

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERIA INDUSTRIAL

Proyecto para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería Industrial

REESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE DATOS DE MATERIALES DE REPUESTO DE LAS PLANTAS GLOBALES EN LA COMPAÑÍA 3M DURANTE EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2019

Estudiante: ARELLYS FONSECA NÚÑEZ

Heredia, octubre 2019

CARTA DEL TUTOR

San José, 3 de octubre de 2019

Destinatario
Carrera Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Arellys Fonseca Nunez, cédula de identidad número 603830347 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado REESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE DATOS DE MATERIALES DE REPUESTO DE LAS PLANTAS GLOBALES EN LA COMPAÑÍA 3M DURANTE EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2019, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		96

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

Atentamente,

Nombre Miguel Escalvarez

Cédula identidad 7137195

Carné Colegio Profesional 1PI-27600

DECLARACIÓN JURADA

Yo Arellys Fonseca Nunez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 603830347 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: REESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE DATOS DE MATERIALES DE REPUESTO DE LAS PLANTAS GLOBALES EN LA COMPAÑÍA 3M DURANTE EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2019, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 5 días del mes de octubre del año dos mil diecinueve.



Firma del estudiante

Cédula 603830347

San José, 4 de noviembre de 2019.

Miembros del comité de Trabajos Finales de Graduación.

Universidad Hispanoamericana

Estimados Señores:

Como lector de este proyecto, he revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: "Reestructuración del proceso de limpieza de datos de materiales de repuesto de las plantas globales en la Compañía 3M durante el segundo cuatrimestre del 2019", elaborado por la estudiante Arellys Fonseca Nunez, como requisito para que la estudiante pueda optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos de forma y de contenido exigidos por la Universidad Hispanoamericana, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Cordialmente,

**MANUEL
ALEJANDRO
MENDEZ FLORES
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por
MANUEL ALEJANDRO
MENDEZ FLORES (FIRMA)
Fecha: 2019.11.04
16:57:51 -06'00'

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

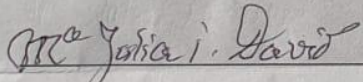
San José, 9 de noviembre 2019

Señores,

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Estimados señores,

Sirva la presente para saludarles y confirmar que en mi calidad de Licenciada en Filología he realizado la revisión de la ortografía, estilo y presentación del proyecto final de graduación **REESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE DATOS DE MATERIALES DE REPUESTO DE LAS PLANTAS GLOBALES EN LA COMPAÑÍA 3M DURANTE EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2019** elaborado por ARELLYS FONSECA NÚÑEZ para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial y puedo dar fe del correcto español que contiene.



María Juliana Iosif David

Cédula 8-082-278

Carné 2208

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Entregado por: _____

Recibido por: Yuseth

Fecha: 13/11/19.

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 12/24/2019

Señores:

Universidad Hispanoamericana

Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Arellys Fonseca Nunez con número de identificación 603830347 autor (a) del trabajo de graduación titulado REESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE DATOS DE MATERIALES DE REPUESTO DE LAS PLANTAS GLOBALES EN LA COMPAÑÍA 3M DURANTE EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2019 presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Arellys Fonseca Nunez ced 603830347

Firma y Documento de Identidad

DEDICATORIA

A mis padres.

Por haberme enseñado a estudiar y haberme motivado a nunca darme por vencida, a lograr mis objetivos, además de su infinito apoyo y amor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, además a Jenny Fonseca y a Carlos Mayorga por ser mi círculo de apoyo durante mi carrera. Asimismo, al Centro de Servicios Compartidos de 3M por permitirme desarrollar mi trabajo de graduación y a mi tutor Miguel Mccalla por toda su orientación y consejos durante el desarrollo de esta investigación.

“En medio de las dificultades actuales, me tranquiliza recordar que la palabra china para decir “crisis” está formada por dos ideogramas. El primero quiere decir peligro, pero el segundo significa oportunidad oculta.”

Carlzon (1998, p. 8)

Índice

Índice de gráficos	12
Índice de tablas	13
Acrónimos y Siglas.....	14
RESUMEN	15
CAPÍTULO I.	17
INTRODUCCIÓN	17
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	18
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	19
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.3.1 Descripción del problema	25
1.3.2 Justificación del problema	26
1.3.3 Objetivo general	28
1.3.4 Objetivos específicos.....	28
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	29
1.4.1 Alcances	29
1.4.2 Limitaciones.....	29
CAPÍTULO II.	30
MARCO TEÓRICO	30
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA	31
2.1.1 Análisis de procesos.....	31
2.1.1.1 Proceso	31
2.1.1.2 Calidad	31
2.1.1.3 Actividades de Valor.....	32
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	32
2.2.1 Six Sigma	32
2.2.2 Metodología DMAIC	33
2.2.2.1 Definir	33
2.2.2.2 Medir	33
2.2.2.3 Analizar	34
2.2.2.4 Incrementar	34
2.2.2.5 Controlar	34
2.2.3 Diagrama de Pareto	34

2.2.4	Mapa Funcional Cruzado.....	36
2.2.5	Diagrama de IPO.....	36
2.2.6	SIPOC	37
2.2.7	Diagrama Ishikawa	38
2.2.8	Matriz Causa y Efecto Hibrido	38
2.2.9	Cinco Por qué.....	39
2.3	EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO...	40
2.3.1	Automatización industrial.....	40
2.3.2	Productividad.....	40
2.3.3	Gobernación de la información.....	41
2.3.4	Migración de Datos.....	41
2.4	ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.....	42
CAPÍTULO III.....		43
MARCO METODOLÓGICO		43
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICION DEL PROBLEMA	44
3.2	METODOLOGIA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO.....	44
3.2.1	Mapa Funcional Cruzado.....	45
3.2.2	Identificación de Defectos.....	45
3.2.3	Diagrama de Causa y Efecto.....	45
3.2.4	Métricas	46
3.2.5	Diagrama de Pareto.....	46
3.3	METODOLOGIA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO...	47
3.4	METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	47
3.4.1	Diagrama del Proceso Final	48
3.4.2	Plan de Mejora	48
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	49
3.5.1	Diagrama de Capacidad Final	49
3.5.2	Plan de Control	49
3.5.3	Beneficios	50
CAPÍTULO IV.....		51
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS		51

4.1	Definición del Proyecto	54
4.1.1	Diagrama Funcional Cruzado	54
4.1.2	IPO	58
4.1.3	SIPOC	60
4.2	Fase de Medición	61
4.2.1	Medición Inicial de Productividad	62
4.2.2	Medición Inicial de Calidad	63
4.2.2.1	Detalle de los defectos de calidad	64
4.2.3	Gráfico de progreso de la migración a SAP de planta piloto.	65
4.2.4	Distribución de datos de materiales de repuesto por categoría	66
4.2.5	Diagrama de Ishikawa	69
4.2.6	Análisis de Causa y Efecto Híbrido con el uso del Multivoto	72
4.2.7	Diagrama de Pareto	75
4.2.8	Cinco Porque	77
4.3	Conclusiones del capítulo	80
CAPÍTULO V		82
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN		82
5.1	Diseño e implementación de un plan de mejora al proceso de migración de materiales	83
5.1.1	Diseño de un plan capacitaciones específicas para los tipos de material de repuesto	86
5.1.2	Mejorar la matriz de clasificación en conjunto con los analistas para su simplificación y comunicación	89
5.1.3	Perfeccionar la auditoría de calidad para asegurar que información crítica se revise y el porcentaje obtenido sea fidedigno.	93
5.1.4	Estandarización de los procesos y mejoramiento del documento de procesamiento para los analistas e implementación de un sistema a prueba de errores de digitación.	94
5.1.5	Automatización de los pasos que lo permitan	97
5.2	Gráfico de Medición Final	101
5.3	Plan de control para asegurar la sostenibilidad de la mejora en el tiempo. ...	103
5.4	Evaluación el costo beneficio de la implementación de la solución al problema descrito.	105
CAPÍTULO VI		108
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		108

6.1 Conclusiones	109
1.2 Recomendaciones	110
BIBLIOGRAFIA	111
ANEXO.....	115
Reglas de Gobernación.....	115

Índice de gráficos

Figura 1 Marcas más conocidas de 3M.....	20
Figura 2 Estructura Organizativa Máster Data Management	24
Figura 3 Diagrama de Pareto	35
Figura 4 Diagrama IPO	36
Figura 5 Diagrama de SIPOC	37
Figura 6 Diagrama de Ishikawa.....	38
Figura 7 Matriz de Priorización.....	39
Figura 8 Ejemplo de Cinco Porque	39
Figura 9 Diagrama Funcional Cruzado del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP	56
Figura 10 Gráficos de Medición Inicial de Productividad del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP entre los meses de octubre 2018 a mayo 2019	62
Figura 11 Gráficos de Medición Inicial de Calidad del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP entre los meses de octubre 2018 a mayo 2019.....	63
Figura 12 Detalle de los defectos de Calidad del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP entre los meses de octubre 2018 a mayo 2019.....	64
Figura 13 Procesamiento de Materiales de Repuesto de China entre los meses de setiembre 2018 a mayo 2019.....	65
Figura 14 Composición de la información de ERSAs de China	67
Figura 15 Agrupación por familias de la información de ERSAs para la planta de China	68
Figura 16 Diagrama de Ishikawa del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP	70
Figura 17 Matriz de Causa y Efecto Híbrido del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP	73
Figura 18 Diagrama de Pareto de los defectos en proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP	76
Figura 19 Documentación de proceso de Auditoría de migración de datos de materiales tipo ERSA en Microsoft SharePoint.....	94
Figura 20 Identificación de Poka-Yokes en Documento de Procesamiento Individual de Materiales tipo ERSA	95
Figura 21 Ejemplo de Poka-Yokes activados en un Documento de Procesamiento Individual de Materiales tipo ERSA	96
Figura 22 Caso de Negocio Automatización de Procesamiento de ERSAs	98

Figura 23 Macro de Compilación de Documentos de Procesamiento de ERSA	98
Figura 24 Botón Compilación de Documentos de Procesamiento de ERSA.....	99
Figura 25 Gráficos de seguimiento de procesamiento de materiales tipo ERSA	100
Figura 26 Diagrama de Productividad Final de procesamiento de materiales tipo ERSA	101
Figura 27 Diagrama de Calidad Final de procesamiento de materiales tipo ERSA	102
Figura 28 Plan de Control del Proceso de Migración de Materiales tipo ERSA	104
Figura 29 Flujo de Efectivo para la mejora del proceso de Migración de ERSA	107

Índice de tablas

Tabla 1 Herramientas por Utilizar Capitulo IV: Línea Base y análisis de causas	52
Tabla 2 Diagrama IPO del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP	59
Tabla 3 SIPOC del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP	60
Tabla 4 Cinco Porque del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP	78
Tabla 5 Plan de Mejora Migración de datos de ERSAs a SAP	85
Tabla 6 Distribución de los Analistas para el procesamiento de ERSAs.....	87
Tabla 7 Distribución de Categorías para el procesamiento de ERSAs	87
Tabla 8 Plan de Capacitación de Analistas en Materiales tipo ERSA	88
Tabla 9 Matriz de Clasificación de materiales tipo ERSA en migración a SAP	90
Tabla 10 Comparación de Matriz de Clasificación de Material tipo ERSA	91
Tabla 11 Análisis de Costos de la Implementación de la Mejora del proceso de Migración de Datos de ERSA.....	105
Tabla 12 Análisis de Costos de la Implementación de la Mejora del proceso de Migración de Datos de ERSA.....	106

Acrónimos y Siglas

DMAIC	Acrónimo de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Incrementar y Controlar.
FTE	Full Time Employee (Equivalente a 8 horas de jornada laboral).
CONTINUOS IMPROVEMENT IDEA	Tarjeta utilizada en la metodología LMS 2.0 para llevar seguimiento de las acciones de mejora identificadas
LMS 2.0	Es un modelo de gestión que se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final. Para ello utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los estrictamente necesarios para el crecimiento.
TIER 1	Primera revisión de resultados del día anterior, realizada por analistas junior y senior además del tema leads del área
TIER 2	Segunda revisión de resultados del día anterior, se escalan problemas que no pudieron ser resueltos en Tier 1. Se da con los temas leads del área y gerentes
TIER 3	Tercera revisión de resultados del día anterior, se escalan problemas que no pudieron ser resueltos en Tier 2. Se da con los gerentes y gerentes de operaciones
TIER 4	Cuarta revisión de resultados del día anterior, se escalan problemas que no pudieron ser resueltos en Tier 3. Se da con los gerentes de operaciones y el Gerente General de la empresa en Costa Rica
ERSA	Piezas de repuesto de la planta destinadas para uso interno para reparar equipos e instalaciones de la planta 3M.
MÁSTER DATA	Información básica esencial para las operaciones en una empresa o unidad de negocios específica
COMPLETION RATE	Porcentaje de materiales completados en relación con la cantidad propuesta como meta
TARGET	Porcentaje meta de materiales completados en relación con la cantidad propuesta como meta
BODS	SAP BO Data Services (BODS) es una herramienta ETL utilizada para la integración de datos, la calidad de los datos, la creación de perfiles de datos y el procesamiento de datos. Le permite integrar, transformar el sistema confiable de almacenamiento de datos a datos para informes analíticos.

RESUMEN

El presente proyecto tiene su sustento en la importancia de la mejora de procesos en una organización para mantenerse competitiva e incrementar la capacidad de procesar de mejor forma sus recursos, reducir tiempos de entrega y la posibilidad de mantenerse actualizada con la tecnología de sistemas de información que necesita.

Se desarrolla en el Centro de Servicios Compartidos de 3M, en el departamento de Máster Data y en el área de migración de la información de materiales de repuesto a SAP para el segundo cuatrimestre del año 2019 mediante el uso de herramientas ingenieriles, como análisis de procesos y *Lean Manufacturing*.

Este equipo es vigilante de la integridad de la información que entra en los sistemas de ERP ya que errores en esta área provocan problemas en producción, con los clientes, o y en el área de finanzas.

La presente investigación ve con ojo crítico el proceso desde la definición del flujo de pasos realizados y el análisis de cada uno de ellos. Posteriormente, se procede a obtener los datos medibles de calidad y productividad de la planta tomando como muestra una piloto en migración. Los detalles de calidad son sometidos a una categorización para obtener los errores más frecuentes.

Son también presentados mediciones relevantes a la investigación, como la línea de tiempo de la preparación de la planta piloto, que demuestra el retraso que existe con respecto a las metas corporativas, y la distribución por volumen de los tipos de materiales manipulados con el objetivo de justificar los esfuerzos de mejora en estas áreas críticas.

El análisis de Ishikawa evidencia los defectos en el flujo de la migración, evaluando las diferentes aristas que afectan el proceso, estos son confrontados con las métricas críticas del departamento para obtener el efecto en cada una de ellas. Seguidamente, los defectos son ordenados con un diagrama de Pareto y se realiza un estudio más profundo con el método de los cinco por qué.

El uso de las herramientas anteriormente mencionadas permite definir, sin lugar a duda, las áreas críticas y resolver sistemáticamente los problemas subyacentes en lugar de sólo tratar los síntomas y apagar incendios.

El plan de mejora plantea, para cada uno de los defectos críticos, la métrica por aumentar, el método utilizado, personas responsables, recursos necesarios y fechas de finalización, todo de una forma clara y ordenada hacia su oportuna comunicación con las partes involucradas.

Para demostrar los beneficios obtenidos mediante el desarrollo del plan de mejora, se realiza una medición final de las métricas del departamento, las mismas comparan el estado inicial con el estado mejorado y prueban el éxito de la investigación.

Finalmente, se exhibe tanto el plan de control que asegura la sostenibilidad de la en el tiempo y como el análisis costo beneficio, un aspecto de gran importancia para afirmar la viabilidad del proyecto.

Esta investigación evidencia como la utilización de métodos de mejora continua facilita un camino a seguir, colmado de herramientas que resultan especialmente útiles para solventar los problemas cotidianos que pueden estar afectando a un área, departamento u organización sin importar su naturaleza.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente proyecto se orientó en la reestructuración del proceso de migración de datos, que es el proceso de preparar la información para su traslado a SAP de las piezas de repuesto necesarios para el correcto mantenimiento de las plantas de manufactura. Lo anterior a través de la aplicación de métodos, técnicas y estándares aplicados al proceso de mejora de procesos, se investigó, documentó y analizó el inicio y finalización de las diferentes actividades, así como las distintas herramientas y soluciones disponibles para la organización.

El proceso de migración a SAP de datos de los materiales de repuesto consta de una extracción de sistemas legado por parte del encargado de mantenimiento de la planta donde se analizan los materiales que se encuentran obsoletos y que no requieren limpieza de su información, posterior a eso se agregan a los materiales la información de número de parte y fabricante y esta información se le entrega a su experto en mantenimiento donde se identifican materiales que ya se encuentran migrados a SAP en otras plantas y se le asigna ese número de material de SAP. A los materiales que no se les encuentra en el ERP se estandarizan, limpian y mejoran los datos, a los materiales que no se les encuentra la información suficiente se regresa al encargado de planta para que confirme el número de parte y fabricante y ese a su vez lo devuelve al encargado de

La metodología para la optimización del proceso de migración de datos que resulte del presente proyecto de investigación logrará beneficiar a la organización en áreas como reducción de tiempo, estudio y estandarización de procesos.

El proyecto es subdividido en capítulos que facilitan seguir un orden lógico entre sus distintas secciones y su contenido de la siguiente forma:

- i. Introducción
- ii. Marco teórico
- iii. Marco metodológico
- iv. Línea base y análisis de causas
- v. Conclusiones y recomendaciones
- vi. Bibliografía, Apéndices, Glosario y Anexo.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

3M es una empresa que nació en Estados Unidos desde 1902 cuando 5 socios querían iniciar un negocio de minería en Minnesota. Sin embargo, en el camino se dieron cuenta de que el mineral que encontraron en el lugar no era tan poderoso como ellos creían, pero esto contrario a lo que muchos pensarían no los derrumbó y en vez de detener el negocio y abandonarlo, estos socios decidieron innovar.

*“3M es una empresa global de innovación basada en la ciencia,
dedicada al desarrollo de productos que mejoran las vidas diarias
de las personas de multitud de formas”*

Inge G. Thulin Presidente del Consejo, Presidente y Director Ejecutivo

Cultura de innovación de 3M

- Más de 55,000 productos
- 1/3 de sus ventas provienen de productos nuevos
- Una persona promedio tiene contacto con ciencia 3M 100 veces al día.
- 6% de los ingresos se invierten en Investigación y Desarrollo
- \$8.5 millones ha invertido en investigación y desarrollo en los últimos cinco años
- 85 instalaciones de desarrollo en 36 países.
- 54 centros de Innovación para clientes en todo el mundo
- Cuenta con más de 105.000 patentes
- 200 fábricas en 38 países
- Opera en 70 países y vende en 200
- 8.300 investigadores en todo el mundo
- Sus científicos acumulan más de 3.000 patentes en promedio al año
- Pocas veces te encontrarás a más de tres metros de la Ciencia 3M

La organización trabaja en cuatro divisiones que dependen del tipo de producto a ofrecer que son:

- Seguridad e Industrial: incluye las divisiones que sirve la industria global, seguridad personal, adhesivos, cintas, abrasivos, mercado de post venta de vehículos, y granulados.
- Transporte & Electrónicos: incluye las divisiones de electrónica, materiales de visualización, automóviles, aeroespaciales, soluciones comerciales, materiales avanzados, y de seguridad de transporte.
- La atención médica comprende divisiones que sirven a la industria de la salud mundial: soluciones médicas, atención oral, ciencias de separación y purificación, sistemas de información de salud, sistemas de administración de medicamentos y seguridad alimentaria.
- Consumidor: contiene divisiones que atienden a los consumidores globales: mejoras para el hogar, artículos de papelería y suministros de oficina, atención domiciliaria y atención de la salud del consumidor. Las mejoras en el hogar también incluirán el negocio minorista de cuidado automotriz que anteriormente formaba parte del negocio de posventa automotriz.

Algunas marcas de 3M son:



Figura 1. Marcas más conocidas de 3M

Fuente: elaboración propia

La idea de crear los Centros de Servicios Globales de 3M en Costa Rica nació en el 2014 cuando se vio la necesidad de crear centros desde los cuales se pudieran atender las necesidades de las demás empresas de 3M alrededor del mundo, de sus clientes, proveedores e incluso darles servicio a los mismos colaboradores de toda la empresa en países del continente americano, europeo y asiático.

En el mundo hay 3 Centros de Servicios Globales de 3M, el primero abrió en Polonia, el segundo en Costa Rica y el tercero en Filipinas. Actualmente el que cuenta con mayor cantidad de colaboradores es el de Costa Rica.

En Costa Rica el Centro inició sus operaciones en la sala de un hotel donde tres visionarios de la empresa empezaron a darle forma a lo que hoy es nuestra empresa. Ahí contrataban personas poco a poco y se reunían a trabajar, luego pasaron a un edificio mediano y desde el 2016 ya se establecieron en el edificio que se ha convertido en nuestra segunda casa y en el que ya contamos con más de 900 colaboradores.

Aquí se dan servicios de muchos tipos, que se concentran en 11 grandes áreas operativas y que a grandes rasgos se enfocan en tecnología, cuentas, master data, mercadeo, finanzas, recursos humanos local e internacional, servicios de Inter compañía y logística así como servicios administrativos como el departamento de recursos humanos local, lean six sigma que es una metodología de mejora continua, entrega de cambio organizacional y todo el funcionamiento del edificio.

RTR. Finanzas. Se encarga de realizar las actividades contables de los 24 países de América a los que sirven desde Canadá hasta Argentina.

LEX. Logística y transporte se encarga de asegurar que los productos que vende 3M se puedan transportar en camión, avión, o barco desde la fábrica hacia el destino final de la mejor manera posible.

Intercompany. Se encarga de asegurar que cuando una empresa de 3M le vende productos a otra empresa de 3M se registre correctamente la factura que se debe pagar por esa venta realizada. Crea las órdenes de compra y les da seguimiento para que se reciban los bienes o servicios solicitados.

HTR. A través de 4 subgrupos maneja todos aquellos procesos que son considerados operacionales para Recursos Humanos, dejando en cada país la parte estratégica. Se

da soporte en temas relacionados a la creación de entrenamientos, soporte en pago de salarios, beneficios, vacaciones, reclutamiento y manejo de la información de los colaboradores.

IT Apps. Se encarga de dar soporte a los sistemas que utiliza la compañía para asegurarse de que siempre estén disponibles para poder ejecutar las tareas del día a día en otros departamentos del GSC y a nivel global.

IT Operations. Se encarga de llevar a cabo el soporte de una gran parte de los elementos tecnológicos que permiten a la compañía llevar a sus actividades diarias. Sin tecnología sería prácticamente imposible lograr que la compañía lleve a cabo sus procesos y por ende debemos asegurar que todos estos elementos tecnológicos trabajen de manera óptima.

Marketing Sales Operations Core. Operaciones de Marketing y Ventas. Da soporte a 3 áreas de 3M: Mercadeo, Ventas y Servicio al Cliente.

STP. Cuentas por pagar. Maneja el proceso de proveeduría y cuentas por pagar para 3M en América, trabaja con Estados Unidos, Canadá, Brasil, Centroamérica, cono Sur y la región Andina.

Marketing Sales Operations Commercial. Operaciones de Marketing y Ventas Comercial tiene 4 subáreas: GCS, *Inside Sales*, *Digital Marketing* y *Custom Orthodontics*.

Administrative Services. Es un equipo compuesto por varios servicios que dan soporte al GSC desde distintas áreas como entrega del cambio, mejora continua, recursos humanos y manejo del edificio.

Equipo de Lean Six Sigma. El principal objetivo es incentivar la cultura de la mejora continua en nuestro GSC, trabajando con todos los departamentos que lo conforman para apoyarles en el camino de lograr su máxima productividad y desarrollar líderes que mejoren los procesos.

Equipo de Recursos Humanos Local. Se encarga de velar por las necesidades de los colaboradores del GSC Costa Rica como satisfacción en el ambiente laboral, planes de desarrollo, planes de acción, reclutamiento y contratación de nuevo talento, pago de

salario a los colaboradores y las estrategias y campañas de comunicación tanto internas como externas del edificio.

Equipo de Facilities. Responsable de la gestión del edificio, servicios de soporte como seguridad y limpieza y la administración de servicios como cafetería y transporte. Además, vela por la promoción y mantenimiento de la salud de los colaboradores, su seguridad y la sostenibilidad con el medio ambiente.

MDM. Máster Data Management (manejo de datos maestros) es la principal base de datos de 3M, recibe la información de otras áreas de la organización como mercadeo e ingenieros, siguiendo estándares establecidos por la compañía y para ingresar datos de los productos en el sistema. Ingresar estos datos hace posible que se puedan vender productos 3M, generar órdenes de venta e incluso que 3M pueda comprar materia prima de sus proveedores.

El desarrollo de la investigación se dará en el departamento de Máster Data Management que cuenta con una gerente de operaciones, 3 gerente de equipo y 7 supervisores y 77 analistas, se detalla la siguiente organización:

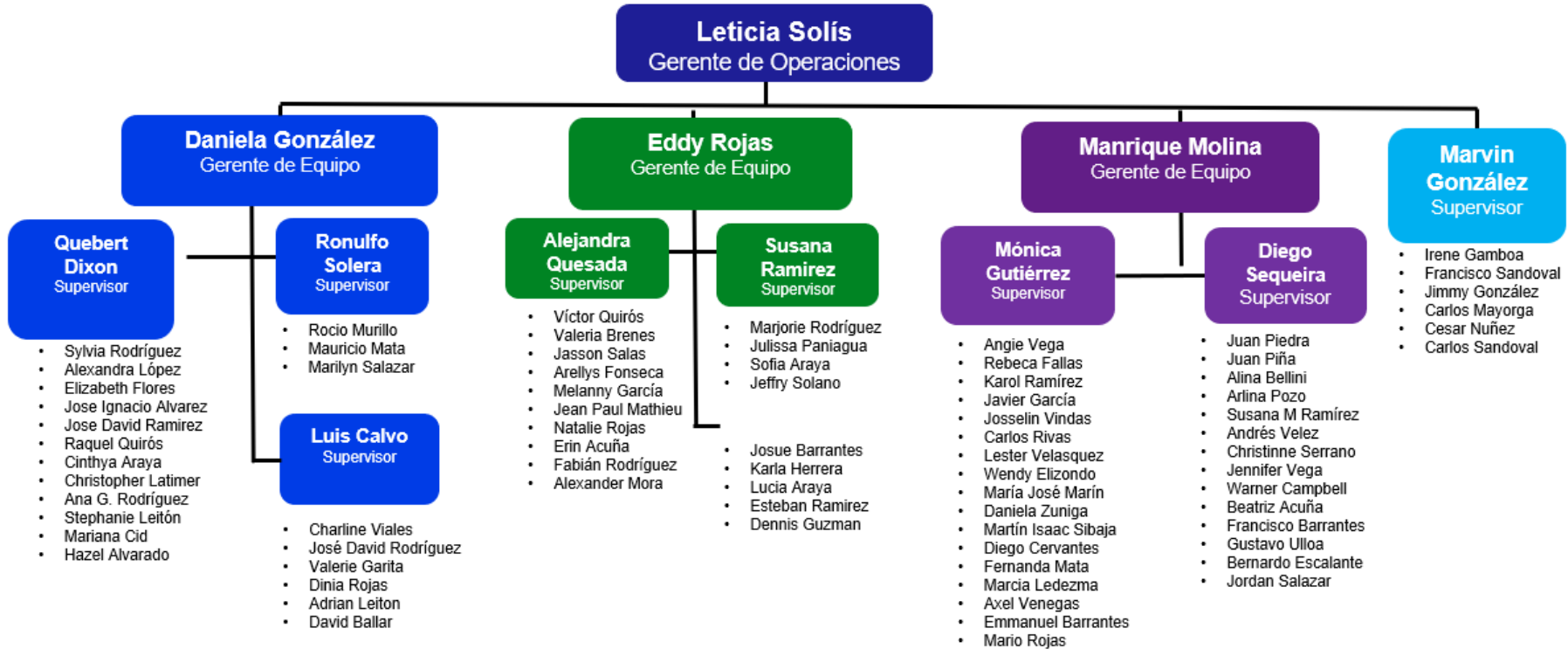


Figura 2. Estructura organizativa Máster Data Management

Fuente: elaboración propia

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 Descripción del problema

Cerca del 2010, la organización apostó por una modernización de su sistema de información, específicamente de su ERP donde adquirió el sistema SAP para mantener todas sus operaciones globales. Como método de implementación del sistema, se definieron fechas de migración de las diferentes plantas y sedes, además de un calendario de 8 meses para la migración de materiales de repuesto para cada planta, se define el alcance de cada implementación y sus entregables.

Una parte importante de la migración se encuentra en la preparación de la información de los materiales de planta, dentro de éstos están los materiales de repuesto, necesarios para el mantenimiento de las maquinas usadas en producción, paso vital en la continuidad del negocio, ya que el mal mantenimiento preventivo tiene una relación directa con las averías y estancos en la producción, lo cual se traduce en pérdidas para la compañía.

El proceso de limpieza de datos para las piezas de repuesto se realiza de forma desordenada y principalmente se centraliza en un experto del tema localizado en Estados Unidos, al ser un recurso limitado y el volumen total al ser tan alto y cercano a los 250 mil materiales distribuidos en 25 plantas en todo el mundo, el proceso se vuelve lento ya que no hay oportunidad de proveer las plantas con retroalimentación de sus pasos iniciales de procesamiento de manera oportuna creando retrasos en los procesos siguientes.

Además, el proceso actual requiere la espera de la limpieza total para el envío de las correcciones de materiales que no cumplan con la información necesaria a planta, dicho porcentaje de materiales que requieren reproceso se encontró en un promedio de 36% lo que quiere decir que al terminar los 8 meses hay aún un 36% de materiales que no se encuentran listos para su migración y atrasarían la limpieza de los datos en casi 3 meses, además del tiempo que tarde la planta en corregir sus errores en un promedio de 1 mes, para un total de 4 meses de atraso solo en la preparación de datos de materiales de repuesto en solo 1 planta.

Asimismo, se puede ver como el porcentaje de materiales duplicados ronda en un 9% lo que se traduce en errores en las órdenes de compra, facturación, cantidades reales de inventario y sonido extra en el sistema.

1.3.2 Justificación del problema

La descripción anterior aborda el problema desde la perspectiva de incertidumbre de lograr los objetivos de migración de las plantas que esperan su turno de migración a SAP, pero además se deben considerar los siguientes puntos como justificación directa a la importancia de la investigación.

Costos de operación.

Los calendarios de migración a SAP solo pueden ser cambiados por directores de la empresa, por esta razón, los atrasos en la preparación de la información a migrar deben ser cubiertos por la operación en Costa Rica lo que se traduce en horas extra, aumentando el costo de la operación.

Recursos insuficientes

El proceso se encuentra centralizado en un recurso que es el experto en el tema y que realiza la limpieza y estandarización de la información, que es un riesgo al no existir un proceso que asegure la continuidad del negocio.

Documentación insuficiente

El procedimiento por seguir para la máster data de los materiales de repuesto no se encuentra totalmente documentado, por lo que se considera una prioridad crear documentación a la medida para asegurar que el proceso es claro, estandarizado y que sigue con las reglas de gobernación de la información.

Los materiales pueden ser devueltos a planta ya que la información proporcionada puede ser insuficiente y dicho proceso tampoco se encuentra documentado ni estandarizado.

Automatizar el procesamiento de materiales.

El proceso se ejecuta con pasos manuales y la automatización es escasa, en auditorias de calidad y en el almacenamiento de datos para el reporte, cada uno de los auditores tiene formas distintas para elaborar la auditoria, realizando pasos extra y menos de lo que es recomendado por el experto.

La información no se encuentra almacenada en ubicaciones seguras, se ingresan en un *SharePoint* en el que se ubican reportes, auditorias y demás documentos relevantes para la organización, con incidentes en los que este repositorio ha dañado documentos, consumiendo tiempo para su recuperación. El tiempo utilizado en estos retrabajos limita la acción proactiva del equipo de calidad.

Retrasos en carga

Luego que la información se encuentra limpia y estandarizada, la carga se realiza por medio de un departamento externo que recibe la información por correos electrónicos de diferentes personas en documentos de Excel, que no cuenta siempre con el mismo orden y formato en las columnas, por lo que deben compilar dicha información y se corre el riesgo de perder datos y tiempo en una nueva estandarización, que es un desperdicio.

Mantenimiento de la calidad

Las auditorias de calidad realizadas a la operación de limpieza de materiales de repuesto tiene una meta de 95%. Esta meta no se ha logrado desde que se empezaron las auditorias ya que en promedio se obtuvo un 85% de calidad.

De toda la problemática descrita anteriormente se demuestran que el proceso actual presenta faltas en el área de procesamiento, falta de capacidad de mantener una operación que carece documentación de respaldo, largos tiempos de ejecución, además de costos asociados a horas extra de los empleados para cumplir con las fechas de implementación del ERP y además bajas notas en las auditorias de calidad, se solicita explícitamente la necesidad de realizar un reestructuración del proceso donde a través de la misma, proponer soluciones de manera integral, que impacten todas las aristas y oportunidades de mejora brindando una mejora del proceso de migración de la información a SAP.

1.3.3 Objetivo general

Analizar el proceso de migración de datos para las piezas de repuesto necesarias para el funcionamiento de todas las plantas globales de 3M, mediante el uso de herramientas de mejora continua con el fin de reducir errores en los datos y garantizar la preparación de los datos para la implementación de SAP.

1.3.4 Objetivos específicos

- a) Definir el proceso de migración de datos de sistemas legado a SAP y sus principales defectos mediante un análisis de partes interesadas y mapeo del mismo.
- b) Calcular mediante el uso de datos medibles, áreas críticas en la operación.
- c) Analizar el proceso para identificar las posibles causas raíz de la variación y sus principales efectos en los defectos identificados.
- d) Diseñar un plan de mejora a los defectos de mayor impacto en el proceso de migración de datos de los materiales de repuesto de sistemas legado a SAP y tomando en cuenta las necesidades de la operación.
- e) Implementar el plan de mejora a los defectos identificados que afectan el procesamiento de migración de datos de materiales de repuesto para las plantas globales de 3M.
- f) Delinear un plan de control para asegurar la sostenibilidad de la mejora en el tiempo.
- g) Evaluar el costo beneficio de la implementación de la solución al problema descrito.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances

La ejecución del proyecto impactará el departamento de máster data en el área de migración de la información de materiales de repuesto a SAP, para el segundo cuatrimestre del año 2019 mediante el uso de herramientas ingenieriles, como análisis de procesos y *Lean Manufacturing*.

La situación actual será diagnosticada mediante la utilizando de la información ya documentada, empleando la información pertinente para ser sustentados bajo la metodología DMAIC.

1.4.2 Limitaciones

La organización se reserva el completo uso números exactos de cantidades de materiales en cada planta, por lo que los datos mostrados presentaran variación con respecto a los reales.

Los costos de hora hombre e indirectos fueron ligeramente adulterados para proteger la confidencialidad de la empresa.

De igual forma se restringe para el documento publicable el nombre de la organización, al ser considerada información sensible y confidencial.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

2.1.1 Análisis de procesos

El análisis de procesos es la aplicación de métodos científicos para la identificación de actividades que se pueden mejorar. Buscando la excelencia a partir de progresos incrementales y la utilización medios visuales, herramientas para la descomposición de sus partes y el análisis de las entradas y las salidas se puede más fácilmente identificar áreas críticas de una operación y su relación con la calidad final.

2.1.1.1 Proceso

Chase y Jacobs definen un proceso como la parte de una empresa que toma insumos y los transforma en productos que, según espera tendrán un valor más alto para ella que los insumos originales.

Según los autores el resultado de un proceso no solamente se refiere a productos, si no que en ocasiones se puede obtener un servicio.

La Norma ISO 9000:2005 especifica que un proceso especifica que no solamente son actividades que están mutuamente relacionadas, si no que transforman un elemento de una entrada en un resultado.

Desde el punto de vista de Lorino (1996) indica que en el interior de una empresa no hay ninguna actividad que no tenga influencia con ninguna otra actividad, estas por lo contrario se combinan en cadenas o en redes de actividades con un objetivo claro y preciso.

2.1.1.2 Calidad

Krajewski, Ritzman y Malhotra en 2013 definen la calidad como un término que utilizan los clientes para describir su satisfacción general con un producto o servicio. Este enunciado tiene diferentes dimensiones dentro de las cuales está el cumplimiento de las

especificaciones, que, aunque se evalúa como la capacidad del producto de cumplir con su función, también se juzga el tiempo de entrega.

Otra forma en la que los clientes califican la calidad es mediante el valor, o que tan bien un producto o servicio sirve para un propósito a un precio al que estén dispuestos a pagar.

2.1.1.3 Actividades de Valor

Porter en 1995 concreta las actividades de valor en las distintas actividades que generan valor al cliente y la empresa. Las mismas se dividen actividades primarias y de apoyo. Porter plantea que un análisis no debe hacer hacerse sobre toda la compañía sino buscar que las actividades aporten valor al cliente, y buscar lograr estas al menor costo posible para así mantener una ventaja competitiva sostenible.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Six Sigma

El enfoque del siguiente proyecto estará basado en Six Sigma que es una disciplina de mejora de procesos basada en reducir la variación de sus datos. Mediante el uso de la herramienta DMAIC se pretende seguir una línea ordenada de análisis de las variables que afectan el proceso para diseñar una mejora sostenible en el tiempo.

Six sigma nace en los años ochenta como una evolución del sistema de calidad total y del control estadístico de procesos.

En 2002, Gonzalez y Gonzalez proporcionan información conceptos básicos de la estrategia basada en la aplicación de técnicas estadísticas para la solución de problemas o proyectos que trae como resultado un incremento en la rentabilidad de compañías como Motorola. Mikel Harry fue el ingeniero generador como una manera de

ajustarse a la realidad analizando y evaluando la variación en los procesos. Sumado a un oportuno auge de la globalización en compañías dedicadas al sector comercial e industrial, se inició el desarrollo de técnicas que promueven un aumento en la competitividad y productividad de la organización, como objetivo número uno siempre se encontró, disminuir la variación en los procesos.

2.2.2 Metodología DMAIC

Es una metodología enfocada en la mejora continua, basándose en la estadística, brinda un proceso detallado a seguir para mejorar los procesos, buscando definir los requerimientos del cliente y reduciendo el error.

Las siglas tienen como significado Definir, Medir, Analizar, Incrementar y Controlar (Chase, 2011).

En 2011, Chase describe los pasos de metodología DMAIC de la siguiente forma:

2.2.2.1 Definir

Muestra como en una primera etapa se debe identificar a los clientes y sus prioridades, además de un proyecto adecuado para los esfuerzos de Six-Sigma basado en los objetivos de la empresa, así como en las necesidades y retroalimentación de los clientes. Definir las características críticas (CTQ: Critical to Quality) que el cliente requiere.

2.2.2.2 Medir

En este paso es donde aparece la necesidad de crear métodos de recolección de datos para medir el proceso y como se ejecuta. Identificar los procesos internos claves que influyen en las características cruciales para la calidad y medir los defectos que se generan actualmente en relación con esos procesos.

2.2.2.3 Analizar

Durante la etapa de análisis el autor concreta el análisis de las causas probables de los defectos más comunes y cuales variables afectan de mayor forma a las variaciones en los procesos. Las herramientas más comunes son: diagrama de Ishikawa o causa – efecto, matriz de relación, análisis de varianza y muestreo.

2.2.2.4 Incrementar

También conocido como mejorar, en este paso se desarrolla un plan de forma detallada donde se diseña una estrategia para eliminar las causas de los defectos. Confirmar las variables claves para cuantificar sus efectos en la variabilidad. Precisar los márgenes máximos de aceptación de las variables clave y un sistema para medir las desviaciones de dichas variables y de esta forma modificar los procesos para estar dentro de los límites apropiados

2.2.2.5 Controlar

Esta última etapa busca que las mejoras se mantengan en el tiempo. Donde se fijan herramientas para que las variables clave se mantengan dentro de los límites máximos de aceptación en el proceso modificado.

2.2.3 Diagrama de Pareto

Según Chase y Jacobs (2014) el origen del diagrama de Pareto data del siglo XIX cuando Vilfredo Pareto, un economista y sociólogo, publica un estudio sobre la distribución de la riqueza en la cual indica como el 80% de la misma se centra en el 20% de la población.

Mas adelante, el Dr. Juran descubre que esta analogía puede ser aplicada para diversas áreas, y en específico a problemas de calidad.

Este tipo de grafica desglosa un problema en sus causas e indica que un gran porcentaje de los problemas se deben a un pequeño porcentaje de causas.

Los pasos para elaborar un Diagrama de Pareto son:

- 1- Seleccionar los datos
- 2- Agrupar los datos
- 3- Calcular el porcentaje y agrupar en orden descendiente
- 4- Calcular el porcentaje acumulado
- 5- Dibujar el diagrama como el ejemplo a continuación.

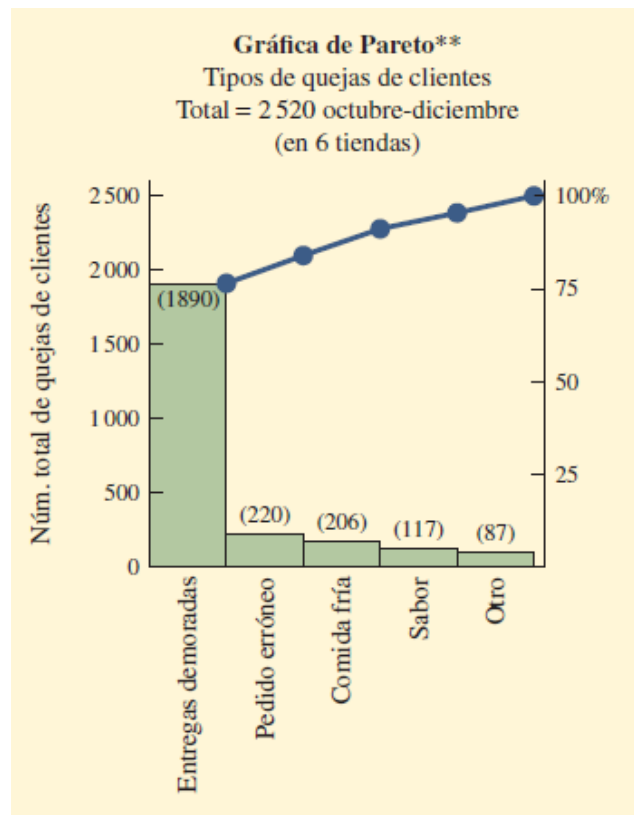


Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente: Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministro

2.2.4 Mapa Funcional Cruzado

De acuerdo con Chase y Jacobs (2014) un diagrama de flujo es una forma aconsejable de empezar a analizar un proceso. En donde las tareas, procesos, flujos y zonas de almacenamiento se delimiten de forma tal que se obtenga una guía visual para búsqueda de posibles desperdicios.

Un tipo de diagrama de flujo es el diagrama funcional cruzado se utiliza para diagramar procesos de negocios que tienen más de un departamento para ayudar a aclarar no solo los pasos individuales, sino también quién es responsable de ellos. Esto facilita la identificación de las desconexiones en el proceso. Estos mapas tienen más detalles que la mayoría de los otros mapas.

2.2.5 Diagrama de IPO

Un Diagrama de IPO por sus singlas en ingles Input-Process-Output también conocido como diagrama general o de entrada, proceso y salida, es un diagrama básico de los elementos y la relación que existen entre sí. (Ron, 2004).

El mismo puede encontrarse a nivel macro y además detallarse cada subprocesso definiendo las entradas y salidas de cada uno para mayor análisis de los interesados.

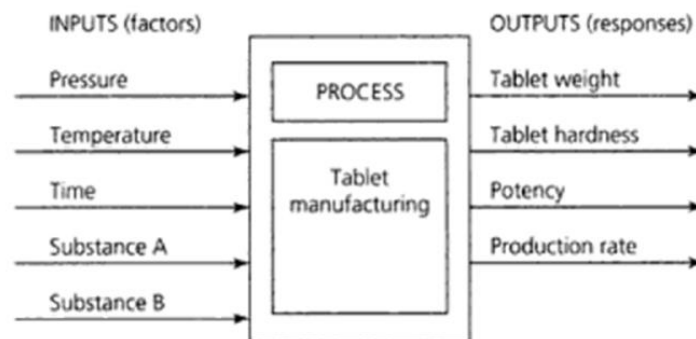


Figura 4. Diagrama IPO

Fuente: Implementing Quality: A Practical Guide to Tools and Techniques

2.2.6 SIPOC

El diagrama de SIPOC es un instrumento que se utiliza para analizar gráficamente las etapas de un proyecto. Este se utiliza cuando se requieren conocer las entradas y salidas de un proceso y se documenta a nivel macro (Socconini, 2015).

Los pasos para realizar un SIPOC son los siguientes:

- 1- Definir el proceso.
- 2- Identificar las entradas, requerimientos y proveedor del proceso.
- 3- Identificar las salidas del proceso.
- 4- Identificar los clientes y requerimientos para cada salida.

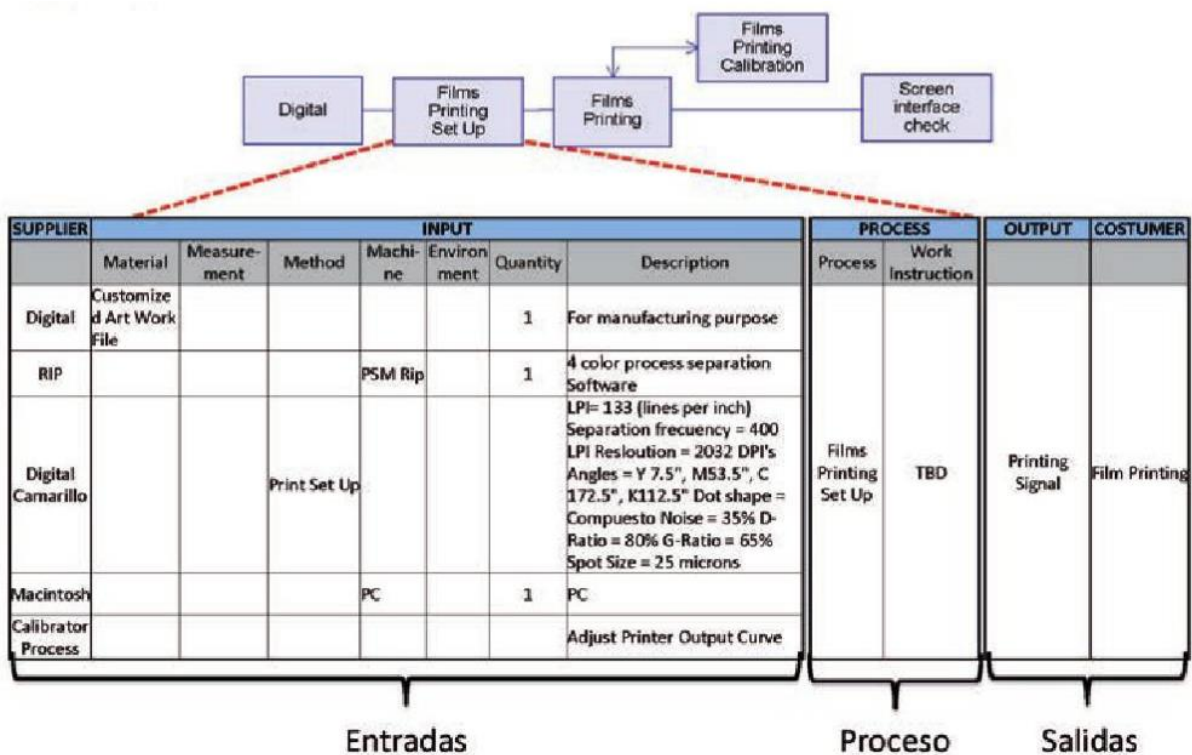


Figura 5. Diagrama de SIPOC

Fuente: Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios

2.2.7 Diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa también conocido como diagrama de espina de pescado exponen las relaciones entre las causas y el problema estudiado. Esto con el fin de analizar cuál de las causas tienen mayor impacto en el problema.

Se realiza una representación gráfica la cual separa las aristas en las que se puede ver afectado un proceso y de esta forma descubrir su origen real.

Las causas incluidas en el diagrama son potenciales, es necesaria la recolección de datos que puedan evidenciar de manera imparcial. Esta herramienta facilita el control de una operación, al tener todos los posibles factores presentes y bajo vigilancia, inclusive colabora a la mejora continua del proceso, producto o servicio.

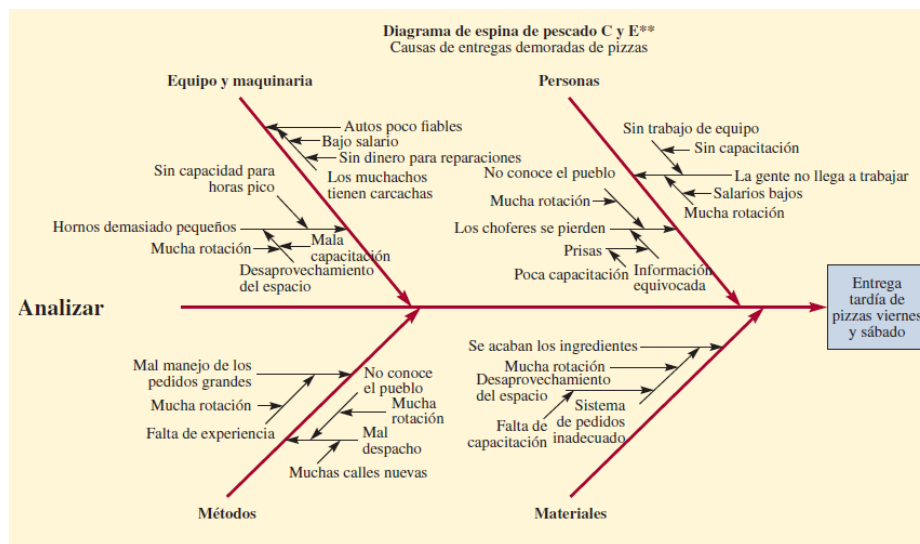


Figura 6. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministro

2.2.8 Matriz Causa y Efecto Híbrido

Según Breyfogle (2008) un matriz de causa efecto, que también se le llama matriz de priorización, es una herramienta utilizada para decidir el orden en que se van a realizar las actividades identificadas mediante herramientas anteriores como lo es un diagrama de Pareto o un Diagrama de Ishikawa.

	B: Soft skills	C: Project management	D: Analytic skills	E: Statistical knowledge
A: Fire in the belly	B2	A2	A2	A3
	B: Soft skills	B1	B2	B3
		C: Project management	C1	C3
			D: Analytic skills	D2

1	Low	Low
2	Medium	Medium
3	High	High

Description	Score	Percent
B: Soft skills	8	38
A: Fire in the belly	7	33
C: Project management	4	19
D: Analytic skills	2	10
E: Statistical knowledge	0	0

Figura 7. Matriz de Priorización

Fuente: Improvement Project Execution: A Management and Black Belt Guide for Going Beyond

2.2.9 Cinco Por qué

El método de 5 porque es un método interrogativo que tiene como objetivo encontrar la causa raíz de un defecto mediante el uso iterativo de la pregunta por qué.

Cada respuesta se forma nuevamente en pregunta y de esta forma se van quitando las capas del efecto hasta llegar a la raíz del problema

HECHO: existen fresas obsoletas en la sección de semielaborados
¿POR QUÉ hay fresas obsoletas en la sección? —Porque al modificar el proceso las fresas ya no sirven.
¿POR QUÉ siguen las fresas en esta sección si se ha modificado el proceso? —Porque nadie las ha retirado.
¿POR QUÉ nadie ha retirado las fresas de esta sección? —Porque nadie tiene la responsabilidad de hacerlo.
¿POR QUÉ nadie tiene la responsabilidad de retirar las fresas cuando se modifica el proceso y ya no sirven? —Porque no existe un procedimiento que establezca las acciones a emprender cuando se modifique un proceso.
ACCIÓN: redactar un procedimiento que contenga las acciones a tomar cuando se dé de baja un producto o se modifique un proceso.

Figura 8. Ejemplo de Cinco Por qué

Fuente: Técnicas de Mejora de Calidad

2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

2.3.1 Automatización industrial

La automatización es una forma mejor aprovechar de los recursos de la empresa y reducir costos de las tareas que generan valor al cliente.

Acuna en 1990 definía la automatización industrial como un método por el que se tomaba ventaja de los avances tecnológicos y el uso de la computadora principalmente para gobernar el proceso de producción. Con el objetivo de producir a mejores niveles de calidad y lograr costos de operación reducidos.

Nos proporciona una serie de ventajas que se encuentran mencionadas a continuación:

- Mayor productividad relacionada con el aumento en la velocidad de producción.
- Aumento en la calidad debido a la reducción de la intervención humana lo que disminuye la variabilidad.
- Menor intervención humana en ambientes peligrosos.
- Eficiencia en el manejo de materiales, al tener mayor control de los materiales en operación se pueden reducir los tiempos de producción y cantidad de inventario en proceso.

Las desventajas van relacionadas al desempleo, y la creencia que las maquinas van a sustituir a los hombres. También se menciona como las maquinas altamente especializadas limitan el poder de compra.

2.3.2 Productividad

El concepto de productividad varia de una empresa a otra. Desde un sentido básico, la productividad es la relación entre bienes y servicios utilizados para lograr un objetivo.

Sea cual sea la naturaleza de un negocio, optimizar la productividad es un punto clave para reducir costos asociados a la operación.

Según Gutierrez (2014) la productividad se forma del cociente de los resultados logrados y los recursos empleados.

Bajo esta conceptualización podemos decir que el cálculo de productividad esta dado de la siguiente forma:

Productividad: $\frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$

2.3.3 Gobernación de la información

La gobernación de la información es importante para una organización ya que da una estructura para la creación, eliminación, aprobación, y derechos de distribución de la información necesaria para la correcta operación de las organizaciones.

Proporciona la decisión correcta para determinar la dirección de los esfuerzos de gestión de datos, las áreas temáticas, las fuentes de datos, los objetivos de los datos y las reglas comerciales involucradas (Bhansali, 2014).

Este conocimiento es importante para este proyecto ya que la naturaleza del mismo va directamente ligada a las reglas de gobernación de la información al proveernos de pautas a seguir durante la cuantificación de fallas y el desarrollo de una propuesta de mejora.

2.3.4 Migración de Datos

Es el proceso de extracción y transformación de datos para trasladarlos exitosamente de un sistema legado a SAP, en un formato que cumpla con los requisitos técnicos de SAP y las necesidades comerciales de 3M.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

En 2018, para la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Cruz y Vásquez Zúñiga, desarrollan un proceso para diagnosticar la madurez de una compañía financiera para implementar SAP. Utilizan mapas conceptuales, encuestas, cuestionarios y concluyen con la identificación de la necesidad de incluir expertos en el tema antes de una implementación y además ultiman con que la empresa aún no está lista.

En 2017, Gonzalez describió el proceso de creación de materiales en SAP en la compañía 3M con el objetivo de mejorar la calidad de dichas creaciones en el departamento de Máster Data, en su investigación utilizo herramientas de mejora continua como lo son los diagramas de causa efecto, de Pareto, flujos de proceso y de esta forma diseña un plan de mejora que incluye técnicas de entrenamiento para mejorar el conocimiento de los analistas y reportes de control diarios para vigilar el comportamiento de las mejoras.

La metodología agile se utiliza por Jimenez en la Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú, en 2018, con la intención de evaluar e implementar un enfoque metodológico ágil para el desarrollo de los proyectos del datawarehouse, usando la metodología Scrum, herramientas como el mapa del proyecto, el pizarrón Scrum, Matriz de Responsabilidades, de priorización y gráficos. Con las propuestas de mejora se ejecutó un piloto para comprobar la efectividad de la metodología ágil; los beneficios fueron los siguientes:

- Reducción del tiempo de ejecución en la etapa de desarrollo.
- Disponibilidad para atención de más requerimientos.
- Garantía de la calidad del entregable, reducción del riesgo de error.

CAPÍTULO III.
MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICION DEL PROBLEMA

El desarrollo del siguiente documento demandó la ejecución de las siguientes actividades siguiendo la metodología DMAIC.

El diagnóstico del proceso de preparación de materiales de repuesto en vías a migración a SAP y la limpieza de sus datos para la compañía en cuestión se realizó por medio de la observación directa.

El departamento de implementación de SAP y su proceso de preparación de materiales es el objeto principal de estudio, esto debido a que el proceso es lento, y el tiempo de procesamiento requiere la reducción de tiempos de ejecución.

Se identifica la ruta de procesos necesarios para la exitosa migración de los datos maestros que se realizan diariamente, mediante reuniones remotas de 1 hora por semana durante un mes con el experto en mantenimiento de plantas ubicado en Estados Unidos, en los que se detallan cada uno de los pasos que se realizan para completar con la limpieza de un material, se elabora un mapa del proceso, definiendo las actividades por equipo responsable y su sucesión, lo que nos proporciona cuatro distintos equipos que relacionan sus actividades y que afectan el resultado de los datos.

3.2 METODOLOGIA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

Medir el proceso de investigación asegura que el cumplimiento de los objetivos de mejorar el proceso, por el grupo de trabajo y además representar el proceso actual para luego ser comparado con el proceso mejorado.

El propósito de medir el trabajo fue determinar la forma como se realizaba una operación individual o un grupo de operaciones dentro del lugar de trabajo, adicional lograr representar la situación actual para ser comparada con un proceso optimizado, por lo que se utilizaron las siguientes herramientas:

3.2.1 Mapa Funcional Cruzado

El diagrama se confeccionó graficando las interrelaciones del proceso, definiendo los involucrados y el flujo general del mismo con la ayuda del experto en mantenimiento de planta y las líderes del proyecto en tres reuniones de 60 minutos. La observación directa fue el método utilizado para tomar los tiempos. El líder del proyecto procede a sentarse en un mismo escritorio para poder ver en detalle las acciones a tomar por el analista, así como la cantidad de herramientas necesarias para completar la preparación del material. Es una excelente forma de visualizar el proyecto ya que deja claro las oportunidades de mejora.

El proceso de mapear la preparación de datos se realizó con ayuda del experto en el tema de mantenimiento de planta, al que mediante reuniones remotas se le pregunta sobre el detalle a realizar y luego de esto se prepara un mapa utilizando Microsoft Visio, el cual se somete a revisión y retroalimentación para ajustar los errores provocados, y luego de una nueva revisión se determina que el proceso ha sido definido.

3.2.2 Identificación de Defectos

Posterior a la realización del mapa funcional cruzado y la toma de tiempos de procesamiento se realiza un análisis del proceso con la intención de buscar defectos en el mismo. Se utilizan notas para la marcar donde se encuentra el error, los cuales deben escribirse en forma de defecto y no en forma de solución. Estos se definen de forma breve y en el lugar del mapa donde ocurre.

3.2.3 Diagrama de Causa y Efecto.

Los defectos luego son analizados mediante una reunión de una hora con analistas y líderes del proyecto y cada uno de los pasos del proceso y se buscan similitudes para remover duplicados. Luego se busca una causa raíz y el impacto en el proyecto. A cada

uno de estos defectos se le da un peso con respecto a el objetivo del proyecto para así identificar las variables que mayormente afectan el resultado del mismo y poder priorizar.

3.2.4 Métricas

Las métricas de la operación están definidas en funciones porcentaje de materiales completados en relación con los materiales en la meta diaria y porcentaje de calidad que es la métrica relacionada a las auditorias de calidad y la relación entre materiales correctos, y materiales defectuosos. Las métricas se revisan diariamente como primer punto de las revisiones de los resultados diarios en las pizarras de LMS.

3.2.5 Diagrama de Pareto

La información por analizar mediante el diagrama de Pareto son los errores de calidad del mes de febrero de 2019.

Las faltas de calidad se categorizan con el análisis de los resultados mediante una sesión con las líderes del proyecto donde se cuantifican los resultados obtenidos y se ingresan a Excel para la identificación del 80/20 de los resultados y así priorizar los errores encontrados en el procesamiento y proceder a realizar acciones de mejora con el uso de tarjetas de mejora continua y el seguimiento con las pizarras de LMS para los errores más comunes y realizar capacitaciones dichos temas.

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

Realizar un plan de mejoramiento del proyecto, con acciones definidas y que busquen mejorar los objetivos de la investigación es clave para que el proyecto sea exitoso.

Para esto el método a utilizar para la propuesta de mejora, y siguiendo con la línea de Lean Six Sigma el análisis de los efectos que tienen los vicios encontrados en el sistema en el cual se identifican los defectos a mejorar y, las causas raíz de cada uno, impacto y probabilidad para cada uno de los objetivos del proyecto.

Las fallas se clasifican según la gravedad de sus consecuencias, la frecuencia con la que ocurren y la facilidad con que se pueden detectar. El propósito es tomar medidas para eliminar o reducir las fallas, comenzando con las de mayor prioridad.

El análisis también documenta el conocimiento y las acciones sobre los riesgos o fallas, para su uso en la mejora continua. Posteriormente se utiliza para el control, antes y durante la operación en curso del proceso.

Con reuniones se presenta la información resumida para la aprobación del gerente gerentes encargados.

Con la información obtenida se realiza un caso para la revisión del departamento de desarrolladores del centro de servicios con posibles ahorros en la operación, y pasos con oportunidad de automatizar.

Estos pasos y junto con un formulario a llenar son entregados al encargado del departamento para que sean validados con el gerente de operaciones y sean incluidos en el desarrollo de aplicaciones.

3.4 METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.4.1 Diagrama del Proceso Final

Se procede a diagramar el proceso ideal para la solución de los defectos encontrados en los pasos anteriores, se automatizan algunos pasos y se eliminan pasos innecesarios para de esta forma evitar el desperdicio.

Por medio del método visual se pueden comparar el diagrama inicial y el diagrama final para dejar en evidencia las mejoras realizadas al proceso.

3.4.2 Plan de Mejora

Con esta herramienta se documenta el plan de mejora, los detalles, y responsables para cada actividad. El método que utilizar, ya sea documentación, entrenamientos, ensayos. Conjuntamente se utiliza para documentar los recursos necesarios para lograr la mejora, si se necesitan aprobaciones, y para darle seguimiento a estas actividades.

La implementación debe de iniciar después de la aprobación del gerente del equipo, gerente de operaciones, experto en el tema, y equipos de extracción y conversión de datos, todo lo anterior con el aseguramiento de calidad de la solución y protección de su permanencia en el tiempo mediante documentación técnica y de usuario.

Con la participación de los analistas se procede a una sesión de entrenamiento de la solución y se somete a un periodo de prueba donde se comparan resultados manuales y automáticos. Adicionalmente es necesaria la participación de los equipos de auditoría y producción, ambos deben estar bien capacitados, alineados e informados del nuevo proceso a seguir.

Con el uso de Microsoft Outlook se envían las invitaciones a los entrenamientos de 1 hora cada uno para revisar la herramienta y realizar ejemplos en vivo.

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

Uno de los pasos más importantes para lograr la permanencia en el tiempo de un trabajo de análisis y mejora de un proceso se lleva a cabo durante la etapa de control y seguimiento de los resultados. En este paso es donde se toma el tiempo de revisar los efectos y de esta forma poder asegurar que las acciones tomadas fueron las correctas, que fueron efectuadas de la forma correcta y en el tiempo correcto. Esta etapa es ideal para ver en retrospectiva la mejora y hacer cambios en caso de que sea necesario.

3.5.1 Diagrama de Capacidad Final

En este diagrama se grafica de forma estadística el proceso, el cual es comparado con la capacidad final.

Para este proyecto, el tiempo de ejecución por cada material se gráfica y además porcentajes de calidad y de porcentaje de materiales completados como una métrica diaria.

3.5.2 Plan de Control

Como política de la empresa se le debe dar seguimiento a los resultados durante un periodo de tres meses en los cuales se definen metas a alcanzar para cada una de las métricas de control y un plan de reacción en caso de que las mismas no se estén logrando.

El plan de control incluye las métricas de minutos por material, porcentaje de calidad de las auditorias y porcentajes de terminación de los materiales, los cuales son examinados durante las revisiones diarias de los resultados, los cuales son parte del diario trabajo de los analistas del departamento de Data Deployments.

3.5.3 Beneficios

Mediante el proceso automatizado por el departamento de desarrollo de software, los valores obtenidos como beneficio, provienen del departamento de finanzas y contienen el costo promedio de hora hombre, los ahorros son corroborados y aprobados por la gerente de operaciones, estos ahorros se registran en el sistema global de beneficios y son acreditados al departamento de Máster Data por el espacio de un año.

CAPÍTULO IV.

LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

En este capítulo, se expondrá la situación actual del proceso de preparación de datos de materiales de repuesto, con la intención de obtener una visión de fácil interpretación de la información recopilada hasta el momento.

Seguidamente, se definen las diferentes herramientas utilizadas en esta investigación para asegurar el análisis desde todas las aristas de la metodología DMAIC y así entender mejor el proceso a seguir.

Etapa	Herramientas Por Utilizar	Objetivo
D	Diagrama Funcional Cruzado	Conocer de forma visual el detalle del funcionamiento de las actividades del proceso y las relaciones entre los diferentes grupos involucrados.
	IPO	Identificar todas las partes relevantes del proceso y como se relacionan, además de proveer una visión a las personas ajenas al mismo.
	SIPOC	Comprender mejor el alcance del proyecto potencial e identificar a las partes interesadas. Entender mejor a los clientes y proveedores y sus requerimientos.
M	Medición Inicial de Productividad	Se utiliza una medición mensual de los datos de productividad para evaluar el comportamiento y tendencia de la métrica de importancia
	Medición Inicial de Calidad	Se utiliza una medición mensual de los datos de calidad para evaluar el comportamiento y tendencia de esta métrica de importancia
	Pareto de Defectos de Calidad	Identifica la criticidad de los errores de calidad en relación con la frecuencia en que se presentan.
	Gráfico de progreso de migración	Se usa para visualizar el tiempo en meses utilizado para la preparación de la planta piloto
	Pareto de composición de ERSAs	Se aprovecha para identificar los tipos de materiales de repuesto más comunes y focalizar las mejoras los mismos
A	Diagrama de Ishikawa	Identificar las causas potenciales de un problema, además de servir de estructura para debates de grupo.
	Matriz Causa y Efecto Híbrido y uso del Multivoto	Mediante una matriz de causa y efecto se busca descubrir qué factores afectan los resultados de los objetivos de la investigación y de esta forma priorizar los que se deban atacar principalmente, mediante la calibración entre expertos del proceso y equipo de liderazgo del departamento.
	Diagrama de Pareto	Clasificar los defectos por frecuencia para priorizar las áreas a mitigar
	Cinco Porqué	Determinar la causa raíz de un defecto o problema repitiendo la pregunta "¿Por qué?".

Tabla 1. Herramientas por utilizar Capítulo IV: Línea Base y análisis de causas

Fuente: elaboración propia

Se inicia con el Diagrama Funcional Cruzado con el objetivo de definir los pasos del proceso y la interacción entre las diferentes áreas de la empresa. Asimismo, un

mapeo básico de las entradas, procedimientos y salidas para dar una visión general a personas ajenas al mismo. El uso de la herramienta de SIPOC se busca comprender mejor el alcance del proyecto e identificar a las partes interesadas, entender mejor a los clientes y proveedores y sus requerimientos.

En la etapa de medición se realiza un gráfico de inicial con respecto a los porcentajes obtenidos de productividad y de calidad. Posteriormente, se desarrolla un diagrama de Pareto para los defectos de calidad para identificar los errores más frecuentes en la preparación de materiales de repuesto y de esta forma enfocar los esfuerzos de mejor en los mismos. A continuación, se realiza un cálculo de la distribución de los tipos de materiales de repuesto para la planta piloto con el fin determinar cuáles categorías se encuentran en mayor cantidad y así orientar los esfuerzos de mejora con este dato en consideración.

Se analizan mediante el uso del diagrama de Ishikawa todos los factores que involucran la ejecución del proceso y las posibles interrelaciones que existe entre un efecto y sus causas. La herramienta permite mediante la imagen visual facilitar el análisis del problema.

La herramienta de matriz de causa y efecto híbrido permite calificar los defectos encontrados mediante la realización de un Multivoto, el cual conto con el apoyo del líder en mantenimiento de planta y experto en materiales de repuesto, la supervisora del departamento y la líder del proyecto para traer el conocimiento técnico de estos participantes y tener una visión más amplia obtenida de la experiencia de diferentes colaboradores. De esta forma se pretende ubicar el efecto que tienen los errores con respecto a los objetivos del proyecto, utilizando este criterio de priorización al desarrollar las mejoras. Los resultados de la priorización son analizados con el uso de un Diagrama de Pareto, el cual permite identificar áreas críticas de la operación.

Con el 5 Por que se busca encontrar las causas raíz a las fallas críticas y de esta forma asegurar que las mejoras son fundadas a las mismas y no de los efectos.

A partir de este diagnóstico y sus resultados, se podrán generar y establecer el plan de mejora, y un diagrama de medición final para demostrar el estado mejorado del proceso y además de un plan de control en los próximos 2 capítulo de esta investigación.

4.1 Definición del Proyecto

4.1.1 Diagrama Funcional Cruzado

La organización desarrolla un proceso de preparación de datos de materiales de repuesto necesarios para el buen funcionamiento y mantenimiento de preventivo de las plantas de manufactura desde setiembre del 2018, este proceso de preparación se denomina limpieza de la *master data*.

La *masterdata* es procesada por un equipo conformado por 17 analistas, con una líder del proyecto que se encarga de la supervisión, definición de la calidad, distribución de trabajo y reunirse con los clientes internos interesados. Los perfiles de trabajo para la posición de analistas no contaron con la necesidad de conocimiento sobre productos de mantenimiento en las plantas al ser una posición que se dedica a varios tipos de *masterdata* y, por ser considerada una operación de baja dificultad, de acuerdo con la instrucción del cliente.

El proceso fue definido mediante la observación del procedimiento realizado por el experto ubicado en Minnesota, Estados Unidos mediante video llamadas y con la guía del dueño del proceso se realizaron un documento de instrucciones donde se definieron los pasos a seguir.

El proceso se encuentra documentado, actualizado y disponible para la revisión de los analistas.

El proceso es auditado por dos personas, bajo el mando de una supervisora y dentro del mismo departamento de *masterdata*. Los conocimientos requeridos para la posición de auditor no requirieron experiencia en áreas de calidad, pero sí de haber sido parte de la organización con anterioridad para estar familiarizado con políticas y requerimientos de la organización.

Las auditorias se realizan revisando los pasos seguidos por los analistas y confirmando que los datos críticos para el proyecto, donde se obtiene una nota en forma de porcentaje de la relación entre los materiales realizados correctamente entre la cantidad de materiales auditados.

El estudio del proceso se realizó mediante la observación directa de los pasos realizados por los analistas, además de preguntas de sondeo, tomando notas y consultando con cada uno de los integrantes del equipo de analistas cuales son los pasos que sigue, solicitando que en cada uno de los pasos que realiza indique cual es la actividad que realiza, y además conocer las variantes que determinan el camino a tomar y como estas afectan el tiempo total de procesamiento.

El proceso de migración de la información de materiales de repuesto de los sistemas legado a SAP requiere la intervención de diferentes áreas, desde expertos en planta, analistas de masterdata y de conversión de datos.

A continuación, se muestra el flujo de actividades principales a realizar las cuales contienen subprocesos que deben ser analizados también para la mejor comprensión del panorama a estudiar.

Se puede observar cómo se cuenta con cuatro diferentes áreas participando del proceso, que se detallan a continuación:

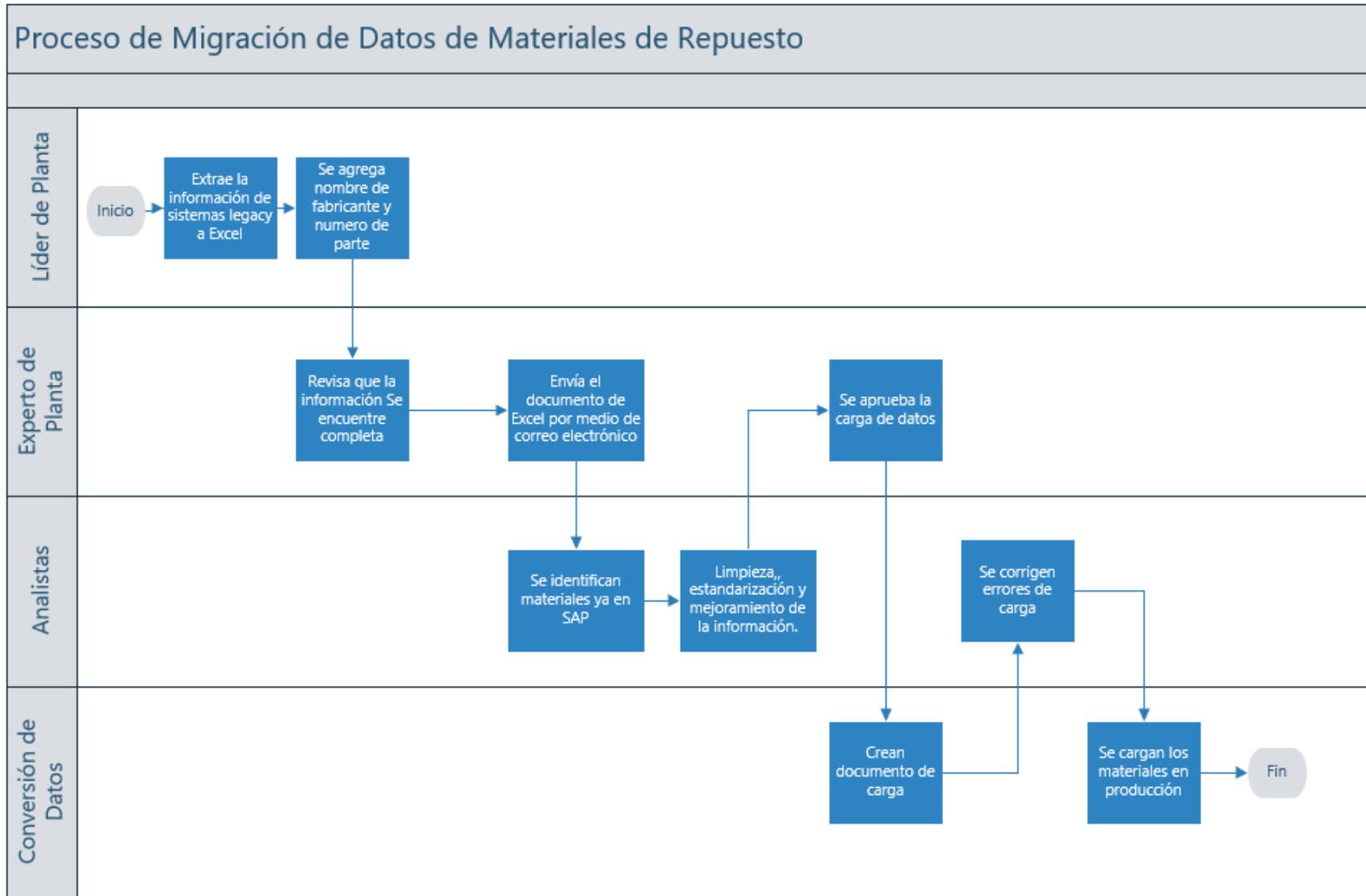


Figura 9. Diagrama Funcional Cruzado del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP

Fuente: elaboración propia

La extracción de la información de los sistemas de legado se realiza en la planta, donde se exporta a un formato en Microsoft Excel en el que se identifican las partes relevantes para la migración a SAP y se marcan con una X. Las partes que no se van a migrar se marcan como obsoletas en el documento de Excel y a las partes con X se les agrega una columna con la información de nombre del fabricante y número de parte. Al terminar este proceso, con cada uno de los materiales, estos son enviados al experto de planta para su revisión. El experto en planta verifica que la información de nombre de fabricante y número de parte este completa, y se la envía aun en formato de Excel, y por correo electrónico la líder del proyecto en el centro de servicios en Costa Rica.

La distribución de los materiales a trabajar se realiza mediante semanalmente mediante la obtención de la cantidad de horas hombre asignados al proyecto por parte de la gerencia de departamento.

Cada analista es responsable de identificar los números de parte que ya se encuentren migrados a SAP por otras plantas y de agregar la información de número de material de SAP, Descripción, ZMFR, UNSPSC, y UOM en las columnas correspondientes.

Además, debe crear la descripción de los materiales que no se encuentren en SAP utilizando información de gobernación de la información y siguiendo los estándares definidos en el documento de “Diccionario de Atributos” para materiales de repuesto, la cual es una guía de la información relevante para cada tipo de material de repuesto. Por ejemplo, se define como una faja debe incluir sus dimensiones en la descripción y por otro lado un interruptor automático debe incluir valores de voltaje, amperaje y cantidad de polos.

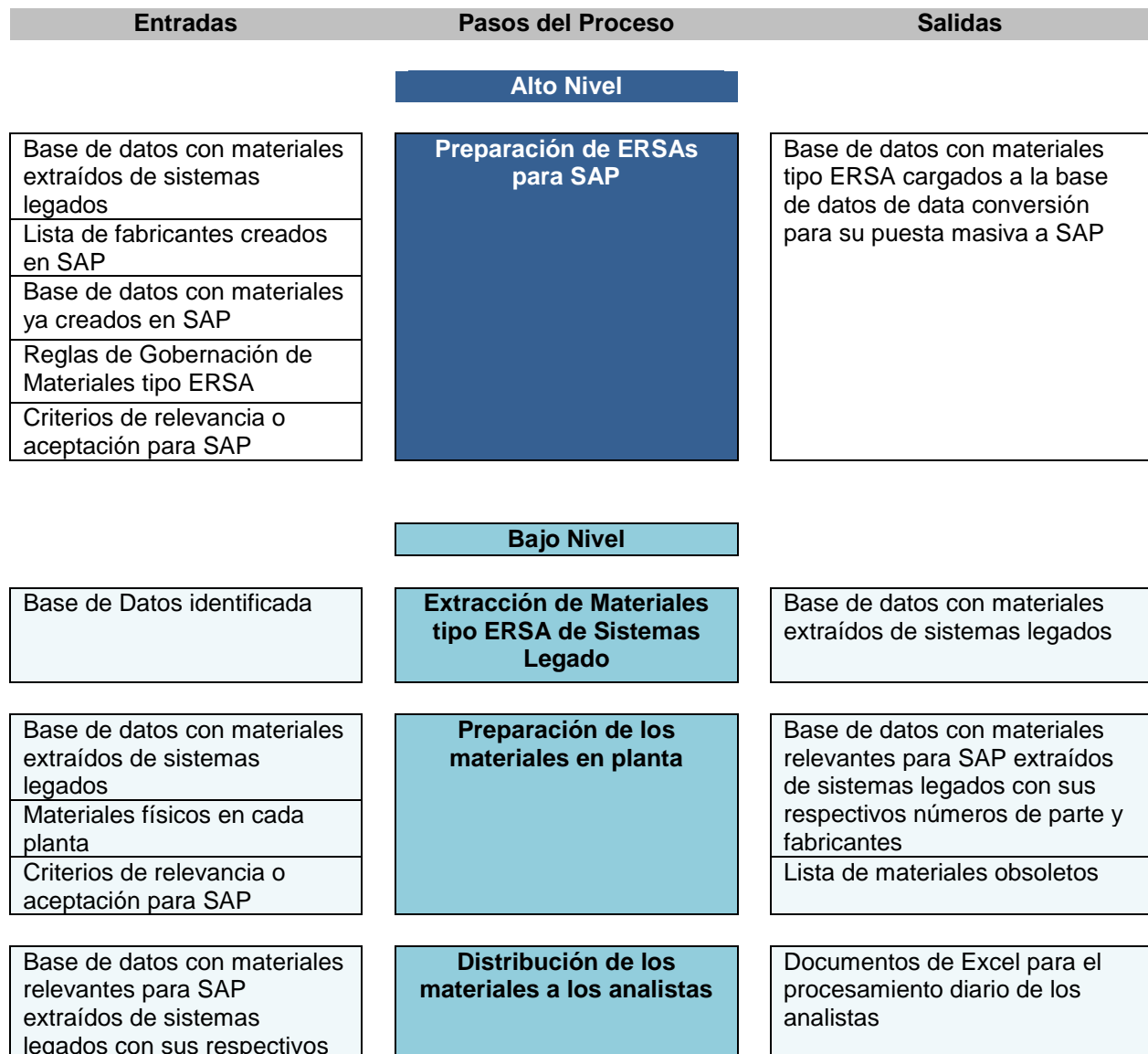
Cuando un material no cuenta con la información de fabricante y número de parte, se debe devolver al líder de planta para su corrección.

Luego que los materiales han pasado satisfactoriamente el proceso de limpieza y estandarización de la información, estos son revisados por el experto en mantenimiento de planta en Estados Unidos, el cual aprueba su carga y es cuando el encargado de conversión de datos carga los documentos en Excel en el sistema llamado BODS el cual

permite procesar los datos a migrar a SAP para hacer revisiones de calidad, análisis de la información, para su posterior carga masiva a SAP.

4.1.2 IPO

El diagrama de IPO a continuación, busca detallar cada uno de los pasos del proyecto, además de sus entradas y salidas para mostrar la relación entre un proceso y otro de la cadena. Este mapa da más detalle para el análisis de pasos que puedan potencialmente realizarse en conjunto con la intención de reducir tiempos de procesamiento.



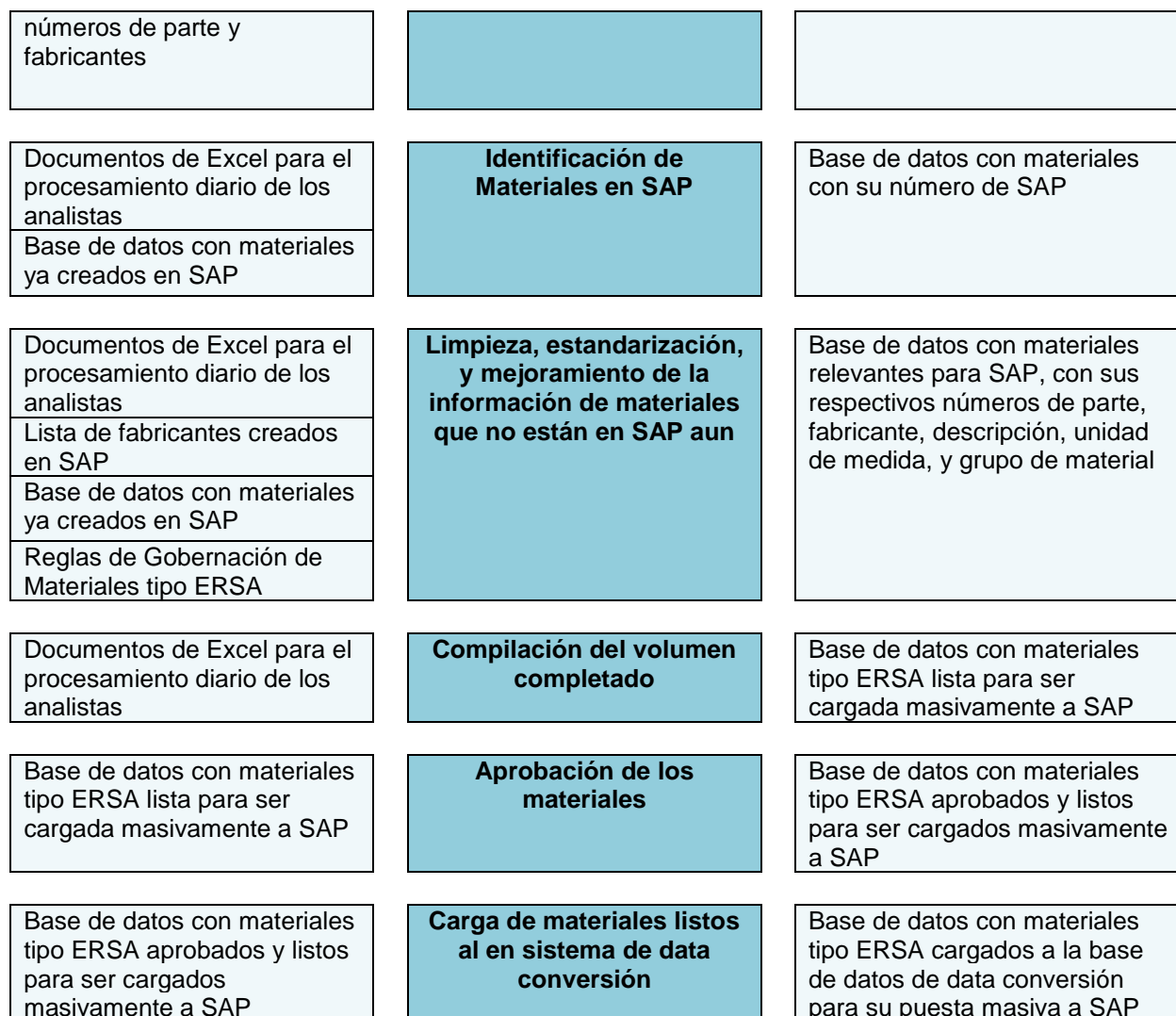


Tabla 2. Diagrama IPO del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP

Fuente: elaboración propia

El diagrama de IPO muestra como el proceso contiene pasos en cadena los cuales no pueden realizarse simultáneamente, sino que cada salida se convierte en la entrada del proceso siguiente lo que limita la capacidad de agilizar el proceso realizando actividades conjuntas. Esto es un problema ya que una espera o defecto en unos de los pasos va a detener el proceso por completo y causar demoras que deban mitigarse con el uso de horas extra.

4.1.3 SIPOC

El diagrama de SIPOC da una visión más allá de las entradas y salidas del proceso que se obtiene en un diagrama IPO, sino que además detalla los proveedores y clientes para tener un enfoque más amplio del proceso y analizar defectos que ocurran en estas áreas.

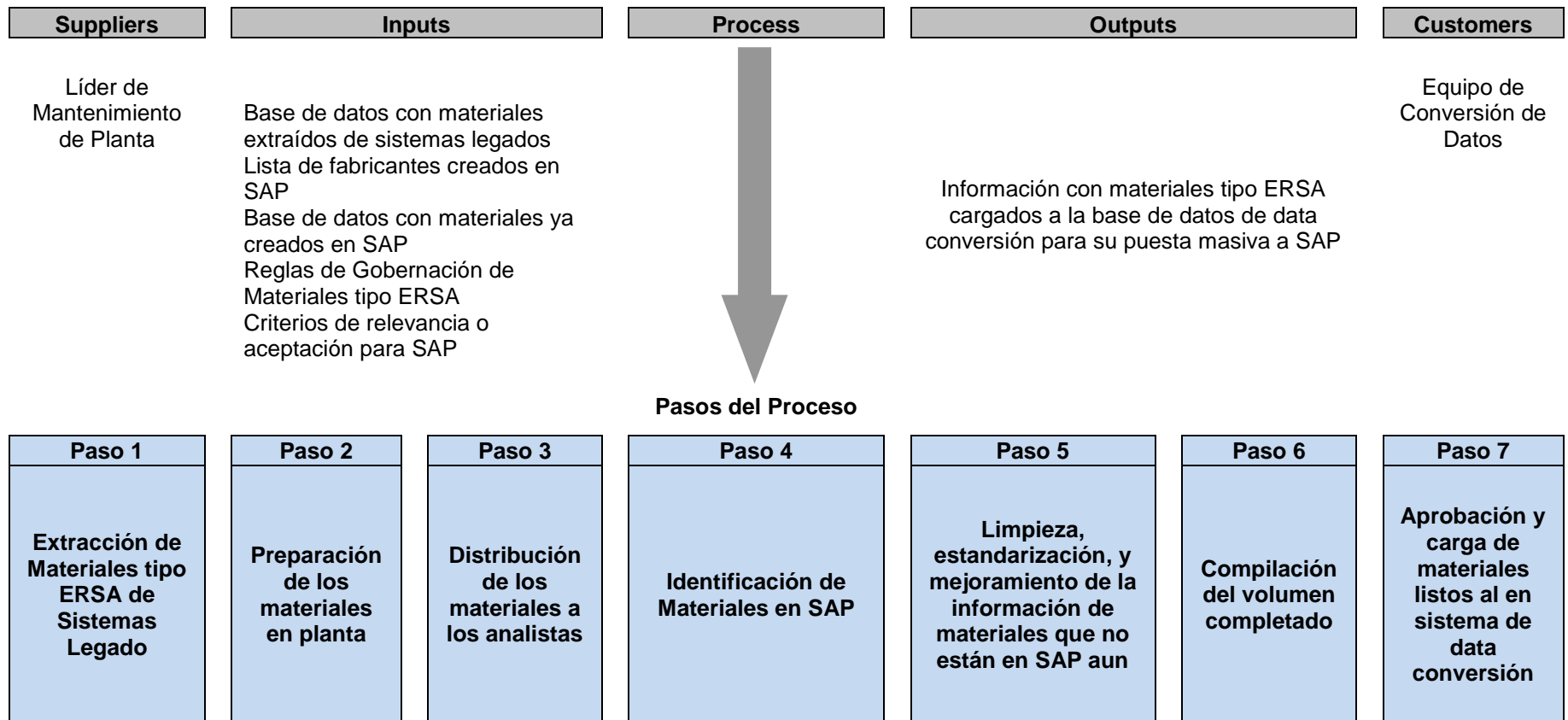


Tabla 3. SIPOC del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP

Fuente: elaboración propia

La tabla anterior muestra al líder de planta como proveedor de los datos a procesar al hacer la extracción de los sistemas legado. Este, prepara la información mediante la clasificación de los materiales que deben ser migrados a SAP, y los que deben ser marcados como obsoletos.

A los materiales relevantes para la migración, se le agrega la información de número de parte y fabricante y se envía al equipo de trabajo del centro de servicios compartidos, específicamente de Máster Data.

La información recibida por la líder del equipo es luego distribuida entre los analistas asignados al proyecto mediante la utilización de documentos de Excel para el procesamiento individual. Se inicia con la identificación de materiales que ya se encuentren en SAP. Posteriormente se procede con la limpieza, estandarización, y mejora de la descripción de los que deban migrarse.

Toda la información procesada por los analistas es luego compilada por el líder del proyecto en un solo documento de Excel el cual debe ser aprobado por el experto del proceso, para su posterior carga a la base de datos que será llevada a SAP.

El cliente final es el equipo de conversión de datos, los cuales se encargan de llevar toda la información de materiales de repuesto de las plantas globales de 3M desde su base de datos, y en forma de archivos planos a sistema predecesor a SAP llamado BODS el cual funciona como antesala para la preparación, aseguramiento de la calidad e integridad de los datos y luego carga masiva de materiales a SAP.

4.2 Fase de Medición

Al finalizar la etapa de definición, se procede con la etapa de medición, que tiene como objetivo identificar las variables críticas del proceso de preparación de materiales de repuesto para que, a través de la obtención de métricas de interés, se pueda comparar el estado inicial del proceso con un futuro estado mejorado y de esta forma comprobar el éxito de la investigación.

En la etapa de medición se consideran las variables que afectan mayormente el éxito de la operación de migrar datos a SAP. La información representada proviene de las mediciones de mensuales de octubre 2018 a mayo 2019.

4.2.1 Medición Inicial de Productividad

La productividad tiene un impacto directo con el costo asociado al proyecto. Lo que quiere decir que entre menos materiales se puedan procesar por hora, mayor será la cantidad de horas necesarias para cumplir con la cantidad total de materiales.

El cálculo de productividad tiene una meta dada por la compañía de 8 materiales por hora, la cual, es un índice que relaciona lo producido por un sistema (en caso materiales completados) y los recursos utilizados para generarlo (horas hombre). Esta relación se representa mediante la siguiente formula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Materiales completados}}{\text{Horas Hombre}}$$

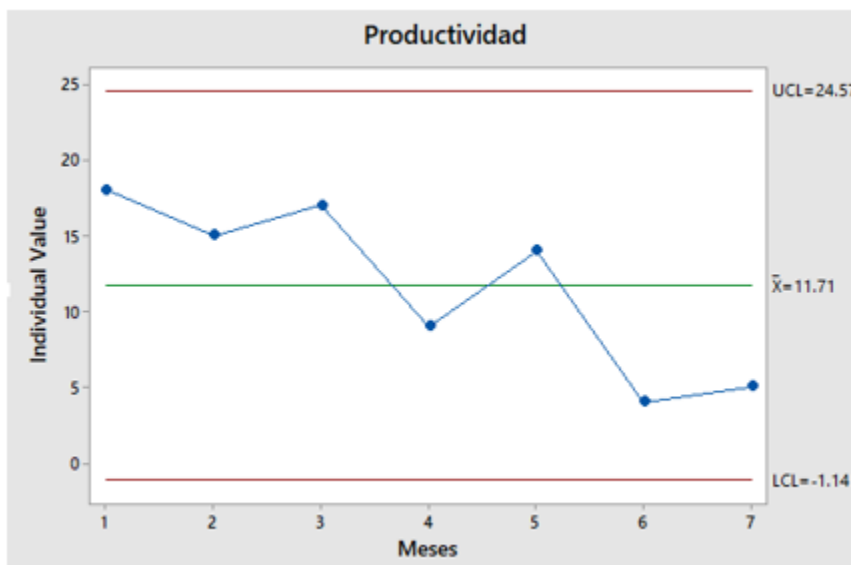


Figura 10. Gráficos de Medición Inicial de Productividad del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP entre los meses de octubre 2018 a mayo 2019

Fuente: elaboración propia

Los datos analizados demuestran una tendencia a la baja, esto debido a que el porcentaje de calidad se encontraba en un promedio de 87%, lo cual está por debajo de la meta del 95% del departamento. Por esta razón, se optó por reducir la cantidad de materiales procesados por hora sin reducir la cantidad de personas en el proyecto y de esta forma tratar de mitigar los errores de calidad.

La disminución en la cantidad de materiales a completar resulta en una falta a la meta de productividad del departamento de 8 materiales por hora, retrasa los tiempos de entrega y aumenta el costo del proyecto al requerir mayor cantidad de horas hombre que tienen un costo individual de \$20.

4.2.2 Medición Inicial de Calidad

La siguiente métrica de interés, es la de calidad, que es obtenida mediante la compilación de los datos conseguidos durante las auditorias, estos datos corresponden al promedio mensual entre los meses de octubre 2018 a mayo 2019.

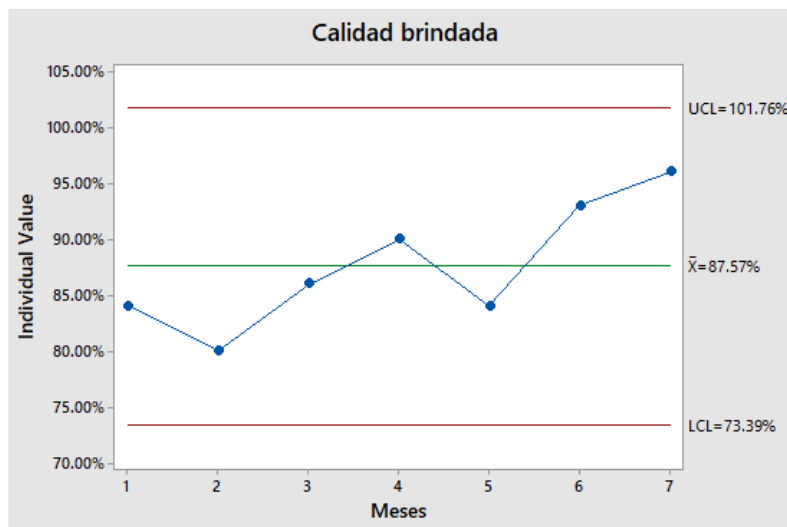


Figura 11. Gráficos de Medición Inicial de Calidad del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP entre los meses de octubre 2018 a mayo 2019

Fuente: elaboración propia

El porcentaje de calidad obtenido durante las auditorias tuvo un promedio de 87% lo cual no cumple con la meta de 95% de calidad del departamento, lo cual es positivo para la operación, además durante su desarrollo, se dio a conocer que el proceso de auditoria tenía oportunidades de mejora como lo fue el definir un método de auditoria más robusto que contara con el aporte del experto de planta.

4.2.2.1 Detalle de los defectos de calidad

Para entender los porcentajes de calidad se procedió hacer una clasificación de los defectos de calidad obtenidos entre los meses de octubre 2018 a mayo 2019, cuantificar la frecuencia con la cual se repite un defecto y de esta forma identificar cuales tienen mayor consecuencia en el porcentaje de calidad obtenido.

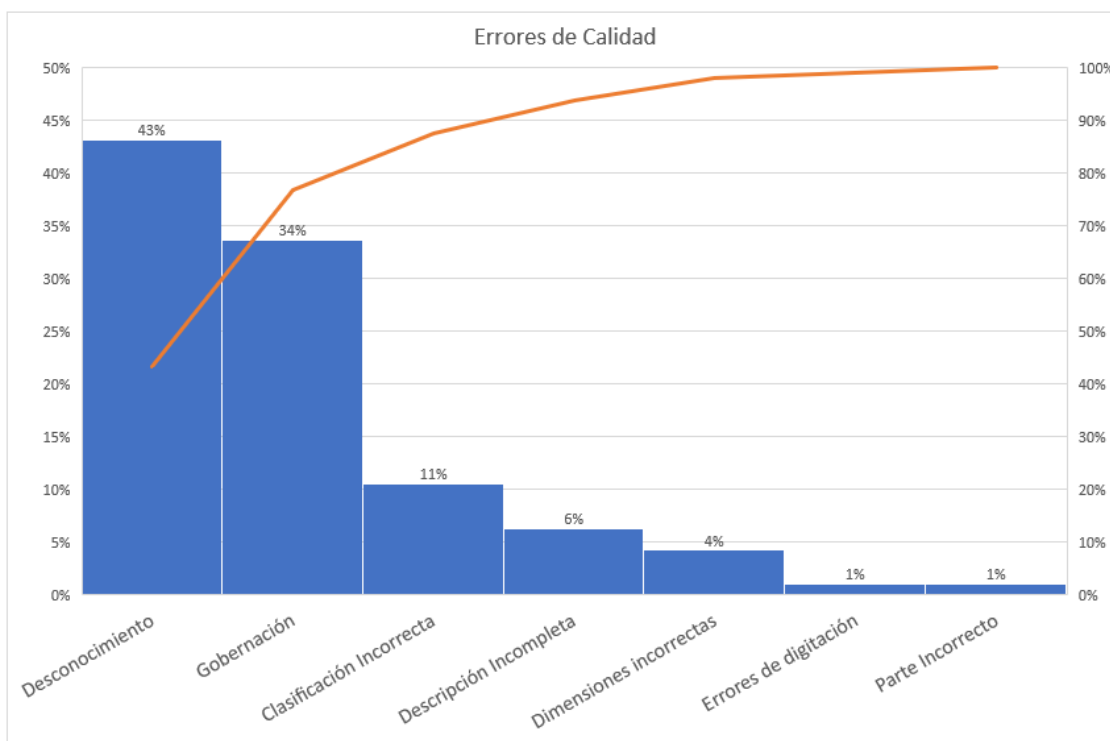


Figura 12. Detalle de los defectos de Calidad del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP entre los meses de octubre 2018 a mayo 2019

Fuente: elaboración propia

Los defectos de calidad más comunes están relacionados con desconocimiento del tipo de material manipulado, faltas a las reglas de gobernación de la información aplicables a cada tipo de repuesto y una recurrente clasificación incorrecta de los materiales, estas fallas representan un 87% de los errores y será de vital importancia durante el desarrollo de un plan de acción para lograr las metas de calidad.

4.2.3 Gráfico de progreso de la migración a SAP de planta piloto.

El proceso de migración de materiales de repuesto se lleva a cabo bajo un calendario de 8 meses, el cual debe incluir tareas de limpieza y preparación. A continuación, se muestra el desarrollo de la migración para la primera:

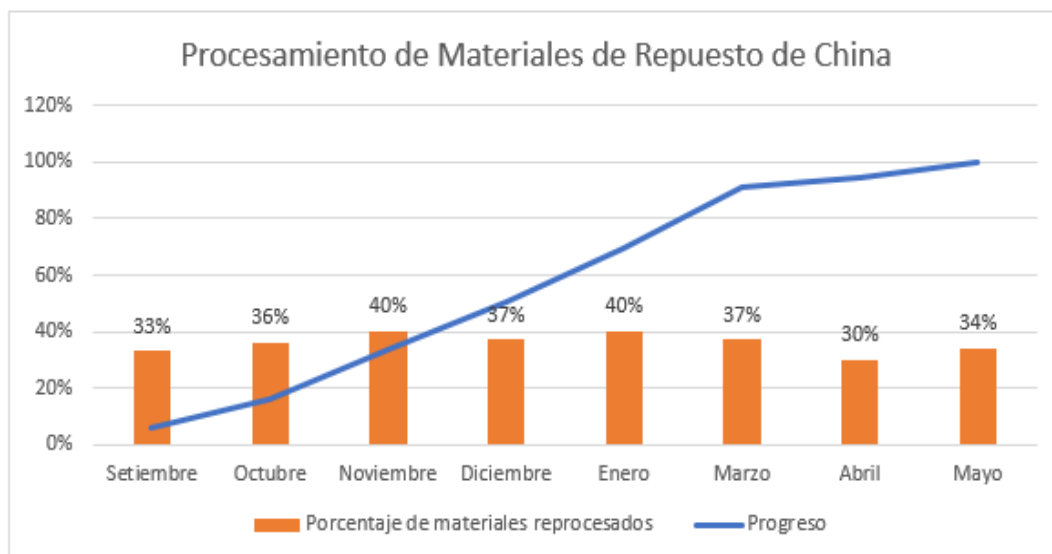


Figura 13. Procesamiento de Materiales de Repuesto de China entre los meses de setiembre 2018 a mayo 2019

Fuente: elaboración propia

Tal y como muestra la figura anterior, el proceso de migración de materiales de repuesto tiene un promedio de reproceso de un 35% y además un tiempo total de procesamiento de 8 meses.

Este detalle muestra como existe un riesgo de no cumplirse con la meta corporativa de completar la preparación en 8 meses calendario ya que, al cumplirse con el tiempo justo, el proyecto no concede ningún lapso para planeación o correcciones.

Además, al terminar los 8 meses hay aún un 35% de materiales en reproceso que no se encuentran listos para su migración y atrasarían la limpieza de los datos en casi 3 meses, esto sumado al tiempo que tarde la planta en corregir sus errores que promedia un 1 mes, se obtiene un total de 4 meses de demora solo en la preparación de datos de materiales de repuesto en solo 1 planta.

El promedio mensual de horas en reproceso es de 50 horas al mes con un costo asociado de \$1000.

4.2.4 Distribución de datos de materiales de repuesto por categoría

Con el objetivo de orientar los esfuerzos de mejora, en áreas de mayor impacto para el éxito del proyecto. Se procede a identificar la criticidad de los tipos de materiales con respecto al volumen del total procesado.

Este detalle se indica a continuación:

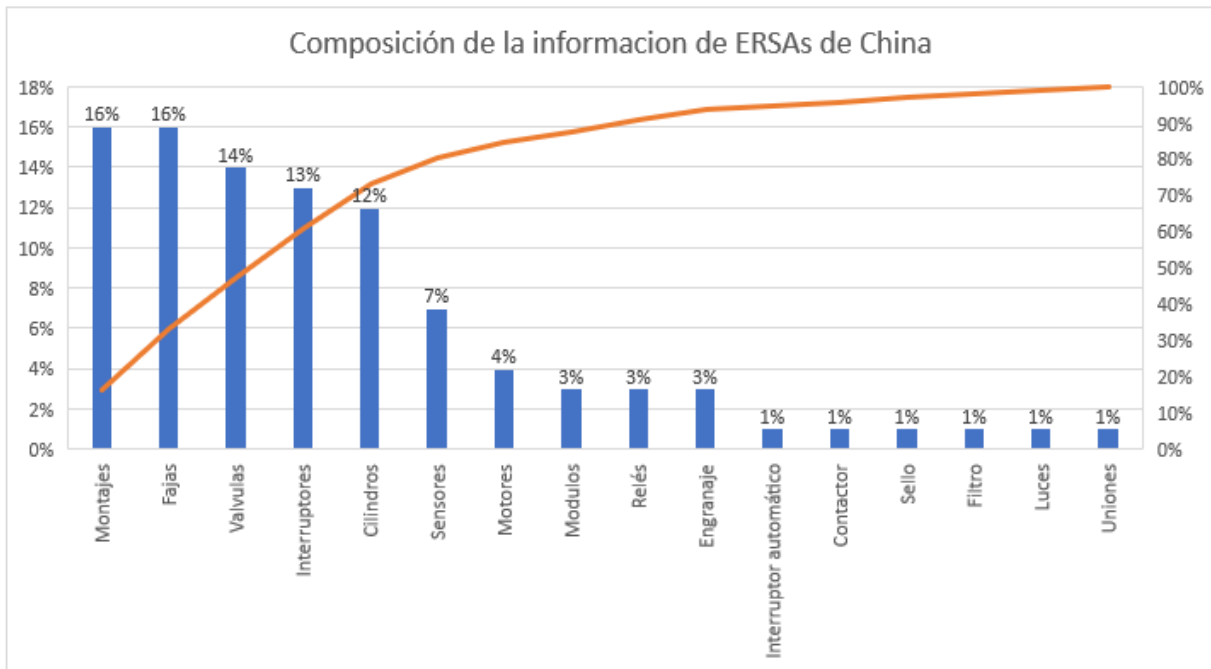


Figura 14. Composición de la información de ERSAs de China

Fuente: elaboración propia

El cuadro anterior muestra la distribución de la información de ERSAs en relación con el total de materiales procesados para la planta de China, éstos a su vez también pueden clasificarse en categorías, con el fin de reunir información similar y aprovechar de mejor forma el conocimiento requerido para la correcta manipulación de los mismos.

Según su categoría, los repuestos se pueden agrupar de la siguiente forma:

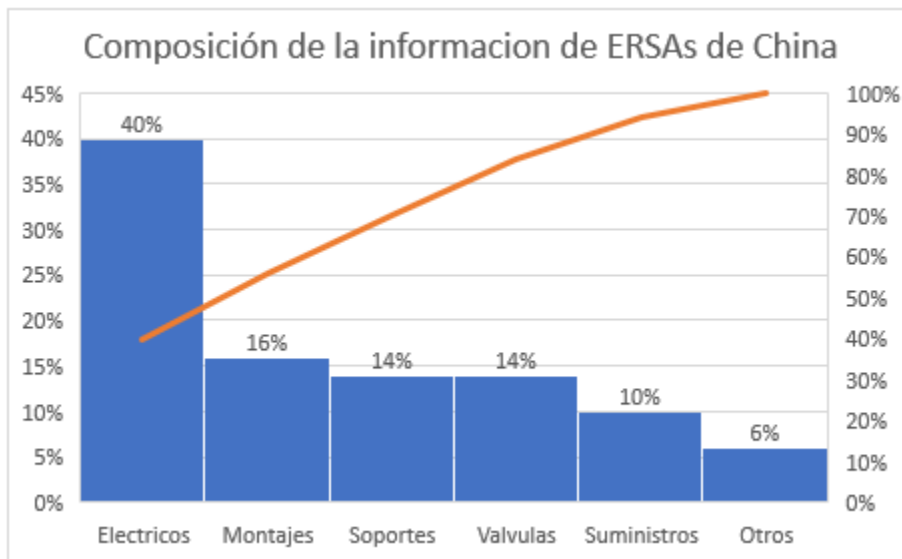


Figura 15. Agrupación por familias de la información de ERSAs para la planta de China

Fuente: elaboración propia

Las categorías de materiales de repuesto en orden de frecuencia son las siguientes:

- Materiales eléctricos: 40%
- Montajes: 16%
- Soportes: 16%
- Válvulas: 14%
- Suministros industriales: 10%
- Otros: 4%

Para efectos de capacitaciones se utilizará en enfoque por categoría de ERSA y de esta forma aprovechar mejor el conocimiento adquirido en cada una de ellas. Además, realizar aprendizajes separados permite obtener más detalle de cada tipo, encontrar similitudes y dar un mejor seguimiento.

4.3 Análisis de Causas

Durante esta etapa se llevó a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos identificados con el fin de buscar oportunidades de mejora que mitiguen las raíces de mismos en lugar de los efectos y de esta forma mejorar las métricas.

El desarrollo del análisis se realizó mediante el uso de la herramienta del Diagrama de Ishikawa, también conocido como Espina de Pescado o Diagrama de Causa Efecto, que consiste en analizar las diferentes aristas que afectan la operación.

4.3.1 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa se utiliza para identificar las causas potenciales del problema a tratar, además de servir de estructura para el debate de grupo realizado con expertos en el tema para evitar la subjetividad. El diagrama completo se encuentra a continuación:

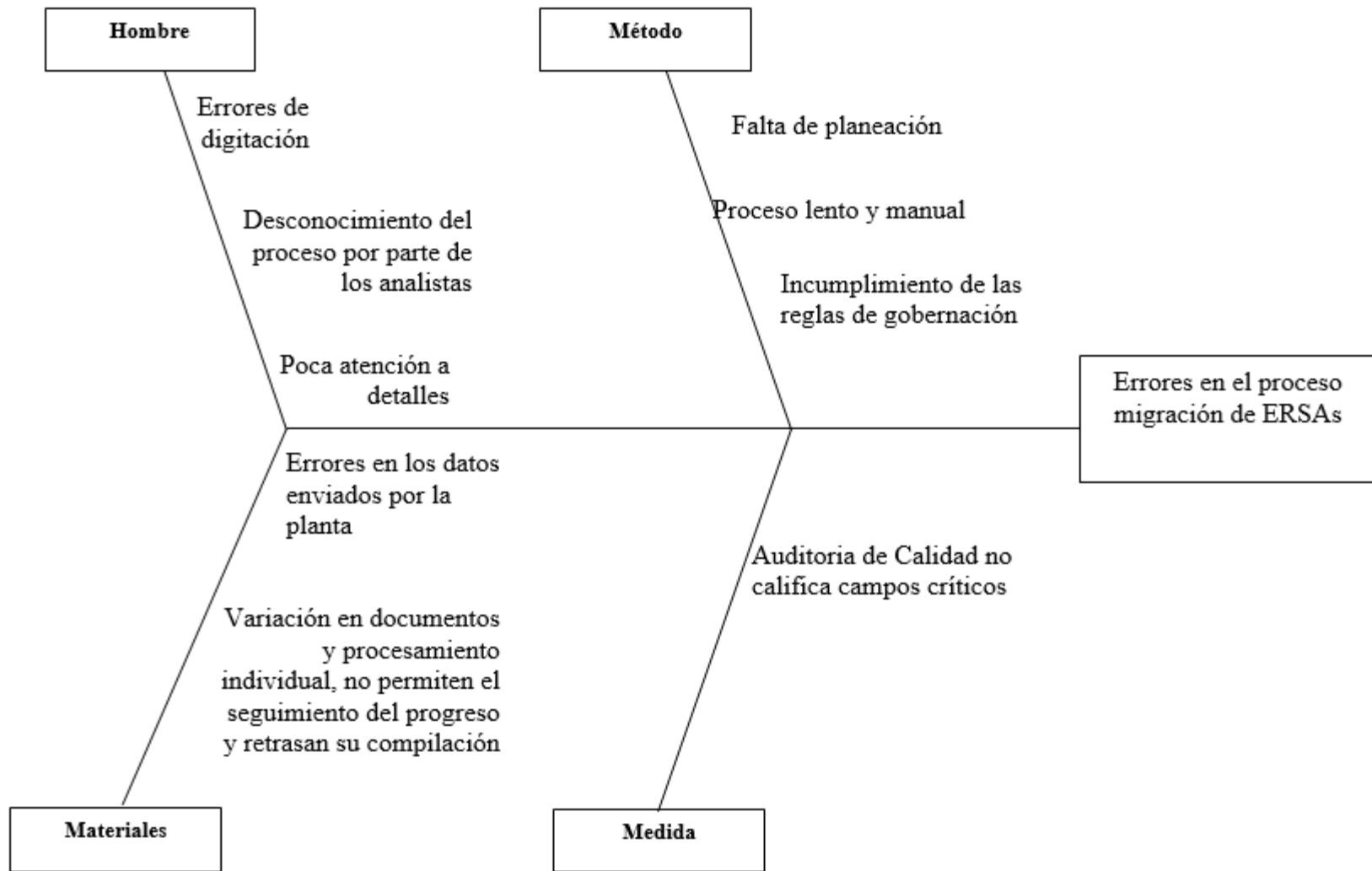


Figura 16. Diagrama de Ishikawa del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP

Fuente: elaboración propia

El diagrama anterior demuestra los defectos que afectan el procesamiento de los datos de los materiales de repuesto de las plantas, previos a su migración a SAP.

Desde un punto de vista de materiales se identifican 2 errores, primeramente la información obtenida de la planta puede contener faltas, como lo son falta de datos críticos para la correcta identificación del número de parte. Esta entrada es luego distribuida en documentos de Excel entre los analistas asignados al proyecto, los cuales procesan la información utilizando Microsoft SharePoint como repositorio de la información. Estos documentos varían entre si ya que los analistas agregan y quitan columnas a su conveniencia. Estos documentos deben ser compilados por la líder del proyecto individualmente, que es un proceso manual y lento, y sujeto a errores humanos por la falta de estandarización antes descrita.

Los errores relacionados a mano de obra u hombre se analizaron e identificaron los errores de digitación, el desconocimiento de los analistas del proceso por seguir, esto debido a la poca capacitación la cual se realizó por medio de video llamada. También la clasificación incorrecta de los materiales procesados.

El análisis de factor medida evidenció como método de auditoria de calidad obviaba información crítica para el proyecto. Los porcentajes de calidad obtenidos no muestran la realidad del proceso y se crea el riesgo de que la información necesite ser corregida y hasta llegar a ser reprocesada en su totalidad en el peor de los casos.

El método nos presenta varias áreas de mejora, un procesamiento lento y manual, poca planeación, y la falta de estandarización en el procedimiento e incumplimiento de las reglas de gobernación de la información originan variación en los resultados obtenidos en las mediciones.

Todos estos defectos, aunque pequeños, van sumando en el proyecto y deben ser analizados para determinar cuales tienen mayor efecto el objetivo de la investigación con el fin de priorizarlos y promover una mejora donde la suma de muchas mejoras lleva el proyecto cada vez más cerca de la excelencia.

4.3.2 Análisis de Causa y Efecto Híbrido con el uso del Multivoto

Los defectos registrados durante el desarrollo del diagrama de Ishikawa se someten a una priorización mediante el uso de un diagrama de causa y efecto híbrido también conocido como matriz de priorización.

El objetivo es concretar el orden en que las actividades deben realizarse, las cuales luego de su redefinición, son enlistadas y calificadas según el impacto que cada una tiene en las métricas principales del proyecto.

Se puede observar como cada defecto tiene un puntaje total, el cual es obtenido mediante la realización de un Multivoto el cual contó con el apoyo del líder en mantenimiento de planta y experto en materiales de repuesto, la supervisora del departamento y la líder del proyecto para traer el conocimiento técnico de estos participantes y tener una visión más amplia obtenida de la experiencia de diferentes colaboradores.

Se utiliza una escala la cual valora el efecto de cada falla en relación con las 2 métricas a mejorar, calidad y productividad, y posteriormente es ordenado de mayor a menor:

Area	Defecto	Calidad				Productividad				Total General
		Experto en Mantenimiento	Supervisor	Lider del Proyecto	Total	Experto en Mantenimiento	Supervisor	Lider del Proyecto	Total	
Materiales	Desconocimiento de los analistas por falta de capacitaciones	9	9	9	27	9	9	9	27	54
Metodo	La clasificación incorrecta de los materiales	9	9	9	27	3	9	9	21	48
Materiales	Auditoria de calidad no califica pasos críticos	9	9	9	27	9	3	9	21	48
Hombre	Variación en documentos y procesamiento individual, no permiten el seguimiento del progreso y retrasan su compilación	3	9	9	21	3	9	9	21	42
Hombre	Proceso lento y manual	3	3	3	9	3	3	9	15	24
Medida	El incumplimiento de reglas de gobernación	3	3	3	9	3	3	9	15	24
Metodo	Errores de digitación	1	1	1	3	1	1	0	2	5
Medida	Errores en los datos enviados por la planta	1	1	0	2	1	0	0	1	3
Metodo	Falta de planeación	1	1	0	2	1	0	0	1	3

9	Gran Efecto
3	Efecto Moderado
1	Efecto bajo
0	No impacto

Figura 17. Matriz de Causa y Efecto Híbrido del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP

Fuente: elaboración propia

La matriz brinda que defectos afectan de mayor forma el proceso a mejorar y por lo tanto tienen mayor criticidad a la hora de buscar mejoras en el proceso. Los defectos priorizados se encuentran ordenados a continuación:

- 1- Desconocimiento de los analistas por falta de capacitaciones: el primer entrenamiento para el procesamiento de materiales de ERSA se realizó por medio de video llamada donde el experto en ERSAs ejecuto ejemplos sobre cómo proceder con los materiales, esa capacitación es insuficiente ya que sumado a la inexperiencia de los analistas del centro de servicio compartido sobre materiales de mantenimiento de planta, la naturaleza de los mismos varía entre uno por lo que no se cubrieron todos los escenarios.
- 2- Clasificación incorrecta de los materiales: esto por parte de los analistas los cuales en algunas ocasiones clasifican un material como listo para SAP, aunque aún no cuente con toda la información necesaria, y en otros casos un material puede haber sido devuelto a la planta por falta de un numero de parte correcto cuando si contaba con uno creando retrabajo para la planta y para un futuro analista.
- 3- Auditoria de calidad no califica pasos críticos: el proceso de calidad interna ejecutado para la revisión de la migración de materiales ERSA a SAP se realiza empíricamente desde el inicio del proyecto, pero no cuenta con la revisión de campos críticos para el proyecto, los cuales si son identificados por el experto en el tema el cual antes de enviar su aprobación envía retroalimentación de errores que no fueron captados durante el desarrollo del proceso de calidad, lo que demuestra que urge la necesidad de mejorar el proceso de auditoría, hacerla más robusta para incluir estos pasos críticos y reducir el retrabajo.
- 4- Variación en documentos y procesamiento individual, no permiten el seguimiento del progreso y retrasan su compilación: los materiales obtenidos de la planta son distribuidos a los analistas mediante el uso de documentos Microsoft Excel, estos documentos son manipulados por los colaboradores los cuales cambian columnas, y no siguen un orden de progreso de los materiales haciendo la compilación de los materiales difícil de realizar por la líder del

- equipo e imposibilitando la capacidad de llevar un control del progreso del proceso.
- 5- Procesamiento lento y manual: la preparación de la de migración de materiales se realiza material por material, y se ejecutan hasta 7 pasos para completar el máster data, estos pasos son pausados y se realizan manualmente lo que es propenso a errores.
 - 6- El incumplimiento de reglas de gobernación: las reglas de gobernación de materiales ERSA varían dependiendo del tipo de repuesto a trabajar, por ejemplo, un repuesto eléctrico debe incluir por seguridad información de voltaje y amperaje en su descripción, mientras que un tornillo solo debe incluir dimensiones.
 - 7- Errores de digitación: el proceso manual da como resultado que existan errores de digitación por parte de los analistas como sería invertir números de dimensiones.
 - 8- Errores en los datos enviados por la planta: números de parte incorrectos en la información enviada por la parte da como resultado que el material deba ser devuelto.
 - 9- Falta de planeación: al ser un proceso nuevo par el centro de servicio compartido, detalles como capacitaciones auditorias no fueron correctamente planeados en las etapas iniciales del proceso.

4.3.3 Diagrama de Pareto

Los datos obtenidos a través del paso anterior y específicamente de la calificación de defectos en función de las métricas por mejorar se analizan con un Diagrama de Pareto que busca definir cuáles fallas deben someterse a un proceso gestión de medidas correctoras y asegurar la estabilidad del proceso, el mismo se muestra a continuación:

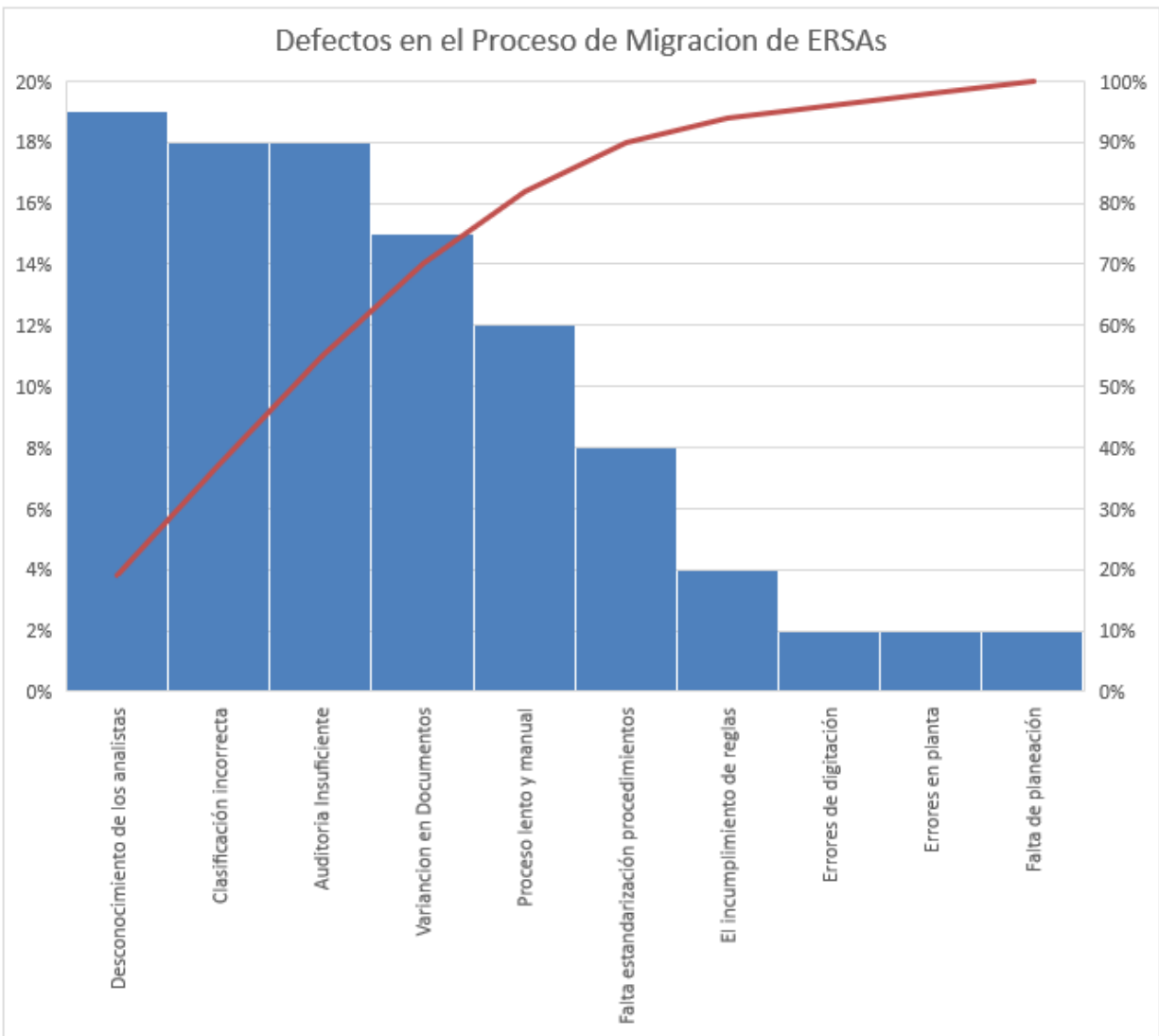


Figura 18. Diagrama de Pareto de los defectos en proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP

Fuente: elaboración propia

El ejercicio del diagrama de Pareto nos permite clasificar los defectos según su frecuencia en un 80-20 lo que quiere decir que los defectos dentro del 80% serán los que al ser mitigados traerán mayor beneficio al proyecto y los defectos menores a ese porcentaje tendrán menor prioridad y deberán ser debilitados en esfuerzos futuros.

El esquema anterior nos muestra como los defectos que tienen mayor frecuencia son los siguientes:

1. Desconocimiento de los analistas por falta de capacitaciones

2. La clasificación incorrecta de los materiales
3. Auditoria de calidad no califica pasos críticos
4. Variación en documentos y procesamiento individual, no permiten el seguimiento del progreso y retrasan su compilación
5. Proceso lento y manual

Los esfuerzos de mejora se enfocarán en los defectos anteriormente descritos para asegurar impactar el proyecto de mayor forma y que la mejora sea sostenible en el tiempo.

4.3.4 Cinco Porque

La herramienta de Cinco Porque se utilizó para encontrar causa raíz a los errores de calidad, que mostraron mayor criticidad durante la medición de capacidad inicial la cual tuvo un promedio de 87% y se encuentra gran variación. Los errores fueron priorizados mediante la utilización del Diagrama de Pareto y se analizan a continuación.

Defecto	1-Porque	2-Porque	3-Porque	4-Porque	5-Porque
La información ingresada en los materiales de repuesto durante el proceso de creación de las descripciones es incorrecta	Porque existe desconocimiento de los analistas de cuando usar las 31 reglas de gobernación para cada tipo de ERSAs	Porque los analistas no se han capacitado en cuales reglas seguir dependiendo de las 10 clasificaciones de ERSAs y 693 materiales comunes.	Porque la capacitación se hizo a nivel general por medio de video llamada con un experto en Estados Unidos y los materiales de repuesto varían mucho entre sí,	Porque al estar el experto en Estados Unidos las capacitaciones deben realizarse por medio de Skype con todo el equipo y tomaría al menos 690 horas	Porque no se pueden realizar simultáneamente las capacitaciones ya que solo existe 1 experto y los analistas procesan todo tipo de material de repuesto
Los materiales se clasifican Incorrectamente entre listos para SAP o que requieren más información de la plata (retrabajo)	Porque no está claro que clasificación utilizar dentro de las 14 categorías existentes	Porque para un mismo tipo de error existen al menos 2 categorías similares dificultando su escogencia	Porque las categorías son confusas y similares	Porque los analistas nos saben que categoría utilizar	Porque no se analizaron las categorías para hacerlas simples y claras para los analistas.
Auditoria de calidad no califica pasos críticos	Porque no está estipulado en las auditorias de calidad la revisión de estos campos críticos	Porque no se pidió al equipo de auditorias incluir los campos críticos para ERSAs	Porque es la primera vez que se trabajan ERSAs en el centro de servicios compartidos	Porque no se han migrado plantas ninguna de las 33 plantas a SAP en el pasado	Porque la compañía empezó la migración a SAP con el área corporativa
Variación en documentos y procesamiento individual, no permiten el seguimiento del progreso y retrasan su compilación	Porque algunos documentos pueden incluir columnas que no estaban en el documento distribuido	Porque los analistas cambian las columnas del documento de forma diferente.	Porque necesitan agregar columnas de control de cantidad de caracteres o de alerta cuando se utilizan caracteres inválidos	Porque los documentos no se diseñaron de forma que ya incluyan estas alertas	Porque el uso de este tipo de caracteres es un error de calidad
Proceso lento y manual	Porque cada material debe trabajarse uno por uno	Porque las 8 herramientas de automatización existen en el equipo de data Deployments son para materiales diferentes a ERSAs	Porque no se han identificado oportunidades de automatización	Porque no se ha presentado el procesamiento los desarrolladores de automatizaciones	Porque existe variación entre los documentos y procedimientos utilizados

Tabla 4. Cinco Porque del proceso de Migración de datos de ERSAs a SAP

Fuente: elaboración propia

El análisis demostró que los uno defectos principales tienen como causa raíz que los analistas procesen todo tipo sin material sin distinción, esto sumado a la falta de capacitación y gran cantidad de documentos a utilizar tienen un efecto negativo en la calidad del proyecto.

Además, la mala clasificación de los materiales se debe a la alta complejidad de las mismas haciendo difícil la tarea de los analistas y comprometiendo la integridad de la información que requiere la retroalimentación de la planta.

Las auditorias de calidad insuficientes de deben a la inexperiencia con materiales de repuesto y a no identificar los campos críticos, estas revisiones de calidad deben analizarse para incluir estos pasos, y asegurarse que el procedimiento sea documentado y seguido por los auditores.

Adicionalmente, se identifica la necesidad de estandarizar el procesamiento al proporcionar a los analistas con una herramienta que así lo facilite, que se adecuen a sus requerimientos y así evitar que recurran a cambiar el formato utilizado. Este defecto también tiene injerencia en la capacidad de seguimiento del progreso del proyecto, ya que al no existir estandarización en el trabajo realizado por los analistas no hay control del progreso y se dificulta la capacidad de simplificar este paso de seguimiento.

Finalmente, se detalla cómo el proceso es manual y no se puede realizar masivamente, esto porque no se han identificado oportunidades de automatización lo cual también está ligado a la variación de una analista a otro, y falta de estandarización de los procedimientos y de los documentos de procesamiento individual.

4.4 Conclusiones del capítulo

La ejecución de este capítulo demandó la realización de un análisis de las actividades siguiendo la metodología DMAIC. Estas actividades propias del apartado previamente desarrollado son las definición, medición y análisis de causas.

La primera etapa se inicia con mapeo del proceso que permitió demostrar las dependencias interdepartamentales y la necesidad de identificar quienes son los proveedores y clientes de los datos a trabajar para de esta forma tener claras las necesidades y expectativas de cada área y evitar rechazos. Seguidamente, se realiza un análisis de entradas y salidas para examinar la relación que existe entre cada una, y como las salidas de un paso se convierten en la entrada del siguiente, de esta forma se puede diagnosticar que la reducción de los tiempos de ejecución está directamente relacionada con la capacidad de reducir errores y retrabajo.

La fase de medición demuestra un problema relacionado con la productividad la cual tiene un promedio de 12 materiales por hora por encima de la meta de 8, lo que parece positivo inicialmente, pero se demuestra que el promedio de calidad es de 87%, 8 puntos porcentuales por debajo de la meta del 95% y que además el retrabajo ronda el 35% por lo que se están logrando las metas de productividad, pero los materiales son luego rechazados.

El análisis de causas se efectúa con un diagrama de Ishikawa con el objetivo busca estudiar los defectos en todas las aristas que afectan la operación, estos defectos a su vez son priorizados mediante el uso de un grupo de profesionales relacionados a la operación para obtener mayor conocimiento y evitar la subjetividad y de esta forma obtener valores medibles para la confección de un diagrama de Pareto el cual provee una guía para identificar los defectos críticos para la operación en la busca de medidas correctoras.

Los defectos por mejorar en el próximo capítulo se describen a continuación:

- 1- Desconocimiento de los analistas por falta de capacitaciones: el primer entrenamiento para el procesamiento de materiales de ERSA se realizó por medio de video llamada donde el experto en ERSAs ejecuto ejemplos sobre

- cómo proceder con los materiales, esa capacitación es insuficiente ya que sumado a la inexperiencia de los analistas del centro de servicio compartido sobre materiales de mantenimiento de planta, la naturaleza de los mismos varía entre uno por lo que no se cubrieron todos los escenarios.
- 2- Clasificación incorrecta de los materiales: esto por parte de los analistas los cuales en algunas ocasiones clasifican un material como listo para SAP, aunque aún no cuenta con toda la información necesaria, y en otros casos un material puede haber sido devuelto a la planta por falta de un número de parte correcto cuando se contaba con uno creando retrabajo para la planta y para un futuro analista.
 - 3- Auditoría de calidad no califica pasos críticos: el proceso de calidad interna ejecutado para la revisión de la migración de materiales ERSA a SAP se realiza empíricamente desde el inicio del proyecto, pero no cuenta con la revisión de campos críticos para el proyecto, los cuales si son identificados por el experto en el tema el cual antes de enviar su aprobación envía retroalimentación de errores que no fueron captados durante el desarrollo del proceso de calidad, lo que demuestra que urge la necesidad de mejorar el proceso de auditoría, hacerla más robusta para incluir estos pasos críticos y reducir el retrabajo.
 - 4- Variación en documentos y procesamiento individual, no permiten el seguimiento del progreso y retrasan su compilación: los materiales obtenidos de la planta son distribuidos a los analistas mediante el uso de documentos Microsoft Excel, estos documentos son manipulados por los colaboradores los cuales cambian columnas, y no siguen un orden de progreso de los materiales haciendo la compilación de los materiales difícil de realizar por la líder del equipo e imposibilitando la capacidad de llevar un control del progreso del proceso.
 - 5- Procesamiento lento y manual: la preparación de la migración de materiales se realiza material por material, y se ejecutan hasta 7 pasos para completar el máster data, estos pasos son pausados y se realizan manualmente lo que es propenso a errores.

CAPÍTULO V.
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA
SOLUCIÓN

En este capítulo, se expondrá el plan de mejora de los defectos críticos identificados mediante el análisis de causas del capítulo anterior, con el objetivo de lograr las metas de mejora continua de esta investigación, así como delinear las actividades a realizar, responsables, aprobaciones necesarias.

Adicionalmente se pretende presentar el estado mejorado del proceso por medio del uso de métodos estadísticos de medición con el fin de demostrar que el proyecto tiene un efecto positivo al problema planteado.

Esta sección también expone un plan de control para asegurar la sostenibilidad de la mejora propuesta en el tiempo, se realiza mediante la elaboración de es un documento que describe las acciones, mediciones, inspecciones, controles de calidad o monitoreo de los parámetros del proceso a seguir para asegurar el cumplimiento de con los requisitos del proyecto. También incluye instrucciones sobre las tareas por seguir si se ha detectado una inconformidad. El Plan de Control ayuda a garantizar que la calidad se mantenga en un proceso en el evento o en la rotación de empleados al establecer un estándar para la inspección de calidad y el monitoreo del proceso.

Finalmente, se hace un estudio de costo beneficio de la implementación de la solución al problema descrito con el fin de evaluar su rentabilidad. Este análisis se logra con la utilización de la herramienta aprobada corporativamente por la compañía para la aprobación de ahorros en los proyectos de mejora continua, la cual es liderada por el departamento de Lean Six Sigma y aprobada por la gerente de operaciones de Master Data.

5.1 Diseño e implementación de un plan de mejora al proceso de migración de materiales

El proceso de diseño de la solución al problema estudiado durante el desarrollo de la solución se inicia con la identificación de las fallas a mitigar. Estas deben ser congruentes con el análisis del problema planteado y buscar solución a los defectos críticos para un mayor efecto en las métricas a controlar.

El proceso se realizó con la participación de un grupo de trabajo para incentivar la discusión y obtener información detallada sobre las percepciones y opiniones técnicas. Además de proporcionar una gama más amplia de información al recopilar datos cualitativos desde diferentes experiencias del grupo a consultar.

A continuación se detalla para cada uno de los defectos priorizados la siguiente información:

- La métrica por mejorar: el defecto del proyecto se mide en 2 rúbricas principales, una con relación a con la calidad de los materiales preparados por los analistas y otra relativa a la productividad dada por los materiales procesados por hora, esta segunda métrica es de vital importancia para medir la capacidad del equipo de Data Deployments para completar a tiempo tareas relacionadas a la migración de datos a SAP.
- El defecto esta descrito en función de su causa raíz para de esta forma evitar que el proyecto se enfoque en efectos, sino que busque las entradas críticas que afectan los resultados.
- El método de mejora se define mediante la utilización de una lluvia de ideas realizada con expertos, analistas y la líder del proyecto para evitar subjetividad e incluir el conocimiento técnico en las soluciones.
- Los detalles se mencionan como actividades a realizar y además se incluyen las aprobaciones, recursos y personas responsables para cada mejora.

Métrica Por Mejorar	Descripción del Defecto Crítico	Método de Mejora	Detalles de la Mejora	Recursos Necesarios	Aprobaciones Necesarias	Persona Responsable
Calidad	Desconocimiento de la información procesada por los analistas debida a la gran cantidad de tipos y a que los analistas procesan todo tipo de material de repuesto	Se necesitan realizar capacitaciones específicas para los tipos de material de repuesto	-Clasificación de tipos de materiales -Distribución de analistas en grupos por tipo de material -Programación de capacitaciones especializadas por tipo de material	-Experto en ERSAs -Líder del proyecto -Analistas -Sala de capacitación -Materiales de Ejemplo -Material didáctico	-Gerente de Equipo	Líder del proyecto
Calidad	Errores en la clasificación de los materiales debido a que la matriz de clasificación es confusa para los analistas.	Se necesita revisar la matriz de clasificación en conjunto con los analistas para su simplificación y comunicación.	-Revisión de matriz de clasificación actual -Obtención de retroalimentación de los analistas -Simplificación de la matriz	-Líder del proyecto -Analistas -Sala de reuniones -Matriz de Clasificación actual -materiales de Ejemplo	-Supervisora	Líder del proyecto
Calidad	Auditoria de calidad no califica campos críticos	Revisar la auditoria de calidad para asegurar que información crítica se revise y el porcentaje obtenido sea fidedigno	-Revisión del proceso de auditoria con el experto del proceso para obtener retroalimentación. -Definición y documentación de los campos críticos a auditar -Comunicación a los analistas a los cambios en las auditorias -Plan piloto de auditoria con revisión diaria -Estabilización del proceso de auditoria	-Experto en ERSAs -Líder del proyecto -Documentación del proceso de auditoria actual -Materiales de Ejemplo	-Supervisora	Líder del proyecto
Productividad	Variación en documentos y procesamiento individual, no permiten el seguimiento del progreso y retrasan su compilación	Proporcionar documentos de procesamiento estándares a todos los analistas	-Diseñar plantilla en Excel estándar para procesamiento de los analistas. -Incluir poka-yokes para errores comunes de digitación -Proteger el documento contra cambios estructurales para asegurar la integridad de la estandarización -Distribuir los materiales a trabajar usando la plantilla nueva.	-Líder del proyecto -Lista de errores de digitación comunes -Microsoft Excel -Microsoft SharePoint	-Supervisora	Líder del proyecto
Productividad	Proceso lento y manual	Automatización de los pasos que lo permitan	-Identificar los procesos automatizables -Evaluar el costo beneficio de la implementación de la automatización. -Solicitar la automatización -Testear la automatización -Asegurar la correcta documentación técnica y de usuario de la solución automatizada para su sostenibilidad en el tiempo	-Líder del proyecto -Desarrolladores del equipo de S&PA -Mapa del proceso -Herramienta de cálculo de beneficios monetarios	-Gerente de Operaciones -Gerente de Equipo -Supervisor de S&PA	Líder del proyecto

Tabla 5. Plan de Mejora Migración de datos de ERSAs a SAP

Fuente: elaboración propia

Las mejoras del cuadro anterior describen las actividades para cada uno de los defectos críticos identificados.

5.1.1 Diseño de un plan capacitaciones específicas para los tipos de material de repuesto

Una de las primeras interrogantes en el desarrollo de este proyecto fue sobre la utilización de los recursos, los cuales comprendían un total de 11 personas de procesamiento, y un líder de proyecto. A cada recurso se le asignaron 3 horas diarias de producción al proyecto lo cual significa 4.5 FTE (full time employees). Con estos datos se debió definir si los recursos destinados al procesamiento de los materiales de repuesto debían procesar todo tipo de materiales y de esta forma tener cobertura en caso de ausentismos o si, al contrario, era mejor asignar tipos de material a cada uno para su procesamiento y así mejorar tiempo de ciclo y además asegurar la especialización de los trabajadores.

En la primera etapa se toma el rumbo de la diversificación, dadas sus ventajas como lo es la mitigación de riesgo en caso de ausentismo o cambios organizacionales que afecten los recursos asignados al proyecto. La diversificación se dio mediante la asignación de materiales sin ningún orden específico a los integrantes del proyecto.

Al no obtener resultados calidad favorables e identificar como problema principal el desconocimiento de los analistas de la información procesada se recurre a la búsqueda de la especialización de los colaboradores del proyecto mediante la separación de los tipos de materiales (arandelas, repuestos eléctricos, fajas de distribución). El segundo paso fue dividir el equipo de trabajo en 3 grupos de 4 personas, definiendo un líder en cada uno de ellos y los cuales se les entrega el procesamiento de un solo tipo de material. Se realizan capacitaciones especializadas para cada tipo para aumentar el conocimiento de los analistas, aclarar dudas sobre las reglas de gobernación aplicables para cada grupo, y de esta forma asegurar la calidad para el funcionamiento ininterrumpido de las plantas y la mitigación de costos asociados al rechazo y reprocesamiento de datos.

El plan requiere el compromiso del experto en materiales de repuesto para proveer entrenamientos específicos a los grupos definidos, además del uso de la sala de entrenamiento del GSC y dedicar 2 horas por cada colaborador a la capacitación.

Se procede a dividir los analistas en 3 grupos y designar a un analista senior como cabeza del grupo, esto para asegurar el orden, y centralizar las preguntas de cada grupo. La división se muestra a continuación:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Senior	Jean Mathieu	Erin Acuna	Victor Quiros
Junior	Melanny Garcia	Josue Barrantes	Marjorie Rodriguez
	Lucia Araya	Natalie Rojas	Jeffry Solano
	Valeria Brenes	Sofia Araya	Julissa Paniagua

Tabla 6. Distribución de los Analistas para el procesamiento de ERSAs

Fuente: elaboración propia

La tabla anterior muestra cómo se obtienen 3 grupos de 3 analistas junior y 1 analista senior, de esta forma se aprovecha en cada uno de los grupos el conocimiento de un analista de mayor experiencia en la compañía. A cada es asignado 2 categorías de ERSAs para su capacitación y especialización. La distribución se encuentra en la tabla:

Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Categoría	-Soportes -Montajes	-Eléctricos -Equipo Móvil	-Tubos, válvulas y accesorios -Suministros Industriales
Ejemplos	Rodamientos, fajas de distribución, tuercas de fijación	Cilindros, cables, arrancadores, interruptores, lámparas, baterías	Válvulas solenoides, tubos, discos de ruptura, lubricantes, abrasivos

Tabla 7. Distribución de Categorías para el procesamiento de ERSAs

Fuente: elaboración propia

En este recuadro se muestran las categorías que fueron asignadas a los analistas de Data Deployments para el procesamiento de la limpieza de los materiales de repuesto,

esta división representa un orden recomendado por el experto en mantenimiento de planta y un mejor aprovechamiento del conocimiento previo de los analistas.

Se desarrolla un plan de capacitación para cada grupo con expertos de planta para categoría con el fin de contar con personal apto y productivo para realizar las tareas necesarias previas a la implementación de SAP en las plantas.

El plan de capacitación, el cual fue confeccionado con tomando en cuenta tiempo de capacitación y además de desarrollo de ejemplos con los analistas, se detalla a continuación:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Tipo	-Soportes -Montajes	-Eléctricos -Equipo Móvil	-Tubos, válvulas y accesorios -Suministros Industriales
Tema	-Visión general -Creación de Descripciones -Ejemplos y preguntas	-Visión general -Creación de Descripciones -Ejemplos y preguntas	-Visión general -Creación de Descripciones -Ejemplos y preguntas
Horas	4 horas (2 sesiones de 2 horas)	4 horas (2 sesiones de 2 horas)	4 horas (2 sesiones de 2 horas)
Medio	Video llamada	Video llamada	Video llamada

Tabla 8. Plan de Capacitación de Analistas en Materiales tipo ERSA

Fuente: elaboración propia

Se realizan 2 sesiones para cada grupo, una para categoría donde se contempla una introducción de la misma, y de desarrollo de conocimiento de los materiales específicos dentro de la categoría durante una hora, y una hora adicional para el desarrollo de ejemplos y realizar preguntas clarificadoras, para un total de 12 horas invertidas en capacitaciones.

Las capacitaciones son realizadas mediante video llamadas utilizando *Skype for Business* las cuales son dirigidas para la líder del proyecto y con el experto en planta el cual prepara el material, da una introducción del tipo de materiales que van a encontrar al trabajar en esta categoría, presenta ejemplos y responde las preguntas de los analistas.

5.1.2 Mejorar la matriz de clasificación en conjunto con los analistas para su simplificación y comunicación.

El proceso de migración de ERSAs es un esfuerzo conjunto entre varios departamentos que buscan el éxito de la preparación del área de mantenimiento de planta para su puesta en vivo en SAP.

En un estado ideal, los materiales existentes en sistemas legado son preparados por la planta adicionando a la información no disponible en originalmente y obligatoria para SAP. Esta información corresponde a número de parte y fabricante.

Posteriormente esta información es distribuida a los analistas los cuales deben, con ese número de parte, investigar si ese número de parte ya ha sido creado en SAP para otra planta y en caso contrario, recurrir a la creación de la descripción del material utilizando las reglas de gobernación de la información para el tipo de material manipulado.

En caso de que el número de parte o de fabricante no esté claro, el material se debe enviar a la planta para su corrección mediante la clasificación del material utilizando la matriz de clasificación la cual incluye una razón estándar para justificar el rechazo. Este paso, aunque necesario, significa un desperdicio del proceso al crearse retrabajo, por lo que una clasificación incorrecta tiene repercusión en el éxito del cumplimiento de fechas de entrega.

Las clasificaciones de los materiales se realizan mediante la utilización de la matriz a continuación:

Matriz de clasificación
Material en SAP
Descripción creada sin problemas
Descripción incompleta por poca información disponible
Descripción creada basada la similitud de un material encontrado en el reporte de materiales de SAP
Numero de Parte incompleto
Numero de Parte incorrecto
Descripción no corresponde al numero de parte
Numero de Parte faltante
Fabricante no esta claro
Tipo de material no puede tener numero de parte
Material duplicado

Tabla 9. Matriz de Clasificación de materiales tipo ERSA en migración a SAP

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que se cuenta con un total de 11 clasificaciones posibles para cada material procesado, esta categorización se realiza al final de cada material por cada analista copiando y pegando el comentario deseado en la columna designada para este fin. Las clasificaciones se describen a continuación:

- **Material en SAP:** el número de parte y fabricante ya se encuentran en SAP y no necesitan más procesamiento.
- **Descripción creada sin problemas:** la descripción del material se completó con todos los atributos necesarios de acuerdo con las reglas de gobernación.
- **Descripción incompleta por poca información disponible:** la descripción del material se realizó, pero faltan atributos necesarios de acuerdo con las reglas de gobernación por la falta de información disponible sobre el mismo.
- **Descripción creada basada la similitud de un material encontrado en el reporte de materiales de SAP:** la descripción del material se realizó utilizando como ejemplo un número de parte similar ya creado en SAP para asegurar la consistencia entre las descripciones y facilitar la experiencia del usuario final.
- **Numero de Parte incompleto:** el número de parte proporcionado por la planta no está completo, por lo tanto, se devuelve a la planta

- **Numero de Parte incorrecto:** el número de parte proporcionado por la planta no es incorrecto, por lo tanto, se devuelve a la planta
- **Descripción no corresponde al número de parte:** el número de parte proporcionado por la planta no corresponde al material procesado, por lo tanto, se devuelve a la planta
- **Numero de Parte faltante:** no se provee número de parte, por lo tanto, se devuelve a la planta
- **Fabricante no está claro:** el nombre del fabricante no está claro, por lo tanto, el material se devuelve a planta.
- **Tipo de material no puede tener número de parte:** la naturaleza del material manipulado no cuenta con número de parte, ejemplo una regla de oficina.
- **Material duplicado:** el material se encuentra duplicado en los registros enviados, por lo tanto, se devuelve a planta.

La primera actividad es la revisión de la matriz para evitar ambigüedades y su simplificación. Este análisis se realiza con la retroalimentación de los analistas, el siguiente cuadro muestra la comparación entre la matriz de clasificación anterior y la mejorada.

Antes	Después
Material en SAP	Material en SAP
Descripción creada sin problemas	Descripción creada sin problemas
Descripción incompleta por poca informacion disponible	Faltan atributos
Descripción creada basada la similitud de un material encontrado en el reporte de materiales de SAP	Descripción creada basada en un material similar en SAP
Numero de Parte incompleto	
Numero de Parte incorrecto	Numero de parte faltante o incorrecto
Descripción no corresponde al numero de parte	
Numero de Parte faltante	
Fabricante no esta claro	Fabricante no esta claro
Tipo de material no puede tener numero de parte	
Material duplicado	

Tabla 10. Comparación de Matriz de Clasificación de Material tipo ERSA

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que las clasificaciones son simplificadas con un fraseo más claro y además se pasa de 11 a únicamente 6. El cambio principal se observa al reunir

los errores relacionados al número de parte en solo 1, lo que significa que debe ser devuelto a planta y reprocesado.

La descripción de cada categorización se detalla a continuación:

- **Material en SAP:** el número de parte y fabricante ya se encuentran en SAP y no necesitan más procesamiento.
- **Descripción creada sin problemas:** la descripción del material se completó con todos los atributos necesarios de acuerdo con las reglas de gobernación.
- **Faltan atributos:** la descripción del material se realizó, pero faltan atributos necesarios de acuerdo con las reglas de gobernación por la falta de información disponible sobre el mismo.
- **Descripción creada basada la similitud de un material encontrado en el reporte de materiales de SAP:** la descripción del material se realizó utilizando como ejemplo un número de parte similar ya creado en SAP para asegurar la consistencia entre las descripciones y facilitar la experiencia del usuario final.
- **Numero de parte faltante o incorrecto:** el número de parte no fue proporcionado o es incorrecto, por lo tanto, el material se devuelve a planta.
- **Fabricante no está claro:** el nombre del fabricante no está claro, por lo tanto, el material se devuelve a planta.

Este cambio viene a mitigar errores por la confusión de los analistas a la hora de clasificar los materiales al proporcionar 6 categorías claras para los analistas. Además, estas categorías son agregadas de forma de un menú desplegable en la columna correspondiente para evitar errores de digitación. El cambio se comunica por medio de una capacitación de media hora.

5.1.3 Perfeccionar la auditoria de calidad para asegurar que información crítica se revise y el porcentaje obtenido sea fidedigno.

El proceso de revisión de calidad para Master Data inició desde su puesta en vivo en el centro de servicios compartidos en 2016, este inicio realizando auditorías a los materiales para la venta, los cuales cuentan con características específicas diferentes a las características de materiales de repuesto.

En octubre 2018 se inicia con la planeación de procesamiento de mantenimiento de planta en el centro de servicios compartidos y se inicia con las auditorias de calidad por el equipo encargado.

Estas auditorías no fueron adecuadas a las necesidades de este nuevo proceso nuevo de repuesto, que, aunque es menos complejo al incluir menos requerimientos que un material de comercialización externa, información como número de parte y fabricante son vitales para la correcta identificación de un material de repuesto.

Al identificarse el defecto de no contar con una auditoria robusta para asegurar el correcto mantenimiento de los materiales de planta, se recurre a realizar una sesión de calibración con el experto del proceso, quien se encuentra en Estados Unidos, que provee sus comentarios sobre la información crítica que debe ser auditada, esto mediante una video llamada de 1 hora en la cual se realizan preguntas clarificadoras.

Se continua con la documentación del nuevo procedimiento de auditoria utilizando la plantilla formar del centro de servicio compartido, la cual debe ser aprobada por la supervisora del área y guardada en el repositorio de información de Microsoft SharePoint.

Para comunicar los cambios se realiza una reunión presencial de 1 hora con los analistas, donde se informa la razón de los cambios y se revisa el paso a paso de la auditoria y se aclaran dudas.

Para asegurar la estabilidad del proceso, se somete una semana de revisión a prueba mediante la implementación de los cambios y el seguimiento diario con los analistas de los errores encontrados para su clarificación.

El documento con los detalles de la auditoria se guarda en Microsoft SharePoint para asegurar la transparencia y acceso a consultas por parte de los interesados del proyecto de la siguiente forma:

Documents > Old Site Backup > 3. Projects > 1. Active Projects > ERSA MIGRATION

Name	Modified	Modified By
3M DPP ERSA Migration PM Quality Audit Job Aid.docx	A few seconds ago	Arellys Fonseca

Figura 19. Documentación de proceso de Auditoria de migración de datos de materiales tipo ERSA en Microsoft SharePoint

Fuente: elaboración propia

5.1.4 Estandarización de los procesos y mejoramiento del documento de procesamiento para los analistas e implementación de un sistema a prueba de errores de digitación.

El procesamiento diario de los analistas está dado por una guía de procedimiento la cual se encuentra en un documento de Word y en un repositorio en Microsoft SharePoint. Estos procedimientos documentados son acatados por los analistas, mas no existe una herramienta que facilite la estandarización, ni que evite errores de digitación, por lo que los analistas han ideado diferentes formas de trabajar para agilizar sus tareas diarias, lo cual varías de un analista a otro y de sus capacidades técnicas.

La distribución de los materiales de procesamiento diario para los analistas se realiza por medio de Microsoft Excel, en donde se asignan los materiales para cada uno de los analistas en cantidades iguales y se les asigna una meta relacionada a los materiales que trabajen diariamente. Estos documentos incluyen el número de parte, fabricante, descripción y el número de identificación en los sistemas legado.

Cada analista es responsable de identificar los números de parte que ya se encuentren migrados a SAP por otras plantas y de agregar la información de numero de material de SAP, Descripción, nombre y número de fabricante, UNSPSC, y unidad de medida en las columnas correspondientes para cada dato.

Además, debe crear la descripción de los materiales que no se encuentren en SAP utilizando información de gobernación de la información y siguiendo los estándares definidos en el documento de “Diccionario de Atributos” para materiales de repuesto, la cual es una guía de la información relevante para cada tipo de material de repuesto. Por ejemplo, se define como una faja debe incluir sus dimensiones en la descripción y por otro lado un interruptor automático debe incluir valores de voltaje, amperaje y cantidad de polos. Para cumplir con las reglas de gobernación, Microsoft Excel es una herramienta que provee los analistas las facilidades de evitar el error humano, como es contar con fórmulas que faciliten la detección de errores como el formato condicional para destacar errores de caracteres especiales o agregar columnas con contadores de letras para asegurar que una descripción no se prolongue más de lo permitido en SAP. Por ejemplo, una descripción no debe ser mayor a 40 caracteres y la formula LEN cuenta la cantidad de signos en una celda.

Como se mencionó previamente, estas facilidades no se encuentran en la distribución, lo cual origina que analistas más competentes en Microsoft Excel agreguen columnas en forma de *Poka-Yoke* para facilitar su trabajo diario, y quienes no cuenten con este conocimiento mantengan el formato de la misma forma, retrasando sus tareas diarias y provocando variación entre los documentos que la líder del proyecto compila

La mejora del defecto se realiza mediante la identificación de los *Poka-Yokes* necesarios por los analistas y la creación de un documento de Microsoft Excel tipo plantilla para repartir los materiales a los analistas, la cual es protegida mediante contraseña contra cambios en la estructura del documento.

Poka-Yoke #1						Poka-Yoke #2 y 3	Poka-Yoke #4 y 5	Poka-Yoke #6			Poka-Yoke #7		
Legacy itemnum	SAP Material Number	ZMFR	Manufacturer Name	Manufacturer Part Number	40 Character Material Description	Len	130 Basic Data Text (Additional Part Description)	Len	UNSPSC	SAP Base UOM	Classification	Additional Comments	Status
X61-11-0961						0		0	27000000	EA			Pending
X23-26-2809						0		0	27000000	EA			Pending
X28-32-1748						0		0	27000000	EA			Pending

Figura 20. Identificación de Poka-Yokes en Documento de Procesamiento Individual de Materiales tipo ERSA

Fuente: elaboración propia

Los poka-yokes implementados para evitar errores comunes se muestran en el cuadro anterior se explican a continuación:

- Poka-Yoke #1: el número de material se encuentra previamente en la columna designada para dicho valor para evitar errores de digitación.
- Poka-Yoke # 2 y 3: se agrega una columna para contar con un conteo de caracteres de la descripción del material la cual no debe ser mayor a 40 además que un formato condicional que realiza la columna en color rojo en caso de existir caracteres especiales no autorizados para dicho campo.
- Poka-Yoke # 4 y 5: se agrega una columna para contar con un conteo de caracteres de la descripción adicional del material la cual no debe ser mayor a 130 además que un formato condicional que realiza la columna en color rojo en caso de existir caracteres especiales no autorizados para dicho campo.
- Poka-Yoke # 6: La clasificación se realiza mediante la incorporación de un menú desplegable para evitar errores de digitación.
- Poka-Yoke # 6: se incluye un menú desplegable para el estado del material para identificar llevar un mejor conteo de los materiales trabajar y llevar un mejor control de progreso del proyecto.

Poka-Yoke #1		Poka-Yoke #2 y 3			Poka-Yoke #4 y 5		Poka-Yoke #6		Poka-Yoke #7				
Legacy itemnum	SAP Material Number	ZMFR	Manufacturer Name	Manufacturer Part Number	40 Character Material Description	Len	130 Basic Data Text (Additional Part Description)	Len	UNSPSC	SAP Base UOM	Clasificación	Additional Comments	Status
X61-11-0961					%%\$%HHHH	36	%%\$%HHHHHHHHH	116	27000000	EA			Pending
X23-26-2809						0		0	27000000	EA			Pending
X28-32-1748						0		0	27000000	EA	Material in SAP Description create		Pending
X61-11-0962						0		0	27000000	EA	Missing attributes		Pending
X28-55-1551						0		0	27000000	EA	Description create		Pending
X28-55-1552						0		0	27000000	EA	PN is either missing		Pending
X28-55-1553						0		0	27000000	EA	Mfr is either missing		Pending

Figura 21. Ejemplo de Poka-Yokes activados en un Documento de Procesamiento Individual de Materiales tipo ERSA

Fuente: elaboración propia

En la figura anterior se muestra como los analistas ahora cuentan con una columna que les indica la cantidad de caracteres ingresados en las descripciones y además de que al ingresar información incorrecta en dichas columnas se desencadena el realce en color rojo para su rápida corrección, de esta forma se pueden evitar errores de digitación de caracteres especiales e impedir faltar a las reglas de gobernación.

5.1.5 Automatización de los pasos que lo permitan

La automatización de procesos es clave para el mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa y reducir costos de las tareas que generan valor al cliente. Debido a sus ventajas como lo es mayor productividad relacionada con el aumento en la velocidad de producción, aumento en la calidad debido a la reducción de la intervención humana lo que disminuye la variabilidad, se decide analizar los procesos de migración de materiales de repuesto a SAP para identificar cuáles son sujetos a automatización.

Se inicia con solicitud al departamento de S&PA (grupo de desarrolladores para el centro de servicio) de una sesión de 1 hora para mostrar el mapa del proceso, paso a paso de la migración de ERSAs para obtener retroalimentación experta de cuales pasos se pueden automatizar. En esta misma sesión se realiza mediante el uso de la calculadora aprobada de cálculo de beneficios potenciales de la solución para decidir si es rentable, el mínimo anual por reglamento corporativo debe de ser de \$5000 para su aprobación.

La solicitud formal de automatización se realiza con la creación de un caso que incluya los antecedentes, oportunidad de negocio con los beneficios potenciales, el caso se presenta en una plantilla de Microsoft PowerPoint para la aprobación de la gerente de operaciones, y del supervisor de S&PA.



Figura 22. Caso de Negocio Automatización de Procesamiento de ERSAs

Fuente: elaboración propia

La figura anterior muestra la presentación realizada con la oportunidad de negocio a para la aprobación de la gerente de operaciones, y del supervisor de S&PA, al incluir información sensible de plantas y costos los detalles son omitidos en esta ocasión.

La solución es desarrollada y testeada y al cumplir con las características mínimas solicitadas se documentan los manuales de usuarios y técnicos los cuales los mismos son guardados en el repositorio correspondiente de Microsoft SharePoint para asegurar la sostenibilidad de la automatización en el tiempo.

Se procede a automatizar la compilación de los materiales mediante la creación de una macro desarrollada utilizando Microsoft Excel y Visual Basic, la cual es guardada en el escritorio del usuario para su fácil acceso.



Figura 23. Macro de Compilación de Documentos de Procesamiento de ERSAs

Fuente: elaboración propia

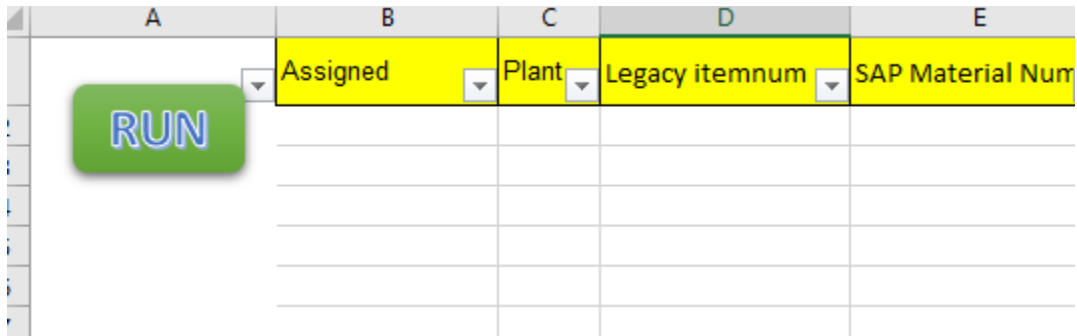


Figura 24. Botón Compilación de Documentos de Procesamiento de ERSA

Fuente: elaboración propia

Mediante el uso de un botón único la macro accede a los documentos de procesamiento individual, que se conservan en una carpeta específica en Microsoft SharePoint, la misma remueve posibles filtros, para evitar la posible pérdida de información, además copia los datos en las columnas contiguas, para de esta forma contar con un documento completo con todos los datos, tanto pendientes como procesados, y utilizarse primero como método de seguimiento de los materiales procesados por día y para obtener la base de datos a migrar a SAP.

Esta información es analizada mediante el uso de tablas dinámicas para obtener un estado diario del progreso de cada planta, conjuntamente se consiguen los valores relacionados con la productividad de cada analista, cantidad de materiales trabajados diariamente, los mismos se visualizan mediante gráficos mostrados en la siguiente figura:

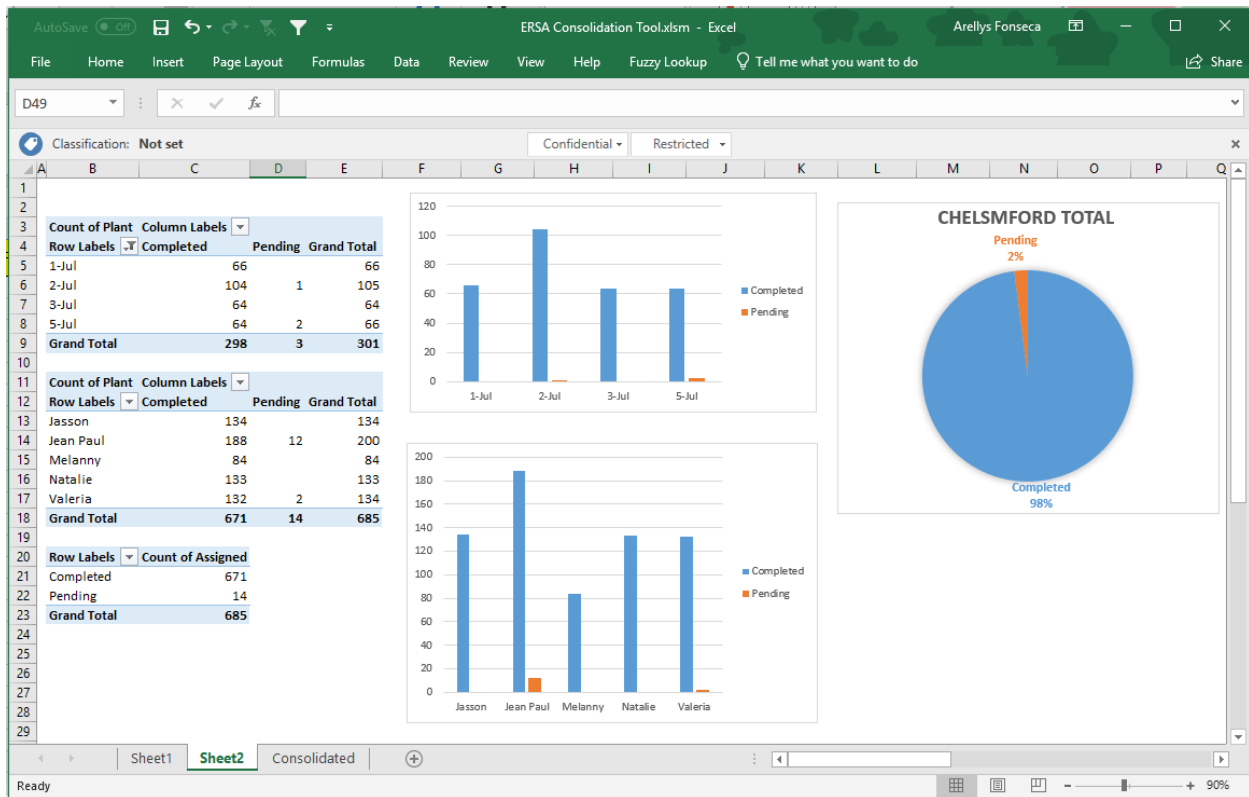


Figura 25. Gráficos de seguimiento de procesamiento de materiales tipo ERSA

Fuente: elaboración propia

Los gráficos observados en la imagen anterior hacen que la información sea más atractiva y facilitan la capacidad de comunicar el estado real del proyecto. Mediante el uso de los gráficos se puede tener mayor control del progreso de los materiales procesados e identificar anomalías para generar planes de acción como por ejemplo estudiar la razón por la cual en una jornada laboral se procesaron más materiales de las metas planteadas o nivelar la cantidad de materiales procesados por cada analista.

5.2 Gráfico de Medición Final

Para demostrar los beneficios obtenidos mediante el desarrollo del plan de mejora se realiza una medición final de las métricas del departamento, las mismas comparan el estado inicial con el estado mejorado y prueban el éxito de la investigación.

Los resultados del proceso de migración de datos de materiales repuesto se encuentran dados en razón de la productividad y calidad. La primera es la relación entre las horas de procesamiento y la cantidad de materiales completados, en un estado inicial se puede observar como hay variación en los datos que van en disminución debido a que las metas iniciales tuvieron gran efecto en los porcentajes de calidad los cuales fueron inferiores a los esperados.

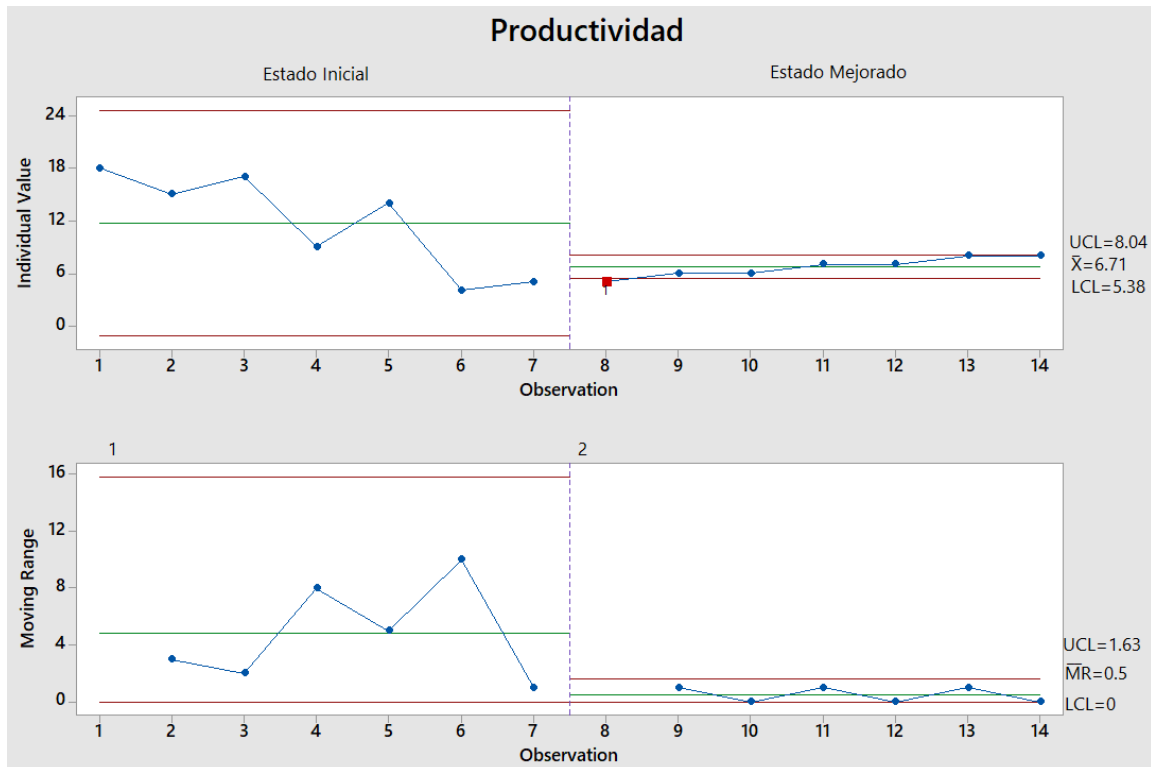


Figura 26. Diagrama de Productividad Final de procesamiento de materiales tipo ERSA

Fuente: elaboración propia

La imagen anterior muestra la comparación entre el estado inicial del proyecto, y el estado mejorado, se puede observar como la productividad se normaliza con una

pequeña y controlada tendencia al alza. Aunque aún no se llega a la productividad inicial del piloto del proyecto, se logra detener la disminución y se obtiene un progreso estable el cual es más confiable a la hora de pronosticar cuantas horas hombre son necesarias para procesar una planta en específico.

Esta mejora es importante ya que un proceso con fluctuación genera problemas ya que anteriormente se contaban con muchos datos, pero poca información, ya que si se fijan sin tomar en cuentas las variaciones hay mayor probabilidad de que las mismas no se logren. Por lo tanto, al definir los límites de control del proceso, y su desviación se puede conocer cuando una variación es propia del proceso o si se necesita hacer un análisis más profundo de las causas que lo originaron para su correcta mitigación.

Posteriormente, se analiza el estado mejorado relacionado a calidad brindada, este dato es el porcentaje de materiales procesados correctamente, es una métrica a la cual se le da seguimiento por parte de la líder del proyecto y del equipo de liderazgo de Master Data.

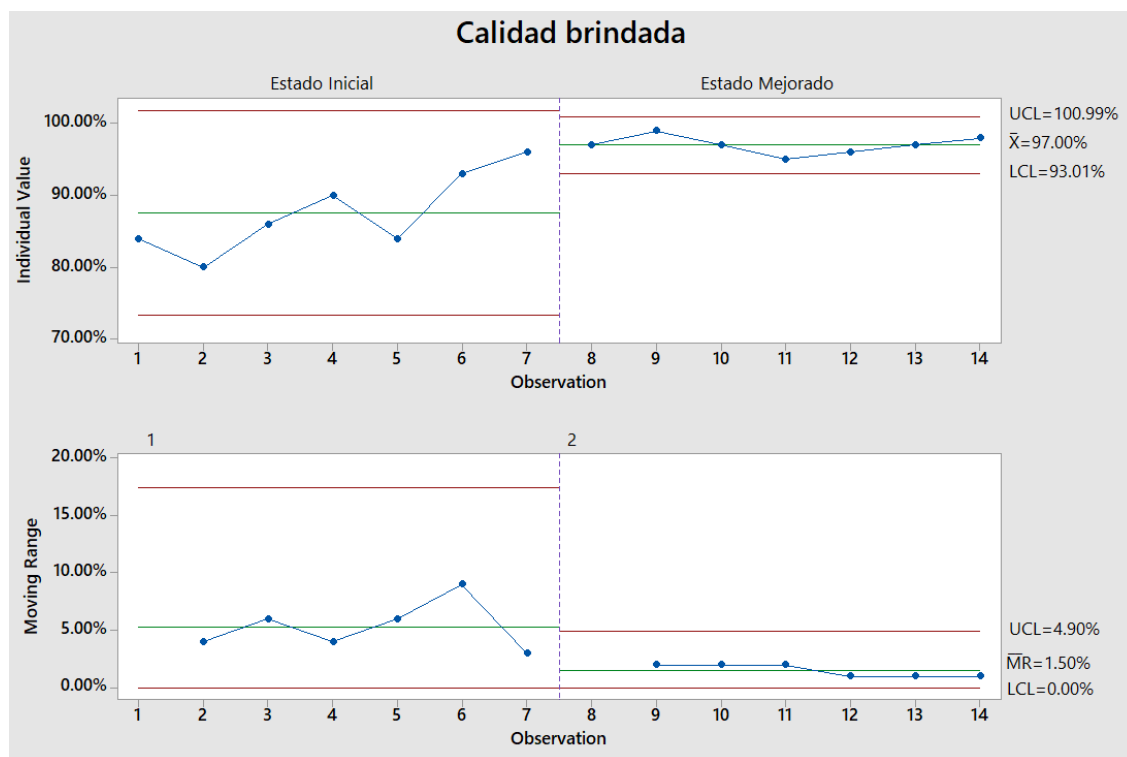


Figura 27. Diagrama de Calidad Final de procesamiento de materiales tipo ERSA

Fuente: elaboración propia

Se puede observar como el proyecto presentaba gran fluctuación los porcentajes de calidad, que no contaban con parámetros críticos específicos para ERSA, lo que representa una auditoria más estricta y robusta y un riesgo de alejar más los resultados de las metas de calidad.

El estado mejorado demuestra como los porcentajes de calidad no solo no bajaron, sino que se encuentran en una etapa estable por encima de la meta del 95%. Además, el rango móvil, que mide cómo cambia la variación con el tiempo, que tienen una reducción significativa y lo cual es beneficioso para el proyecto que, en el caso de una variación mayor a la normal, se puede identificar más rápidamente para estudiar si la misma es propia del proceso o si se necesita hacer un análisis más profundo de las causas que lo originaron para su correcta mitigación.

5.3 Plan de control para asegurar la sostenibilidad de la mejora en el tiempo.

La delineación de un plan de control es primordial la sostenibilidad de una mejora en el tiempo y asegurar que el mismo discurre de acuerdo con su planificación.

El objetivo es que luego de que se ha hecho un estudio de todo el proyecto, se han identificado los defectos, causas raíz y plan de mejora y se ha logrado llegar a las metas planteadas, exista una guía a seguir para definir las métricas a controlar y los métodos de seguimiento y plan de reacción a seguir en caso de no lograr dichos propósitos.

Como método de mejora también se cuenta con una ventaja organizacional la cual es que por manejo normal de las operaciones, la compañía cuenta con un espacio diario designado a la revisión del logro de las metas del día anterior, en este espacio se revisan los porcentajes de calidad y de *“Completion Rate”* para cada proyecto y se toman acciones en caso de que sea necesario, por lo cual el proceso de control para mantener las ganancias obtenidas con esta investigación se realizara mediante la implementación del seguimiento de las métricas relacionadas a la migración de ERSAs y el diseño del plan de reacción necesario mediante el siguiente cuadro:

Resumen del Plan de Control

	Porque	Que	Como		Quien	
Métrica	Objetivo	Mecanismo de Control	Herramientas, Mediciones, Limites	Frecuencia	Plan de Reacción	Responsable
Calidad	Aumentar el promedio de Calidad de un 87% a un 95%	Revisión Diaria de métrica por parte del supervisor, y líder del proyecto	Porcentaje de calidad en Tier 2	Diaria	Asignación de una tarea de análisis de causa raíz si no se logra la meta en 3 ocasiones dentro de 1 mismo mes	Líder del Proyecto
Productividad	Mantener el porcentaje de materiales completados sobre un 95%	Revisión Diaria de métrica por parte del supervisor, y líder del proyecto	Porcentaje de "Completion Rate"	Diaria	Asignación de una tarea de análisis de causa raíz si no se logra la meta en 3 ocasiones dentro de 1 mismo mes	Líder del Proyecto

Figura 28. Plan de Control del Proceso de Migración de Materiales tipo ERSA

Fuente: elaboración propia

La primera métrica por controlar es la de calidad brindada, a la cual se le da un seguimiento diario por parte del supervisor y de la líder del proyecto.

Seguidamente, se vigila la de productividad a través de la métrica diaria de "Completion Rate", que está dada por la siguiente formula:

$$\text{Completion Rate} = \frac{\text{Cantidad de materiales completados}}{\text{Cantidad Meta}}$$

La cantidad meta de materiales va a depender de la cantidad de horas hombre asignadas al proyecto y el promedio de productividad deseado.

Para ambas métricas, se busca un mínimo de 95% y un máximo de 110%, en caso de que no se alcance la meta en 3 ocasiones dentro de un mes se asigna una tarea de análisis de causa raíz al líder del proyecto para la mitigación del defecto.

5.4 Evaluación el costo beneficio de la implementación de la solución al problema descrito.

El análisis de costo beneficio es la técnica de evaluar la relación entre el costo de una propuesta de mejora y los beneficios obtenidos de la misma

El proceso involucra hacer una comparación de los gastos totales de todas las acciones relacionados con la mejora, ya sea directa o indirectamente contra del total de los beneficios alcanzados.

El costo de la hora hombre tiene un promedio de \$20 y está ligeramente adulterado para proteger la confidencialidad de la empresa. Este dato está avalado por el departamento financiero, y aprobado por la gerente de operaciones del departamento de Master Data.

A continuación, se muestran los costos incurridos por las actividades de mejora del proceso de migración de datos de materiales de repuesto, por capacitaciones y reuniones de lluvia de ideas y de comunicación de cambios.

Actividad	Cantidad de horas	Costo Total
Capacitaciones	15	\$300
Revisión de Matriz de Clasificación	15	\$300
Revisión de proceso de Auditoria	2	\$40
Creación de plantilla de procesamiento	3	\$60
Automatización del proceso de compilación	4	\$80
Total	39	\$780

Tabla 11. Análisis de Costos de la Implementación de la Mejora del proceso de Migración de Datos de ERSA

Fuente: elaboración propia

Los costos totales de las actividades realizadas para cada una de las mejoras implementadas suman un total de 39 horas y \$780.

Los beneficios se detallan en el siguiente cuadro para su comparación:

Beneficios	Cantidad de Horas	Costo Total
<i>Reducción de retrabajo de errores de Calidad</i>	42.5	\$850
<i>Ahorro por horas de automatización de compilación</i>	38.5	\$770
<i>Ahorro Total</i>	81	\$1,620

Tabla 12. Análisis de Costos de la Implementación de la Mejora del proceso de Migración de Datos de ERSA

Fuente: elaboración propia

El cuadro anterior muestra los ahorros obtenidos debidos a la reducción de horas relacionadas a retrabajo, esto debido al aumento de los porcentajes de calidad los cuales se encontraban en un promedio de 87% y generaban 50 horas mensuales de retrabajo. Al subir el promedio de calidad aumento a 97%, las horas promedio se redujeron a 7.5 y generaron un ahorro de 42.5 horas y \$850 al mes.

El proceso de compilación de materiales pasó de un total de 40 horas mensuales a 1.5 horas al mes para un total de ahorros de \$1620 mensuales.

Por política de la empresa los ahorros obtenidos por una mejora deben ser registrados en el sistema global de beneficios durante 12 meses, luego de los cuales la mejora se considera estado normal del proyecto.

Para cuantificar los beneficios de la mejora se realiza un análisis de flujo de efectivo y los cálculos de tasa de retorno y valor neto de la inversión. Este análisis no contempla costos indirectos, ya que por política de la compañía los costos indirectos no son cargados a los proyectos de mejora. Los mismos se encuentran a continuación:

FLUJO ANUAL													
RUBRO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS													
Reducción de retrabajo	\$ -	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850	\$ 850
Ahorro por horas de automatización de compilación		\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770	\$ 770
UTILIDAD	0,00	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620
INVERSION													
Capacitación	\$ 300	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mejora de Matriz de Clasificación	\$ 300	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mejoramiento del proceso de Auditoría	\$ 40	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Estandarización de plantilla de procesamiento	\$ 60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Automatización del proceso de compilación	\$ 80	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
INVERSION NETA	\$ (780)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ (780)	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620	\$1.620

Figura 29. Flujo de Efectivo para la mejora del proceso de Migración de ERSA

Fuente: elaboración propia

Para el flujo de efectivo representado anteriormente se obtienen los siguientes indicadores económicos:

VAN: \$18.660,00

TIR: 208%

El valor dado por el VAN que representa el valor neto para cada periodo significa que luego de cubrir costos y gastos, el valor neto es de \$18,660 anuales. De la misma forma se ve representado con la tasa de retorno de inversión de la serie de periodos o TIR de un 208%, esto quiere decir que el proyecto no solamente es viable, sino que se tiene holgura que se traduce en mayor oportunidad de fluctuación de los números proyectados sin poner el mayor riesgo el proyecto

Los beneficios totales monetarios relacionados con la mejora son muy importantes para la compañía ya que al reducir los costos se transforma en una operación cada vez más competitiva, además crean la oportunidad de generar más negocios al liberar cerca al costo anual de un empleado de tiempo completo. Estos fueron revisados y aprobados por el departamento financiero, y la gerente de operaciones de Master Data y registrados al departamento mediante la creación del proyecto en el sistema global de beneficios para su contabilización mensual por parte del departamento financiero.

CAPÍTULO VI.

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Con el desarrollo de esta investigación se logran identificar los defectos críticos que afectaban principalmente el proceso de migración de datos de materiales de repuesto de las plantas globales de 3M.
- La implementación de las mejoras tiene un efecto directo en la normalización de la productividad que es primordial en la búsqueda de la planificación de recursos a la hora de migrar una planta de los sistemas legado a SAP.
- Se obtiene una mejora de la calidad de un 87% a un 97%, además de una reducción en la variación en los datos, lo que permite un proceso más estable, en donde se facilita la identificación de fluctuaciones fuera de los límites para la toma acciones correctivas.
- Los beneficios con concepto de aumento de la calidad están relacionados a la reducción del retrabajo que se encontraba alrededor de las 50 horas mensuales, y se pasa a 7.5 horas, lo que se traduce en \$770 mensuales.
- La automatización del proceso de compilación de datos se logra gracias a la estandarización de los documentos de procesamiento individual, la cual pasa de 40 a 1.5 horas mensuales y representa un ahorro de \$850 para cada periodo y por un máximo de 12 meses.
- Los ahorros mensuales del proyecto suman \$1,620 al mes, durante 12 meses, lo que es favorable en comparación con los costos contabilizados en un gasto único de \$780 tomando en cuenta calibraciones, reuniones y capacitaciones.
- El costo-beneficio total del proyecto es reconocido para el departamento de Master Data mediante el sistema global de beneficios de 3M y suman un total de \$15,420.
- Se logra un diseño de un plan de control mediante el seguimiento diario de las métricas relacionadas a calidad y productividad que cuenta con responsables y plan de reacción a seguir en caso de que no se logren los objetivos.

1.2 Recomendaciones

- Se recomienda el seguimiento a los defectos de menor impacto al proyecto que al realizarse la priorización de los errores tuvieron menor preeminencia.
- Analizar la posibilidad de automatización de más partes del proceso para aumentar la productividad y reducir tiempos de entrega.
- Se sugiere la búsqueda de estandarización de los procesos mediante el intercambio de mejores prácticas entre los analistas del proyecto.
- Buscar métodos de incrementar el uso de las reglas de gobernación de la información para los diferentes tipos de materiales.
- Realizar capacitaciones recurrentes para aumentar el conocimiento de los analistas sobre los materiales manipulados y mejorar la productividad aún más.
- Al llegar a un estado de mayor madurez de los grupos, rotar las categorías de materiales de repuesto a trabajar por cada grupo para asegurar un plan de continuidad en caso de rotación de personal.
- Analizar los errores provenientes de planta para generar planes de mejora y proveer una línea de retroalimentación más directa.
- Tener reuniones previas a la migración de plantas nuevas para revisar requerimientos locales, analizar riesgos y generar planes preventivos en la búsqueda su mitigación.
- Inculcar la mejora continua del proceso por medio de sesiones de análisis de causa raíz a los defectos que se presenten en el futuro.

BIBLIOGRAFIA

Acuña A, J. (1990). Automatización Industrial: Definición y Conceptos. Tecnología en Marcha, Vol. 10(Nº1), 27–30

Acuña, J. (2015). Mejoramiento de la calidad académica aplicando Seis Sigma. Fidélitas, 10-43

Besterfield, D. H. B. Dale. (2009). Control de calidad, 8va Edición (8ª ed.). México, México: Pearson Educación.

Bhansali, N. (2014). *Data Governance Creating Value from Information Assets*. New York: Taylor & Francis Group.

Breyfogle III, F. (2008). Integrated Enterprise Excellence Improvement Plan Execution Volume III. Texas: Citius Publishing, Inc.

CONOCER. Guía técnica para la elaboración del mapa funcional.

Chase, R y Jacobs, R. (2014) Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministro 13a ed. Mc Graw Hill

Erick V. (2014). Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar México.

Freivalds, A. F. Andris, & Niebel, B. W. N. Benjamin. (2014). INGENIERÍA INDUSTRIAL DE NIEBEL 13ED (13ª ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.

Forrest W. Breyfogle (2008) Improvement Project Execution: A Management and Black Belt Guide for Going Beyond. BookPros, LLC

González C, M. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA CREACIÓN DE MATERIALES EN EL SISTEMA SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE MÁSTER DATA COSTA RICA PARA LA EMPRESA 3M, CENTRO DE SERVICIO GLOBAL COSTA RICA 2017” UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA, 2017

Gonzalez, F.A. (2003) Seis Sigma para Gerentes y directores. Richmond Texas. USA Editorial LIBROS EN RED

GONZÁLEZ GAYA, Cristina, DOMINGO NAVAS, Rosario y SEBASTIÁN PÉREZ, Miguel Ángel, Técnicas de mejora de la calidad. UNED, 2000

G. Vavra, T. G. V. Terry. (2003). Cómo medir la satisfacción del cliente según la ISO 9001:2000 (2ª ed.). Madrid, España: FC Editorial. Fundación Confemetal.

Garro, E. G. Edwin. (2016). Desarrollo de Proyectos de Innovación DFSS con Design For Six Sigma (Ed. rev.). San José, Costa Rica: Editorial Ludovico. Serie Excelencia.

Gryna, F. M. G. Frank M, Chua, R. C. H. C. Richard C, & DeFeo, J. A. D. Joseph. (2007). Método Juran Análisis y Planeación de la Calidad Quinta Edición (5ª ed.). México, México: Mc Graw Hill.

Gutierrez H. (2010) Calidad y Productividad (4ª ed.) Editorial Mc Graw Hill.

HERNANDEZ, D. (2015). Estudio de tiempos y movimientos en la empresa | GERMENSTARTUP. Retrieved February 24, 2018, from <https://germenstartup.wordpress.com/2015/01/12/estudio-de-tiempos-y-movimientos-en-la-empresa/>

International Organization for Standardization. (2005). Sistemas de gestión de la calidad Fundamentos y Vocabulario.

ISO 9001: Satisfacción del cliente. (2014, 3 diciembre). Recuperado 15 febrero, 2019, de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2014/12/iso-9001-satisfaccion-cliente/>

Leandro Borges. (2019). Matriz BASICO: Priorización de Proyectos. 16-4-2019, de Planilhas Empresariais Sitio web: <https://blog.luz.vc/es/como-hacer/matriz-b%C3%A1sica-de-las-prioridades-de-proyectos/>

Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, Manoj K. Malhotra (2013) Administración de operaciones. Decima Edición. Editorial Pearson Educacion.

Lorino, P. L. Philippe. (1996). El Control de Gestión Estratégico (2ª ed.). España, Madrid: Marcombo S.A.

Marchitto, M. M. Mauro. (2011). El error humano y la gestión de seguridad: la perspectiva sistémica en las obras de James Reason. *Laboreal*, VII(Nº2), 56–64. Recuperado de <http://laboreal.up.pt/es/articles/o-erro-humano-e-a-gestao-da-seguranca-uma-perspectiva-sistemica-na-obra-de-james-reason/>

Mario Alberto Sánchez Hernández (2017). Propuesta de una guía metodológica para la selección, priorización y evaluación de proyectos en Allergan Medical Costa Rica. Proyecto de graduación de maestría de proyectos. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Moya, R. M. C. Rufino, & Saravia A., G. S. A. Gregorio. (2012). *Probabilidad e Inferencia Estadística Segunda Edición (2ª ed.)*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.

N. Rodríguez Ventura. (2-1-2015). ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PERSONAL DE PRODUCCION DE LA COMPAÑIA MINERA AUTLÁN. *REVISTA ELECTRÓNICA ANFEI DIGITAL*, 2, 4-8.

Omar P. (2014). Importancia de la simulación en la mejora de procesos. Tesis de grado. Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

Oscar Danilo Fuentes Espinoza. (2017). 4. Estudio de tiempos con cronómetro: Suplementos. 15-2-2019, de SlideShare Sitio web: https://www.slideshare.net/signup?login_source=slideview.popup.follow&from=addcontact&from_source=https%3A%2F%2Fwww.slideshare.net%2Fofuentes%2F4-estudio-de-tiempos-con-cronmetro-suplementos

Socconini, Luis. *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*, Marge Books, 2015. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouhsp/detail.action?docID=4946185>.

PORTER, M. (1995). *Estrategia competitiva, Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. México: CECOSA.

Ron, B. (2004). *Implementing Quality: A Practical Guide to Tools and Techniques*. London: Thomson.

Tari Guillo, J. J. T. G. Juan, Molina Azorín, J. F. M. A. José, & Pereira Moliner, J. P. M. Jorge. (2007). CALIDAD TOTAL: FUENTE DE VENTAJA COMPETITIVA. Alicante, España: UNIVERSIDAD DE ALICANTE. SERVICIO DE PUBLICACIONES.

ANEXO

Reglas de Gobernación

Business Attributes

Business Use

Plant spare parts (SAP ERSA Material Type) are intended for internal use to repair 3M plant equipment and facilities. Typically, these are stocked onsite and within a plant storeroom. Each part is required to be identified by a Manufacturer Name and Manufacturer Part Number. Vendor names and part numbers are unacceptable for client level part identification.

Consequences: For all ERSA parts, the Manufacturer Name & Part Number must be specified. If not, wrong parts can be ordered, delivered, stocked and unavailable when required by plant maintenance.

The Manufacturer Name and Manufacturer Part Number information is used to ensure 3M globally only creates a single unique material master for each spare part, regardless of how many plants use it.

- Plant spare parts are purchased
- Plant spare parts are typically expensed immediately
- Plant spare parts are not sold externally or intercompany

For any occasional need to ship a plant spare part to another 3M facility, a miscellaneous shipment process is used.

Client level data cleansing, enhancing & standardizing for SAP fields such as Manufacturer Name, Part Number, 40 Character Descriptions, 130 Character Descriptions, Base UoM, UNSPSC, MM PO Text, etc. are processed centrally through Plant Engineering Global Excellence.

NOTE: *This material type is not used for product replacement parts or components sold to external customers.*

Overview of Plant Spare Parts

The purpose of the table below is to systematically generate consistent format and nomenclature for all MRO (Maintenance, Repairs and Operations) material descriptions.

Definitions

TERM	
POWER CONVERSIONS	

FRACTIONS VS. DECIMALS		A t 1
NUMBER OF ROWS		T r F F
SPECIFICATIONS		T C f
NOMINAL SIZE		S a e C

SIZE/DIMENSIONS

- GASKETS are normally sized by ID, OD, and THK.
 - EXAMPLE: 3IN ID, 4IN OD, 0.125IN THK
 - EXAMPLE: 75MM ID, 100MM OD, 6MM THK
- When gaskets have bolt, holes use DIA after the bolt hole size.
 - EXAMPLE: 0.5IN DIA BOLT HOLE
- O-RINGS are normally sized by the Inside Diameter and Width. An O-RING gauge should be used when determining O-RING sizes.
- NUT SIZES: Use nominal size only. Sometimes called thread size, tube size, pipe size, stud size, screw size, or bolt size. The diameter of a nut is the INSIDE DIAMETER, which is the same size as that of the bolt with which it is to be used.
- STEPPED SHAFT SIZES: When determining the size of stepped shafts, use the overall length only.
- DRILLS can be: Letter sizes (e.g., G, H, or L), Numeric sizes (e.g., 0.5IN, or 0.75IN), Number sizes (e.g., #1, #40, #60)
- Dry Cell Batteries can be letter sizes (e.g., AA, C, D) can also be numeric. If quantities are needed use the (4) AA convention to indicate quantity.
- LARGE, MEDIUM, or SMALL are spelled out when describing sizes
- Quantities should always be enclosed with parenthesis ().

EXAMPLE: (8) 0.5IN DIA BOLT HOLES

TYPE

If the more specific part is known, the value should indicate its closest level of hierarchy (i.e., a spacer for the inlet vane for the gas turbine, the value for TYPE would be VANE, not the TURBINE). Generally, TYPE excludes brand names or manufacturer types used to describe their products.

ELECTRICAL RATINGS

- GENERAL ORDER OF ELECTRICAL VALUES: VOLTAGE, AMPERAGE, PHASE, HERTZ (CYCLES), WATTAGE, OTHERS (HORSEPOWER, OHM, VOLTAMP, ETC.)

EXAMPLE: 120VAC 15A 1PH 50/60HZ 6W 75HP

EXCEPTION: For relays, electrical receptacles, and electrical plugs, Amperage is placed before Voltage.

- When multiple electrical values are used together in the characteristic of **Rating**, the values should be separated by using a space (See example above).
- A slash (/) should be used for separation of values when referring to more than one voltage rating.

EXAMPLE: 240 and 480VAC = 240/480VAC

- A (TO) will be used to show all ranges. EXAMPLE: 4 TO 12 AMPS = 4 TO 12A. Do not use dash (-) to signify range.
- When VAC and VDC are used together, always put the VAC first and use a comma to separate the two.

EXAMPLE: 120VAC and 20VDC = 120VAC, 20VDC
380VAC and 380VDC = 380VAC/DC

- AC should be added to the voltage when Hertz (HZ) or Phase (PH) is given.
- When Volts or Amps are over 1,000 converts to Kilo.

EXAMPLE: 1,000V = 1KV
2,500V = 2.5KV
40,000A = 40KA

- When voltages of opposite polarities (positive/negative) are listed in the same characteristic value, use the following as an example.

EXAMPLE: CORRECT = +/- 15VDC
INCORRECT = +15VDC -15VDC

THREADS/CONNECTION

- GENERAL ORDER OF THREAD DESIGNATIONS ARE:

NUMBER OF THREADS PER INCH (PITCHES PER INCH), THREAD SERIES SYMBOL (e.g. UNC, UNRC, UNF, UNRF, UNEF, UNREF), THREAD CLASS SYMBOL (CLASS FIT),

HAND (RIGHT-HAND or LEFT-HAND)

EXAMPLE: 20 UNC-2A LH

20 = NUMBER OF THREADS PER INCH (PITCHES PER INCH)
UNC = THREAD SERIES SYMBOL (UNIFIED COARSE THREAD)
2A = THREAD CLASS SYMBOL
LEFT HAND = LH
RIGHT HAND = RH

- Use “Compression, Flare, etc.” as the connection value when describing a tube connection with a nut and/or ferrule.
- When referring to connection threads, they should be listed in the following sequence (when connection is not a separate characteristic): SIZE, MALE or FEMALE, INDUSTRY CONNECTION TYPE.

EXAMPLE: 1.5 IN MNPT

- Make sure the sizes associate with the correct connection.

EXAMPLE: 0.5IN MNPT, 1IN FNPT
SIZE = 0.5IN, 1IN
CONNECTION = MNPT, FNPT

- If size and connection are separate characteristics, connection threads should be listed as MALE or FEMALE, INDUSTRY CONNECTION TYPE.

EXAMPLE: MNPT, FNPT

DO NOT change NPTF to FNPT. When connection indicates NPTF, the F does not mean “female” (NPTF is a Dry seal thread).

PRESSURE RATINGS

- Convert Class Ratings (e.g. weld flanges) and PSI Ratings to LB (does not apply to tubing or other specialty products.)

EXAMPLE: CORRECT = 150LB
INCORRECT = Class 150 or 150PSI

- PSI is valid for gauges and set pressure ratings on relief valves.
- DO NOT convert PSID or PSIA Ratings.
- Use the design pressure rating at a predetermined temperature (if available) in characteristic of Temperature Rating on valves.

EXAMPLE: 1600LB @ 600DEG F

Example of Standardization Rating:

<u>Source</u>	<u>Standardization</u>
0-30 #	0 TO 30PSI
0-30 PRSR	0 TO 30PSI

0-30 LBS PSIG
0-30 PSIG

0 TO 30PSI
0 TO 30PSI

- Pipe Schedules may sometimes be used as a rating value (e.g. SCH 40, SCH 80, etc.)

Schedule 40 equals 150 lbs.
Schedule 80 equals 300 lbs.

Note Pipe Fittings are identified by lbs.

VALUE PRESENTATION & ABBREVIATIONS

- VALUE SNUGGLED AGAINST ABBREVIATION: The following are values that should always be abbreviated with the number snuggled against the abbreviation.

EXAMPLE: 20 AMPS would be typed as: 20A

Abbreviations for Cleansing Standards

If it says...	It will read...
ALTERNATING CURRENT	AC
ALUMINUM	ALUM
AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE	ANSI
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS	ASTM
AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS	ASME
AMERICAN WIRE GAUGE	AWG
AMPS	A
BLACK IRON	BI
BLACK MALLEABLE IRON	BMI
BRITISH STANDARD FINE	BSF
BRITISH STANDARD WHITWORTH	BSW
BRITISH THERMAL UNIT	BTU
BUTT WELD	BW
CAST IRON	CI
CENTIMETER	CM
CHLORINATED POLYVINYL CHLORIDE	CPVC
CONDUCTOR	COND
COUNTER CLOCKWISE	CCW
CUBIC FEET	FT3
CUBIC FEET PER MINUTE	CFM
CUBIC INCH	IN3
CUBIC YARD	YD3
CYCLES PER SECOND	HZ
DECIBEL	DB
DEEP, DEPTH	DP
DEGREE	DEG
DEGREE CELSIUS	DEG C
DEGREE FAHRENHEIT	DEG F
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION	DEP
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY	DEQ
DEPARTMENT OF TRANSPORTATION	DOT
DIAMETER	DIA
DIRECT CIRCUIT	DC
DOUBLE POLE	2P
DOUBLE POLE DOUBLE THROW	DPDT
DOUBLE POLE SINGLE THROW	DPST
DOZEN	DOZ
DRAWING	DWG
DUCTILE IRON	DI
DUROMETER	DURO
ELECTRIC FUSION WELDED	EFW
ELECTRIC RESISTANCE WELDED	ERW
ENCLOSURE	ENCL

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY	EPA
ETHYLENE PROPYLENE DIENE MONOMER	EPDM
EXTRA EXTRA EXTRA LARGE	XXX-LARGE
EXTRA EXTRA EXTRA SMALL	XXX-SMALL
EXTRA EXTRA LARGE	XX-LARGE
EXTRA EXTRA SMALL	XX-SMALL
EXTRA LARGE	X-LARGE
EXTRA SMALL	X-SMALL
FEET	FT
FEMALE NATIONAL PIPE THREAD	FNPT
FIGURE	FIG
FOOT POUNDS (Torque)	FT/LB
FORGED STEEL	FS
FORGED STEEL GALVANIZED	FS GALV
FRAME	FR
FULL VOLTAGE NON-REVERSING	FVNR
GALLONS	GAL
GALLONS PER HOUR	GPH
GALLONS PER MINUTE	GPM
GALLONS PER SQUARE INCH	GPI
GALVANIZED	GALV
GIGABYTE	GB
GIGAHERTZ	GHZ
GRADE	GR
GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER	GFCI
HERTZ	HZ
HIGH DENSITY POLYETHYLENE	HDPE
HIGH/HEIGHT	HT
HORSEPOWER	HP
IMPACT TESTED CARBON STEEL	ITCS
INCH	IN
INCH POUNDS (Torque)	IN/LB
INPUT/OUTPUT	I/O
INSIDE DIAMETER	ID
KILOGRAM	KG
KILOMETER	KM
KILOVOLT AMP	KVA
KILOVOLT AMP REACTIVE	KVAR
KILOVOLTS	KV
KILOWATTS	KW
LEFT HAND	LH
LIGHT EMITTING DIODE	LED
LITRE / LITER	L
LONG/LENGTH	LG
MALE NATIONAL PIPE THREAD	MNPT

MALLEABLE IRON	MI
MATERIAL SAFETY DATA SHEET	MSDS
MEGA HERTZ	MHZ
MEGABYTE	MB
MEGAWATTS	MW
MEGOHMS	MEGOHMS
METER	M
MILD STEEL	MS
MILLIAMP	MA
MILLILITER	ML
MILLIMETER	MM
MILLION VOLT AMP	MVA
MILLISECOND	MS
MINE SAFETY AND HEALTH ACT	MSHA
MULTI-	MULTI- (Always hyphenated)
NATIONAL COARSE	NC
NATIONAL ELECTRIC CODE	NEC
NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION	NEMA
NATIONAL FINE	NF
NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH	NIOSH
NATIONAL PIPE THREAD	NPT
NATIONAL STANDARD FREE FITTING STRAIGHT MECHANICAL PIPE	NPSM
NOISE REDUCTION RATING	NRR
NOMINAL	NOM
NON	NON- (Always hyphenated)
NORMALLY CLOSED (When no number along with it)	NORMALLY CLOSED (Spelled Out)
NORMALLY CLOSED (With number)	1NC (Snuggled)
NORMALLY OPEN (When no number along with it)	NORMALLY OPEN (Spelled Out)
NORMALLY OPEN (With number)	1NO (Snuggled)
OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ACT	OSHA
OHMS	OHM
OUNCE	OZ
OUTSIDE CIRCUMFERENCE	OC
OUTSIDE DIAMETER	OD
OVERALL HEIGHT	OAH
OVERALL LENGTH	OAL
PART NUMBER	P/N
PARTS PER MILLION	PPM
PER BOX	/BOX
PER CARTON	/CTN
PER CASE	/CS
PER PACKAGE	/PKG
PER ROLL	/ROLL
PER SET	/SET
PERCENTAGE	PCT

<p>PHASE PINT POLE POLYTETRAFLUOROETHYLENE POLYVINYLCHLORIDE POUND-FORCE PER SQUARE INCH POUND-FORCE PER SQUARE INCH GAUGE POUNDS PULSE PER REVOLUTION QUART RADIUS RAISED FACE REFERENCE NUMBER REVISION REVOLUTIONS PER MINUTE RIGHT HAND ROUGH STOCK BORE SCHEDULE SCHEDULE 40 SCHEDULE 80 SCREWED SECOND SERIAL NUMBER SINGLE POLE SINGLE POLE DOUBLE THROW SOCKET WELD SQUARE SQUARE FEET SQUARE INCH SQUARE YARD STAINLESS STEEL STANDARD CUBIC FEET PER MINUTE STANDARD DIMENSION RATIO TERABYTE THICK, THICKNESS THIN WALL (CONDUIT) THREADED THREADS PER INCH TOTALLY ENCLOSED TOTALLY ENCLOSED NON-VENTILATED TOTALLY ENCLOSED OVER AIR TOTALLY ENCLOSED/FAN COOLED ULTRAVIOLET VOLT AMPS VOLTS</p>	<p>PH PT P PTFE PVC PSI PSIG LB PPR QT RAD RF REF REV RPM RH RSB SCH SCH40 SCH80 SCRD SEC S/N 1P SPDT SW SQ FT2 IN2 YD2 SS SCFM SDR TB THK EMT THRD TPI TE TENV TEAO TEFC UV VA V</p>
<p>VOLTS AC VOLTS AC & DC VOLTS DC WATTS WIDE, WIDTH YARD</p>	<p>VAC VAC/DC VDC W WD YD</p>

- Abbreviations should be used only where they're meaning is unquestionably clear. **WHEN IN DOUBT, SPELL IT OUT.**

NOTE: VALUE PRESENTATION SHOULD ALWAYS BE IN ACCORDANCE WITH THE RESPECTIVE NOUN/MODIFIER PAIR SAMPLE VALUES AND CHARACTERISTIC COMMENTS.

DO NOT use a period at the end of an abbreviation.

MANUFACTURER NAME (Character Length is 35)

- Manufacturer Names are created as a ZMFR in Vendor Master with a Vendor Number
- Presently the Vendor Number of the Manufacturer from Vendor Master is populated in SAP (Work is being done to try and get the Manufacturer Name to show vs. the Number)

BUILDING DESCRIPTIONS

- Recommended 40 Character Short Description = NOUN + MODIFIER + ATTRIBUTES (abbreviations in accordance to SAP Abbreviations – Short Description file)
- Recommended 130 Character Long Description = Continuation of part Attributes that are not included in 40 Character Description

NOTE: invalid characters may not be used in SAP, e.g. %, ", ', *, °, ©, ®, ™, *, {}, [], |, ~, ^, < and >.

- Recommended Material Master PO Text (if implemented), for ERSA parts = NOUN + MODIFIER + ATTRIBUTES + MFG NAME + MFG NUMBER

Industry Standard Parts:

Industry Standard Parts (parts that are manufactured to an industry standard): These parts are manufactured to an industry standard by multiple manufacturers (e.g. some fasteners, tubing, wire, cable, rope, etc.). Also note some types of these parts can and are specified by a manufacturer name and part number, when requested. Examples include Belden Wire and Holo-Kreme fasteners.

Approved SAP Manufacturer Names for Industry Standard Parts:

Use the following manufacturer names (red) below to identify Industry Standard part by a manufacturer name.

Manufacturer Names
MRO ELECTRICAL CONDUIT (EMT, Smaltite, Flex, Liquid Tight, Rigid)
MRO ELECTRICAL WIRE & CABLE (SOOW, SOW, SJ, SEO, TEW, THHN, MTW, Cord, Welding)
MRO FASTENERS (Pin, Screw, Nut, Bolt, Spacer, Washer, Rivet, Anchor, Dowel, Nail)
MRO PLUMBING FITTINGS (Elbow, Plug, Tee, Cap, Nipple, Coupling, Adapter, Bushing, Union)

Manufacturer Names
MRO PLUMBING PIPE & TUBING (Pipe, Tubing, Copper, PVC, CPVC, Stainless, Hose)
MRO ROPE & CABLE (Nylon, Poly, Cable, Chain, Rope)
MRO STRUCTURAL MATERIALS (Bar Stock, Sheet Metal, Tube, Channel, Angle Iron, Lumber)
MRO MACHINE PARTS (3M Print, Designed, Fabricated, Remanufacture)
MRO INDUSTRY STANDARD (catch all for remaining)

Non-Stock (description only) Part Purchases:

Start the text by identifying the part by a Manufacturer Name and then Part Number. Do not place any symbols between the Manufacturer Name and Part Number.

EXAMPLE: **CORRECT = Interfuse FLNR060ID**
CORRECT = Square D QO120
INCORRECT = Interfuse # FLNR060ID
INCORRECT = Square D – QO120

UNSPSC Assignment:

- **OEM Parts** – Will be assigned an UNSPSC based on the type of part.
EXAMPLE: Cotter Pin is hardware even if it only has the OEM part number assigned.
- **Only assign 8 digits and not 10.** Until UNSPSC codes are reduced to 8 digits then use current 3M approved code set and remove the last 2 digits.

Business Rules

Material Description

ID	Business Rules
MM.001.01ERSA	<p>When material is referenced as a characteristic by itself, the values will be listed as follows: PROCESS BASE MATERIAL SPECIFICATION GRADE</p> <p>EXAMPLE: GALV STEEL ASTM 105 GRADE B EXAMPLE: COLD ROLLED STEEL ASTM 105 GRADE B</p> <p>The exception to the above-mentioned arrangement is for Stainless Steels. General order of Stainless Steels is: AISI GRADE</p>

ID	Business Rules
	<p>BASE MATERIAL SPECIFICATION GRADE</p> <p>EXAMPLE: 316 SS ASTM 182</p>
MM.001.02ERSA	<p>When more than one (1) material is given for a specific item, separate the materials with a slash.</p> <p>EXAMPLE: STEEL/NITRILE</p>
MM.001.03ERSA	<p>O-RINGS: Use only the material value given in the source description</p>
MM.001.04ERSA	<p>Brand names may sometimes be used as a material value when they are a commercial description.</p> <p>EXAMPLE: TEFLON or GRAFOIL</p>

Size/Dimensions

ID	Business Rules
MM.001.05ERSA	<p>Must use a descriptive value (i.e. MM, IN, FT) and specify the dimensional value (i.e. ID, OD, etc.)</p>
MM.001.06ERSA	<p>When referencing sizes that are not listed as individual characteristics, list the values in the following sequence: ID, OD, DIA, WD, LG, DP, HT, THK</p> <p>EXAMPLE: 0.5IN ID, 0.75IN OD, 3IN LG EXAMPLE: 0.5IN ID, 0.75IN OD, 0.25IN THK</p>
MM.001.07ERSA	<p>A space x space (X) would not be used to separate values. Specific orders of dimensions should be according to the sample values for each noun.</p>
MM.001.08ERSA	<p>Always use a delimiter (e.g. DIA, ID, OD, etc.) after the value when filling in the characteristic of SIZE.</p>
MM.001.09ERSA	<p>If the dimensions are unknown, use space X space (X) between the measurements</p> <p>EXAMPLE: 4 X 6, 1IN X 1.25IN</p>
MM.001.10ERSA	<p>Quantities should always be enclosed with parenthesis ().</p> <p>EXAMPLE: (8) 0.5IN DIA BOLT HOLES</p>

Manufacturer Part Number

ID	Business Rules
MM.001.11ERSA	Capture the Manufacturer Part Number just as the Manufacturer publishes it.
MM.001.12ERSA	Convert all Dodge 6-digit numbers to the alpha-numeric nomenclature. (124170 to F2B-SC-012)
MM.001.13ERSA	Invalid characters may not be used in SAP, e.g. %, ", ', *, °, ©, ®, ™, *, { } , [] , , ~ , ^ , < and >.

Descriptions

ID	Business Rules
MM.001.14ERSA	Recommended 40 Character Short Description = NOUN + MODIFIER + ATTRIBUTES (abbreviations in accordance to SAP Abbreviations – Short Description file)
MM.001.15ERSA	Recommended 130 Character Long Description = Continuation of part Attributes that are not included in 40 Character Description
MM.001.16ERSA	Invalid characters may not be used in SAP, e.g. %, ", ', *, °, ©, ®, ™, *, { } , [] , , ~ , ^ , < and >.

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las “Condiciones de uso de estricto cumplimiento” de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.