcionan			
Fuentes de información primarias	Obras de referencia	Fuentes de información secundarias	Fuentes de información terciarias*
<ul style="list-style-type: none"> • Libros (monografías, manuales, libros de texto...) • Literatura gris • Tesis doctorales • Informes • Actas de congresos • Patentes • Normas • Traducciones • Publicaciones periódicas <ul style="list-style-type: none"> – revistas – boletines – diarios – publicaciones oficiales • Documentos no textuales <ul style="list-style-type: none"> – Iconográficos (carteles, cuadros, fotos...) – Proyectables (diapositivas, microfichas...) – Sonoros (CD, discos...) – Audiovisuales (películas...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Diccionarios, léxicos, vocabularios, tesau-ros • Enciclopedias • Anuarios • Directorios • Manuales y tratados • Guías • Fuentes geográficas <ul style="list-style-type: none"> – atlas – mapas • Fuentes biográficas <ul style="list-style-type: none"> – memorias – diarios – autobiografías – biografías • Fuentes estadísticas • Directorios 	<ul style="list-style-type: none"> • Bibliografías <ul style="list-style-type: none"> – Catálogos – Repertorios • Boletines de índices, sumarios y resúmenes • Bases de datos referenciales • Recursos de Internet 	<ul style="list-style-type: none"> • Bibliografías de bibliografías • Guías de obras de referencia • Manuales de fuentes de información

Figura 17. Clasificación de las fuentes de información.

Fuente: Gallego Lorenzo y Juncà Campdepadrós (2014)

3.4 Instrumentos y técnicas de recolección de información

La recolección de datos se define como un proceso que utiliza gran cantidad de herramientas y técnicas, las cuales pueden ser entrevistas, observaciones, encuestas, cuestionarios, análisis documental, diagramas de flujo, entre otros, con el fin de adquirir información sobre variables en una investigación.

Como lo explica el Tecnológico de Monterrey (2020), la observación se define como los registros visuales de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignando los datos, de acuerdo con algún esquema previsto y con el problema que se estudia. La encuesta, por su parte, consiste en obtener información de los sujetos en estudio, proporcionados por ellos mismos, sobre opiniones, conocimientos, actitudes o sugerencias. Las entrevistas son las respuestas que son formuladas verbalmente y se necesita de la presencia del entrevistador. Son un instrumento que tiene como objetivo obtener información de las personas que se desean estudiar, las cuales deben proveer conocimiento, sugerencias, opiniones, experiencias, entre otros. Se clasifican en dirigidas o estructuradas y no estructuradas.

Por su parte, la encuesta es una herramienta utilizada para obtener información de una parte de la población (muestra) y es utilizada en todo tipo de empresa. Esta herramienta hace uso de un formato llamado cuestionario que tiene como fin de obtener datos por medio de correo, teléfono, presencial o internet. En cuanto al análisis documental es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada sistemática para facilitar su recuperación. Comprende el procesamiento analítico- sintético que, a su vez, incluye la descripción bibliográfica y general de la fuente, la clasificación, indización, anotación, extracción, traducción y la confección de reseña (Dulzaides Iglesias Maria, 2004).

En este proyecto, se utilizan técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa, con el fin obtener información importante para analizar la problemática e identificar mejoras. Se utilizan los registros de solicitudes de cursos, las observaciones del tiempo promedio de resolución de cada correo, los registros de quejas de los usuarios y el número de solicitudes por mes.

Por medio de la recolección de datos, se pretendieron identificar los tiempos de respuesta de correos, el número de solicitudes cumplidas dentro de 24 horas, los tiempos de realización de

actividades manuales, las afectaciones al departamento de entrenamientos, los porcentajes de métricas actuales y la satisfacción al cliente, a través del número de quejas.

3.5 Procedimiento metodológico

Para realizar esta investigación, se deben tener en cuenta los siguientes tópicos:

- Población: se debe explicar y detallar quienes son la población.
- Tipo de muestreo: puede ser aleatorio, a juicio o por conveniencia.
- Tamaño de muestra: se debe explicar cómo se calculó la muestra.
- Selección y distribución de la muestra: se explica cuál es la muestra y por qué se utilizó esta.
- Unidad de muestreo: se debe señalar y explicar si es diferente a la unidad informante.
- Unidad informante: persona que brinda la información.

En este proyecto, la población de interés son los trabajadores y usuarios ya que estos son los que se ven perjudicados por las problemáticas. La muestra es a juicio y es dada por la empresa por la confidencialidad de los datos, por lo tanto, se trabaja solo con los datos que la empresa provea. Las unidades informantes son los trabajadores de los procesos, ya que estos son los que manejan los datos. Sin embargo, si los datos no existen o no se manejan, estos se deben recopilar. Por último, la unidad de muestreo es en tiempo, volumen de trabajo y satisfacción al cliente (número de quejas y problemas de usuarios).

La investigación va a impactar a todos los colaboradores involucrados en el proceso de capacitación y formación en 3M, puesto que se desean disminuir los tiempos de las actividades manuales, desperdicios y errores, con el fin de aumentar la eficiencia del proceso y así brindar un mejor servicio a los usuarios. La recolección de información por medio de observaciones permitió el desarrollo de la solución al problema.

3.6 Definición, operacionalización e instrumentalización de variables

Es fundamental definir qué instrumentos se utilizan para estudiar las variables. Para esto, se realiza un cuadro de variables que incluye los objetivos, las variables, la definición conceptual, los indicadores y definición instrumental.

Tabla 3. Cuadro de variables.

Objetivo específico	Variable de estudio	Definición conceptual	Indicadores	Definición instrumental
Analizar el proceso actual de formación y capacitación de cursos para estudiar la situación actual de los procesos.	-El proceso actual formación y capacitación de cursos.	- Se encarga de realizar las capacitaciones y formaciones de los empleados de 3M. Esto tiene como fin que todos los empleados puedan realizar los cursos correspondientes, y forma adecuada en el tiempo establecido.	-Número de manuales de procedimientos existentes. -Número de elementos claves en el proceso: Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes. -Número de factores que involucran la ejecución del proceso para determinar las causas raíz.	-Observación directa -Documentación de los procesos existentes que se encuentran en la nube (archivos) - Lluvias de ideas por parte de los empleados. -Videos realizados de entrenamientos pasados de los procesos. -Diagramas de los procesos.
Medir los tiempos de la realización de los procesos actuales para identificar las mejoras.	-Los desperdicios, errores y reprocesos dentro de los procesos	Los desperdicios son las actividades de los procesos que no generan valor a los procesos. Los errores son todas las actividades que se realizan de forma incorrecta en los procesos. La mayor parte de los errores se producen por error humano.	- Frecuencia con la que se reportan problemáticas en cada proceso -Tiempo promedio de cada proceso -Cantidad de errores en promedio por mes de cada proceso. -Número de quejas y problemas de los usuarios.	-Observación directa - Documentación del volumen de trabajo de los últimos años. -Encuesta de satisfacción.
Elaborar una	-Propuesta de	- La propuesta es	-Modificaciones	-Encuesta de

Objetivo específico	Variable de estudio	Definición conceptual	Indicadores	Definición instrumental
propuesta de mejora continua, con el fin de reducir los errores y desperdicios de los procesos actuales.	mejora.	un plan que pretende solucionar las problemáticas actuales generando procesos automatizados y actualizados para que la empresa pueda cumplir con los objetivos operativos del 2021.	de los procesos. -Cantidad de tiempo disminuido con la aplicación de la propuesta -Opinión de los usuarios y trabajadores sobre las propuestas implementas.	satisfacción al cliente -Observación directa -Diagrama de flujo de los procesos actualizados
Diseñar un plan de control de los tiempos de los procesos de formación y capacitación que permita fomentar una cultura de mejora continua en la organización, que se aplicará mensualmente.	- Propuesta de control de procesos	- La propuesta es un plan para lograr que las mejoras se mantengan en el tiempo y determinar si las soluciones implementadas están siendo efectivas.	-Indicadores estadísticos descriptiva (media, moda, mediana, etc.) -Indicadores de control estadístico de la calidad (capacidad del proceso)	-Observación directa -Toma de datos. -Cálculo de datos por medio de Excel y Minitab.
Desarrollar un análisis financiero sobre la propuesta de mejora que se acople a los objetivos financieros de la empresa.	-Análisis financiero de propuesta	Un análisis que pueda demostrar el impacto financiero de la propuesta en la reducción de costos y aumento de la utilidad para que la empresa pueda llegar a sus objetivos financieros en el 2021	-Cantidad de margen bruto después de que se aplique la propuesta. -Cantidad de costos involucrados en la propuesta. -Grado de impacto financiero para la organización.	-Documentación existente. -Contabilidad de costos asociados a la propuesta. -Entrevistas

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Diagrama de Gantt

El Diagrama de Gantt es una herramienta utilizada para ilustrar el tiempo establecido para realizar actividades a lo largo de un plazo de tiempo determinado. A continuación, se

presenta el diagrama de Gantt para las entregas del proyecto. Cabe destacar que las actividades que aún no han comenzado tienen fechas que pueden variar.

Figura 18. Diagrama Gantt.

Nombre de la tarea	Duracion (dias)	Estado	02.02.2021	18.02.2021	06.03.2021	17.03.2021	20.03.2021	28.03.2021	30.01.2021	13.04.2021	20.04.2021	11.05.2021	16.05.2021	18.05.2021	21.05.2021	08.06.2021	18.06.2021	06.07.2021	31.07.2021	03.08.2021	17.08.2021	18.08.2021	21.08.2021	24.08.2021	28.08.2021	31.08.2021	01.09.2021	07.09.2021	08.09.2021	
			Poyecto	158	Terminado	█																								
Clase Introdutoria	1	Terminado	█																											
Entrega boleta de proyecto	1	Terminado		█																										
Entrega Anteproyecto	1	Terminado			█																									
Entrega Avance Capitulo I	1	Terminado				█																								
Entrega Avance Capitulo III	1	Terminado					█																							
Entrega Avance Capitulo II	1	Terminado						█																						
Entrega Avance Capitulo IV	1	En progreso							█																					
Revison Anteproyecto Final	28	Terminado			█	█	█	█																						
Revison Avances Finales	35	En progreso			█	█	█	█	█	█																				
Entrega Final del Primer Documen	1	No ha iniciado								█																				
Presentacion Ejecutiva	1	No ha iniciado									█																			
Fin del Curso Metodos de Investig	1	No ha iniciado										█																		
Avance Capitulo v	7	No ha iniciado										█	█																	
Avance Capitulo VI	5	No ha iniciado											█	█																
Avance Capitulo VII	11	No ha iniciado												█	█	█														
Revison Avances	26	No ha iniciado													█	█	█	█	█	█										
Avance VIII	15	No ha iniciado																		█	█	█	█	█	█	█	█			
Revison avances	4	No ha iniciado																			█	█	█	█						
Corecciones finales de TFG	1	No ha iniciado																				█								
Revison de corecciones finales de	5	No ha iniciado																					█	█	█	█	█			
Ultimas modifcaciones al TFG final	5	No ha iniciado																							█	█	█	█	█	
Entrega del documento final	1	No ha iniciado																										█		
Revison del TFG	4	No ha iniciado																											█	
Presentacion del TFG	1	No ha iniciado																												█

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV. Marco situacional

4.1 Introducción

La empresa en donde se realizó el proyecto está dedicada a investigar, desarrollar, manufacturar y comercializar tecnologías diversificadas, ofreciendo productos y servicios en una amplia cantidad de áreas. Esta tiene presencia en más de 100 países y maneja 2 líneas de negocio, las cuales son:

- Servicios: esta línea incluye todos los servicios que brinda a diferentes empresas en las áreas de electricidad, automotriz, manufactura, seguridad y entre otros (capacitación, soporte técnico, mantenimiento, etc.).
- Productos: esta línea incluye todos los productos que ofrecen. Las marcas más conocidas son: Scotch, Post-it, Scotchgard, Nexcare y Thinsulate.

Por medio del trabajo de cada una de las 2 líneas de negocio, la empresa 3M logra tener una amplia cantidad de servicios que les puede ofrecer a sus clientes.

4.2 Historia de la empresa

En 1902, en la pequeña ciudad de Two Harbors, en Minnesota, EE. UU., cinco hombres de negocios pretendieron explotar una reserva mineral local y fabricar papel de lija. Para ello, fundaron la empresa Minnesota Mining & Manufacturing Company y nació 3M. Sin embargo, tuvieron que pasar varios años hasta que la empresa se convirtió en el gigante industrial que es en la actualidad.

En 1910, 3M se trasladó a St. Paul, también en Minnesota, donde se pusieron las bases de un éxito mundial sin precedentes. Allí, se sucedieron distintos avances e innovaciones tempranos en productos como el papel de lija, la cinta de enmascarado y otros materiales que se usaban para la fabricación de coches. El papel de lija fue el primer producto de 3M y el origen del sector cada vez más diverso de los abrasivos. Cuando se terminó de construir el Edificio 47 en 1955 en Saint Paul, Minnesota; era la planta de fabricación de abrasivos más grande del mundo.

En la década de los 70 y 80, se caracterizó por la introducción de productos farmacéuticos, químicos para la agricultura, registro digital de sonido, láminas para control de energía solar, películas para rayos X y el sistema Trimax para exploración radiológica.

Uno de los momentos espectaculares de 3M fue el hallazgo fortuito de los “Post-it® Note”. En 1980, Arthur Fry, quien pasó casi cuatro décadas de su vida en los cuarteles de 3M, hizo un hallazgo notable. En realidad, fue una invención accidental, ya que Fry tomó un adhesivo que había creado Spencer Silver, un científico de 3M, cuya característica principal era que seguía pegajoso incluso después de que se hubiera despegado.

4.3 Ubicación

La empresa está ubicada en el Centro Corporativo El Cafetal, Heredia, Belén.

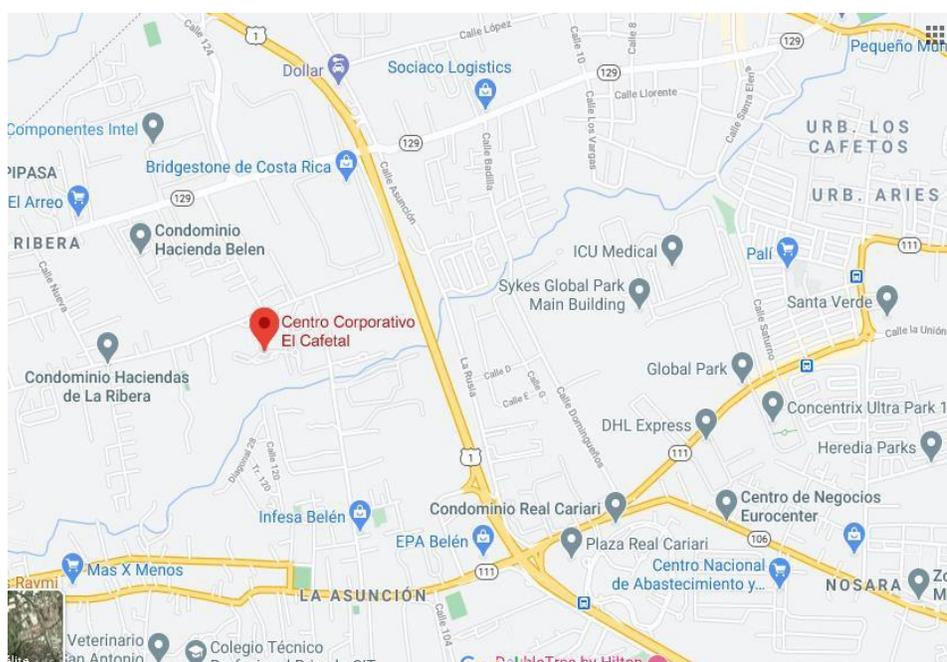


Figura 19. Localización.

Fuente: Google Maps.



Figura 20. Imagen del Centro Corporativo.

Fuente: ccelcafetal.Google

4.4 Organigrama

A continuación, se mostrarán el organigrama general, e a nivel regional y se marcará en naranja el área donde se realizó el proyecto.

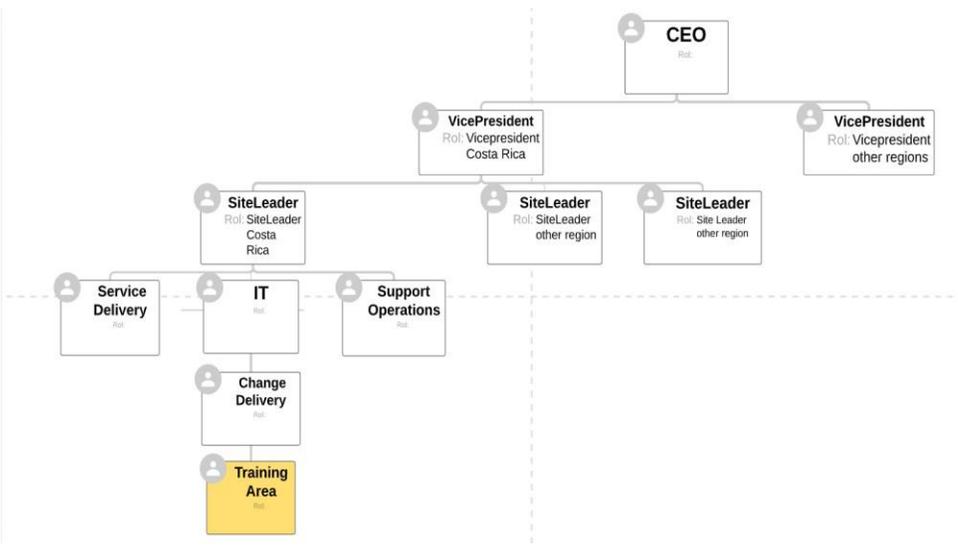


Figura 21. Organigrama general.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Estrategia empresarial

Su estrategia se ha fundamentado en la promoción del emprendimiento y la insistencia hacia la libertad en el puesto de trabajo para perseguir ideas innovadoras. Ellos han sido consistentes en crear una cultura de innovación dentro de la organización. A través de una combinación de procesos formales e informales, esta empresa ha logrado fomentar su capacidad innovadora creando una cultura específica que permite generar confianza entre su fuerza laboral.

3M ha construido un modelo descentralizado porque un talento puede ser considerado en una posición independientemente del país de la región en el que se encuentre. Hay una constante interacción entre equipos virtuales donde sus miembros están en diferentes países de la región. La apertura y transparencia son vitales para lograr canales de comunicación directos y accesibles. La cultura está centrada en la conducta de negocios a nivel global, enriquecida por los aportes locales.

4.5.1 Misión

“Comprometer a contribuir activamente al desarrollo sostenible a través de la protección ambiental, la responsabilidad social y el progreso económico” (3M, 2019).

4.5.2 Visión

“Tecnología 3M que avanza todas las empresas. Productos de 3M que mejoran cada hogar. Innovación de 3M que mejora cada vida” (3M, 2017).

4.5.3 Valores

Los valores que se tienen en la empresa 3M son los siguientes:

Colaboración, innovación, perseverancia, pasión por el cambio, integridad y honestidad.

4.5.4 Análisis FODA

El análisis FODA permite visualizar cómo se encuentra la empresa actualmente. Con este análisis, se pueden ver las fortalezas y oportunidades de la empresa, al igual que las debilidades y las amenazas que se tienen. A continuación, se presenta el análisis FODA de la empresa 3M.

La empresa tiene las siguientes fortalezas:

- 3M se caracteriza por tener una cultura de innovación reconocida por estar en la vanguardia tanto en sus productos como los servicios que brinda.
- Cuenta con un proceso de adquisición de talento humano riguroso que permite contratar personal calificado, que se diferencian de las empresas que compiten con esta.
- Cuenta con gran cantidad de reconocimientos a nivel mundial en diferentes áreas como la industrial, ética, ambiente laboral, calidad en sus productos, sostenibilidad de empresa y entre otros.
- Ofrece productos y servicios de alta calidad, ya que pasan por gran cantidad de pruebas e indicadores de calidad.

La empresa cuenta con las siguientes oportunidades:

- Incrementar portafolio de productos que ofrece, ya que, a pesar de que los productos que ofrecen abarcan gran cantidad de industrias, aún no han podido diversificarse a otros mercados. Esto se puede evidenciar con la diferencia de marcas y productos que ofrece en comparación con sus competidores, como, por ejemplo, Procter & Gamble.
- El acceso a nuevos mercados permitiría a la empresa a generar más ventas y satisfacción al cliente, pues existen gran cantidad de clientes que tienen una percepción de que los productos de 3M son de muy alta calidad. Por lo tanto, la marca se volvería más fuerte y valiosa.
- Existe un gran posicionamiento de las marcas que posee la empresa, ya que son sinónimo de calidad e innovación. Esto permite que el consumidor tenga una percepción de la marca distintivo a la competencia, permitiendo una retención de clientes. Esto es una oportunidad, debido a que le permite a la empresa tener ventas continuas, aumentar precios, aceptación de nuevos productos y mejorar continuamente la satisfacción consumidora.
- Los costes de materia prima son altos, ya que la empresa produce productos de alta calidad. Por lo tanto, la empresa tiene como oportunidad reducir estos costos para poder reducir así el precio de venta de los productos que ofrece.

La empresa tiene las siguientes debilidades:

- No existen estrategias suficientes para reducir los precios de ventas de sus productos y ventas. Esto le dificulta a la empresa, en gran medida, competir con marcas menos costosas.
- No hay suficientes procesos estandarizados ni documentación sobre la empresa disponible para sus colaboradores.
- A nivel de capital humano, el proceso de reclutamiento no es tan ágil como se desea.

La empresa enfrenta las siguientes amenazas:

- La mayoría de los precios de sus productos y servicios que ofrece son más costosos que los de la competencia.
- Existe gran cantidad de productos que reemplazan a los productos de 3M con precios inferiores de empresas que compiten directamente.
- Incremento la tecnología reemplazara algunos de sus productos y servicios ya que el mercado tiene una tendencia a ofrecer productos y servicios más automatizados y digitalizados en el sector de limpieza, manufactura, transporte y entre otros.
- El negocio electrónico aumenta cada vez por ende existen empresas informales y pequeñas que producen y venden productos nuevos por medio de internet similares a los de 3M. Además, este incremento se debe a la crisis del COVID-19.

La empresa 3M tiene muchas ventajas y oportunidades que utilizan para seguir creciendo y estar adelante de la competencia; aun así, tienen ciertas debilidades que la frenan. Entre las más importantes son la calidad y la innovación de sus servicios y productos. Por otro lado, las amenazas no se pueden controlar, solo se pueden tomar decisiones para que no afecten a la empresa. Por ejemplo, la empresa 3M no puede impedir la aparición de nuevos competidores y nuevas tecnologías, solo puede tomar acciones para que el impacto no sea negativo.

Análisis FODA	
Debilidades	Fortalezas
Al nivel interno, no existe suficiente estrategias para la reducción de precios	Innovación
No hay una estandarización de los procesos a nivel regional.	Personal calificado
A nivel de capital humano, el proceso de reclutamiento es riguroso.	Reconocimiento a nivel mundial
	Garantía y calidad en sus productos y servicios
Oportunidades	Amenazas
Incrementar su portafolio de productos que ofrece	Gran variedad de productos en el mercado que reemplazan los productos de 3M
Acceso a nuevos mercados	Competencia con costos más bajos
Reducir costos de M.P. para disminuir el costo de venta de los productos	Incertidumbre aceptación de productos
Existe un gran posicionamiento de las marcas que posee la empresa	Incremento de la tecnología reemplazará algunos de sus productos y servicios
	Incremento del negocio electrónico

Figura 22. FODA.

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Mercado comercial

El mercado comercial que maneja la empresa 3M está constituido por todas aquellas empresas dentro de la región que requieran de los productos y (o) servicios que esta ofrece. La empresa está dedicada a investigar, desarrollar, manufacturar y comercializar tecnologías diversificadas, ofreciendo productos y servicios en diversas áreas, tales como equipamiento industrial, automotriz, cuidado de la salud, energía, manufactura transporte y entre otros. Sus productos marcas más conocidas son Scotch, Post-it, Scotchgard, Nexcare o Thinsulate.

4.6.1 Nicho de mercado

El nicho de mercado lo constituyen todas aquellas organizaciones que tengan la necesidad de los productos y servicios que ofrece 3M a nivel global.

4.7 Principales competencias y clientes

La empresa 3M es considerada por ofrecer gran variedad y alta calidad de productos y servicios. Aun así, no quiere decir que no tenga competencia; la tiene en los países donde ya tiene presencia y en los que se tienen nuevas oportunidades. La competencia es todas las empresas que producen y ofrecen los mismos productos y servicios. Estos son algunos productos

de la gran variedad de marcas que compiten con 3M: Contraste (esponjas), AMPO (notas adhesivas), Cure Band Medical (curitas), Moldex (Respiradores), entre otros.

La empresa 3M maneja clientes de diferentes industrias. Por razones de confidencialidad, no se mencionan clientes específicos, pero sí las industrias a las que pertenecen estos clientes.

Las industrias son:

- Automotriz
- Cuidado de la salud
- Diseño y Construcción
- Electrónicos
- Energía
- Manufactura
- Seguridad
- Soluciones comerciales
- Soluciones para consumo
- Transporte

4.8 Proveedores

Los proveedores son una parte esencial para todo servicio o proceso, ya que son los que proporcionan los recursos para llevar a cabo el trabajo. La empresa 3M tiene diferentes proveedores, algunos de estos no se podrán mencionar por motivos de confidencialidad.

4.9 Descripción de los productos y servicios

La empresa 3M se dedica a fabricar productos diferentes que impactan a gran cantidad de industrias y mercados. Los principales productos que fabrica la compañía son:

- Abrasivos
- Adhesivos, selladores y masillas
- Aislamiento
- Casa

- Cintas
- Compuestos y abrillantadores
- Eléctrico
- Equipo de protección personal
- Etiquetas
- Herramientas y equipos
- Lubricantes
- Material de oficina
- Materiales de construcción
- Médico
- Odontología y ortodoncia
- Películas y láminas
- Productos de limpieza
- Revestimientos
- Señalización y marcado
- Suministros y pruebas de laboratorio

Los productos más conocidos que más han impacto a los consumidores que produce la empresa son los siguientes:



Figura 23. Cinta de cristal con dispensador.

Fuente: 3M (2021).

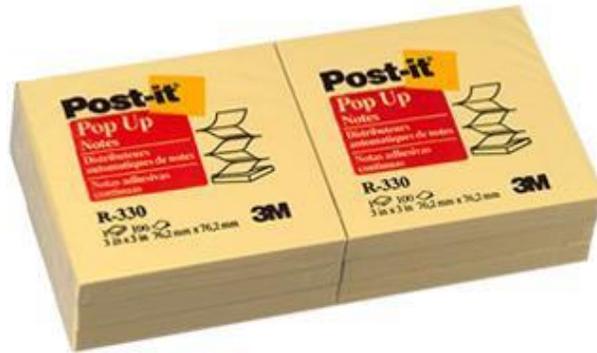


Figura 24. Notas adheribles Post It.

Fuente: 3M (2021).



Figura 25. Respirador con válvula de exhalación.

Fuente: 3M (2021).

4.10 Macroprocesos

En la figura 26, se muestra el macroproceso que tiene la empresa 3M en la Gestión del Talento Humano. Dentro de este macroproceso, se encuentra el proceso de Capacitación y Formación, en el cual se va a elaborar la propuesta de mejora.

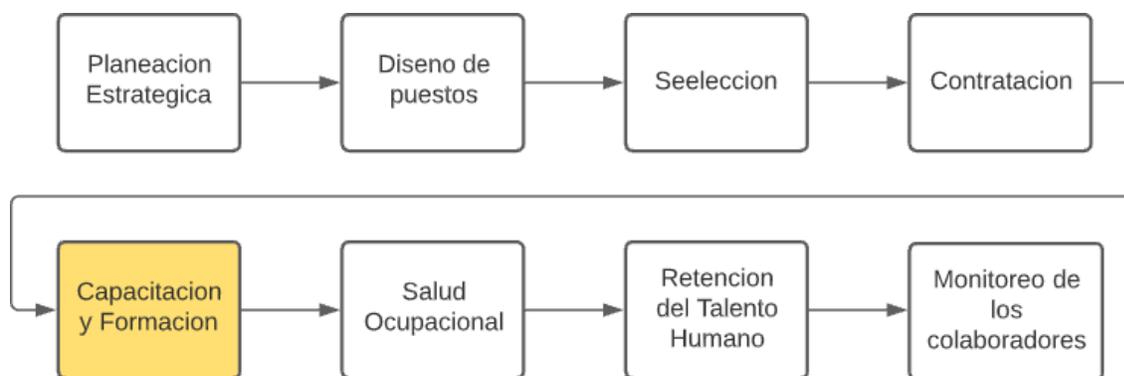


Figura 26. Macroproceso general.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 27, se muestran los subprocesos del proceso de Capacitación y Formación.

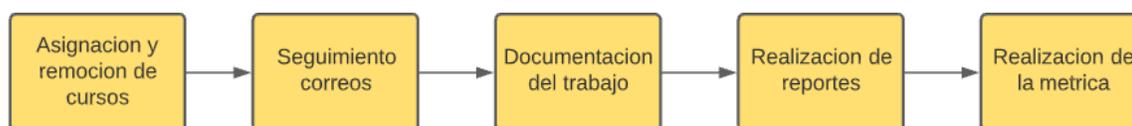


Figura 27. Macroproceso de capacitación.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del macroproceso, se trabajó principalmente en la parte de Capacitación y Formación. Aun así, se incluyeron otros procesos, con el fin de tener una idea más concreta de cómo funciona todo el macroproceso y entregar una mejor propuesta de mejora.

Todo inicia una vez que se realiza el plan estratégico para definir objetivos. Luego, se hace el reclutamiento según las necesidades y requerimientos de cada área y departamento. Después de esto, se realiza la capacitación y formación de los colaboradores por medio de cursos. Por último, se llevan a cabo actividades de retención, seguridad ocupacional y mantenimiento, las cuales incluyen: evaluación de desempeño, higiene, seguridad, control de la información gerencial, creación de clubes y entre otros.

Capítulo V. Análisis de la situación actual

5.1 Situación actual de la empresa 3M

La empresa 3M ofrece diversos productos y servicios en diferentes mercados, bajo el nombre de numerosas marcas. Este proyecto se va a realizar en el Área de Tecnologías de Información, específicamente en los procesos de Formación y Capacitación, los cuales consisten en la asignación de cursos, la documentación del volumen de trabajo, la realización de reportes y la realización de métricas.

Los proyectos de formación y capacitación están teniendo problemas, ya que se presentan desperdicios, errores y reprocesos, lo cual significa una pérdida monetaria para la empresa, ineficiencia en la capacitación para los empleados y una disminución en la calificación de satisfacción de los clientes (usuarios). Por esta razón, se realizó un estudio, en el cual se hizo un mapeo del proceso y un diagrama SIPOC, para analizar los puntos de mejora. Además, se realizaron estudios de causa raíz con el diagrama Ishikawa, para identificar las causas de los problemas que están afectando a los procesos. Con el estudio de principio a fin del proceso, se pudo llegar a la conclusión de cuáles son las secciones del proceso que tienen posibilidad de cambio y que permitan generar propuestas de mejora para disminuir los desperdicios, errores y reprocesos.

5.2 Proceso actual de formación y capacitación

A continuación, se describen las diferentes partes que forman el proceso de Formación y Capacitación y se muestra su diagrama de flujo para un mejor entendimiento de este.

5.2.1 Recibimiento de la solicitud

El proceso inicia cuando un mánager de 3M identifica que un empleado necesita un acceso, esto implica la realización de cursos para que el empleado se capacite correctamente. Esta puede ser solicitada por dos sistemas que se utiliza en la empresa (Sistema A y B). Una vez identificado, la solicitud debe ser enviada. Esta debe pasar por diferentes aprobaciones hasta llegar siguiente proceso llamado asignación y remoción. Si estas aprobaciones no se realizan correctamente, no se puede terminar el proceso.

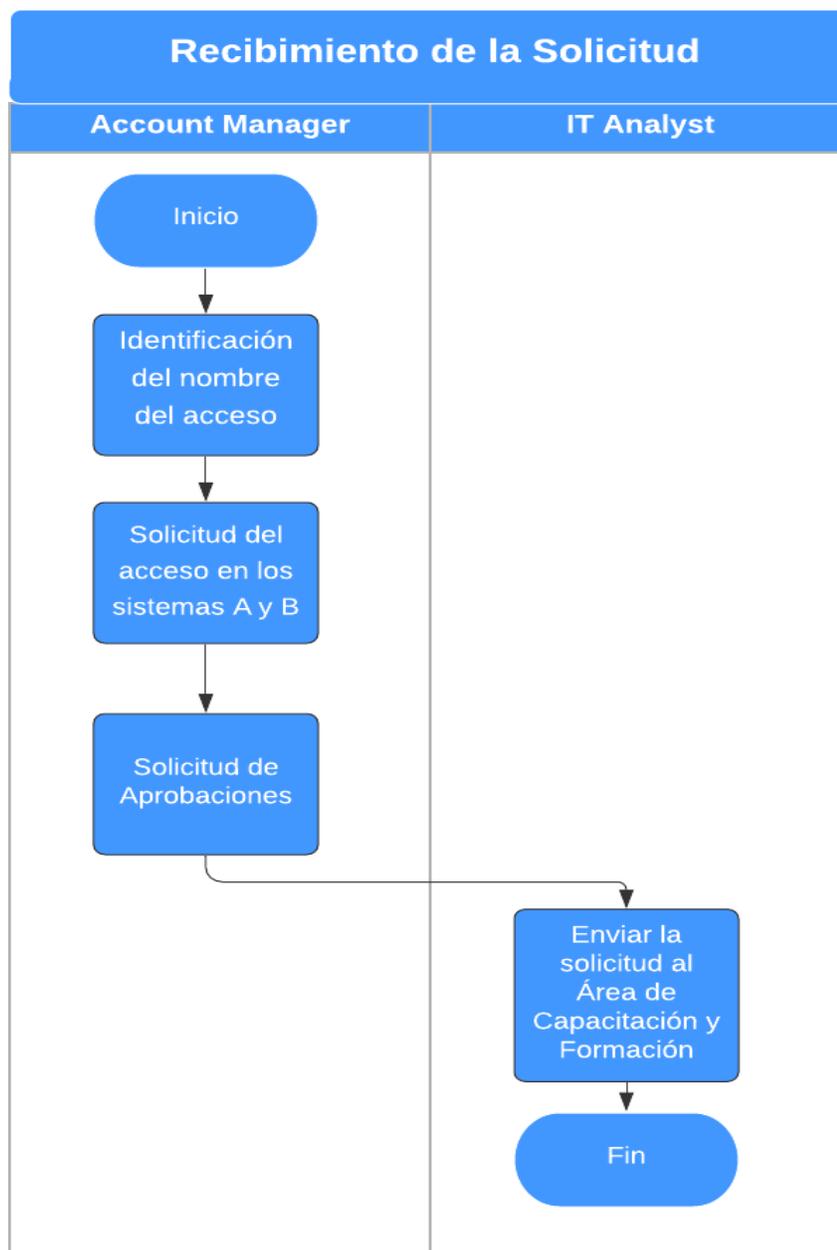


Figura 28. Recibimiento de la solicitud.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Asignación de cursos

Este proceso tiene como objetivo asignar los cursos correspondientes a todos los empleados de 3M según la solicitud recibida. Para la asignación de cursos, se utiliza dos sistemas que se llaman Sistema A y Sistema B. Los dos sistemas reciben las solicitudes enviadas por los mánager y encargados de identificar las necesidades de accesos y capacitación de cada empleado. En el sistema A, se realizan solo procesos manuales, los cuales se documentan en una plantilla en Excel y se suben a una plataforma de la empresa.

El sistema B, se basa en un proceso que se realiza de forma automatizada y manual. En este sistema aproximadamente el 80 % de las solicitudes se realizan de forma automatizadas y el 20 % de forma manual. Las que son automatizadas, las procesa un programa informático que utiliza el departamento de Formación y Capacitación. Este programa trata de realizar todas las solicitudes de forma automatizada. Sin embargo, no tiene la capacidad de realizar todas; por lo tanto, rechaza aproximadamente un 20 %. Este 20 % de las solicitudes son las que el analista tiene que analizar una por una, para poder trabajarlas y editarlas en la página web. La página web se puede acceder por un navegador web y tiene como finalidad ilustrar todas las solicitudes que entran en el sistema B, para poder editar su estado.

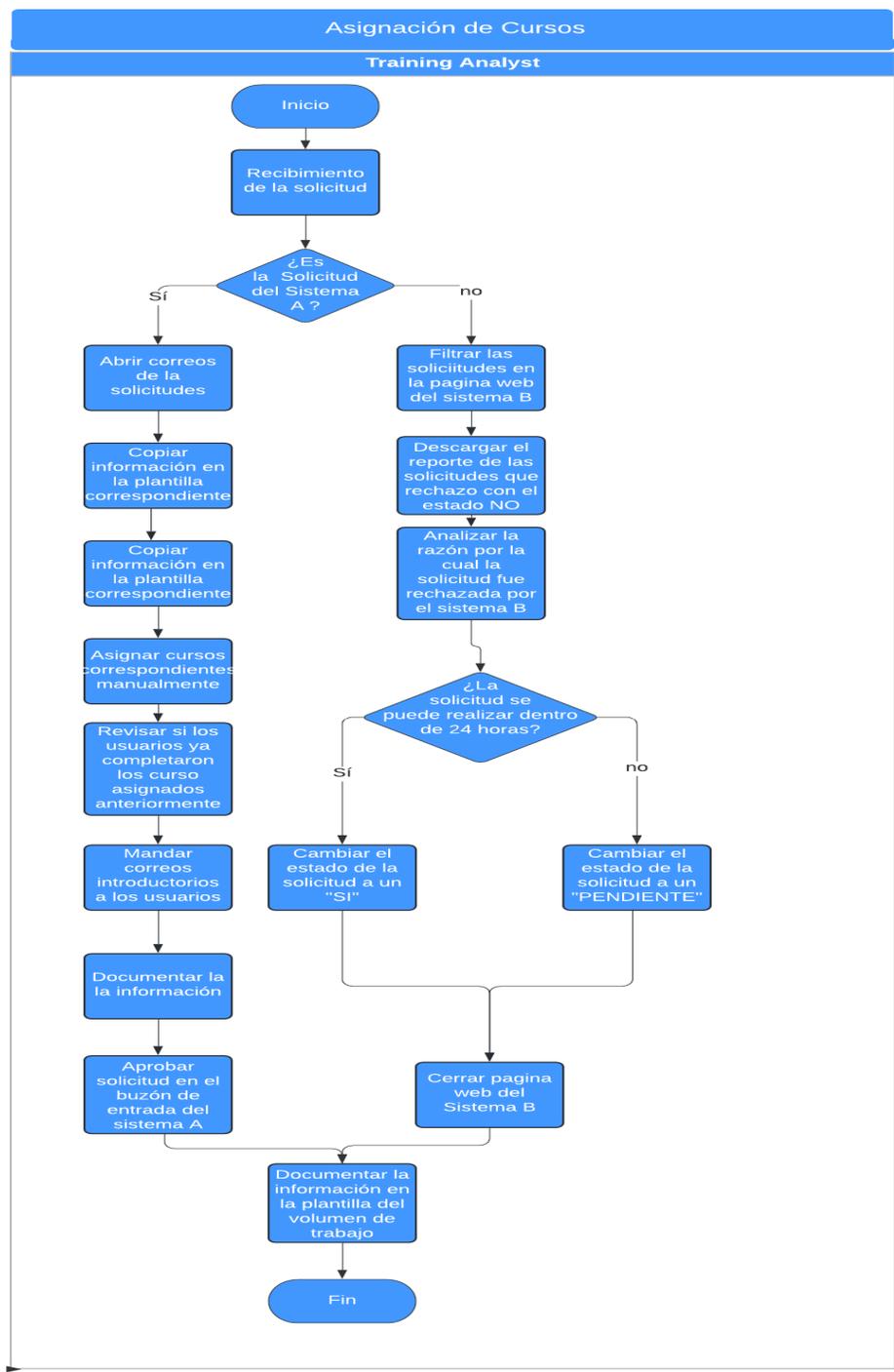


Figura 29. Asignación de cursos.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Documentación del volumen de trabajo

La documentación del volumen de trabajo de las solicitudes se realiza en una plantilla de Excel donde se debe tener un control de todas las solicitudes que entran, estas deben ser ordenadas por país, tipo de solicitud, fecha, excepciones, nombre de analista, entre otros. Esta plantilla se sube a una nube que utiliza 3M, a la cual tienen acceso los empleados del área correspondiente.

La documentación de los correos se realiza en otra plantilla de Excel, donde se debe registrar el número de correos que completó cada analista y la solución que le dio al usuario. Esta documentación contiene gráficos que ilustran la cantidad de correos por día, semana y año. La documentación del volumen de trabajo se realiza de forma manual. Por lo tanto, cada analista debe registrar el trabajo que realiza cada día. Estas plantillas son de gran importancia, ya que alimenta la información de las métricas.

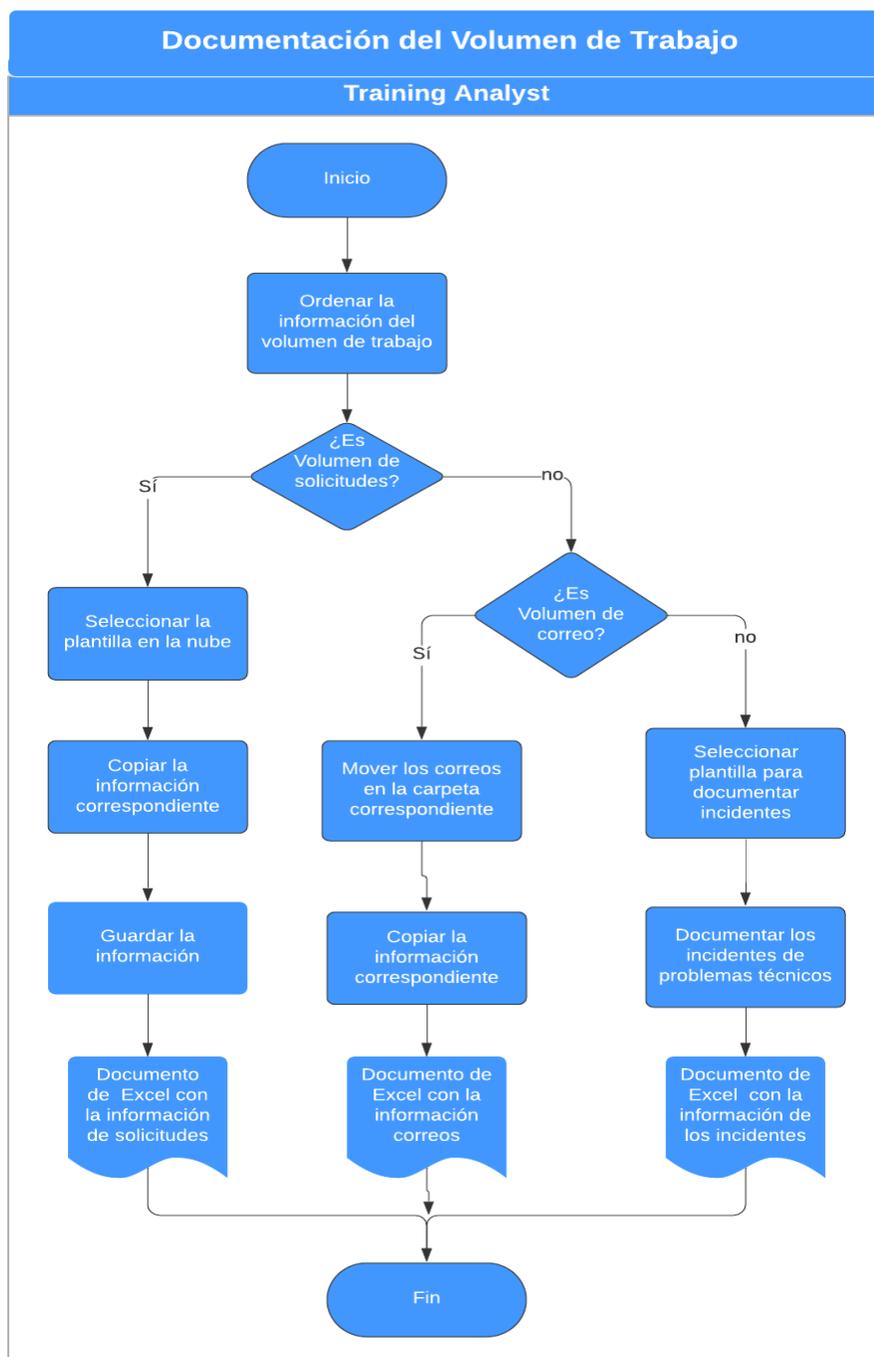


Figura 30. Documentación del volumen de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Realización de reportes

Una vez que se hayan recibido las solicitudes y se haya documentado el trabajo, se deben realizar dos reportes. Estos reportes tienen como objetivo identificar los usuarios que no hay completados los cursos dentro de 30 días que es la fecha máxima. Si los usuarios no completan estos cursos, se les eliminan los accesos y cursos en el sistema. Estos reportes se deben realizar una vez al mes. Los dos reportes mencionados anteriormente son:

- El reporte de las solicitudes que se realizan con el sistema A. Este reporte consiste en identificar cuáles usuarios no han completado los cursos dentro de los 30 días, los cuales fueron trabajados en el sistema A. Este proceso se realiza de forma manual.
- El reporte de las solicitudes que se realizan con el sistema B. Este reporte consiste en identificar cuáles usuarios no han completado los cursos dentro de los 30 días, los cuales fueron trabajados en el sistema B. Este proceso se realiza de forma manual, pero con ayuda de un sistema automatizado.

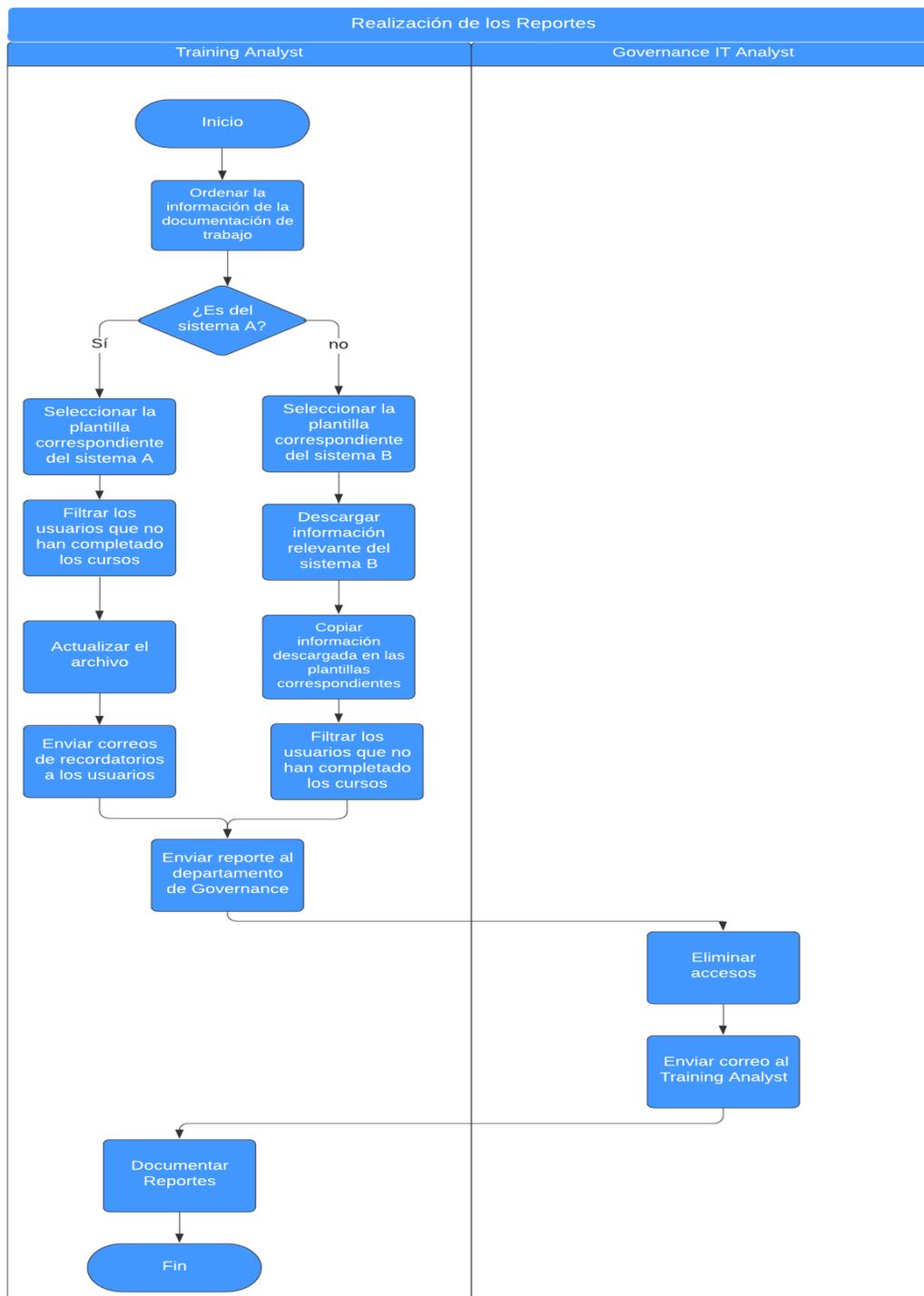


Figura 31. Realización de reportes.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5 Realización de métricas

Cuando se tiene toda la información documentada, se realizan las métricas con dos herramientas llamadas Excel y Power BI. Este proceso toma toda la información que se encuentra en la nube. De esta información, se deben filtrar ciertas columnas, por lo tanto, no se visualiza toda la información en las *dashboards* de Power BI. Los procesos de realización de la métrica se basan en copiar y pegar la información en una plantilla en Excel para que esta después pueda ser subida en Power BI. Este proceso de copiar y pegar información se realiza de forma manual. Este proceso tiene una duración de aproximadamente 1,5 horas.

Para la realización de las métricas, se utilizan diferentes plantillas: la plantilla donde se obtiene la documentación del trabajo manual; la plantilla de la documentación del trabajo automatizado, y la plantilla de la información de los correos respondidos.

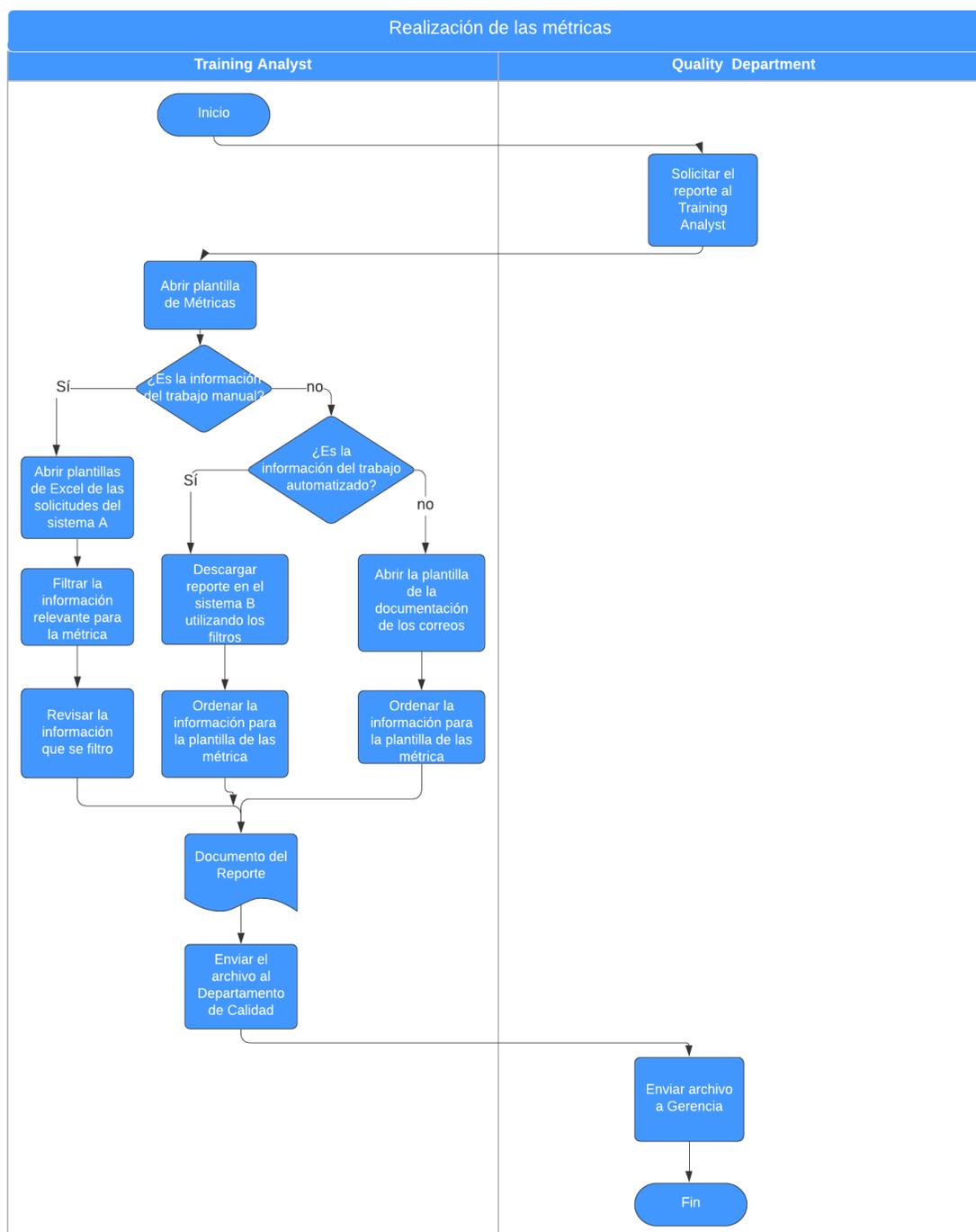


Figura 32. Realización de métricas.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Definir

El primer paso en un proyecto 6 σ es clarificar el problema y definir su alcance de una manera tal que se puedan alcanzar las metas cuantificables en el tiempo establecido. Es decir, se define el propósito y el alcance del proyecto y se recolecta la información base sobre el proceso y cliente. Entonces, se convoca a un equipo para examinar el proceso detalladamente, para sugerir mejoras, así como poner esas recomendaciones en ejecución.

Al conocer a fondo el procedimiento de recolección de formación y capacitación, el primer punto de mejora detectado es en los 3 procedimientos que se mencionaron anteriormente, estos no están debidamente diseñados, lo cual afecta directamente al tiempo de realización de estos. El segundo punto de mejora es que no están automatizados, lo cual afecta a la productividad y eficiencia de estos. El objetivo principal del proyecto es disminuir en un 30 % el tiempo de los estos 3 procesos, actualmente se estima

Para los usuarios, es de suma importancia que tengan los cursos asignados, porque estos están relacionados con los accesos en los sistemas informáticos que trabajan. Además, el soporte se da en el área es global, por ende, la disminución del tiempo de realización de los procesos manuales es de gran oportunidad de hacer investigaciones o ayudar en otros grupos dentro del departamento de Tecnologías de la Información.

5.3.1 Project Charter

En la tabla 4, se puede observar el *Project Charter* que ilustra los elementos, descripción y especificaciones del proyecto. Este es una tabla que determina la existencia de un proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Este se realizó para poder identificar la información prevalente del proyecto.

Tabla 4. Project Charter.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES
1. Proceso	Formación y capacitación a los colaboradores de 3M.	Se basa en los procedimientos de asignación y remoción de cursos a los colaboradores de 3M, de forma global para su debida capacitación y obtención de accesos.
2.Descripción del proyecto	Propuesta de mejora en los procesos de formación y capacitación de empleados para la disminución de errores y desperdicios.	En la organización, si bien es cierto que los colaboradores conocen el procedimiento no se han automatizado ni rediseñado los procesos, lo cual afecta directamente en la productividad y, por ende, aparecen los desperdicios y errores.
3.Alcance del proyecto	¿Qué pasos se van a tomar en cuenta?	Rediseño de procesos, diagramas de procedimientos, automatización por medio de macros, llevar un mayor control y poder tener un proceso óptimo.
4.Caso de negocio	Justificación del proyecto.	El proyecto está enfocado a rediseñar y automatizar los procesos de documentación de volumen de trabajo, realización de métricas y realización de reportes, debido a su impacto tanto para los analistas como los usuarios.
5.Beneficios para los colaboradores y los costarricenses	¿Como se verán beneficiados los colaboradores de 3M?	Al tener un proceso rediseñado y automatizado, se verán grandes cambios a la hora de documentar cada solicitud, realizar métricas y realizar los reportes donde se disminuye el tiempo de procesos manuales. Esto beneficia en gran medida a los analistas para reducir fatiga y prevenir errores.
6.Director de proyecto	Campeón (<i>Champion</i>).	Ing. Carlos Pineda Cartin.
7.Coordinador del proyecto	<i>Yellow Belt</i>	Ing. Carlos Pineda Cartin.
8. Integrantes	<i>Yellow Belt</i>	Colaboradores.
9. Calendario	Inicio y fin del proyecto	01/15/2021 al 12/15/2021.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2 Diagrama SIPOC

Por medio de la herramienta SIPOC, se identificó que gran parte de los procesos requieren de condiciones similares, como se puede visualizar en la columna de clientes. En esta columna, se puede observar que la organización de la información para los procesos es fundamental para que estos no presenten errores o retrabajos para los usuarios y los analistas. La organización de la información se basa en ordenar, guardar, editar y tener lista la información correspondiente para el siguiente proceso, ya que cada plantilla requiere de ciertos detalles y cuidados. Por lo tanto, si la organización de la información fue realizada incorrectamente, la información que se transfiere afectaría a los procesos siguientes, a los usuarios y a la organización en general. La organización de la información se realiza de forma manual, por lo tanto, esto puede generar retrabajos y errores humanos que pueden afectar a gran cantidad de cursos y usuarios.

Se realizó un análisis SIPOC para poder identificar las entradas y salidas de los procesos de formación y capacitación. Este análisis fue de gran ayuda, puesto que se visualizaron los requisitos o condiciones que necesita una entrada para estar seguro de que lo que se genera sea lo requerido. En la figura 33, se puede observar el diagrama de SIPOC, sus columnas se diferencian por diferentes colores.

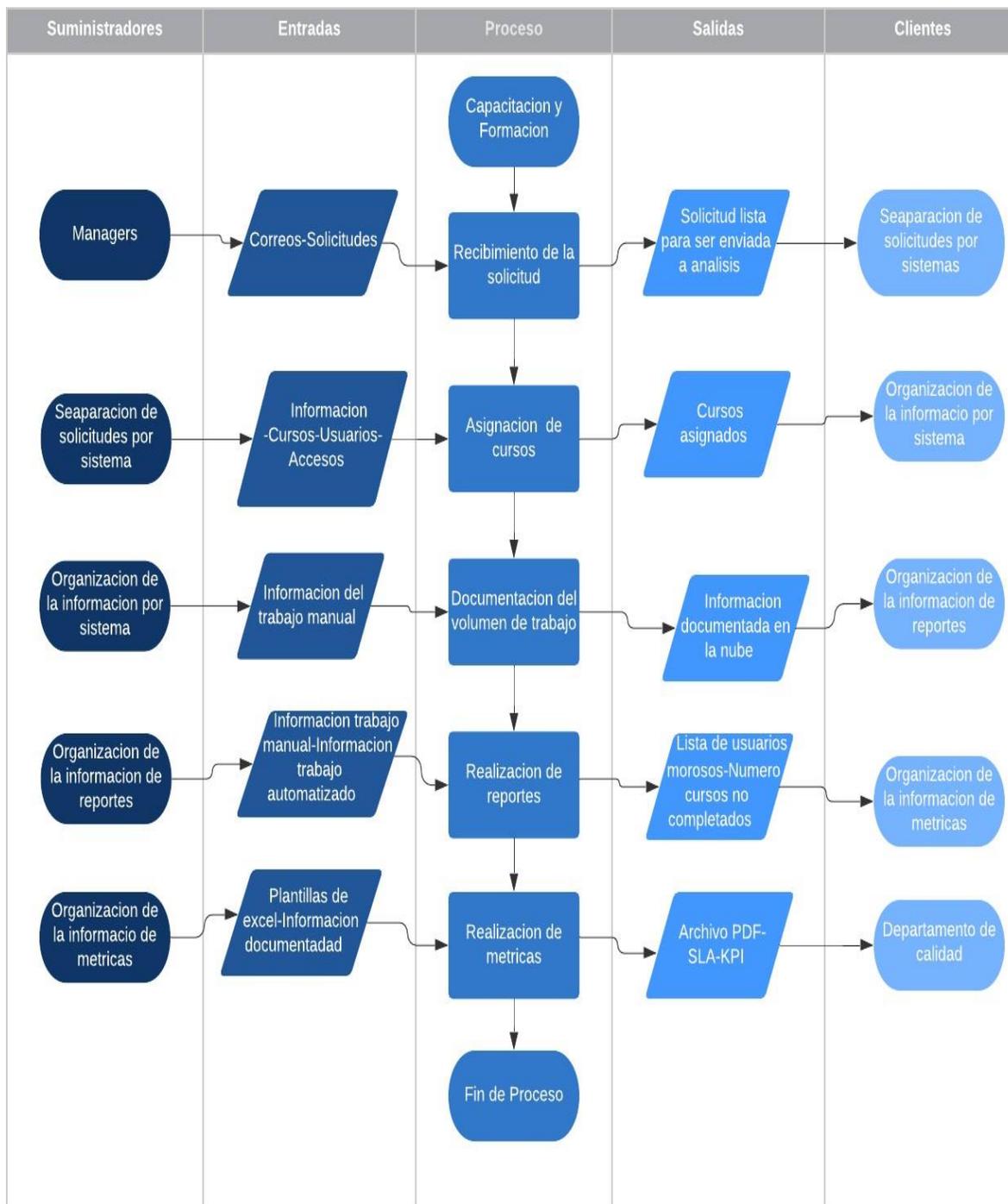


Figura 33. Análisis SIPOC.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Herramienta 5 porqués

La técnica de los 5 porqués es un método basado en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generan un problema en particular. El objetivo final de los 5 porqués es determinar la causa raíz de un defecto o problema. Se basa en un proceso de trazabilidad, se analizan las posibles causas al problema caminando hacia atrás, hasta llegar a la última causa que originó el problema (Se debe tener en cuenta que no tienen por qué ser exactamente 5 preguntas, pues esto va a depender de la longitud del proceso causal del problema).

El objetivo de esta técnica es descubrir información vital de modo sistemático, analizar las causas ocultas y desarrollar soluciones a las preguntas planteadas. Se puede aplicar a la resolución de un conflicto, toma de diagnóstico o la toma de decisiones. Este análisis se realizó con los colaboradores del área que son dos analistas y un mánager. Se aplicó la técnica de los 5 porqués para analizar las cuatro principales causas que pueden estar generando la existencia de errores y retrabajos. En la figura 34, se puede observar el análisis de 5 porqués.

Causas	Porque 1?	Porque 2?	Porque 3?	Porque 4?	Porque 5?	Solucion Propuesta
Confianza en los procesos repetitivos	Existencia de gran cantidad de procesos repetitivos diarios	Gran existencia de procesos manuales	No todos los procesos estan automatizados	Falta de recursos para automatizar los procesos manuales	No existe un proyecto de mejora continua para automatizar procesos	Automatizar procesos
Sistemas ineficientes	Existencia de retrabajos por causa de la ineficiencia de los sistemas	Gran cantidad de pasos innecesarios para trabajar en una solicitud	Sistemas no han sido mejorados	Falta de recursos y tiempo para poder mejorar los sistemas	No se le da la prioridad debida	Rediseño de procesos
Falta de automatización de los procesos manuales	Falta de recursos para automatizar los procesos	No se ha cuantificado el impacto de los procedimientos manuales	Los procesos siempre se han realizado de esa manera y ningun colaborador ha podido solucionarlos	Falta de proyectos de mejora continua	Falta de tiempo	Automatizar procesos
Exceso de documentación de trabajo realizada de forma manual	Se debe documentar todo el trabajo para realizar las metricas y reportes	La información de las metricas y reportes se alimentan de estos documentos	Esta información contempla la documentación realizada manual para calcular los	No existe otra manera de poder realizar las metricas y los reportes	Falta de recursos y tiempo para realizar un proyecto que solucione estos	Automatización y rediseño de procesos

Figura 34. Análisis 5 porqués.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Diagrama Ishikawa

El análisis de causa raíz (ACR) se utiliza para investigar cuáles son las causas que han originado un determinado problema. Determinar de manera correcta las causas raíz de un problema es imprescindible para poder definir acciones correctivas apropiadas que lo solventen y que eviten la repetición del problema en el futuro.

Es normal que de vez en cuando surjan problemas en los procesos de todas las empresas. En algunos problemas, la determinación de la causa que la ha producido es obvia, mientras que en otras puede no serlo tanto. Algunos tipos de estos que son poco importantes, realmente da igual si las acciones correctivas que se aplican son totalmente eficaces o no, por lo que en estos casos no es necesario hacer un análisis de causas.

Por otro lado, hay un pequeño porcentaje de los problemas en que sí conviene realizar este análisis, los cuales son los que produzcan pérdidas significativas de dinero o de seguridad por lo tanto es prioritario asegurar que el problema se resuelva correctamente y que no se repetirá en el futuro. En estos casos, hacer un análisis de causa raíz es clave para asegurar que se tomen las acciones oportunas.

Se realizó un análisis de causa raíz para poder identificar las causas del problema, donde se identificó la existencia de errores manuales en la asignación de cursos. Se utilizaron 6 m que se clasificaron como: mano de obra, máquina, método, material, medición y ambiente. Este se realizó con dos analistas y un mánager. En la figura 35, se puede observar el Diagrama de Ishikawa.

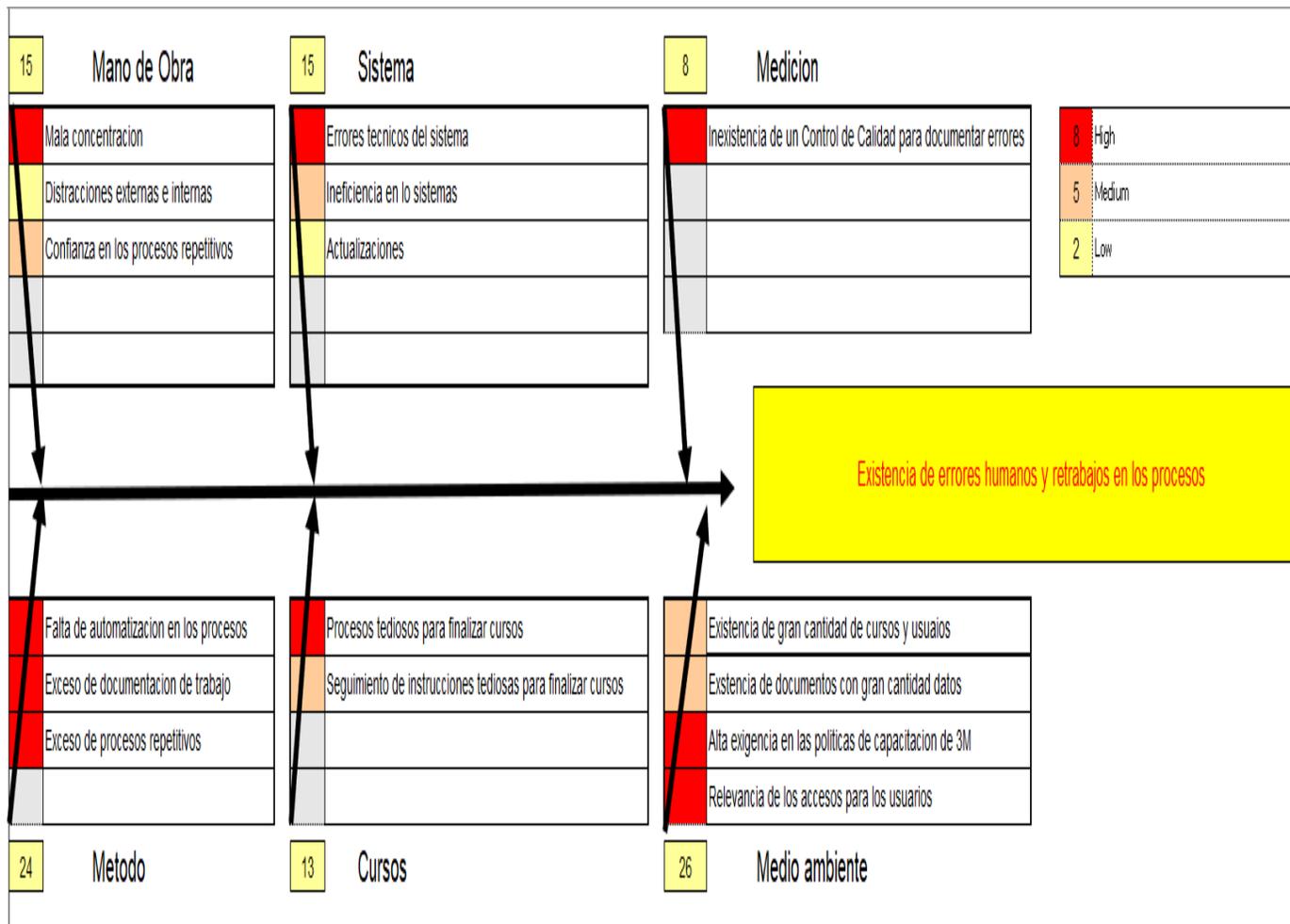


Figura 35. Análisis Ishikawa.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que las causas que más impactan en el diagrama de Ishikawa son: el medio ambiente y el método. Por lo tanto, es de suma importancia poder enfocarse en esas causas para brindar una solución a la causa raíz. Además, se clasificaron las causas en 3 categorías, según su criticidad: *High* (Alto), *Medium* (Medio) y *Low* (Bajo). La causa raíz que se identificó fue la existencia de errores de procedimientos que se realizan manualmente. En conclusión, la existencia de tantos procesos manuales afecta a los procesos, ya que los analistas cometen errores y esto, a su vez, afecta a los usuarios y a toda la organización.

En la figura 36, se puede visualizar el análisis de causa raíz, que se realizó con base en el diagrama de Ishikawa. En este, se puede observar la causa raíz, el objetivo, la posible solución y las ventajas.

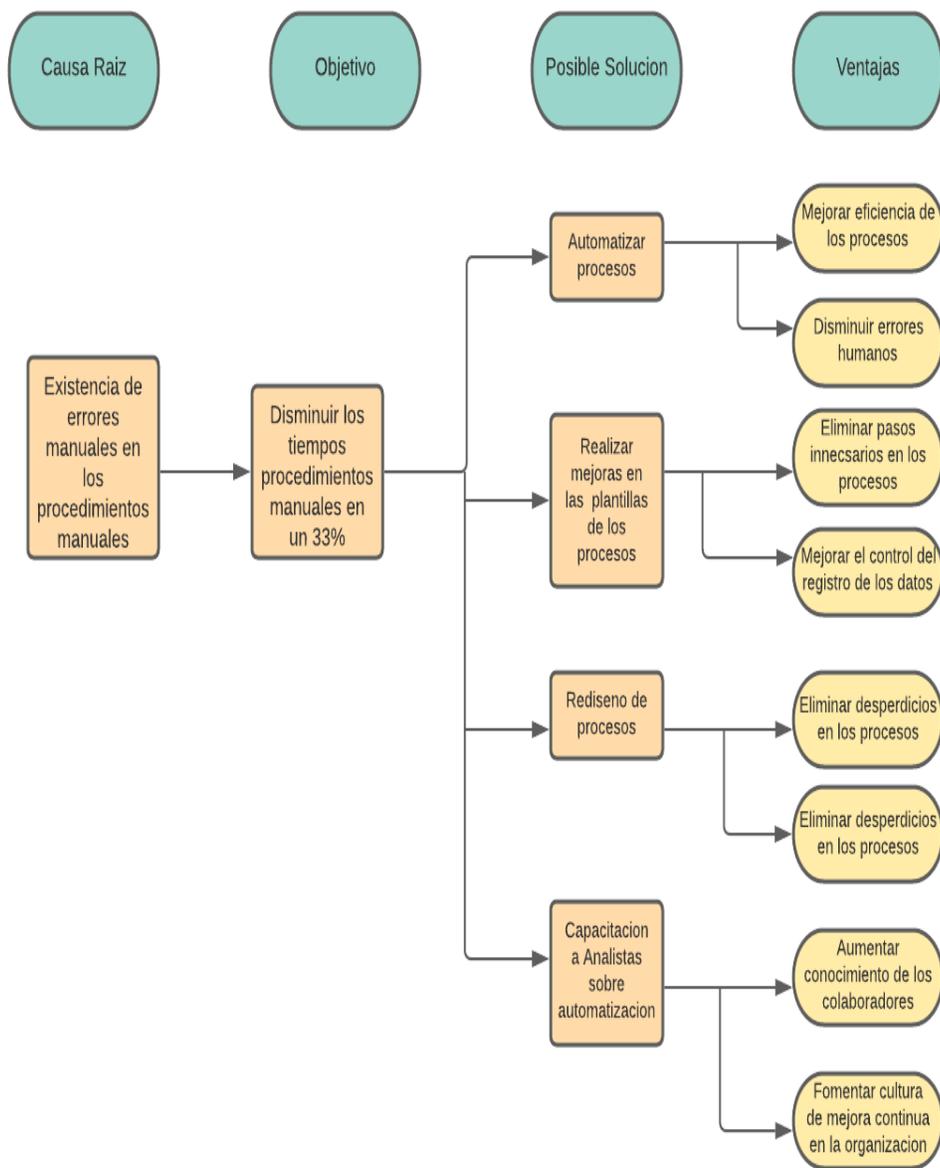


Figura 36. Análisis causa raíz.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Resumen de la etapa Definir

Se puede concluir en la etapa de Definir que la causa raíz del problema es la existencia de errores en los procesos manuales cuyas tres soluciones, que abarcarían todos los problemas, son: automatización de procesos, rediseño de procesos y capacitación a los empleados. Además, se concluyó que las causas que más impactan se relacionan con el medio ambiente y el método del proceso.

5.4 Medir

Se obtuvo una muestra de 40 mediciones que fueron tomados por un analista que corresponden a los tiempos que se dura en la documentación de cada solicitud. Estos datos se tomaron en segundos. Se establecieron límites de especificación con los colaboradores del área, que son un analista y el mánager. Estos datos se recolectaron para realizar los cálculos estadísticos y un análisis de capacidad del proceso. Para la fase de medición, se establecieron los siguientes límites de especificación del proceso:

- Límite de especificación superior: 20 segundos.
- Límite de especificación inferior: 10 segundos.
- Dispersión de la especificación: 5 segundos.
- Tamaño de la muestra: 40 mediciones.
- Valor nominal: 16 segundos.

La tabla 5 presenta la información de la muestra de 40 mediciones de datos tomados por el analista de la empresa que representan la duración en segundos de la documentación de cada solicitud. En la tabla, se muestra la media (de dos analistas) de 40 días de toma de datos de los segundos de la documentación de cada solicitud:

Tabla 5. Mediciones de la duración de cada solicitud en segundos.

MEDICIÓN	TABULACIONES	DÍA	OBSERVACIÓN
1	25	Lunes	Sin observación
2	15	Martes	Sin observación
3	47	Miércoles	Sin observación
4	20	Jueves	Sin observación
5	35	Viernes	Sin observación
6	31	Lunes	Sin observación
7	29	Martes	Sin observación
8	28	Miércoles	Sin observación
9	22	Jueves	Sin observación
10	27	Viernes	Sin observación
11	45	Lunes	Sin observación
12	11	Martes	Sin observación
13	15	Miércoles	Sin observación
14	24	Jueves	Sin observación
15	15	Viernes	Sin observación
16	25	Lunes	Sin observación
17	24	Martes	Sin observación
18	26	Miércoles	Sin observación
19	49	Jueves	Sin observación
20	27	Viernes	Sin observación
21	22	Lunes	Sin observación
22	46	Martes	Sin observación
23	31	Miércoles	Sin observación
24	30	Jueves	Sin observación
25	38	Viernes	Sin observación
26	50	Lunes	Sin observación
27	56	Martes	Sin observación
28	26	Miércoles	Sin observación
29	29	Jueves	Sin observación
30	26	Viernes	Sin observación
31	29	Lunes	Sin observación
32	17	Martes	Sin observación
33	32	Miércoles	Sin observación
34	52	Jueves	Sin observación
35	56	Viernes	Sin observación
36	52	Lunes	Sin observación
37	46	Martes	Sin observación

MEDICIÓN	TABULACIONES	DÍA	OBSERVACIÓN
38	57	Miércoles	Sin observación
39	36	Jueves	Sin observación
40	31	Viernes	Sin observación

Fuente: Elaboración propia.

5.4.1 Cálculos estadísticos

Se realizaron cálculos de estadística descriptiva para tener un panorama del comportamiento de los datos de los tres procesos que se estudiaron. Para eso, se calcularon los siguientes datos: Promedio (*Mean*), Desviación Estándar (*StDev*), Mínimo (*Minimum*), Primer Cuartil (*Q1*), Mediana (*Median*), Tercer Cuartil (*Q3*) y Máximo (*Maximum*).

La media total del proceso (muestra de 40 días) es de 32,55 segundos. Esto significa que, en promedio, se dura 32,55 documentando cada solicitud. Para el departamento de Formación y Capacitación, la duración que tienen como meta es de 15 segundos por cada solicitud. Como se puede evidenciar en los cálculos estadísticos, esto no se está cumpliendo. Esto tiene un impacto negativo para la organización y los analistas. La figura 37 muestra los cálculos de estadística descriptiva de los números de solicitudes por día del año de 2021, los cuales se realizaron mediante Minitab.

Estadísticas de la muestra de documentación de trabajo

Variable	Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
TABULACIONES	32,55	12,75	11,00	24,25	29,00	45,75	57,00

Estadísticas del número de solicitudes

Variable	Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Data	350,0	12,0	14,0	26,0	34,0	42,0	82,0

Estadística de las métricas

Variable	Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Time min 2	90,31	21,76	61,00	69,50	92,00	111,00	123,00

Figura 37. Cálculos estadísticos de los procedimientos estudiados.

Fuente: Elaboración propia.

La media total del proceso (muestra de 40 días) es de 32,55 segundos. Esto significa que, en promedio, se dura 32,55 documentando cada solicitud. Para el departamento de Formación y Capacitación, la duración que tienen como meta es de 15 segundos por cada solicitud. Como se puede evidenciar en los cálculos estadísticos, esto no se está cumpliendo. Esto tiene un impacto negativo para la organización y los analistas. La figura 37 muestra los cálculos de estadística descriptiva de los números de solicitudes por día del año de 2021, los cuales se realizaron mediante Minitab.

Se puede observar que la media del número de solicitudes es 35 y desviación estándar 12. Además, se puede ver que el mínimo de los datos es 14 y el máximo 82. Cada solicitud de estas debe ser documentada. Por lo tanto, se puede concluir que la duración de documentación de las solicitudes es significativa para poder reducirlo. En promedio, se dura 18.99 minutos por día documentando solicitudes si se multiplica las medias ($((35 \text{ seg} \times 32,55 \text{ seg}) / 60 \text{ seg}) = 18,99 \text{ min}$).

Además, se pueden visualizar los cálculos estadísticos del proceso de métricas en minutos. Las medias de los procesos son: 2427,5 minutos (métricas) y 90,31 minutos (reportes). Esto representa un impacto para el analista, ya que los procesos contienen gran cantidad de procesos manuales que se pueden eliminar y automatizar reduciendo esos minutos y aprovechando ese tiempo en otras actividades que están pendientes como, por ejemplo: responder correos, investigación de problemas técnicos del sistema y apoyo en actividades a otros equipos en el mismo departamento.

5.4.2 Resumen de la etapa de Medición

Se realizaron cálculos estadísticos para poder medir los procesos estudiados. Para el proceso de documentación, se utilizó una muestra de 40 datos, pues este es un proceso que se realiza diariamente; para las métricas y reportes, se emplearon los tiempos de los últimos seis meses, ya que estos procesos se realizan de forma mensual. Se concluyó que, efectivamente, los tiempos que se duran en esos procesos son mayores a los que se deberían, como se puede evidenciar en los límites de especificación y cálculos estadísticos. Esto sirve de herramienta para demostrar que los tiempos se deben disminuir.

5.5 Analizar

Con los datos de la muestra y los cálculos estadísticos, se procedió a efectuar la etapa de Análisis, mediante diferentes herramientas disponibles en Minitab.

5.5.1 Prueba normalidad de datos tabulaciones

En la figura 38, se muestra una prueba de normalidad para poder identificar la distribución de los datos de la muestra que se obtuvo. Se puede observar que el valor de *p-value* es menor que 0,5, por lo tanto, se puede concluir que los datos no siguen una distribución normal. Esto es indispensable para realizar el análisis de capacidad del proceso

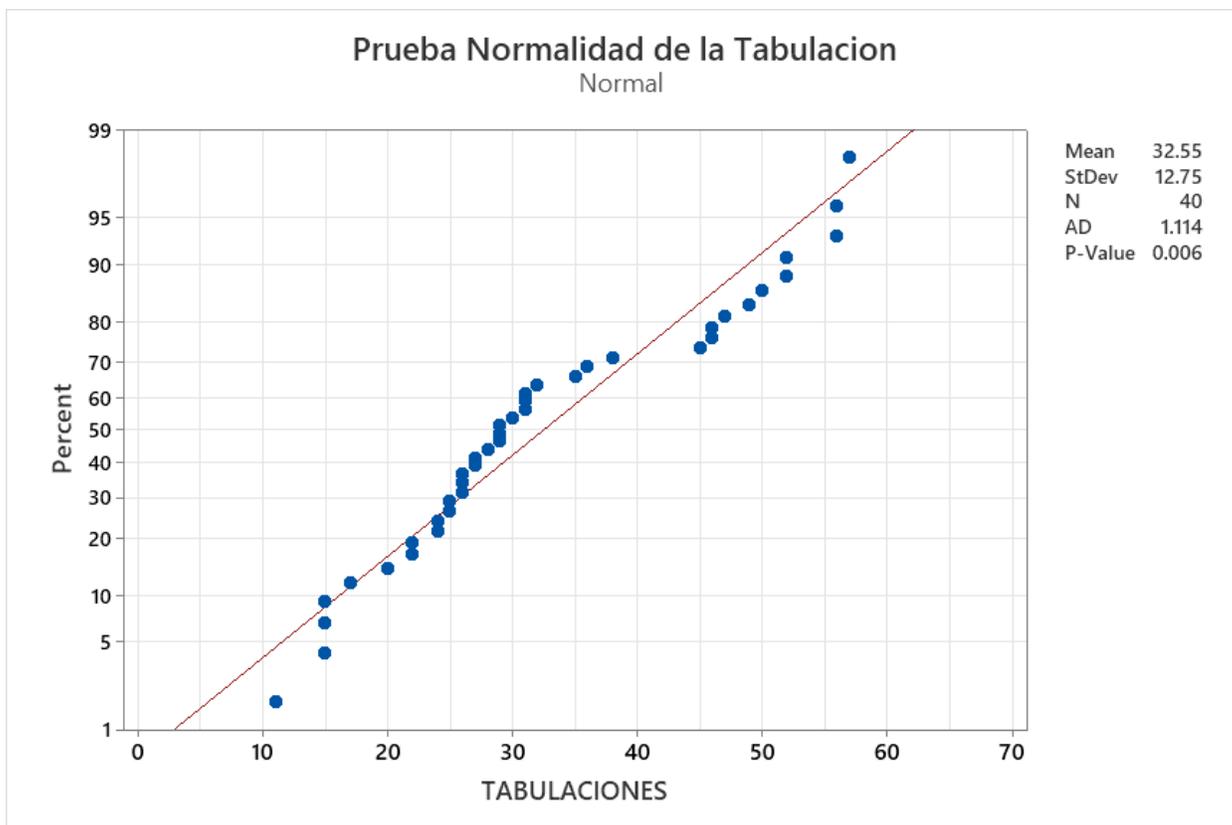


Figura 38. Prueba de normalidad de tabulación.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38, se muestra el análisis de capacidad transformado los datos, ya que no son normales, utilizando la transformación de Box-Cox. La transformación de Box-Cox es una transformación de potencia, $W = Y^{*\lambda}$, donde Minitab determina el mejor valor para λ . Aunque la mejor estimación de lambda (λ) podría ser cualquier número entre -5 y 5 , para todos los efectos prácticos se desea un valor de λ que corresponda a una transformación comprensible, como la raíz cuadrada ($\lambda=0.5$) o el logaritmo natural ($\lambda=0$).

5.5.2 Análisis de capacidad muestra de datos tabulaciones

En la figura 39, se muestra un histograma de análisis de la recolección de datos en equipo de trabajo, el cual evidencia que existe una cantidad considerable de toma de datos por día que no cumplen con las especificaciones del proceso actual. Los datos poseen una media de 32,55, lo cual indica que el proceso posee variabilidad.

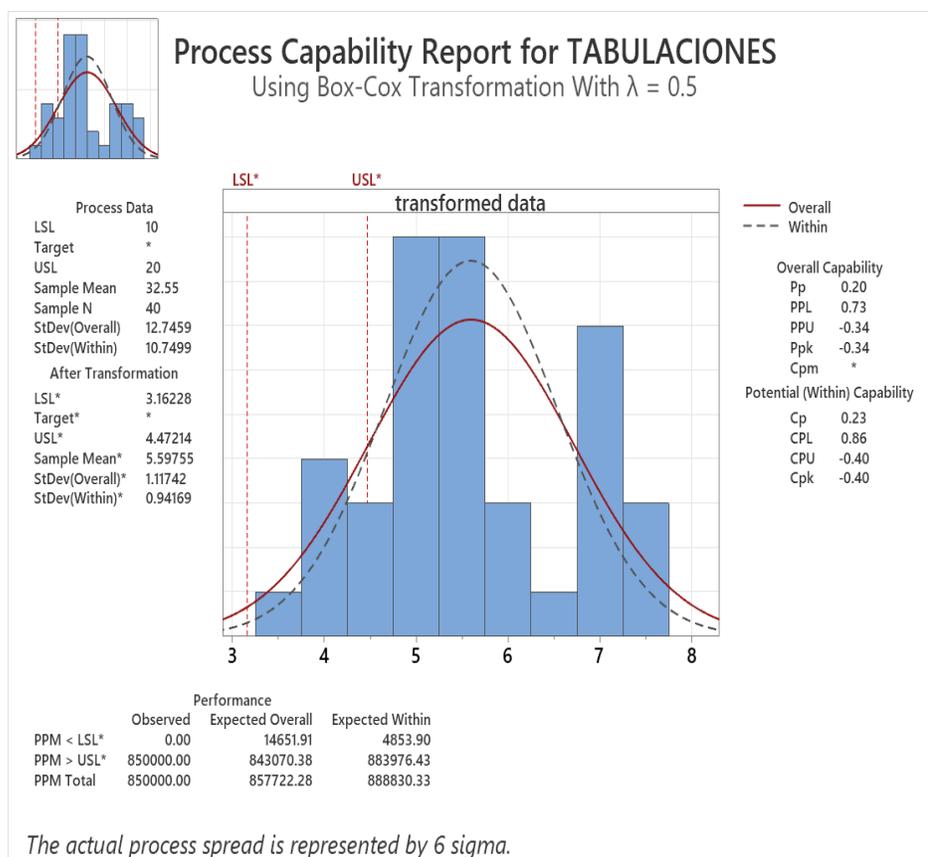


Figura 39. Histograma de capacidad de la tabulación.

Fuente: Elaboración propia.

Dicha variabilidad responde a que el proceso no se encuentra rediseñado ni automatizado, por lo que cada analista dura documentado según su capacidad de utilizar la computadora. Esto es de importancia para 3M, pues no se está optimizando el recurso humano con que cuenta y horas disponibles, lo cual redundaría en un rendimiento operativo inferior al de la capacidad instalada actualmente. El histograma del problema del tiempo de documentación que presenta 3M en el proceso de formación y capacitación muestra la media, la desviación estándar y el número de muestra. Se puede observar que la distribución de los datos no es normal y que los datos son variables.

VALOR DEL ÍNDICE C_p	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Figura 40. Valores Incide C_p .

Fuente: Control estadístico de calidad y seis sigmas (2016).

El índice C_p del proceso es la medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir con las especificaciones de calidad, en este caso, las especificaciones en cuanto a la cantidad de productos a los que se les toma el precio por día. En la figura 40 del análisis de la capacidad del desempeño del proceso, se evidencia que el C_p de la cantidad es de 0,23, por lo que el proceso no es adecuado y es necesario un análisis del proceso (ver tabla del valor del índice C_p). Se requieren mejoras para disminuir el tiempo de documentación, de modo que los eventos aleatorios sean controlados y disminuyan su efecto sobre la media global. Se deben efectuar mejoras medibles y serias para alcanzar una adecuada satisfacción en la calidad requerida por los clientes.

El índice de la capacidad real del proceso (C_{pk}) toma además en cuenta que tan centrado está el proceso. En este caso, con respecto al tiempo, se tiene un C_{pk} menor a 1 (-0.40). Esto quiere decir que el proceso no es capaz, pues no cumple con al menos una de las especificaciones de calidad establecidas, véase la siguiente figura:

Índice	Interpretación
$C_{pk} > 1,25$	Capacidad satisfactoria (para procesos existentes).
$C_{pk} > 1,45$	Capacidad satisfactoria (para procesos nuevos).
$C_{pk} < 1$	El proceso no cumple, por lo menos, una de las especificaciones.
$C_{pk} \leq 0$	La media del proceso se encuentra fuera de las especificaciones.

CALIDAD DE CORTO PLAZO (SUPONIENDO UN PROCESO CENTRADO)				CALIDAD DE LARGO PLAZO CON UN MOVIMIENTO DE 1.5σ		
ÍNDICE C_p	CALIDAD EN SIGMAS Z_c	% DE LA CURVA DENTRO DE ESPECIFICACIONES	PARTES POR MILLÓN FUERA DE ESPECIFICACIONES	ÍNDICE Z_L	% DE LA CURVA DENTRO DE ESPECIFICACIONES	PPM FUERA DE ESPECIFICACIONES
0.33	1	68.27	317 300	-0.5	30.23	697 700
0.67	2	95.45	45 500	0.5	69.13	308 700
1.00	3	99.73	2 700	1.5	93.32	66 807
1.33	4	99.9937	63	2.5	99.379	6 210
1.67	5	99.999943	0.57	3.5	99.9767	233
2.00	6	99.9999998	0.002	4.5	99.99966	3.4

Figura 41. Niveles de Sigma del Proceso

Fuente: Control estadístico de calidad y seis sigmas

Se tiene un porcentaje fuera de las especificaciones de un 85,77 % y un 14,23 % dentro de las especificaciones, lo anterior se analiza con la tabla de los niveles Six Sigma del proceso y se evidencia que el nivel de sigma actual del proceso es de 1.

5.5.3 Resumen de la etapa Análisis

Se realizó una prueba de normalidad y análisis de capacidad de los datos de tabulación. Cabe recordar que estos datos de tabulación corresponden a los del proceso de documentación solamente. Se puede observar que los datos no son normales, por lo tanto, se realizó un análisis de capacidad, transformando los datos mediante el método Box-Cox. En el análisis de capacidad, se pudo observar que el C_p y C_{pk} no es adecuado y es necesaria una mejora del proceso. Esto se puede reflejar en el histograma de la figura 39, donde se puede evidenciar que la mayor parte de los datos no están dentro de los límites y se distribuyen al lado derecho de el gráfico; esto significa que la mayor parte de los datos de los tiempos son mayores a los requeridos. Por lo tanto, se puede comprobar de manera cuantificable que es necesario realizar una propuesta para reducir esos tiempos.

Capítulo VI. Diseño de la propuesta

6.1 Mejora

En este proyecto, debido a su naturaleza, se trabajó con dos propuestas que se pueden aplicar a todos los procesos estudiados, con base en la metodología DMAIC. La primera propuesta se concentrará en el rediseño de los procesos y la segunda en automatización de los procesos.

Los procesos que se van a mejorar se encuentran en el Área de Formación y Capacitación. Los procedimientos que se van a mejorar son la documentación del volumen de trabajo, la realización de las métricas y la elaboración de reportes. El proceso que realizaban los analistas antes de ser rediseñado y automatizado era ineficiente, pues, en los últimos años, ha habido diferentes empleados y no se ha dedicado el tiempo para hacer un proyecto, con el propósito de aumentar la eficiencia de los procesos, en relación con la disminución de tiempos.

6.1.1 Propuesta: Rediseño del proceso de documentación del trabajo

Analizando las plantillas utilizadas para documentar el volumen de trabajo, se pudo observar ciertas ineficiencias y pasos innecesarios para documentar cada solicitud. Por lo tanto, se realizó otra plantilla que eliminara esos pasos innecesarios y agilizar los procesos. En la figura 42, se puede observar la hoja llamada País del Excel de la plantilla que se utiliza actualmente para la documentación de trabajo.

	A	B	C	D	E
1	País Con Duplicados	Fórmula	Acrónimo	País Sin Duplicados	Fórmula
2	CostaRica	6	CR	CostaRica	6
3	CostaRica	6	PA	Panama	5
4	CostaRica	6	#N/A		#N/A
5	CostaRica	6	#N/A		#N/A
6	CostaRica	6	#N/A		#N/A
7	CostaRica	6	#N/A		#N/A
8	Panama	5	#N/A		#N/A
9	Panama	5	#N/A		#N/A
10	Panama	5	#N/A		#N/A
11	Panama	5	#N/A		#N/A
12	Panama	5	#N/A		#N/A
13		0	#N/A		#N/A
14		0	#N/A		#N/A
15		0	#N/A		#N/A
16		0	#N/A		#N/A
17		0	#N/A		#N/A
18		0	#N/A		#N/A
19		0	#N/A		#N/A

Ready 

Figura 42. Plantilla actual Documentación País.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior, se pueden observar 5 columnas que son de ayuda para los analistas, con el fin de obtener los acrónimos de cada país para después documentarlos en la hoja de datos. La primera columna representa todos los países de todas las solicitudes que se van a documentar. La segunda columna representa la fórmula para obtener el número de solicitudes por país, sin remover duplicados. La tercera columna es una fórmula para obtener el acrónimo del país, ya que, para poder copiarlos en la hoja de datos, debe copiarse por acrónimo, no poner nombre de país completo. La cuarta columna representa los países sin duplicados. Por último, la quinta columna es una fórmula del número de países por acrónimo y por nombre de país sin duplicados. En la figura 43, se puede observar la hoja llamada Datos del Excel de la plantilla que se utiliza actualmente para la documentación de trabajo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	O	P	Q	R
1																
2	Día	Región	Área	Analista	A/B	Total de Asignaciones	24 Horas	Total de Remociones	24 Horas	Primera Excepción	Segunda Excepción	Tercera Excepción	Sin acción	Pendiente 1	Pendiente 2	Métrica
3	1/15/2021	CA	Región 1	Analista 1	A	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	Yes
4	1/15/2021	DE	Región 1	Analista 2	A	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	Yes
5	1/15/2021	PL	Región 1	Analista 1	A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Yes
6	1/15/2021	UK	Región 2	Analista 1	A	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	Yes
7	1/15/2021	US	Región 2	Analista 1	A	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Yes
8	1/15/2021	US	Región 2	Analista 1	A	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	No
9	1/15/2021	FR	Región 2	Analista 1	B	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	Yes
10	1/15/2021	SG	Región 2	Analista 1	B	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	Yes
11	1/15/2021	DE	Región 3	Analista 2	B	8	8	0	0	0	0	0	1	0	0	No
12	1/15/2021	SE	Región 1	Analista 2	B	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	No
13	1/15/2021	ES	Región 1	Analista 2	B	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	No
14	1/15/2021	TW	Región 3	Analista 2	B	9	9	0	0	0	0	0	3	0	0	No
15																
16																
17																

Figura 43. Plantilla actual Documentación Datos.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior, se pueden observar 16 columnas, las cuales son las que el analista copia. Las primeras tres son el día que se trabajó la solicitud, la región en la que pertenece y el área (América, Asia o Europa). Las siguientes 6 columnas representan el nombre del analista, el tipo de solicitud, el total de asignaciones, el total de remociones y el número de solicitudes que se hicieron dentro de las 24 horas (Columna G y I). Las siguientes tres son las columnas de las excepciones que existen de las solicitudes que no se pudieron cumplir dentro de las 24 horas; por motivos de confidencialidad, se nombraron como se puede visualizar en las celdas J2, K2 y L2. Las siguientes tres representan las solicitudes, en las cuales no se necesita asignar ningún curso y las solicitudes que trabajaron que estaban pendientes, las cuales se clasifican en dos tipos (Pendiente 1 y Pendiente 2). La última columna es una fórmula para identificar cuáles solicitudes entran en los reportes de las métricas. En la figura 44, se puede observar la hoja llamada Datos del Excel de la plantilla que se mejoró para la documentación de trabajo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	Día	Analista	A/B	Total de Asignaciones	24 Horas	Total de Remociones	24 Horas	Primera Excepción	Segunda Excepción	Tercera Excepción
9	11/3/2021	Carlos	IDM	45	41	2	2	1	3	0
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

Figura 44. Plantilla Documentación Mejorada.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron unas mejoras en las plantillas anteriores eliminando ciertas columnas y filas para que el proceso de documentación sea más amigable y menos tedioso para los analistas. Además, tiene como fin eliminar procedimientos innecesarios para reducir los tiempos. Como se puede evidenciar, se eliminaron las columnas de la plantilla anterior: B, C, O, P, Q y R. Además, se eliminó por completo la hoja llamada País. Esto se eliminó con base en las experiencias e ideas de los analistas. La información de esas columnas se tenía que documentar diariamente y no generaban ningún valor agregado para los procesos. Era un desperdicio de tiempo estar documentando por región, país e información no relevante para las métricas.

En la tabla 6, se presentan la información de una muestra de 40 mediciones de datos tomados por los analistas de la empresa, que representan la duración en segundos de la documentación de cada solicitud, después de implementar la mejora.

Tabla 6. Plantilla Documentación Mejorada.

MEDICIÓN	TABULACIONES	DÍA	OBSERVACIÓN
1	9	Lunes	Sin observación
2	16	Martes	Sin observación
3	17	Miércoles	Sin observación
4	16	Jueves	Sin observación
5	18	Viernes	Sin observación
6	10	Lunes	Sin observación
7	13	Martes	Sin observación
8	13	Miércoles	Sin observación
9	17	Jueves	Sin observación
10	12	Viernes	Sin observación
11	21	Lunes	Sin observación
12	9	Martes	Sin observación
13	15	Miércoles	Sin observación
14	16	Jueves	Sin observación
15	20	Viernes	Sin observación
16	15	Lunes	Sin observación
17	14	Martes	Sin observación
18	19	Miércoles	Sin observación
19	23	Jueves	Sin observación
20	10	Viernes	Sin observación
21	14	Lunes	Sin observación
22	8	Martes	Sin observación
23	13	Miércoles	Sin observación
24	21	Jueves	Sin observación
25	13	Viernes	Sin observación
26	17	Lunes	Sin observación
27	13	Martes	Sin observación
28	13	Miércoles	Sin observación
29	10	Jueves	Sin observación
30	14	Viernes	Sin observación
31	8	Lunes	Sin observación
32	20	Martes	Sin observación
33	14	Miércoles	Sin observación
34	23	Jueves	Sin observación
35	13	Viernes	Sin observación
36	19	Lunes	Sin observación
37	21	Martes	Sin observación
38	12	Miércoles	Sin observación
39	15	Jueves	Sin observación
40	23	Viernes	Sin observación

Fuente: Elaboración propia.

Esta es la información de los cálculos estadísticos de los procesos estudiados:

Estadísticas de la muestra de Documentación de Trabajo Mejorada

Variable	Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
TABULACIONES	15,175	4,236	8,000	13,000	14,500	18,750	23,000

Figura 45. Estadísticas Documentación Mejora.

Fuente: Elaboración propia.

La media total del proceso (muestra de 40 días) es de 15,175 segundos. Esto significa que, en promedio, se dura 13,750 documentando cada solicitud con la mejora. Para el departamento de Formación y Capacitación, la duración que tienen como meta es de 16 segundos por cada solicitud. Como se puede evidenciar en los cálculos estadísticos, con la mejora, eso se está cumpliendo. En promedio, se está reduciendo 53 % comparando los promedios de los tiempos, utilizando la plantilla anterior con la actual (32,55-15,175).

Al realizar el cambio del proceso, se puede observar un cambio positivo en la disminución del tiempo de documentación, esto se debe a que los analistas no duran tanto documentando información innecesaria. Se tomarán en cuenta todas las medidas preventivas para que no baje el rendimiento de los analistas.

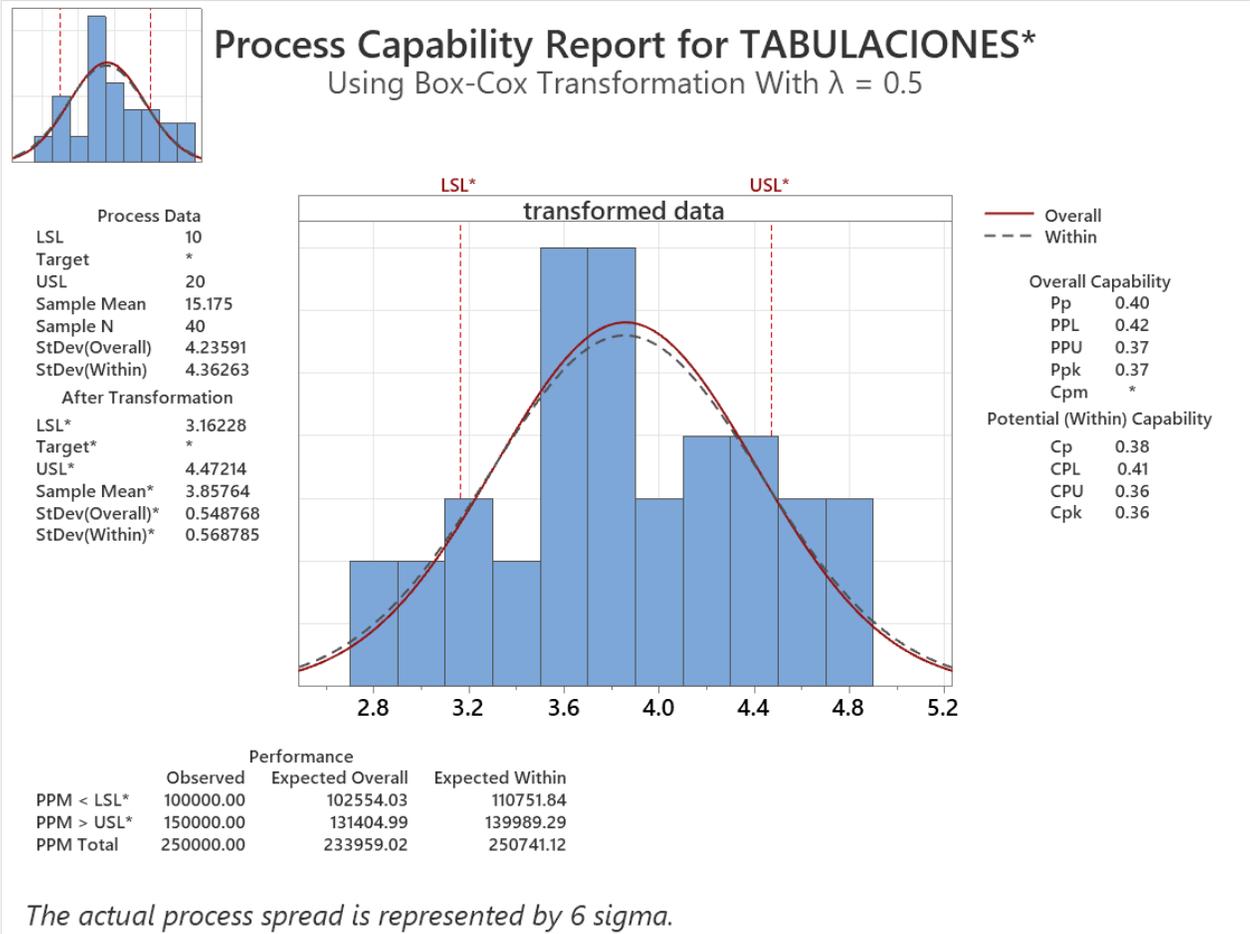


Figura 46. Estadísticas Documentación Mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los datos obtenidos en la mejora, se logró aumentar el índice cp de un 0,23 a un 0,38, se puede observar un aumento significativo en la categoría del proceso, en el que se pasó de un promedio de 32,55 a 15,17. Además, se puede observar que los valores de Pp, PPU y Ppk aumentaron significativamente que esto se refleja en el gráfico en el que los valores están más centrados con respecto a los límites y la curva del histograma está más alineada y simétrica. Esto es de vital importancia, puesto que el objetivo de la propuesta es que los tiempos disminuyeran considerablemente.

6.1.2 Propuesta: Automatización del proceso de realización de métricas

Analizando las plantillas utilizadas para la realización de métricas, se pudo observar que el procedimiento para crear la plantilla de Excel que alimenta el Power BI es manual. Por lo tanto, se realizó una propuesta de automatización para que todos los procesos se automaticen utilizando macros y VBA (*Visual Basic para Aplicaciones*). Anteriormente, para crear la plantilla de Excel, se debía descargar un archivo en el sistema y copiar y pegar cada celda de forma manual a la plantilla de la métrica. Con esta mejora, se automatiza el proceso de copiar y pegar para que la plantilla esté lista solo para cargarla en el Power BI.

En la figura 47, se puede visualizar la plantilla que utilizaba el departamento antes de realizar la mejora. Como se puede observar, en esa plantilla se copiaban y pegaba manualmente los diferentes datos de la métrica. Además, se puede ver que solo hay 4 hojas que corresponden a otra información de la métrica, pero en la que se va a enfocar en el proyecto es en la hoja “Datos”. En cada columna de la hoja “Datos”, se debe copiar y pegar información manualmente del volumen de trabajo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Datos																
11239																	
11240																	
11241																	
11242																	
11243																	
11244																	
11245																	
11246																	
11247																	
11248																	
11249																	
11250																	
11251																	
11252																	
11253																	
11254																	
11255																	
11256																	
11257																	
11258																	
11259																	
11260																	
11261																	
11262																	
11263																	

Figura 47. Plantilla de métricas actual.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 48, se puede observar la mejora realizada en la plantilla de las métricas agregando dos hojas llamadas: “Plantilla” y “Plantilla 2”. La hoja “Plantilla” tiene como fin copiar y pegar automáticamente la información del volumen de trabajo que se realizó manualmente. La hoja llamada “Plantilla 2” tiene el mismo propósito, pero con la información del trabajo que realizó el sistema automatizado. En esas hojas que se llaman plantillas solo se necesita copiar la información y la macro va a hacer el resto.

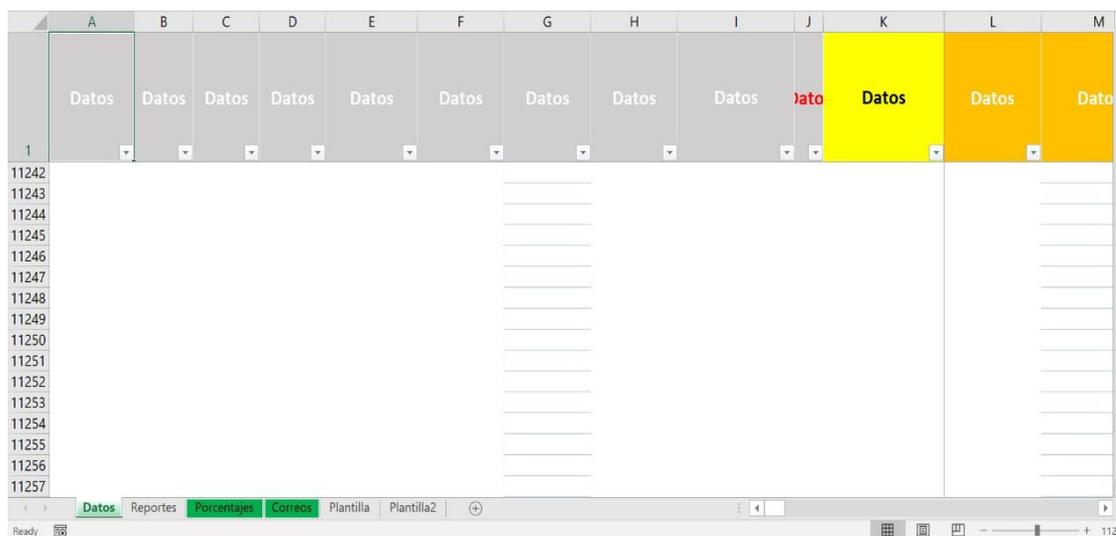


Figura 48. Plantilla métricas mejorada hoja Datos.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 49, se puede observar un botón llamado “Copy”, el cual se le asignó la macro que copia y pega automáticamente la información. Esta se programó en VBA por medio de Excel.

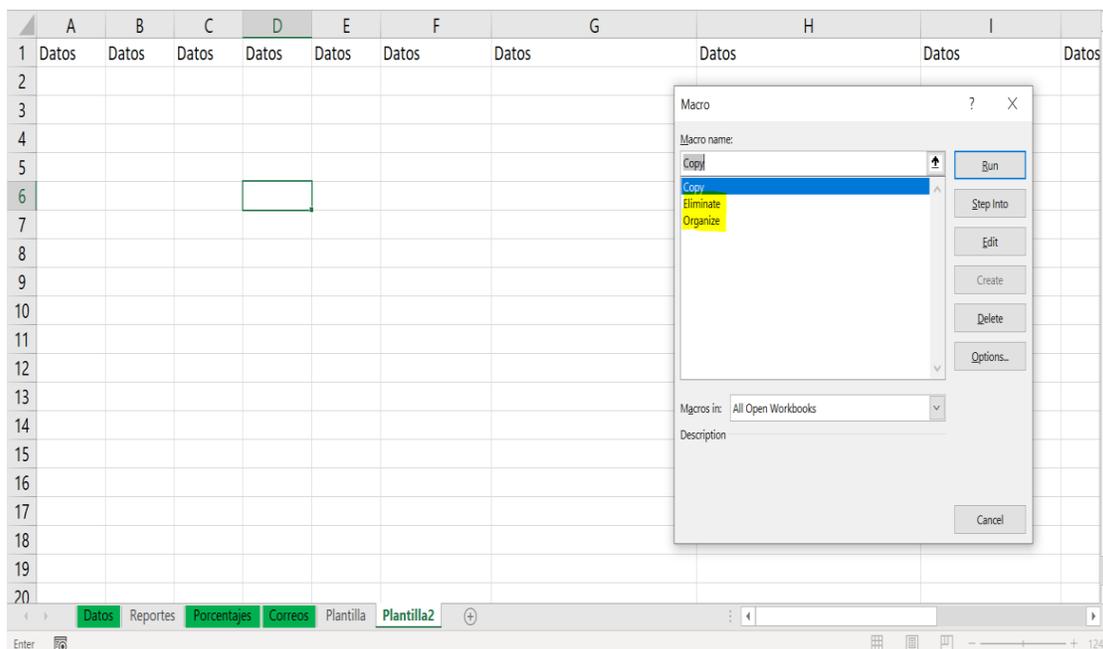


Figura 49. Plantilla métricas mejorada hoja Plantilla

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 50, se puede observar la hoja “Plantilla 2”, la cual tiene otras dos macros que se utiliza para organizar y restablecer la plantilla. Esto se realiza ya teniendo los datos pegados en la plantilla. Las macros en color amarillo en la figura son las que corresponde a la hoja llamada “Plantilla 2”. Estas macros se llaman *Elimante* (Eliminar) y *Organize* (Organizar).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Día	Analista	A/B	Total de Asignaciones	24 Horas	Total de Remociones	24 Horas	Primera Excepción	Segunda Excepción	Tercera Excepción				
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														

Figura 50. Plantilla métricas mejorada hoja Plantilla 2.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7, se observa una muestra de 13 datos para medir el tiempo de la realización de las métricas con la plantilla mejorada. Se realizaron solo 13 muestras por la duración de las métricas.

Tabla 7. Cálculos estadísticos de métricas mejoradas.

MEDICIÓN	TABULACIONES	DÍA	OBSERVACIÓN
1	72	Lunes	Sin observación
2	59	Martes	Sin observación
3	70	Miércoles	Sin observación
4	41	Jueves	Sin observación
5	57	Viernes	Sin observación
6	65	Lunes	Sin observación
7	64	Martes	Sin observación
8	56	Miércoles	Sin observación
9	32	Jueves	Sin observación
10	53	Viernes	Sin observación
11	72	Lunes	Sin observación

Fuente: Elaboración propia.

12	74	Martes	Sin observación
13	54	Miércoles	Sin observación

En la figura 51, se pueden observar los cálculos estadísticos de los tiempos de las métricas mejoradas. Este cálculo se hizo realizando el proceso y midiendo los procesos.

Estadística de las métricas mejoradas

Variable	Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Metrics	59,15	12,49	32,00	53,50	59,00	71,00	74,00

Figura 51. Cálculos estadísticos de métricas mejoradas.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la media se redujo de 90,31 a 59,15. Esto significa que se pudo reducir, en promedio, 34,5 %.

6.1.3 Plan de implementación

Para terminar con la propuesta de solución del proyecto realizado en la empresa 3M, se realizó el plan de implementación, para que, cuando se entregue este, los encargados sepan cómo aplicarlo. El plan de implementación se realizó en un diagrama de Gantt. Este plan de implementación se muestra en la figura 52, la cual dura un total de 10 semanas en total.



Figura 52. Propuesta de implementación

Fuente: Elaboración propia.

6.1.4 Resumen de la etapa Mejorar

Se realizaron dos propuestas para abarcar los problemas de los procedimientos del Área de Formación y Capacitación. Estas dos propuestas son el rediseño del proceso de documentación de trabajo y la automatización de las métricas. La reducción del tiempo fue más de lo que se tenía como objetivo, que era 33 %. Se redujeron los tiempos y se midieron por medio de cálculos estadísticos.

7.1 Controlar

7.1.1 Controlar proceso de documentación del trabajo

Para el control, se chequeará que el proceso cumpla con los siguientes requerimientos de tiempos en el proceso de documentación:

- Límite de especificación superior: 15 segundos.
- Límite de especificación inferior: 5 segundos.
- Dispersión de la especificación: 3 segundos.
- Tamaño de la muestra: 5 mediciones.
- Valor nominal: 10 segundos.

Se tendrá un registro para llevar el conteo de datos al día y actualizado, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8. Propuesta de tabulaciones.

MEDICIÓN	TABULACIONES	DÍA	ANALISTA	TOTAL
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Fuente: Elaboración propia.

Se va a hacer uso de gráficas de control, para ilustrar el comportamiento del proceso a lo largo de los días y semanas de trabajo, para así llevar un control estricto sobre el proceso y actuar con rapidez, en caso de que el proceso tienda a salirse de control. Cuando se vayan tabulando los datos en Minitab para la creación de las gráficas, este va a ilustrar cuando el proceso se está saliendo de control.

En esta etapa de control, también se propone la capacitación continua de los trabajadores para: actualizarlos, verificar procedimientos de trabajo, mejora continua y cultura en Six Sigma. Se propone hacer charlas de una hora los viernes.

7.1.2 Controlar proceso de realización de métricas y reportes

Como el proceso de realización de métricas y realización de reportes, se realiza de forma mensual no se necesitan crear gráficos de control o tabulaciones solamente estadísticas para poder llevar el control de tiempo que se lleva en estos procesos.

Estadística descriptiva								
Muestras	Promedio	Error Estandar	Desviación Estándar	Minimo	Q1	Mediana	Q3	Maximo

Figura 53 . Propuesta de plantilla.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo VII. Evaluación financiera

7.1 Costo de propuestas

Todos los proyectos de mejora continua tienen como fin buscar la manera de mejorar un proceso de forma que este pueda ser realizado más fácilmente, en menos pasos y que se utilice la menor cantidad de insumos necesarios, entre otras cosas. Pero, también, busca generar un ahorro a la empresa que se pueda ver a corto o largo plazo. Esas variables influyen en la decisión de si la empresa realizará los cambios propuestos.

Por esta razón, se hizo el análisis financiero y se explican los costos que las propuestas del capítulo anterior tendrán para la empresa 3M, en caso de que decidan implementarlas. Esto con el fin de justificar que las propuestas no solamente hacen los procesos más eficientes y eliminan los desperdicios, sino que también logran mostrar una mejora económica para la empresa.

En este apartado, se explica el costo que tendrá la propuesta. Para simplificar su entendimiento, se presenta una tabla de resumen de costos para cada una de las partes de la propuesta. Como se explicó en los capítulos anteriores, la problemática relacionada con los tres procesos que se estudiaron eran la existencia de errores manuales por parte de los analistas por la existencia de gran cantidad de procesos manuales. Para esto, se definieron 3 propuestas, que son: rediseño del proceso de documentación del volumen de trabajo, automatización del proceso de reportes y métricas, así como la capacitación de los analistas en temas relacionados con mejora continua.

7.1.1 Costo propuesta de capacitación 3M

Se escogió una plataforma llamada Variexa, que es un Instituto Internacional Lean Six Sigma, el cual es utilizado por gran cantidad de empresas en el mercado. Esta plataforma brinda cursos en línea, ya que actualmente la empresa, por motivos de la pandemia, no permitió realizarlos de forma presencial. Los cursos que se seleccionaron son relacionados a Six Sigma para que los analistas pueden tener más conocimiento de mejora continua.

Se tiene que el total de la capacitación para los dos analistas es de \$636,00 y se aplicará la capacitación a los dos analistas encargados del área actualmente. Estos \$636,00 es el costo de capacitación, que es de forma virtual por la plataforma Variexa, de las certificaciones y entrenamientos. El costo de los cursos se encuentra en la figura 54.

Costo de Cursos	
Six Sigma Yellow Belt Training and Certification	\$ 278.00
Six Sigma Green Belt Training and Certification	\$ 358.00
Suma	\$ 636.00

Figura 54. Costo de capacitación.

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2 Costo de propuesta por revisiones

En el caso del costo de los cambios por realizar en el proceso de documentación del volumen de trabajo, estos se reflejaron en el tiempo invertido. Al implementar nuevos pasos en las diferentes partes del proceso, se estará utilizando tiempo de los trabajadores del Área de Formación y Capacitación que actualmente se usa para trabajar en las tareas diarias del área, apoyo a otras áreas y proyectos.

Debido a esto, se incluye un estimado 4 horas para las revisiones de documentación del volumen de trabajo, 5 horas para el de métricas y 2 horas para el de los reportes para 3 empleados del área. Los empleados que estarán involucrados en las revisiones serán dos analistas y el mánager del área. El costo por hora de los trabajadores de Área de Formación y Capacitación será igual que el promedio del costo por hora \$39 de cada empleado. Como estas revisiones toman lugar cada vez que se tiene un nuevo proyecto en el Área de Formación y Capacitación, no serán costos de una única vez, sino de cada vez que se tiene una oportunidad. En la siguiente figura, se tiene el cuadro de costo de las propuestas, con base en el tiempo de revisiones.

Costo de Revisiones	
Documentación del Volumen de Trabajo	\$ 156.00
Métricas	\$ 195.00
Reportes	\$ 78.00
Suma	\$ 429.00

Figura 55. Costo de revisiones.

Fuente: Elaboración propia.

7.1.3 Costo de propuesta automatización

En el caso del costo de la automatización de los reportes y las métricas, estos también se reflejaron en el tiempo invertido de empleados de otras áreas que apoyaron en brindar solución con herramientas tecnológicas de la empresa. Al implementar nuevas herramientas y accesos de la empresa, se estará utilizando tiempo de los trabajadores de otros departamentos del Área de Tecnologías de Información.

Debido a lo anterior, se incluye un estimado 2 horas para las métricas, 1 hora para el de reportes y una vez a la semana para 2 empleados de esa área. Los empleados que estarán involucrados en las revisiones serán un mánager y un *coach* de automatización de procesos. El costo por hora de los trabajadores de Área de Formación y Capacitación será igual que el promedio del costo por hora \$59 de cada empleado. Como estas revisiones toman lugar cada vez que se tiene un nuevo proyecto en el Área de Formación y Capacitación, no serán costos de una única vez, sino de cada vez que se tiene una oportunidad. En la siguiente figura, se tiene el cuadro de costo de las propuestas con base en el tiempo de revisiones.

Costo de Automatización	
Métricas	\$ 944.00
Reportes	\$ 472.00
Suma	\$ 1,416.00

Figura 56. Costo de automatización.

Fuente: Elaboración propia.

7.1.4 Tabla de costos

En la siguiente figura 57, se ilustra la tabla de total de los costos de la propuesta. Se puede observar un desglose del costo de cada propuesta de forma mensual y por cuatrimestre.

Implementacion	Costo Mensual	Costo Cuatrimestre
Costo de Licencia Excel	-	-
Costo Licencia Power BI	-	-
Costo Cursos Six Sigma	\$ 636.00	\$ 636.00
Costo de Revisiones	\$ 429.00	\$ 1,716.00
Costo de Automatizacion	\$ 1,416.00	\$ 1,416.00
Inversion	\$ 2,481.00	\$ 3,768.00

Figura 57. Costo de automatización.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la figura anterior que el valor total de la propuesta es de \$3768, ya que la propuesta se va a realizar en cuatro meses.

7.2 Ahorro general de la empresa 3M

Seguidamente, se muestra cuánto se ahorra o dejará de gastar la empresa 3M en el Área de Formación y Capacitación. Esto se realizó con base en el tiempo que se ahorró con las mejoras y el promedio de pago a cada empleado por hora. En la figura 58, se representa el ahorro que se va a presentar, con base en el costo del promedio de un empleado por hora, que es \$59. Esto se visualiza, de forma mensual y anual. Además, por medio de la capacitación y ahorra de tiempo, se va a realizar un apoyo a las actividades diarias en el Área de Calidad de Software, que se necesita actualmente. Para este último ahorro, se utilizó el mismo valor de la hora del empleado y una hora por semana.

Ahorra Tiempo				
Reducción en Tiempo	Mensual (Horas)	Anual (Horas)	Mensual (Dólares)	Anual (Dólares)
Documentación	6.274	75.292	\$ 370.184	\$ 4,442.208
Métrica	1.039	12.464	\$ 61.281	\$ 735.376
Apoyo Area Calidad Software	20.000	240	\$ 1,180.000	\$ 14,160.000
Suma	27.313	327.756	\$ 1,611.47	\$ 19,337.58

Figura 58. Ahorro general.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la figura anterior, se puede observar que se tiene un ahorro mensual de \$1611,47 y \$19 337,58. La inversión total de la propuesta es de \$3768.

Ahorro		
Diario	Mensual	Anual
\$80.57	\$1,611.47	\$19,337.58
Inversion		
\$3,768		
Retorno de Inversion		
2 meses	7 Dias	Total
\$3,223	\$564	\$3,787

Figura 58. Retorno de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura de 58, se puede observar el retorno de inversión. Esto se realizó calculando el ahorro diario y multiplicándolo hasta sobrepasar la inversión, que es \$3768. Según los cálculos, se tardan 2 meses y 7 días para poder ahorrar \$3787 que sobrepasa la inversión que es \$3768.

Capítulo VIII. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

Con el trabajo realizado, se logró ver la importancia de mapear el proceso de formación y capacitación de la empresa 3M. Esto permitió analizar y entender el proceso. El proyecto se realizó mediante la metodología DMAIC. Se hizo el análisis de causa raíz, lo cual permitió identificar el problema y cuáles procesos se debían mejorar. Se realizó una medición de los procesos para poder cuantificar el tiempo que se necesitaba reducir.

Con el análisis realizado, utilizando las diferentes herramientas ingenieriles, se pudieron mapear los procesos para poder entender los procesos del área. Con la medición que se hizo, se pudieron medir los tiempos de los procesos que se estudiaron por medio de toma de datos y cálculos estadísticos, utilizando Minitab. Se elaboraron dos propuestas que lograron mejorar los dos problemas que más impactaban, los cuales eran: existencia de una gran cantidad de procesos manuales en la documentación del trabajo y falta de automatización de las métricas. Con la primera parte de la propuesta, se lograron atacar los problemas relacionados con la documentación del trabajo y, en la segunda parte, los problemas de las métricas. Por otro lado, se crearon plantillas estandarizadas para tener un control del tiempo de cada proceso y se fomentó a la empresa a mantener una cultura de mejora continua, por medio de la constante capacitación.

Por último, se realizó un análisis financiero que permitió dar un estimado del costo y ahorro que tendrá la empresa. Se tiene que la propuesta tendrá un costo de \$3768. Además, se determinó cuánto se podrá ahorrar la empresa 3M y que podrá llegar a recuperar la inversión en 2 meses y 6 meses.

Este trabajo logra enseñar que, en cualquier empresa, no importa cuál sea, siempre se necesitan mejorar los procesos constantemente. Además, se muestra cómo con cambios simples se pueden realizar grandes cambios que se pueden probar cuantificablemente.

8.2 Recomendaciones

Con base en el proyecto realizado, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Realizar una revisión del proceso de formación y capacitación anualmente para buscar posibles mejoras y así fomentar una cultura de mejora continua en toda la organización.
- Automatizar constantemente los procesos por si en el futuro sufren algún cambio en los procesos de asignación y remoción de cursos. Esto sería importante para reducir los tiempos y errores en los procesos.
- Realizar capacitaciones constantemente relacionados con la mejora continua por medio de cursos en línea o presenciales para que los colaboradores se actualicen y pueden ser capaces de realizar proyectos por ellos mismos.
- Hacer un control de los tiempos de forma semanal con las plantillas que se propusieron para tener los procesos controlados y estudiarlos por medio de Minitab, para tener los procesos controlados y dentro de los límites que se requieren.
- En las propuestas realizadas, se recomienda utilizar las plantillas creadas para que se puedan automatizar los procesos, ya que esto reduce considerablemente los tiempos. Además, se recomienda implementarlas y subirlas en la nube de la empresa para que el registro de estas no se pierda.
- Se recomienda utilizar correctamente los documentos que tienen macros, pues estos pueden mostrar un error en el momento de correrlos, si no se utiliza de la manera correcta. Se recomienda utilizar las plantillas en el escritorio y no en la nube directamente para tener copias de los documentos.

Bibliografía

- Padilla, B (2018). *Propuesta de aplicación del Método Six Sigma para mejorar la calidad de servicio de los procesos administrativos*. Trabajo Final de Bachillerato de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo, Perú.
- Sanchez, M (2014). *Propuesta para la disminución de desperdicio de la línea de producción de material virgen en el área de conservación en la empresa CHIAPLAST SAPI DE C.V.* Trabajo Final de Bachillerato de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Tuxtla Gutiérrez, México.
- Barragán, L (2015). *Implementación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma para la reducción de desperdicios en el quirófano de un hospital privado de San Luis Potosí*. Trabajo Final Bachillerato en Administración de Empresas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.
- Rajadell, C. y Sánchez, G. (2018). *Metodología Lean La Evidencia de una Necesidad*. Díaz de Santos.
- Díaz, G. (2016). *¿Cómo elaborar un acta de constitución de un Proyecto?. DIRECCIÓN DE PROYECTOS*. <https://www.ealde.es/acta-constitucion-proyecto.com>
- Noemé, Y. (2014). *Aplicación Práctica del Diagrama de Gantt*. Tesis Administración de Empresas. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Pérez, P. (2018). *Introducción a la Metodología Kaizen*. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. <https://www.unit.org.uy/capacitacion/curso/C168/>
- Ejemplo de Diagrama de Pareto. (s.f). <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/pareto-chart/before-you-start/example-of-a-pareto-chart/>
- Ochoa, A. (2013). *DIAGRAMAS PARA EL ESTUDIO DEL TRABAJO*. Ingeniería y Educación. <https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>

- Prat, M. (2012). *Ejemplo de Gráfica de Control P o de Proporciones en el Control Estadístico de Procesos*. Gestión de Operaciones. <https://www.gestiondeoperaciones.net/control-estadistico-de-procesos/ejemplo-de-grafica-de-control-p-o-de-proporciones-en-el-control-estadistico-de-procesos/>.
- Veiga, C. y De la Fuente, D. (2008). *Medicina y Seguridad del Trabajo*. Scielo. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011.
- Jiménez, R. (1998). *Metodología de la Investigación*. Ciencias Médicas.
- Hernandez, S. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- Gallego, L. y Juncà, C. (2014). (2014). *Fuentes de Información*. Eureka Media.
- 3M Costa Rica. (2020). Misión 3M. https://www.3m.co.cr/3M/es_CR/inicio/sobre-3m/
- 3M Costa Rica. (2020). Visión 3M. https://www.3m.co.cr/3M/es_CR/inicio/sobre-3m/
- Espinoza, E. (s.f.). *Métodos y Técnicas de recolección de datos*. DOCPLAYER. <https://docplayer.es/70115262-Metodos-y-tecnicas-de-recoleccion-de-la-informacion-dra-eleonora-espinoza-uic-fcm-unah.html>.
- Marjorie,P. (s.f.). *Historia de 3M*. saintpaulhistorical. <https://es.saintpaulhistorical.org/items/show/397?tour=44&index=1>
- Gutiérrez, E., Agüero, M y Calixto, I. (s.f.). Análisis de Criticidad Integral de Activos. *Predictiva 21*. <https://predictiva21.com/analisis-criticidad-integral-activos/>
- Gutiérrez, H. y De la Vara, S (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. McGraw Hill.
- Centro Corporativo El Cafetal (s.f.). Imagen del Centro Corporativo El Cafetal. <https://ccelcafetal.com/es/inicio/>.
- Google Mpas (s.f.). Ubicación Centro Corporativo El Cafetal. <https://www.google.es/maps/?hl=es>
- Herrera, A. R. (2011). *Seis sigmas métodos estadísticos y sus aplicaciones*. Barranquilla, Colombia.

- OBS Business School. (s.f.). *¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?* Barcelona: OBS Business School.
- PDCA Home. (2013). *Cómo calcular el nivel de calidad sigma de un proceso*. PDCA Home.
- Quesada Madriz, G. (2005). *Qué son seis sigmas y DMAIC*. Gestipolis.
- Sandrine. (2016). *SIPOC - Mapa de proceso a alto nivel*. Caletec.
- Sinnaps. (s.f.). *¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?* Sinnaps.
- Tamayo, C. y Silva Siesquén, I. (s.f.). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- Ulate Soto, I., & Vargas Morúa, E. (2019). *Metodología para elaborar una tesis*. San José: EUNED.
- Universidad de Alcalá. (s.f.). *Tipos de fuentes de información*. Universidad de Alcalá.
- Universidad de San Martín de Porres. (2016). *Manual para la elaboración de las tesis y los trabajos de investigación (Proyecto)*. Lima: USMP.

Glosario

Calidad: Cumplimiento de todas las necesidades de los cliente o usuarios.

Analizar: Tercera fase de la metodología DMAIC. Tiene como objetivo analizar la información obtenida para identificar las causas raíz.

Controlar: Quinta fase de la metodología DMAIC. Tiene como objetivo verificar y mantener las soluciones realizadas en los proyectos.

Definir: Primera fase de la metodología DMAIC. Tiene como objetivo establecer los parámetros para estudiar la situación actual de los procesos.

Medir: Segunda fase de la metodología DMAIC. Tiene como objetivo medir las variables más relevantes identificadas en las fases anteriores.

Desperdicio: son todas las actividades que no generan valor que el cliente no está dispuesto a pagar

DMAIC: Sistema que se divide en 5 fases que tiene como objetivo mejorar la calidad de los procesos.

IT: Tecnología de Información.

Proceso: Conjunto de actividades con un orden que tiene un objetivo específico.

APÉNDICES

ANEXOS

8	High
5	Medium
2	Low

Tabla de gravedad de Ishikawa

