



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Cuautla

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Cuautla
Coordinación de Posgrado

**Perfeccionamiento de un software de actualización de bases de
datos de turbinas eólicas en operación**

Armida Castillo González

Tesis para Obtener el grado de
Maestra en Ingeniería Administrativa

Comité Tutorial

Director de Tesis

M.C. Julio Pérez Machorro

Secretaria

Dra. Zully Vargas Galarza

Vocal

M.A. Leonor Ángeles Hernández

Suplente

M.C.S. Guillermo Puebla Serrano



H.H. Cuautla, Morelos, **28/junio/2023**
OFICIO: ITC/SA/CPI/59/2023

ASUNTO: Autorización de impresión

**C. ING. ARMIDA CASTILLO GONZÁLEZ
PRESENTE**

Me es grato comunicarle que después de la revisión realizada por el Jurado designado para su examen de grado de Maestría en Ingeniería Administrativa, se acordó autorizar la impresión de su trabajo de Tesis titulado:

**“PERFECCIONAMIENTO DE UN SOFTWARE DE ACTUALIZACIÓN DE BASE DE DATOS DE TURBINAS
EÓLICAS EN OPERACIÓN”**

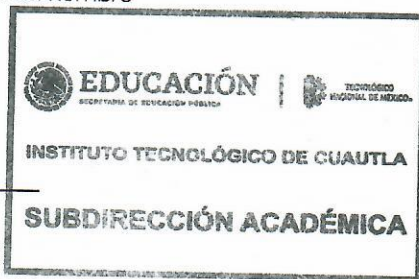
Es muy satisfactorio para la Coordinación de Posgrado compartir con usted el logro de esta meta.

Espero que continúe con éxito su desarrollo profesional y dedique su experiencia e inteligencia en beneficio de nuestro país.

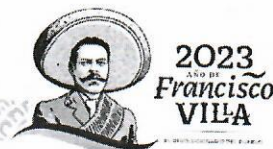
ATENTAMENTE

“En su ideal de Servicio reside la grandeza del hombre”

**MTRA. GISELA VEGA TORRES
SUBDIRECTORA ACADÉMICA**



Ccp: archivo
GVT/MLAM/ebt*



H.H. Cuautla, Morelos, **23/junio/2023**

OFICIO: ITC-SA-CPI/50/2023

El presente trabajo de Tesis **PERFECCIONAMIENTO DE UN SOFTWARE DE ACTUALIZACIÓN DE BASE DE DATOS DE TURBINAS EÓLICAS EN OPERACIÓN**, presentado por la **ING. ARMIDA CASTILLO GONZÁLEZ**, con número de control **M21680091**, ha sido aprobada por su comité Tutorial como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

Director de Tesis


M.C. JULIO PÉREZ MACHORRO

Secretaria


DRA. ZULLY VARGAS GALARZA

Vocal


M.A. LEONOR ANGELES HERNÁNDEZ

Suplente


M.C. S. GUILLERMO PUEBLA SERRANO





ACUERDO DE CESIÓN DE DERECHOS PARA PUBLICAR TESIS

El presente acuerdo se establece entre el Instituto Tecnológico de Cuautla y Armida Castillo González, autora de la tesis denominada “Perfeccionamiento de un software de actualización de bases de datos de turbinas eólicas en operación” desarrollada para obtener el título de Maestra en Ingeniería Administrativa.

Por una parte, LA AUTORA declara que ostenta la condición de titular de los derechos de propiedad intelectual de LA TESIS y cede al Instituto Tecnológico de Cuautla, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de publicación a efectos de garantizar su preservación a largo plazo.

En virtud del carácter no exclusivo de esta cesión, LA AUTORA podrá reproducir y comunicar libremente LA TESIS a través de los medios que estime oportunos.

Por último, LA AUTORA declara bajo juramento que la presente cesión no infringe ningún derecho de terceros, y libera al Instituto Tecnológico de Cuautla de todo tipo de responsabilidad (sea civil, administrativa o penal) que pudiera surgir frente a cualquier reclamo o demanda referida a LA TESIS por parte de terceros, asumiendo dicha responsabilidad de forma exclusiva.



Armida Castillo González



Cuautla, Morelos

01-agosto-2023

DEDICATORIA

A mi familia, pilares inquebrantables de mi vida, dedico este logro con el más profundo agradecimiento y amor. En especial a mi mamá, eres mi inspiración y mi fuerza motriz; tu guía ha sido la base sólida sobre la cual he construido mis sueños.

A mis profesores, quiero expresar mi gratitud a todos aquellos que han compartido su conocimiento y experiencia conmigo a lo largo de mi trayectoria académica; su dedicación y compromiso con la excelencia han dejado una huella imborrable en mi formación.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento al Instituto Tecnológico de México, por brindarme la oportunidad de cursar y completar el grado, esta institución ha sido un faro de conocimiento y un espacio de crecimiento intelectual, y estoy enormemente agradecida por la calidad de la educación recibida.

Agradezco especialmente a Julio Pérez Machorro, mi estimado director de tesis, por su guía, dedicación y apoyo a lo largo de esta ardua pero gratificante tarea.

Agradezco a Armida González Lorence, José Gabriel Ayala Landeros, Ángel Custodio Navarrete Fernández, Juan Emigdio Soto Osornio y a todos los demás profesores del programa por su dedicación y compromiso con la educación. Su pasión por el conocimiento y su esfuerzo por transmitirlo de manera efectiva han sido un verdadero estímulo para mí.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros de clase por el apoyo mutuo y por ser una fuente constante de inspiración y motivación. Agradezco por la amistad y el compañerismo compartido a lo largo de esta travesía académica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE IMÁGENES. TABLAS, GRÁFICOS Y CUADROS	7
LISTADO DE SIGLAS.....	8
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES (o Estado del Arte).....	12
CAPÍTULO II. MARCO HISTÓRICO – CONTEXTUAL	27
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
3.1 Justificación.....	32
3.1.1 Beneficios, Beneficiarios, Utilidad e Impacto.....	33
3.2 Objetivo General	35
3.2.1 Pregunta Central de investigación.....	35
3.3 Variables de investigación	35
3.3.1 Escalas de medición	36
3.4 Hipótesis central de investigación.....	37
3.5 Objetivos específicos.....	37
3.5.1 Preguntas secundarias de Investigación.....	38
3.5.2 Supuestos Teóricos secundarios de investigación	38
3.6 Alcances y Limitaciones.....	40
3.6.1 Limitaciones de la investigación.....	41
CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	42
4.1 Big Data	42
4.1.1 Las 3vs	43

4.1.2 Tecnologías del Big Data	44
4.2 Activos de Información	50
4.3 Mejora de procesos de software.....	52
4.3.1 Principios básicos de la gestión del cambio	54
4.3.2 Valores y principios de la mejora de procesos de software	58
4.3.3 Requerimientos para la mejora de procesos	60
4.3.4 Factores de éxito	61
4.4 Modelos de referencia para la mejora continua de procesos	62
4.4.1 Modelo CMMI	63
4.4.2 Modelo IDEAL.....	64
4.5 Metodología Six Sigma.....	66
4.5.1 Fase Definir	66
4.5.2 Fase Medir.....	67
4.5.3 Fase Analizar.....	67
4.5.4 Fase Mejorar.....	67
4.5.5 Fase Controlar	67
4.5.6 Six Sigma en la mejora de software	68
CAPÍTULO V. METODOLOGÍA	69
5.1 Tipo de Estudio	69
5.1.1 Diseño de Investigación	70
5.2 Sujetos de Estudio o población	71
5.3 Muestra	71
5.4 Instrumento de recolección de datos	72
5.5 Instrumento de análisis de datos	73
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE DATOS.....	76
6.1 Definir.....	76

6.1.1 Impacto del proyecto.....	76
6.1.2 Alcance del proyecto.....	77
6.1.3 Mapa del proceso	77
6.2 Medir	78
6.2.1 Mediciones iniciales	78
6.2.2 Sistema de medición.....	79
6.2.3 Capacidad del proceso	80
6.2.4 Validación del sistema de medición	80
6.3 Analizar	81
6.3.1 Análisis estadístico	81
6.3.2 Determinar las causas de variación	83
6.4 Mejorar	86
6.4.1 Priorización de mejoras.....	86
6.4.2 Plan de acción de mejora.....	86
6.4.3 Análisis estadístico después de las mejoras	87
6.4.4 Mediciones después de las mejoras	90
6.5 Controlar	90
6.5.1 Estrategia de control del proceso	90
6.6 Comprobación de hipótesis	91
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
7.1 Conclusiones.....	93
7.2 Recomendaciones.....	95
CAPÍTULO VIII: PROPUESTA.....	97
BIBLIOGRAFÍA.....	102

ÍNDICE DE IMÁGENES. TABLAS, GRÁFICOS Y CUADROS

TABLAS

Tabla 1. Líneas de cambio procesadas por As-Running mayo 2022	30
Tabla 2. Errores de As-Running	83
Tabla 3. Categorización de errores por grupos de afinidad	84
Tabla 4. Historias de usuario	87

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Porcentaje de éxito As-Running mayo 2022	31
Ilustración 2. Hadoop	46
Ilustración 3. Modelo IDEAL	65
Ilustración 4. Diagrama de análisis de oportunidades y amenazas.	76
Ilustración 5. In and Out of the Frame	77
Ilustración 6. Mapa del proceso	78
Ilustración 7. Tasa de éxito As-Running junio 2022	79
Ilustración 8. Macro para obtención de métricas	79
Ilustración 9. Capacidad del proceso	80
Ilustración 10. Gage R&R - Validación del sistema de medición	81
Ilustración 11. Distribución normal As-Running	82
Ilustración 12. Capacidad potencial del proceso	83
Ilustración 13. Pareto por grupos de afinidad	86
Ilustración 14. Distribución normal As-Running después de mejoras	88
Ilustración 15. Capacidad potencial del proceso después de mejoras	89
Ilustración 16. Análisis ANOVA después de mejoras	89
Ilustración 17. Tasa de éxito As-Running enero 2023	90
Ilustración 18. Información de fallas As-Running	99
Ilustración 19. Base de datos As-Running	100
Ilustración 20. Reportes As-Running	100

LISTADO DE SIGLAS

Siglas orden alfabético	Significado
UML	Lenguaje Unificado de Modelado
RUP	Proceso Racional Unificado
CMMI	Integración de Modelos de Madurez de Capacidades
BDA	Analítica de Base de Datos
FTY	Rendimiento a la Primera Vez
DMAIC	Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar
SPI	Mejora de Procesos de Software
PLM	Base de datos para gestión del ciclo de vida del producto
ANOVA	Análisis de varianza

RESUMEN

En la actualidad las técnicas de análisis de datos sirven para transformar a las empresas en entidades productivas y revolucionarias que adapten sus procesos a las tecnologías que evolucionan día con día. En el presente trabajo de investigación se muestra cómo se integra el análisis de datos con la metodología de mejora de software, lo que permitió definir estrategias de negocio y de mejora de la calidad para el beneficio de la empresa General Electric que tenía problemas con un software de actualización de bases de datos. El resultado de esta integración es un procesamiento integral de datos que hace que el proceso de visualización y actualización de datos relevantes para las necesidades de las diferentes áreas de la empresa sea más eficiente y mejore la toma de decisiones; así como la incorporación de métricas que permiten el constante monitoreo del software para disminuir los errores aumentando la eficiencia y productividad.

Palabras Clave: *Análisis, datos, software, tecnología, productividad.*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el mundo de los negocios ha sufrido grandes cambios debido al desarrollo acelerado de las comunicaciones, éstos obligan a las empresas a mejorar su desempeño si desean incrementar su participación en el mercado. El desarrollo de esta investigación brinda solución a las dificultades relacionadas con la actualización de bases de datos de la empresa General Electric, con el fin de reducir el tiempo de obtención y actualización de datos provenientes de campo, reducir la cantidad de errores obtenidos al procesar automáticamente las actualizaciones, reducir el tiempo de elaboración de listas de materiales y mejorar el nivel de satisfacción del cliente.

En el Capítulo I, se presenta una síntesis de los antecedentes que llevan a la propuesta del presente trabajo de investigación, se incluyen trabajos de investigación que anteceden al presente, y que sirven de guía para el desarrollo de la investigación.

En el Capítulo II, se describe brevemente el tiempo y espacio dónde se realiza la investigación.

En el Capítulo III, se describe la realidad problemática y las delimitaciones de la investigación, el establecimiento de los objetivos general y específicos y la presentación de la hipótesis; así como la pregunta central de investigación.

En el Capítulo IV, se presentan las características del Big Data y las metodologías de mejoramiento de software, destacando las teorías y evidencias empíricas relacionadas con la presente investigación.

En el Capítulo V, se define el tiempo, el nivel de investigación, así como el método y el diseño de la misma, y finalmente la propuesta de la metodología a utilizar.

En el Capítulo VI, se detallan los resultados obtenidos contrastados con los objetivos, se describe el procedimiento utilizado para el análisis de los datos y se sustentan las hipótesis planteadas mediante pruebas estadísticas.

En el Capítulo VII, se redactan las conclusiones del conocimiento obtenido gracias al trabajo de investigación.

En el Capítulo VIII, se expone la propuesta de solución implementada en el producto final y se destacan las mejoras logradas gracias a dicha solución.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES (o Estado del Arte)

En el ámbito empresarial, el análisis de datos ha adquirido una importancia trascendental, brindando a las grandes organizaciones la capacidad de comprender y enfocarse en la información más relevante que se encuentra alojada en sus vastas bases de datos o repositorios de datos. En el contexto actual, ha sido posible observar de manera empírica un fenómeno destacado: el volumen de datos almacenados en estas estructuras experimenta un crecimiento exponencial, aproximadamente duplicándose cada 20 meses. Sin embargo, el avance en el desarrollo de técnicas destinadas al análisis de información no ha progresado al mismo ritmo, generando un desequilibrio notorio entre la velocidad de almacenamiento de los datos y la velocidad de análisis. Aunque los sistemas de bases de datos demuestran una alta eficiencia en el proceso de almacenamiento, surgen dificultades y limitaciones al enfrentar consultas complejas que involucran grandes volúmenes de datos o al aplicar funciones agregadas a los registros. Estas circunstancias demandan soluciones y enfoques específicos para superar los desafíos y aprovechar al máximo el potencial de la información disponible.

En el entorno empresarial actual, se han vuelto cada vez más notorias las dificultades y limitaciones asociadas al análisis de datos, a medida que las organizaciones reconocen los beneficios de explorar y examinar minuciosamente los datos generados por sus sistemas, agrupándolos de acuerdo a diversos criterios, como fechas o tipos de productos, entre otros. Esta práctica ha abierto un horizonte de desafíos en el procesamiento de datos, pues se hace imperativo extraer información valiosa y relevante sobre el negocio a partir de los datos generados en las operaciones diarias, tales como notas de venta o registros de clientes. Dicha información se vuelve esencial para la toma de decisiones estratégicas, la planificación efectiva y la coordinación de los diferentes procesos empresariales.

En consecuencia, el análisis de datos se erige como una herramienta fundamental para extraer conocimientos significativos a partir de la vasta cantidad de datos disponibles, con el fin de transformarlos en acciones concretas que impulsen el éxito y la competitividad empresarial. A medida que las empresas reconocen la importancia de aprovechar al máximo sus recursos de datos, surge la necesidad de implementar soluciones y enfoques que permitan gestionar y analizar eficientemente esta información. Esto implica emplear técnicas avanzadas de análisis de datos, como la minería de datos, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, con el

propósito de descubrir patrones, identificar tendencias, predecir comportamientos y obtener perspectivas valiosas para la toma de decisiones informadas (Bojjic & Marjanovic, 2016).

Dentro del ámbito de la investigación, se ha llevado a cabo un vasto conjunto de estudios que hacen uso de diversas metodologías de análisis de datos con el objetivo de diseñar, implementar y mejorar el software. Estas investigaciones se constituyen como una base sólida y confiable que respalda la información previamente expuesta, a la vez que se establece una clara relación con el presente trabajo de investigación. A través de una exhaustiva revisión de la literatura especializada, se ha constatado la existencia de una amplia gama de estudios y proyectos en los cuales se emplean enfoques analíticos para abordar una diversidad de problemáticas asociadas con el desarrollo y la optimización del software.

El espectro de estas investigaciones abarca desde la identificación de errores y fallos en el software existente hasta la generación de nuevas soluciones y mejoras, todo ello fundamentado en un análisis profundo de los datos recopilados. Dichas investigaciones han permitido comprender las limitaciones y los desafíos que se presentan en el ámbito del software, así como también han brindado insumos valiosos para el diseño de estrategias y enfoques que favorezcan la mejora continua de los productos y servicios ofrecidos por las empresas del sector.

En virtud de lo expuesto, la presente investigación se nutre y se beneficia de los hallazgos y las experiencias previas obtenidas en el campo del análisis de datos aplicado al mejoramiento del software. Se busca, por tanto, enriquecer el conocimiento existente y aportar nuevas perspectivas que permitan abordar de manera más efectiva los desafíos actuales y futuros que se presentan en esta área. Asimismo, se pretende generar un aporte significativo al cuerpo de conocimiento, promoviendo así la innovación y el avance constante en el campo del desarrollo y la optimización del software.

En la destacada investigación titulada "Análisis, diseño e implementación de un software para la atención a clientes mediante dispositivos móviles para el proceso de pedidos de Distraves S.A." (Jimenez Avendaño & Rojas Figueroa, 2013), la empresa Distraves S.A. emprendió un importante cambio en su enfoque de gestión de pedidos, con el objetivo primordial de mejorar su infraestructura tecnológica y optimizar el manejo de la información interna. En este contexto, se planteó como objetivo fundamental del proyecto el desarrollo de una aplicación móvil dirigida específicamente a los vendedores institucionales, con la finalidad de brindar

soluciones eficientes que permitiesen transformar los obsoletos procesos de ventas en sistemas ágiles, confiables y altamente controlados. La implementación de esta aplicación móvil se concebía como una solución integral para eliminar los retrasos habituales en la toma de pedidos, los cuales se originaban en la necesidad de ingresar los datos repetidamente para generar las facturas correspondientes. La etapa de desarrollo de este proyecto se fundamentó en la exhaustiva identificación y análisis de cada una de las actividades llevadas a cabo por los usuarios involucrados en el proceso, pero se puso especial énfasis en el análisis detallado desde la perspectiva de la fuerza de ventas. Cabe resaltar que, con el propósito de garantizar el éxito y la óptima funcionalidad de la aplicación, se llevó a cabo un enfoque participativo que involucró a todas las partes interesadas, incluyendo el acompañamiento continuo y la recopilación de sugerencias para lograr una adecuación y comodidad óptimas para los usuarios finales. Esta estrategia se reveló como una pieza clave en el logro de la aceptación y la efectividad del software desarrollado, permitiendo una mayor adhesión y satisfacción por parte de los usuarios involucrados en el proceso de pedidos de Distraves S.A.

A partir de esta valiosa tesis, se extraen valiosas referencias y prácticas que se enfocan en la eficiencia y optimización del sistema de información destinado a la gestión de ventas. Se plantea como objetivo principal la reducción de los tiempos de atención mediante la automatización y mejora del proceso llevado a cabo por el área de ventas. La comprensión detallada de la metodología descrita y desarrollada en la mencionada tesis titulada "Análisis, diseño e implementación de un software para la atención a clientes mediante dispositivos móviles para el proceso de pedidos de Distraves S.A." resulta crucial para garantizar la creación de un software de mayor calidad y altamente eficaz, capaz de satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios involucrados. A través de la adopción de los enfoques y estrategias propuestas en dicha investigación, se logrará un sistema de información altamente confiable y eficiente, contribuyendo así a la mejora continua de los procesos de ventas y al logro de una mayor satisfacción tanto para los clientes como para el personal interno involucrado en la gestión de ventas.

En la investigación titulada "Análisis y diseño de un sistema de información para mejorar el registro de historias clínicas electrónicas de un centro de salud, aplicando el lenguaje UML en el proceso de desarrollo RUP" (Veramendi Vernazza, 2021), se aborda la problemática de mejorar la gestión de las historias clínicas electrónicas en un Centro de Salud. Este centro

desempeña un papel fundamental al proporcionar servicios de atención primaria de salud y satisfacer las necesidades básicas de la población en términos de atención sanitaria. Por lo tanto, resulta de vital importancia implementar un sistema de información que permita un control eficiente en la gestión, registro y atención de los pacientes, con el objetivo de brindar una atención médica de alta calidad y asegurar un seguimiento adecuado de los historiales clínicos. Esta implementación conlleva una serie de beneficios significativos, como facilitar una comunicación fluida y efectiva entre los diversos consultorios y especialidades, lo que se traduce en una atención médica más rápida, segura y de fácil acceso para los pacientes. Para lograr este objetivo, es fundamental que el sistema sea integral e involucre la participación de todos los consultorios y áreas pertinentes, con el fin de garantizar una atención coordinada y de calidad. La adopción de historias clínicas electrónicas desempeñará un papel fundamental al permitir el almacenamiento adecuado, amigable y accesible de toda la información personal generada en las interacciones entre los pacientes y los profesionales de la salud en los distintos hospitales y centros de salud. Además, el uso del lenguaje UML y la metodología de desarrollo RUP (Rational Unified Process) brindan un enfoque estructurado y eficaz para el análisis y diseño del sistema de información, asegurando así su correcta implementación y funcionamiento óptimo.

A partir de esa tesis, se consideran como referentes los procedimientos recomendados para la evaluación exhaustiva del software, el análisis minucioso de los datos recopilados y el diseño resultante a partir de la información obtenida. Los sistemas de información se presentan como una solución altamente viable, al ofrecer un acceso rápido y eficiente que contribuye de manera significativa a la mejora de la atención brindada a los clientes, en este caso, los pacientes que acuden a centros de salud. La implementación de un sistema de información especializado en la gestión de historias clínicas electrónicas permitiría reducir considerablemente el tiempo de entrega de dichos registros, lo cual representa una ventaja significativa para agilizar los procesos y garantizar una atención médica oportuna. Estos antecedentes respaldan la afirmación de que la implementación de un sistema de información confiable y efectivo establece una relación de fidelidad con los clientes, al proporcionar una atención más ágil, precisa y de mayor calidad.

La tesis titulada "Propuesta de Mejoramiento para Elevar el Nivel de Aprovechamiento del Software de Mantenimiento Fractal en el Laboratorio de Investigación Hormonal LIH" (Rojas &

Castro, 2021) aborda un proyecto estratégico que tiene como objetivo principal promover la implementación del modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) en el desarrollo de los procesos de software del Laboratorio de Investigación Hormonal (LIH). La finalidad de esta propuesta de mejoramiento es lograr un impacto significativo y sostenible a largo plazo en términos de reconocimiento y competitividad dentro del mercado de servicios al que se dedica el LIH. Además, se espera obtener beneficios a corto y mediano plazo, como la optimización de los recursos en todos los niveles de la organización y la mejora continua en la calidad de los procesos involucrados. Mediante la aplicación de este enfoque integral y estructurado, se pretende elevar el nivel de aprovechamiento del software de mantenimiento Fractal, potenciando así la eficiencia y eficacia de las operaciones del LIH en su búsqueda constante por brindar servicios de excelencia en el ámbito de la investigación hormonal.

En el marco de esta tesis, se toma como punto de partida el enfoque centrado en el mejoramiento del desempeño de un software utilizado en una empresa, con el propósito de optimizar sus procesos y fortalecer su capacidad de gestión de información. El objetivo fundamental es reducir significativamente los tiempos involucrados en los procedimientos, buscando minimizar las ineficiencias y maximizar la productividad en el entorno empresarial. A través de un exhaustivo análisis y la implementación de una solución tecnológica, como es un sistema de información, se logra obtener conclusiones sólidas que validan el cumplimiento de los objetivos planteados. Como resultado de este estudio, se constata la efectividad de la implementación del sistema de información en la empresa, evidenciando mejoras tangibles en cuanto a la eficiencia operativa y el rendimiento general. Este logro es especialmente significativo para la empresa General Electric, ya que se alinea con su búsqueda constante de optimización y crecimiento sostenible.

La tesis titulada "Sistema Informático para la Gestión de Almacén en el Hospital Hogar de la Madre" (Camacho, 2017) se centra en la importancia de la gestión de almacén como un elemento fundamental dentro de las operaciones de una empresa, ya que desempeña un papel esencial en el sistema logístico en general. En este contexto, el presente informe de investigación se llevó a cabo en el Hospital Hogar de la Madre, donde se desarrolló e implementó un sistema informático específicamente diseñado para optimizar y agilizar la gestión de su almacén. La justificación de esta iniciativa no se limita únicamente a la automatización del proceso existente en el área de almacén, sino que busca introducir nuevas

técnicas y metodologías de manejo de inventario y almacenamiento con el objetivo de mejorar la eficiencia y eficacia en todas las etapas del proceso logístico.

Esta tesis se constituye como una valiosa referencia en cuanto a los procesos y mejoras implementadas en el sistema de información destinado a la gestión de datos, así como en la reducción de los tiempos necesarios para obtener dicha información. Además, se plantea la automatización y el mejoramiento del proceso llevado a cabo en el área de campo, con el propósito de optimizar la eficiencia de las operaciones. En este contexto, se propone una mejora significativa en el software denominado As-Running, con el objetivo de brindar un acceso rápido y eficiente a la información, evitando así pérdidas de tiempo innecesarias. La metodología utilizada en el desarrollo de esta investigación ha permitido garantizar la producción de un software de alta calidad, que cumpla con las necesidades y expectativas de los usuarios finales.

La investigación titulada "Big Data Analytics in China's Electric Power Industry" (Kang, 2018) aborda de manera exhaustiva los avances más recientes en la aplicación de técnicas de análisis de datos en el sector de energía eléctrica de China. En este estudio, se destacan diversas aplicaciones que han sido seleccionadas como pilares fundamentales en el contexto de esta industria en particular. Entre estas aplicaciones se encuentran la respuesta a la demanda, la integración de fuentes de energía renovable, las operaciones del sistema eléctrico y el monitoreo de equipos, todas ellas enfocadas en optimizar la eficiencia y la efectividad de las operaciones en el sector energético. Además, el análisis de datos se ha convertido en un elemento revolucionario que ha transformado las prácticas de mercadotecnia en diversas industrias. En el caso específico de China, los gigantes del comercio electrónico como Alibaba y Jingdong han comprendido la importancia vital del análisis de Big Data como una herramienta esencial para comprender y aprovechar las percepciones relacionadas con los comportamientos de compra y navegación web de los clientes. Gracias a estas valiosas percepciones, las empresas pueden personalizar sus estrategias de marketing de manera efectiva y adaptarse a las preferencias y necesidades individuales de cada cliente. Por otra parte, tanto los operadores de la red eléctrica como los minoristas de electricidad en China están experimentando con el análisis de los comportamientos de consumo de electricidad de los clientes. Este enfoque les permite ofrecer servicios más diversificados y personalizados, al tiempo que fomentan la participación de los clientes en programas de respuesta a la demanda

y eficiencia energética. Al comprender los patrones de consumo eléctrico de los clientes, pueden brindar recomendaciones y soluciones específicas para optimizar el consumo y promover prácticas sostenibles.

De esta investigación se extraen valiosas referencias acerca de la trascendencia y el impacto del análisis de datos en el contexto de las grandes empresas. Se pone de manifiesto la importancia fundamental de adquirir las aplicaciones y habilidades necesarias para recopilar, gestionar y analizar grandes volúmenes de información de manera efectiva. Estas capacidades se convierten en un recurso clave para la toma de decisiones estratégicas, proporcionando a la empresa General Electric una ventaja competitiva sólida y distintiva en su mercado objetivo. Para lograr el aprovechamiento pleno de estas oportunidades, resulta imperativo que la empresa se dote de una capacidad intrínseca de agilidad y adaptación ante las nuevas exigencias y necesidades derivadas del análisis de información. Este enfoque requiere una mentalidad proactiva y orientada al cambio, así como la disposición de recursos humanos y tecnológicos que puedan abordar eficientemente la recolección, almacenamiento, procesamiento y análisis de datos en tiempo real. La empresa debe estar preparada para implementar las herramientas y plataformas adecuadas que faciliten la extracción de conocimientos valiosos y relevantes a partir de los datos recopilados. Además, es esencial que General Electric establezca una cultura organizacional que promueva la utilización efectiva de los resultados del análisis de datos en todos los niveles de la empresa. Esto implica fomentar una mentalidad basada en la evidencia y en la toma de decisiones fundamentada en datos concretos, en lugar de basarse únicamente en suposiciones o intuiciones. Asimismo, se deben establecer procesos claros y eficientes para compartir y comunicar los hallazgos del análisis de datos entre los diferentes departamentos y equipos, promoviendo la colaboración y el intercambio de conocimientos.

El valioso artículo de investigación titulado "Perceived strategic value-based adoption of Big Data Analytics in emerging economy" (Verma & Bhattacharyya, 2017) proporciona una perspectiva enriquecedora sobre los diversos factores que influyen en la utilización y adopción de la analítica de datos masivos (Big Data Analytics, BDA) en empresas ubicadas en el contexto de la economía emergente de la India. Hasta la fecha, la mayoría de los estudios de investigación se han centrado predominantemente en analizar la adopción de la analítica de datos masivos (BDA) en economías ya desarrolladas y consolidadas. Sin embargo, este

artículo rompe esquemas al examinar minuciosamente los determinantes y factores que influyen en el uso y adopción de la analítica de datos masivos (BDA) específicamente en el contexto de economías emergentes, como la India. Los hallazgos de esta investigación resultan sumamente esclarecedores, ya que evidencian que la analítica de datos masivos (BDA) está ejerciendo un impacto significativo y transformador en la forma en que las organizaciones realizan sus actividades comerciales. En un contexto en el que la información se ha convertido en un recurso invaluable y estratégico para la toma de decisiones, el análisis de grandes volúmenes de datos está revolucionando las prácticas empresariales y permitiendo a las organizaciones obtener valiosas percepciones y conocimientos que les confieren una ventaja competitiva. Es fundamental destacar que este artículo arroja luz sobre cómo las empresas en economías emergentes están adoptando la analítica de datos masivos (BDA) como una herramienta integral y esencial para abordar los desafíos y aprovechar las oportunidades en su entorno empresarial. Los resultados obtenidos resaltan que la adopción de la analítica de datos masivos (BDA) va más allá de una mera tendencia, convirtiéndose en una práctica empresarial sólida y necesaria en el panorama actual.

En esta investigación, se destaca y se toma como punto de referencia la inmensa utilidad de la analítica de datos masivos (Big Data Analytics, BDA), la cual es reconocida como una tecnología de suma relevancia capaz de proporcionar ventajas estratégicas y operativas significativas en las organizaciones. Se coincide plenamente con el artículo de investigación en cuanto a la importancia y relevancia del uso de la analítica de datos masivos (BDA) como una estrategia empresarial de gran valor, así como en la constatación de que su implementación y adopción en organizaciones de países emergentes aún presenta un índice de uso relativamente bajo. Es importante resaltar que la analítica de datos masivos (BDA) se ha convertido en un recurso indispensable para las organizaciones en el mundo actual, ya que brinda la capacidad de procesar y analizar grandes volúmenes de información con el fin de extraer conocimientos valiosos y tomar decisiones fundamentadas. Esta tecnología ofrece una amplia gama de posibilidades, desde la identificación de patrones y tendencias, hasta el descubrimiento de estrategias y la optimización de operaciones empresariales. Sin embargo, es pertinente reconocer que, a pesar del enorme potencial que ofrece la analítica de datos masivos (BDA), su adopción en organizaciones de países emergentes aún se encuentra rezagada en comparación con economías más desarrolladas. Esto puede atribuirse a diversos factores, como la falta de conocimiento y experiencia en la implementación de esta tecnología,

la limitada infraestructura tecnológica y los recursos financieros limitados. No obstante, es importante subrayar que el creciente reconocimiento de la importancia estratégica de la analítica de datos masivos (BDA) está motivando a las organizaciones en países emergentes a explorar y aprovechar sus beneficios potenciales.

La investigación titulada "Consideraciones organizacionales para iniciar una implementación de Big Data y análisis" (Cervone, 2016) pone de manifiesto la creciente conciencia por parte de las organizaciones sobre los beneficios potenciales que el análisis de datos puede brindar, así como su disposición para aprovechar al máximo todos los datos que generan. No obstante, uno de los principales desafíos que muchas organizaciones enfrentan radica en comprender por dónde empezar en la implementación de proyectos de Big Data y análisis. En este sentido, el inicio exitoso de una implementación de este tipo no difiere significativamente de cualquier otro proyecto gestionado dentro de la organización. El propósito central de esta investigación es brindar orientación y apoyo a bibliotecas y organizaciones de información que estén contemplando la implementación de soluciones de Big Data y análisis, a fin de que puedan dar inicio a este emocionante viaje siguiendo una lista exhaustiva de ocho aspectos clave a considerar en el desarrollo de una estrategia efectiva de Big Data y análisis.

En primer lugar, es esencial que las organizaciones identifiquen y comprendan claramente sus objetivos y necesidades específicas en relación con el uso de Big Data y análisis. Esto implica evaluar sus capacidades internas, definir las metas y los resultados esperados, y establecer los indicadores clave de rendimiento que permitirán medir el éxito de la implementación. Asimismo, resulta crucial involucrar a todas las partes interesadas relevantes, tales como equipos directivos, departamentos de TI y personal especializado en análisis de datos, para garantizar una visión integral y una colaboración efectiva.

En segundo lugar, es fundamental contar con una infraestructura tecnológica adecuada que soporte las necesidades de almacenamiento, procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos. Esto incluye evaluar las opciones disponibles en términos de hardware, software y servicios en la nube, así como garantizar la seguridad y protección de los datos.

En tercer lugar, se requiere establecer un marco de gobernanza de datos sólido que defina las políticas, responsabilidades y procedimientos para la gestión eficiente y ética de los datos.

Esto implica establecer políticas de privacidad, asegurar el cumplimiento de regulaciones y normativas, y promover buenas prácticas en el manejo de datos sensibles.

En cuarto lugar, es importante contar con un equipo competente y capacitado en análisis de datos, que cuente con habilidades técnicas y analíticas avanzadas. Esto puede implicar la contratación de personal especializado, la formación y capacitación interna, o la colaboración con consultores externos y expertos en la materia.

En quinto lugar, se recomienda adoptar un enfoque gradual y escalable en la implementación de proyectos de Big Data y análisis. Esto implica identificar casos de uso específicos que brinden valor y beneficios tangibles a corto plazo, y luego expandir gradualmente la implementación a medida que se obtengan resultados exitosos y se generen nuevos conocimientos.

En sexto lugar, es esencial establecer una cultura organizacional orientada a los datos, promoviendo la colaboración, la transparencia y el intercambio de conocimientos basados en evidencias. Esto implica fomentar una mentalidad analítica en todos los niveles de la organización y alentar la toma de decisiones fundamentadas en datos objetivos y confiables.

En séptimo lugar, es importante establecer mecanismos de evaluación y seguimiento continuos para medir el impacto y el retorno de inversión de los proyectos de Big Data y análisis. Esto implica establecer indicadores de rendimiento y realizar análisis periódicos para identificar oportunidades de mejora y optimización.

Por último, se recomienda establecer alianzas estratégicas y colaborativas con otras organizaciones o instituciones que puedan compartir conocimientos, recursos y experiencias en el ámbito del Big Data y análisis. Esto permite acceder a buenas prácticas, estar al tanto de las últimas tendencias y promover la innovación conjunta.

Esta investigación proporciona una guía valiosa y exhaustiva para las organizaciones que deseen iniciar una implementación exitosa de proyectos de Big Data y análisis. Al considerar estos ocho aspectos clave, las bibliotecas y organizaciones de información pueden desarrollar una estrategia sólida que les permita aprovechar al máximo el potencial de los datos, mejorar la toma de decisiones y obtener ventajas competitivas en un entorno empresarial cada vez más orientado hacia la información y el conocimiento.

A partir de la exhaustiva investigación mencionada, se extraen valiosas referencias que ponen de manifiesto los amplios beneficios del análisis de datos en el entorno empresarial, así como los desafíos inherentes a su implementación exitosa. En particular, se destacan los ocho aspectos cruciales que deben ser considerados para lograr una implementación exitosa del Big Data, con el objetivo de potenciar la competitividad empresarial. Estos aspectos proporcionan una comprensión profunda de los retos a enfrentar y, a su vez, orientan sobre las mejores prácticas y estrategias para abordarlos de manera efectiva y alcanzar resultados satisfactorios. Conocer y aplicar estas recomendaciones se revela como una vía clave para superar los obstáculos y asegurar el éxito en la implementación de iniciativas de Big Data, permitiendo así aprovechar plenamente las oportunidades y maximizar los beneficios que esta disciplina ofrece en el ámbito empresarial.

La tesis titulada "Implementing Data Analytics as an Organizational Innovation in Colleges and Universities" (Foss, 2014) presenta una exhaustiva y detallada investigación que examina de manera profunda y rigurosa la implementación del análisis de datos como un elemento innovador y transformador en el entorno organizacional de instituciones educativas. El objetivo principal de esta investigación es analizar cómo el análisis de datos se convierte en una herramienta estratégica para resolver los desafíos y problemáticas propias de las organizaciones académicas, creando así una cultura organizacional basada en la toma de decisiones fundamentada en datos con el propósito de impulsar la excelencia académica y mejorar el rendimiento institucional en general.

A través del análisis minucioso de casos de estudio y la revisión exhaustiva de la literatura especializada, la tesis examina y destaca la aplicación del análisis de datos como un recurso innovador que puede generar un impacto significativo en el contexto organizacional. Se evidencia cómo el análisis de datos puede brindar bastantes perspectivas valiosas para abordar los retos y desafíos específicos que enfrentan las instituciones educativas, tales como la retención estudiantil, la mejora de la calidad de la enseñanza, la eficiencia operativa, la gestión de recursos, entre otros aspectos relevantes para el éxito institucional.

En este sentido, la tesis se convierte en una referencia fundamental para comprender el potencial y las implicaciones del análisis de datos como una herramienta de innovación en el ámbito académico. Se exploran en detalle las ventajas y desventajas asociadas a la implementación del análisis de datos, así como los desafíos que pueden surgir en el proceso

y las estrategias para superarlos con éxito. Además, se presta especial atención al impacto del análisis de datos en la cultura organizacional, reconociendo la importancia de promover una mentalidad orientada hacia los datos y superar posibles resistencias por parte del personal académico y administrativo.

Al extraer valiosas lecciones y prácticas de esta tesis, las organizaciones, incluyendo a la empresa General Electric, pueden anticipar y evaluar de manera más informada el potencial impacto y las implicaciones de la implementación del análisis de datos en su entorno particular. Esto permite una toma de decisiones más fundamentada, la identificación de oportunidades de mejora y la adopción de enfoques estratégicos y personalizados que maximicen los beneficios del análisis de datos en la consecución de los objetivos institucionales. En definitiva, esta tesis se presenta como una valiosa guía y fuente de conocimiento para aquellas organizaciones que buscan aprovechar al máximo el poder del análisis de datos como motor de la innovación y el éxito académico.

La investigación titulada "The Impact of Big Data on Traditional Health Information" (Chen & Lee, 2013) constituye un valioso estudio que profundiza en el análisis y el impacto del Big Data en la industria de la salud. Esta investigación concluye de manera contundente que el Big Data se ha convertido en una herramienta innovadora y revolucionaria para una gestión más eficiente y efectiva de la información relacionada con la salud de la población, así como para mejorar la calidad y el cuidado de los servicios médicos brindados.

El estudio también destaca la aplicación del Big Data en el ámbito de la salud, evidenciando que no solo se limita al procesamiento de datos estructurados, sino que también abarca el análisis de datos no estructurados. Esta amplia perspectiva permite un enfoque más integral y completo en el manejo de la información de salud, aprovechando el potencial de datos provenientes de diversas fuentes y formatos, como registros médicos electrónicos, datos de sensores, imágenes médicas, historias clínicas y documentos científicos, entre otros.

Desde la perspectiva de la propuesta de mejoramiento del sistema de análisis de datos, esta investigación se presenta como un referente fundamental y una fuente de conocimiento invaluable. Al tomar en consideración el impacto positivo del Big Data en la industria de la salud, se pueden diseñar y desarrollar estrategias y planes estratégicos para implementar de manera efectiva y eficiente sistemas de análisis de datos en diferentes centros de salud. Estos

sistemas permitirán gestionar y analizar grandes volúmenes de información de salud, generando conocimientos y percepciones útiles para la toma de decisiones clínicas, el desarrollo de políticas de salud, la identificación de patrones y tendencias, así como la detección temprana de enfermedades y la mejora de los resultados de los tratamientos.

En resumen, la investigación citada proporciona una sólida base de conocimientos y evidencia empírica sobre el impacto y la aplicabilidad del Big Data en el campo de la salud. Su enfoque integral y su análisis exhaustivo permiten comprender el potencial transformador del Big Data en la gestión de la información de salud y, por ende, en la mejora de la atención médica y el bienestar de las personas. Al aprovechar los hallazgos y las lecciones aprendidas de esta investigación, se pueden diseñar estrategias y planes estratégicos efectivos para impulsar el mejoramiento del sistema de análisis de datos en el contexto de la salud, con el objetivo último de proporcionar una atención médica de calidad y un impacto positivo en la vida de las personas.

La investigación titulada "Use of Data Mining in Business Analytics to Support Business Competitiveness" (Lee, 2013) aborda de manera profunda la importancia y el impacto del uso de la minería de datos en el ámbito de la analítica empresarial para respaldar la competitividad de las organizaciones. El estudio destaca que se espera un crecimiento significativo en los recursos de datos, lo cual impulsará el aumento en el análisis empresarial y, por ende, en la extracción de datos. Las empresas están comenzando a reconocer que la aplicación de técnicas de minería de datos y minería de textos les brinda una ventaja competitiva notable.

Con el crecimiento exponencial de los datos, se vuelve crucial la capacidad de utilizar la minería de datos para filtrar grandes volúmenes de información e identificar patrones relevantes. Esta capacidad se convierte en una herramienta estratégica para mejorar áreas clave del negocio, como la gestión de clientes, las operaciones y la cadena de suministro. En este sentido, el artículo de investigación concluye de manera contundente que el análisis de datos y la minería de datos, especialmente en relación con datos estructurados, contribuyen significativamente a la competitividad empresarial.

La investigación citada proporciona una amplia gama de beneficios, características fundamentales y decisiones críticas que las organizaciones han adoptado y deben considerar en su camino hacia la modernización empresarial. Su propósito central consiste en exponer y

demostrar, a través de una revisión exhaustiva de la literatura especializada, la importancia fundamental del análisis de datos y su efecto tangible en la generación de ventajas competitivas para las empresas.

Mediante un análisis detallado de la literatura existente, el estudio busca ofrecer evidencia sólida sobre cómo la correcta utilización y comprensión de los datos pueden tener un impacto directo en la capacidad de las empresas para diferenciarse en el mercado y lograr un posicionamiento estratégico sólido y sostenible. Al abordar aspectos como la gestión de datos, las técnicas de análisis, las herramientas tecnológicas y las mejores prácticas en la aplicación de la minería de datos, la investigación proporciona un marco de referencia valioso y práctico para las organizaciones que buscan aprovechar al máximo el potencial de los datos en el contexto empresarial.

En conclusión, la investigación en cuestión se presenta como un recurso esencial para comprender la importancia del análisis de datos y la minería de datos en la búsqueda de la competitividad empresarial. A través de su enfoque integral y su revisión exhaustiva de la literatura especializada, ofrece conocimientos clave y orientación estratégica para impulsar la utilización efectiva de los datos y maximizar los beneficios derivados de su análisis en el entorno empresarial actual.

El artículo titulado "Implementing Six Sigma in Software Industry: A Case Study" (Sharma & Bharti, 2020), se centra en presentar un estudio de caso detallado sobre la implementación de Six Sigma en la industria del software. El objetivo principal del estudio es analizar cómo la metodología Six Sigma puede ser aplicada con éxito en este campo, brindando beneficios tangibles y mejoras en los procesos.

En este estudio, los investigadores seleccionaron una organización de desarrollo de software y llevaron a cabo una implementación de Six Sigma en un proyecto específico. Se utilizó un enfoque sistemático y estructurado para aplicar los principios y herramientas de Six Sigma, incluyendo la definición clara de los objetivos del proyecto, la recopilación y análisis de datos, y la aplicación de herramientas estadísticas y técnicas de mejora de procesos.

El artículo detalla el proceso paso a paso de la implementación de Six Sigma en el proyecto seleccionado, destacando los desafíos encontrados y las soluciones adoptadas durante el

proceso. Se analizan los resultados obtenidos, como la reducción de defectos, la mejora en los tiempos de entrega y la satisfacción del cliente. Además, los autores presentan una revisión de la literatura existente sobre la aplicación de Six Sigma en la industria del software, resaltando otros casos de estudio y buenas prácticas identificadas en investigaciones previas.

El artículo concluye con las lecciones aprendidas y las recomendaciones derivadas del estudio de caso. Se discuten los beneficios y desafíos de la implementación de Six Sigma en la industria del software, así como las implicaciones para futuros proyectos y la importancia de la gestión del cambio y el compromiso de la organización.

CAPÍTULO II. MARCO HISTÓRICO – CONTEXTUAL

General Electric (GE) es una empresa multinacional estadounidense fundada en 1892 por Thomas Edison, J.P. Morgan y otros inversores. Desde sus inicios, GE ha sido reconocida como una empresa líder en innovación y tecnología en diversos sectores, incluyendo energía, salud, transporte y más. En el área de energía renovable, GE se ha consolidado como uno de los principales actores a nivel mundial, brindando soluciones integrales en el sector eólico.

En México, GE ha tenido una presencia significativa y ha contribuido al desarrollo de la industria de energía renovable. En Querétaro, GE ha establecido una de sus principales ubicaciones para el área de Renovables, donde se realizan actividades de diseño, fabricación, mantenimiento y soporte técnico para turbinas eólicas.

La misión de GE es mejorar la calidad de vida a través de la innovación en tecnología y soluciones. Su visión es ser la empresa industrial más admirada y líder en el mundo, brindando valor sostenible a sus clientes, empleados, accionistas y socios. Los valores de GE incluyen la excelencia, la responsabilidad, la integridad y el respeto. Dentro de los objetivos estratégicos de GE, se encuentra la búsqueda constante de mejoras en sus productos y servicios, así como la optimización de la eficiencia y la calidad en sus operaciones. En el área de Renovables, GE se enfoca en proporcionar soluciones completas para el sector eólico, incluyendo el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de parques eólicos.

En el contexto del área de Configuration Management (donde se realiza el trabajo de investigación) de GE, se refiere a la disciplina encargada de garantizar que los productos y sistemas mantengan su estado de configuración adecuado a lo largo de su ciclo de vida. Esto implica el control de cambios, la gestión de la documentación técnica y el aseguramiento de la integridad y trazabilidad de la información relacionada.

El estudio realizado se enfoca en el perfeccionamiento del rendimiento del software As-Running, el cual está diseñado para mantener actualizadas las listas de materiales de las turbinas eólicas en operación. La optimización de este software es crucial para garantizar que las turbinas funcionen en óptimas condiciones y se reduzcan los errores y fallos operativos. El proyecto de investigación analiza los errores obtenidos del software As-Running, partiendo de

la necesidad de mejorar su rendimiento para así eliminar los problemas importantes derivados de la pérdida de información. Para este análisis, se buscaron los métodos más eficientes de análisis de datos y mejoramiento de software, la intención de la investigación fue identificar con claridad las áreas de oportunidad para mejorar la situación actual del software As-Running, tomando en cuenta los errores que se han presentado con más frecuencia, buscando también una propuesta para dar solución a aquello que puede ser impactado de manera positiva.

El contexto social, político, cultural y económico de la empresa GE en Querétaro y México es relevante para comprender la influencia de factores externos en la investigación. Estos factores incluyen la política energética y el impulso de las energías renovables en el país, la conciencia creciente sobre la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente, así como la demanda de soluciones eficientes y confiables en el sector energético.

CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, el mundo empresarial y el ámbito del comercio han experimentado transformaciones significativas y una intensa modernización como resultado de diversos factores. Entre ellos, cabe destacar el impresionante desarrollo de las comunicaciones, que ha permitido una conexión global instantánea y un intercambio de información en tiempo real. Además, la incorporación de tecnología de vanguardia en los procesos operativos ha revolucionado la forma en que las empresas llevan a cabo sus actividades diarias, aumentando la eficiencia y la productividad.

Asimismo, la aparición de nuevos conceptos y teorías en el ámbito empresarial ha impulsado cambios disruptivos, desafiando los enfoques tradicionales y abriendo nuevas posibilidades para la innovación y el crecimiento. Los pronósticos y las perspectivas presentadas por expertos en prestigiosos foros y congresos han influido en la orientación estratégica de las organizaciones, generando una mayor conciencia sobre la necesidad de adaptarse y evolucionar constantemente.

En este contexto de cambio acelerado, las empresas se ven presionadas por la urgente necesidad de actualizar y modernizar sus operaciones para mantenerse competitivas y capturar nuevas oportunidades. La aparición de nuevos competidores, tanto locales como internacionales, ha intensificado la rivalidad en el mercado, obligando a las empresas a mejorar su desempeño y a buscar constantemente formas innovadoras de diferenciarse.

Sea cual sea el sector al que pertenezca una empresa, es imprescindible reconocer que estos cambios y desafíos requieren una adaptación constante y una mejora continua del desempeño empresarial. Aquellas organizaciones que logren mantenerse al día con las tendencias, aprovechar las oportunidades y satisfacer las demandas cambiantes de los clientes, estarán en mejores condiciones de incrementar su participación en el mercado y asegurar su éxito a largo plazo. Por tanto, es fundamental adoptar una mentalidad abierta hacia la innovación, la mejora y la transformación, aprovechando las herramientas y recursos disponibles para navegar con éxito en el panorama empresarial en constante evolución (Casas, 2018).

En el entorno de la empresa General Electric, se registran de manera manual las líneas de cambio fallidas del software As-Running, utilizado para actualizar las partes a las que se da mantenimiento en las turbinas eólicas en operación. Esta práctica manual conlleva ciertos desafíos y limitaciones que requieren ser abordados. En primer lugar, se ha observado que este método puede propiciar errores en la captura de información, ya sea por omisiones, imprecisiones o registros incorrectos. Además, debido a la naturaleza manual del proceso, existe una mayor probabilidad de que se presenten inconsistencias y falta de integridad en los datos registrados. En algunos casos, la información puede estar incompleta, lo que dificulta el seguimiento y análisis efectivo de los cambios realizados en las turbinas. Estas problemáticas subrayan la necesidad de explorar alternativas y mejorar el sistema de registro, a fin de garantizar la exactitud, integridad y confiabilidad de los datos asociados a las líneas de cambio fallidas del software As-Running.

En lo que respecta al software As-Running utilizado en la empresa, se ha observado un alto volumen de procesamiento de líneas de cambio, alcanzando un promedio mensual de aproximadamente 39,000 registros, como se muestra en la Tabla 1. No obstante, de este total, se ha identificado que alrededor de 11,000 líneas de cambio presentan fallas en su procesamiento. Estas fallas pueden atribuirse principalmente a la presencia de información incompleta o incorrecta, lo que genera obstáculos en la correcta ejecución de las actualizaciones y mantenimiento de las turbinas eólicas en operación. La magnitud de este problema es significativa, ya que representa aproximadamente el 28% del total de líneas de cambio procesadas mensualmente, como se puede observar en la Ilustración 1. Estos datos resaltan la necesidad urgente de abordar y resolver estas incidencias, a fin de mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos relacionados con el software de As-Running y garantizar la precisión y confiabilidad de los registros.

Tabla 1. Líneas de cambio procesadas por As-Running mayo 2022

Líneas de cambio procesadas	Líneas de cambio exitosas	Líneas de cambio fallidas
39,000	28,000	11,000

Porcentaje de éxito

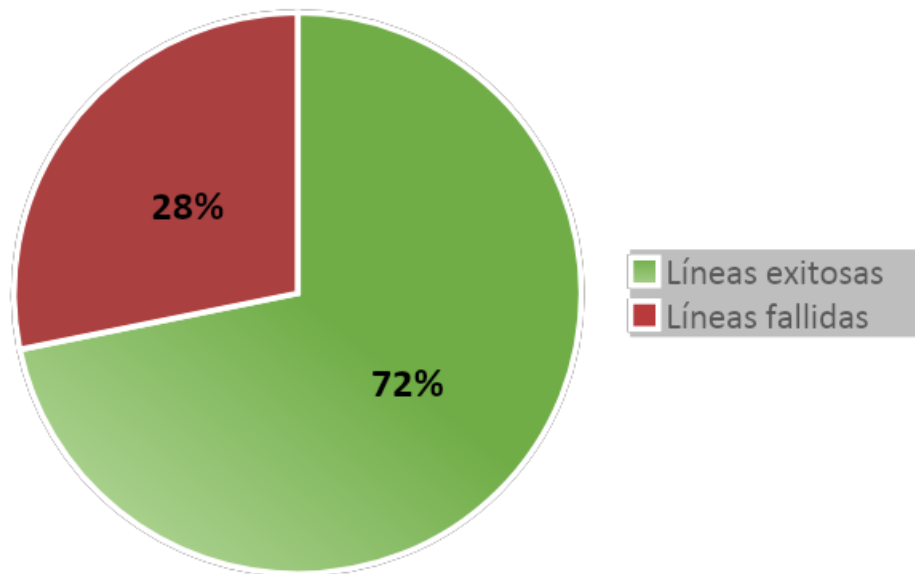


Ilustración 1. Porcentaje de éxito As-Running mayo 2022
Fuente: creación propia.

La pérdida de una magnitud tan significativa de actualizaciones para las turbinas eólicas bajo garantía, en el contexto de la empresa General Electric, tendría un impacto sumamente adverso en la calidad de las listas de materiales asociadas a dichas turbinas, lo cual resulta crítico al llevar a cabo los servicios de mantenimiento en estas unidades. El equipo de Configuration Management, cuya responsabilidad radica en la creación y mantenimiento de dichas listas de materiales, se enfrenta a la falta de recursos humanos suficientes para abordar de manera manual el reprocesamiento de las líneas de cambio que han resultado fallidas.

Es por ello que esta investigación adquiere un interés particular, ya que busca desarrollar una propuesta de mejoramiento para el software As-Running. El objetivo principal de esta propuesta es lograr una reducción significativa en el número de líneas de cambio fallidas mensualmente, estableciendo una meta concreta de menos de 6,000 líneas de cambio fallidas al mes. La implementación exitosa de esta propuesta representaría para la empresa General Electric una serie de ventajas estratégicas tanto a corto como a mediano plazo, en términos de gestión y administración de la información del software As-Running.

En última instancia, se espera que esta propuesta de mejora conlleve beneficios sustanciales para la empresa, tales como la reducción de costos asociados a reprocesos innecesarios, así como una notable mejora en la calidad de las listas de materiales de las turbinas eólicas. Estos aspectos resultan de vital importancia para garantizar un servicio de mantenimiento eficiente, minimizar errores y asegurar el óptimo funcionamiento de las turbinas, todo ello en aras de proporcionar un servicio de calidad a los clientes y mantener la reputación de General Electric en el sector.

3.1 Justificación

En el contexto actual, las turbinas eólicas desempeñan un papel fundamental en la generación de energía renovable. Para garantizar su óptimo funcionamiento, es esencial contar con un software de gestión de mantenimiento eficiente y preciso. En este sentido, el software As-Running ha demostrado ser una herramienta invaluable para recopilar y actualizar datos de las turbinas eólicas en operación. Sin embargo, se han identificado desafíos en su rendimiento, los cuales afectan la eficiencia operativa y la calidad del mantenimiento realizado.

La justificación de esta investigación se basa en la necesidad de perfeccionar el rendimiento del software As-Running, a través del análisis de los errores obtenidos en el proceso de actualización de las listas de materiales de las turbinas eólicas. Los argumentos principales que respaldan esta investigación se centran en los beneficios tanto para la empresa como para los clientes. A continuación, se presentan los argumentos específicos que justifican esta investigación:

1. Reducción del tiempo de obtención y actualización de datos:

El proceso de obtención y actualización de datos provenientes de campo es fundamental para el mantenimiento eficiente de las turbinas eólicas. Sin embargo, es probable que este proceso sea lento y exista propensión a errores. Al perfeccionar el rendimiento del software As-Running, se busca agilizar y simplificar este proceso, reduciendo significativamente el tiempo requerido para obtener y actualizar los datos provenientes de campo. Esto permitirá tener información más precisa y actualizada de manera más rápida, lo que mejorará la eficiencia del mantenimiento y reducirá los tiempos de inactividad de las turbinas.

2. Reducción de errores al procesar automáticamente las actualizaciones en la base de datos de turbinas eólicas:

El procesamiento automático de las actualizaciones en la base de datos de turbinas eólicas es crucial para mantener un registro preciso de las condiciones y el estado de las turbinas. Sin embargo, los errores en este proceso pueden tener consecuencias graves, como la toma de decisiones basadas en información incorrecta. Al analizar los errores obtenidos en este proceso, se podrán identificar las causas raíz y proponer soluciones efectivas para reducir la cantidad de errores, garantizando así una base de datos confiable y precisa.

3. Reducción del tiempo de elaboración de listas de materiales:

Las listas de materiales son herramientas fundamentales para el mantenimiento de las turbinas eólicas. Sin embargo, su elaboración puede ser un proceso largo y tedioso. Al perfeccionar el rendimiento del software As-Running, se busca optimizar el proceso de elaboración de estas listas, automatizando tareas repetitivas y facilitando la búsqueda y selección de los materiales necesarios. Esto permitirá reducir significativamente el tiempo requerido para elaborar las listas de materiales, agilizando así el proceso de mantenimiento.

4. Mejora del nivel de satisfacción del cliente:

La clave del triunfo de cualquier organización reside en la satisfacción de sus clientes, la cual juega un papel primordial en su desempeño y logros. Al perfeccionar el rendimiento del software As-Running, se busca mejorar la eficiencia y la calidad del mantenimiento realizado en las turbinas eólicas. Esto se traducirá en una mayor disponibilidad de energía renovable, una reducción de los tiempos de inactividad de las turbinas y una respuesta más rápida y eficiente a las necesidades y requerimientos de los clientes. En última instancia, se espera que estos beneficios contribuyan a mejorar el nivel de satisfacción del cliente y fortalecer las relaciones comerciales de la empresa.

3.1.1 Beneficios, Beneficiarios, Utilidad e Impacto

Los beneficios derivados de esta investigación son numerosos y abarcan tanto a la empresa como a los clientes.

- Mejora de la eficiencia operativa: Al perfeccionar el rendimiento del software As-Running, se logrará una mayor eficiencia en la gestión y mantenimiento de las turbinas eólicas, lo que se traducirá en una reducción de los tiempos de inactividad y un aumento de la disponibilidad de energía renovable.
- Reducción de errores y mayor precisión en los datos: Mediante el análisis de los errores obtenidos en el proceso de actualización de las listas de materiales, se podrán identificar las causas raíz y proponer soluciones efectivas. Esto resultará en una reducción de los errores y una mayor precisión en los datos, lo que contribuirá a una toma de decisiones más informada y acertada.
- Optimización del tiempo de elaboración de listas de materiales: Al perfeccionar el rendimiento del software As-Running, se agilizará el proceso de elaboración de listas de materiales, lo que permitirá una planificación más eficiente del mantenimiento y una reducción del tiempo requerido para llevar a cabo estas tareas.
- Mejora del nivel de satisfacción del cliente: Los beneficios anteriores, como la mayor disponibilidad de energía renovable, la reducción de los tiempos de inactividad y la respuesta más rápida a las necesidades del cliente, contribuirán a mejorar el nivel de satisfacción del cliente. Esto fortalecerá las relaciones comerciales, generará una mayor confianza en la empresa y aumentará su reputación en el mercado de energías renovables.

Los beneficiarios directos de esta investigación son la empresa que utiliza el software As-Running, especialmente el equipo encargado de la gestión y mantenimiento de las listas de materiales de las turbinas eólicas. Además, los clientes de la empresa serán beneficiarios indirectos al recibir un servicio de mantenimiento más eficiente y confiable.

La utilidad de esta investigación radica en su aplicación práctica en el contexto de la empresa General Electric en Querétaro, México. Al perfeccionar el rendimiento del software As-Running en el área de Configuration Management, se estarán mejorando los procesos internos de la empresa y optimizando la gestión del mantenimiento de las turbinas eólicas.

En términos de impacto, se espera que esta investigación genere resultados tangibles y medibles, como una mayor disponibilidad de energía renovable, una reducción de los costos asociados a los errores en el procesamiento de datos y una mejora en el nivel de satisfacción del cliente. Además, se espera que los resultados obtenidos sean transferibles y aplicables en

otros contextos y empresas del sector de energías renovables, lo que ampliará el impacto de esta investigación más allá de la empresa específica.

Existe el riesgo de perder información valiosa en la base de datos de la empresa, en promedio 4,500 turbinas se verían afectadas mensualmente, los equipos de servicio y mantenimiento retrasarían sus actividades por la falta o inexactitud de esta información en las listas de materiales. Esta inexactitud del contenido de las turbinas bajo garantía de General Electric, impedirían la posibilidad de ofrecer otros servicios que tiene la empresa como renovación o modernización de las turbinas. Por otro lado, alcanzando la meta y llegando a más de 85% de eficiencia en el software As-Running, se aumenta la productividad de los equipos impactados, además, existe fiabilidad de los datos para todos los equipos de ingeniería y servicios que utilizan las listas de materiales de las unidades.

3.2 Objetivo General

Perfeccionar el rendimiento del software As-Running mediante el análisis de los errores obtenidos con el fin de mantener las listas de materiales de las turbinas eólicas en operación en óptimas condiciones.

3.2.1 Pregunta Central de investigación

¿Cómo podría el análisis de datos del software As-Running, mejorar el rendimiento del mismo para mantener las listas de materiales de las turbinas eólicas en operación en óptimas condiciones?

3.3 Variables de investigación

Para llevar a cabo la evaluación exhaustiva de los distintos aspectos considerados en la presente investigación, se identificaron y seleccionaron una serie de variables clave que debían ser medidas y analizadas. Estas variables fueron cuidadosamente elegidas para abarcar de manera integral y precisa los diferentes aspectos involucrados en el objeto de investigación. Cada una de estas variables fue meticulosamente definida y delimitada, con el propósito de capturar y cuantificar de manera precisa los distintos elementos que se deseaba

evaluar. A través de esta selección rigurosa de variables, se buscó asegurar una evaluación completa y detallada de los fenómenos y procesos que se investigaron, permitiendo obtener una visión global y profunda de la problemática estudiada:

Variable Independiente: Software automatizado de actualización de base de datos (As-Running).

Variable Dependiente: Proceso de actualización de la base de datos del mantenimiento de turbinas eólicas en funcionamiento.

Variable Interviniente: Errores obtenidos del software automatizado (As-Running).

3.3.1 Escalas de medición

3.3.1.1 Variable Independiente

Rendimiento a la primera (First Time Yield – FTY)

Se midió el rendimiento por primera vez al procesar los cambios aplicados automáticamente a través del software As-Running para las listas de materiales de turbinas eólicas en funcionamiento. Este enfoque representó un hito significativo en la investigación, ya que permitió explorar y analizar a fondo la eficacia y precisión del software en la gestión de las actualizaciones y modificaciones en las mencionadas listas de materiales. Para ello, se implementaron meticulosamente procedimientos y técnicas de medición rigurosas, garantizando así la obtención de datos confiables y relevantes que contribuirían a la posterior evaluación y toma de decisiones en el ámbito de la optimización del rendimiento del software As-Running en este contexto particular.

$$\text{FTY (\%)} = (\text{Número de cambios procesados con éxito} / \text{Número total de cambios procesados}) * 100$$

3.3.1.2 Variable Dependiente

Número de actualizaciones aplicadas automáticamente a través del software As-Running

Se procedió meticulosamente a realizar el conteo y registro exhaustivo de las actualizaciones que fueron aplicadas de manera automatizada y sin intervención de ningún proceso manual en las listas de materiales correspondientes a las turbinas eólicas que se encontraban en pleno

funcionamiento. Este enfoque de medición se llevó a cabo con el fin de evaluar el desempeño y la eficiencia del proceso de actualización en términos de su capacidad para reflejar correctamente y de manera exitosa los cambios pertinentes en el sistema de Gestión del Ciclo de Vida del Producto (PLM, por sus siglas en inglés). Para determinar la calidad de este proceso, se establecieron criterios específicos de evaluación. En particular, se definió que cualquier semana en la que el rendimiento del proceso de actualización cayera por debajo del umbral del 70% en términos de la relación de cambios procesados con éxito la primera vez y correctamente reflejados en el PLM (First Time Yield o FTY), se consideraría como un defecto. Asimismo, se estableció un rango objetivo para el FTY, con un valor máximo del 95% y un valor mínimo del 80%. En línea con estos parámetros, se planteó como objetivo alcanzar un nivel de FTY del 85%. Esta meta representaba un indicador clave de la calidad y la eficacia del proceso de actualización automática de las listas de materiales en las turbinas eólicas, y se convirtió en un referente fundamental para la mejora continua y la optimización de dicho proceso en aras de obtener resultados más eficientes y precisos.

3.4 Hipótesis central de investigación

El mejoramiento del software As-Running a partir del análisis de sus datos permitirá perfeccionar el proceso automático de actualización de listas de materiales de las turbinas eólicas en operación de la empresa General Electric.

3.5 Objetivos específicos

- Diagnosticar el software As-Running comparándolo con un modelo de calidad de software para determinar su situación actual.
- Establecer estándares de calidad tomando en cuenta las necesidades de los usuarios y clientes para definir las metas a alcanzar.
- Analizar los errores obtenidos mensualmente del software As-Running mediante la creación y manejo de una base de datos con el fin de encontrar el origen de los mismos.

- Instaurar reglas de ingreso de datos creando un manual para los usuarios que utilizan el software As-Running con el fin de reducir el tiempo de obtención y actualización de datos provenientes de campo.
- Aplicar las propuestas de mejora en el software y proceso de As-Running mediante la capacitación de los usuarios del mismo, para así reducir la cantidad de errores obtenidos al procesar automáticamente las actualizaciones en la base de datos de turbinas eólicas.
- Implementar mejoras en el software As-Running proponiendo un plan de acción y de esta manera, reducir el tiempo de elaboración de listas de materiales y mejorar el nivel de satisfacción del cliente.

3.5.1 Preguntas secundarias de Investigación

- ¿Cómo determinar la situación actual del software As-Running?
- ¿Qué factores influyen en la definición de estándares de calidad de un software?
- ¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para instaurar reglas de ingreso de datos?
- ¿Cómo aplicar las propuestas de mejora de software de manera exitosa?
- ¿Cuáles son los beneficios de implementar mejoras en un software que falla constantemente?

3.5.2 Supuestos Teóricos secundarios de investigación

3.5.2.1 Hipótesis central

H_i = Con el análisis de los errores obtenidos del software As-Running mejorará el rendimiento del mismo y mantendrá la información de las listas de materiales de las turbinas eólicas en operación de la empresa General Electric en óptimas condiciones.

H_o = Con el análisis de los errores obtenidos del software As-Running no mejorará el rendimiento del mismo y mantendrá la información de las listas de materiales de las turbinas eólicas en operación de la empresa General Electric en óptimas condiciones.

3.5.2.2 Hipótesis, objetivo específico 1

H_i = Con el diagnóstico del software, existirá una diferencia significativa entre el software As-Running y el modelo de calidad de software, lo que indica que el software no cumple con los estándares establecidos.

H_o = Con el diagnóstico del software, no existirá una diferencia significativa entre el software As-Running y el modelo de calidad de software, lo que indica que el software cumple con los estándares establecidos.

3.5.2.3 Hipótesis, objetivo específico 2

H_i = El establecimiento de estándares de calidad en base a las necesidades de los usuarios y clientes son efectivos para definir metas alcanzables en el software As-Running.

H_o = El establecimiento de estándares de calidad en base a las necesidades de los usuarios y clientes no son efectivos para definir metas alcanzables en el software As-Running.

3.5.2.4 Hipótesis, objetivo específico 3

H_i = El análisis de los errores mensuales del software As-Running mediante los registros de la base de datos, hará posible identificar el origen de los mismos.

H_o = El análisis de los errores mensuales del software As-Running mediante los registros de la base de datos, no hará posible identificar el origen de los mismos.

3.5.2.5 Hipótesis, objetivo específico 4

H_i = La creación de un manual de reglas de ingreso de datos para los usuarios del software As-Running reducirá significativamente el tiempo necesario para obtener y actualizar los datos provenientes de campo.

H_o = La creación de un manual de reglas de ingreso de datos para los usuarios del software As-Running no reducirá significativamente el tiempo necesario para obtener y actualizar los datos provenientes de campo.

3.5.2.6 Hipótesis, objetivo específico 5

H_i = La capacitación de los usuarios en las propuestas de mejora del software y proceso de As-Running resultará en una reducción significativa de errores al procesar automáticamente las actualizaciones en la base de datos de turbinas eólicas.

H_o = La capacitación de los usuarios en las propuestas de mejora del software y proceso de As-Running no resultará en una reducción significativa de errores al procesar automáticamente las actualizaciones en la base de datos de turbinas eólicas.

3.5.2.7 Hipótesis, objetivo específico 6

H_i = La implementación de mejoras propuestas en el software As-Running, mediante un plan de acción, conducirá a una reducción significativa en el tiempo de elaboración de listas de materiales y mejora el nivel de satisfacción del cliente.

H_o = La implementación de mejoras propuestas en el software As-Running, mediante un plan de acción, no conducirá a una reducción significativa en el tiempo de elaboración de listas de materiales y mejora el nivel de satisfacción del cliente.

3.6 Alcances y Limitaciones

La presente propuesta, en virtud de su alcance y contextualización, está diseñada exclusivamente para su aplicación dentro del entorno organizacional de la empresa General Electric, en la cual se ha llevado a cabo el presente estudio de investigación. De manera minuciosa, se ha procedido a realizar una evaluación exhaustiva del proceso de software conocido como As-Running, el cual se encuentra actualmente en uso en dicha empresa. Asimismo, se ha llevado a cabo un análisis meticuloso de los errores que se han identificado en relación con este proceso. A partir de estas valoraciones detalladas, se ha elaborado una propuesta de mejora que aborda de manera integral los aspectos críticos identificados, presentando un conjunto de acciones concretas y específicas que se recomienda implementar con el fin de lograr un mejor rendimiento y optimización del software en cuestión. Cabe destacar que esta propuesta se ha concebido en armonía con las particularidades, los requerimientos y las condiciones específicas de la empresa General Electric, lo que garantiza su idoneidad y pertinencia en relación con el contexto organizacional y las variables analizadas

en el presente estudio. De esta manera, se busca generar ventajas estratégicas y operativas significativas para la empresa, promoviendo la maximización de su desempeño y la obtención de beneficios tangibles en términos de eficiencia, calidad y competitividad.

3.6.1 Limitaciones de la investigación

Temporal: La presente investigación se realiza durante el periodo comprendido entre el mes de septiembre del 2021 hasta agosto del 2023.

Espacial: La presente investigación se lleva a cabo en la empresa General Electric, en el estado de Querétaro.

Conceptual: La presente investigación tiene como delimitación conceptual la aplicación de la metodología Six Sigma (DMAIC) para mejorar el proceso de software As-Running.

CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

4.1 Big Data

Existen innumerables definiciones y enfoques en torno al concepto de Big Data, y cada uno de ellos aporta matices y perspectivas interesantes para comprender su alcance y relevancia. Si bien es cierto que muchas de estas definiciones convergen en destacar las conocidas "3V" del Big Data: volumen, velocidad y variedad, es importante mencionar que en los últimos años ha surgido una cuarta "V" que ha cobrado importancia y que hace referencia a la veracidad de los datos. Esta dimensión pone de relieve la creciente dificultad que enfrentan los sistemas tradicionales para procesar y gestionar la abrumadora cantidad de información generada en la era del Big Data (López García, 2013).

En este contexto, resulta relevante resaltar una de las aproximaciones más completas y reconocidas sobre el Big Data en el ámbito empresarial, la cual ha sido proporcionada por Gartner, (Goyzueta Rivera, 2015). Según esta perspectiva, el Big Data se compone de 27 activos de información que se caracterizan por su alto volumen, velocidad y variedad. Estos activos demandan soluciones innovadoras y eficientes de procesamiento para aprovechar su potencial en la mejora del conocimiento y en la toma de decisiones en las organizaciones.

La presente investigación se identifica plenamente con la definición propuesta por Gartner, ya que concibe al Big Data como una vasta cantidad de datos que poseen un alto valor informativo y que, a través de su análisis adecuado, pueden generar conocimientos valiosos para las empresas. En este sentido, se considera que el análisis exhaustivo y profundo de estos grandes conjuntos de datos puede proporcionar información estratégica, revelar patrones ocultos, identificar tendencias emergentes y brindar perspectivas novedosas que permitan a las organizaciones tomar decisiones fundamentadas y obtener ventajas competitivas en un entorno empresarial cada vez más complejo y competitivo.

De esta manera, se comprende que el Big Data representa un desafío y una oportunidad para las organizaciones, ya que implica no solo el manejo de grandes volúmenes de información, sino también la capacidad de extraer conocimiento relevante de dichos datos. La presente investigación se enmarca en esta visión global del Big Data y busca explorar, analizar y proponer mejoras para el manejo y aprovechamiento del software As-Running en el contexto

de la empresa General Electric, teniendo en cuenta las variables y condiciones organizacionales específicas de dicha empresa. Se busca, por tanto, contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras y eficientes que optimicen el rendimiento del software y generen ventajas competitivas para la empresa en su gestión y toma de decisiones basada en el análisis del Big Data.

4.1.1 Las 3vs

A continuación, se presenta un análisis detallado de cada una de las tres "V" que muchos autores consideran como el paradigma del Big Data, aportando una comprensión más amplia de su significado y relevancia en este contexto en constante evolución:

Volumen: Esta dimensión se relaciona directamente con la cantidad masiva de información recolectada y almacenada por las empresas en la era del Big Data. Actualmente, las organizaciones manejan volúmenes de datos a una escala sin precedentes, donde se utilizan términos como PetaBytes (10^{15} bytes) y ExaBytes (10^{18} bytes) para describir la magnitud de esta información (Morales & Carolina, 2015). En el contexto específico de una empresa como Vanguardia Liberal, es importante destacar que un cliente puede desempeñar múltiples roles, como suscriptor del periódico impreso, anunciante de avisos publicitarios, comprador de productos específicos (como carros de colección o utensilios de cocina) y cliente de avisos clasificados, entre otros. Esta diversidad de información relacionada genera un valor estratégico invaluable dentro de la empresa.

Velocidad: La velocidad hace referencia a la rapidez con la que la información es generada y fluye hacia la empresa en el entorno del Big Data (Morales & Carolina, 2015). Un análisis realizado por la empresa Domo en 2012 reveló datos asombrosos sobre la cantidad de información generada por los usuarios de Internet en tan solo un minuto. Según este estudio, se estima que los 2.700 millones de personas con acceso a Internet en todo el mundo generan más de 200 millones de correos electrónicos, realizan 2 millones de consultas en Google, suben 48 horas de vídeo a YouTube, publican más de 100.000 mensajes en Twitter, crean cerca de 30.000 nuevos artículos en plataformas como Tumblr o WordPress, comparten más de 6.000 fotografías en Instagram y Flickr, y descargan aproximadamente 47.000 aplicaciones del sistema operativo iOS (López García, 2013). Estos datos resaltan la vertiginosa velocidad con la que se genera y comparte información en la era digital.

Variedad: La variedad hace referencia al amplio espectro de tipos y formatos de información disponibles para las empresas y sus equipos de marketing en el contexto del Big Data (Morales & Carolina, 2015). Ya no se trata solo de los datos tradicionales y estructurados almacenados en bases de datos convencionales. El universo del Big Data implica la capacidad de utilizar y aprovechar todos los datos disponibles, incluyendo correos electrónicos, documentos, mensajes, imágenes, grabaciones de audio, registros, videos e incluso la transformación de datos de un formato a otro para que puedan ser comprendidos y utilizados por diferentes sistemas y aplicaciones (López García, 2013). Esta diversidad de fuentes y formatos de información enriquece enormemente el potencial analítico y estratégico de las organizaciones.

En resumen, estas tres "V" del Big Data (volumen, velocidad y variedad) constituyen los pilares fundamentales que definen y caracterizan este fenómeno de la era digital. Cada una de estas dimensiones presenta desafíos y oportunidades únicas para las empresas, requiriendo enfoques innovadores y eficientes en el manejo, análisis y aprovechamiento de los grandes conjuntos de datos.

4.1.2 Tecnologías del Big Data

Dentro de la amplia arquitectura de un entorno Big Data, se despliegan una multitud de herramientas y tecnologías que desempeñan roles fundamentales en el procesamiento y análisis de los grandes volúmenes de datos. A continuación, se presenta una detallada descripción de algunas de las tecnologías más representativas y relevantes que pueden ser implementadas con éxito en este contexto dinámico y desafiante.

Hadoop: Conocido como un marco de trabajo, es una poderosa y versátil herramienta diseñada específicamente para abordar el desafío del procesamiento distribuido de grandes volúmenes de datos. Este robusto ecosistema permite la gestión eficiente y escalable de conjuntos de datos masivos al aprovechar los recursos de múltiples nodos de computadoras interconectadas. A través de modelos de programación sencillos y accesibles, Hadoop facilita la tarea de dividir y procesar tareas complejas en paralelo, distribuyendo la carga de trabajo entre los diferentes nodos del clúster.

Una de las características más destacadas de Hadoop es su capacidad para detectar y controlar errores en la capa de aplicación. Esto se logra mediante el uso de técnicas y mecanismos de tolerancia a fallos que permiten al sistema mantener la integridad y continuidad del procesamiento de datos, incluso en entornos distribuidos propensos a fallos y fluctuaciones. Gracias a esta funcionalidad, Hadoop se convierte en una herramienta fiable y robusta para el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos en empresas y organizaciones de diversos sectores y ámbitos.

Además, Hadoop se basa en el sistema de archivos distribuido HDFS (Hadoop Distributed File System), que proporciona una infraestructura altamente escalable y tolerante a fallos para el almacenamiento y acceso eficiente de datos distribuidos. Este sistema de archivos distribuido permite el almacenamiento y recuperación de datos de manera eficiente y confiable, asegurando que los datos estén disponibles para su procesamiento y análisis en todo momento.

Hadoop se posiciona como una solución altamente versátil y completa para abordar los desafíos del procesamiento distribuido de volúmenes masivos de datos. Su enfoque integral y flexible permite gestionar eficientemente conjuntos de datos de gran magnitud, al tiempo que ofrece una amplia gama de mecanismos para detectar y controlar errores en la capa de aplicación.

La escalabilidad es uno de los aspectos destacados de Hadoop, ya que puede adaptarse fácilmente a medida que los requisitos de almacenamiento y procesamiento de datos aumentan. Su capacidad para escalar horizontalmente mediante la adición de nuevos nodos permite manejar cargas de trabajo cada vez más exigentes, garantizando un rendimiento óptimo incluso ante la expansión constante de los datos.

Además, Hadoop se destaca por su rendimiento excepcional, ya que aprovecha eficientemente los recursos de hardware disponibles en entornos distribuidos. Al distribuir y paralelizar tareas complejas, Hadoop permite realizar procesamientos más rápidos y eficientes, reduciendo los tiempos de respuesta y mejorando la eficacia de las operaciones de análisis de datos.

La confiabilidad es otro aspecto clave de Hadoop, ya que se basa en tecnologías y enfoques diseñados para garantizar la integridad y disponibilidad de los datos. Con su sistema de archivos distribuido HDFS, Hadoop ofrece una infraestructura robusta y tolerante a fallos que

asegura la protección y recuperación de los datos, incluso en situaciones de interrupción o errores.

Debido a sus numerosas ventajas y beneficios, Hadoop se ha convertido en una elección popular y ampliamente adoptada en el mundo empresarial para el análisis de datos a gran escala. Su capacidad para manejar volúmenes masivos de datos, su enfoque en la escalabilidad, rendimiento y confiabilidad, así como su capacidad para detectar y controlar errores, lo convierten en una herramienta fundamental para las organizaciones que buscan aprovechar al máximo el potencial de sus datos y obtener conocimientos valiosos para la toma de decisiones estratégicas, en la Ilustración 2 se puede observar un gráfico que muestra la arquitectura de Hadoop (Guerrero López & Rodríguez Pinilla, 2014).

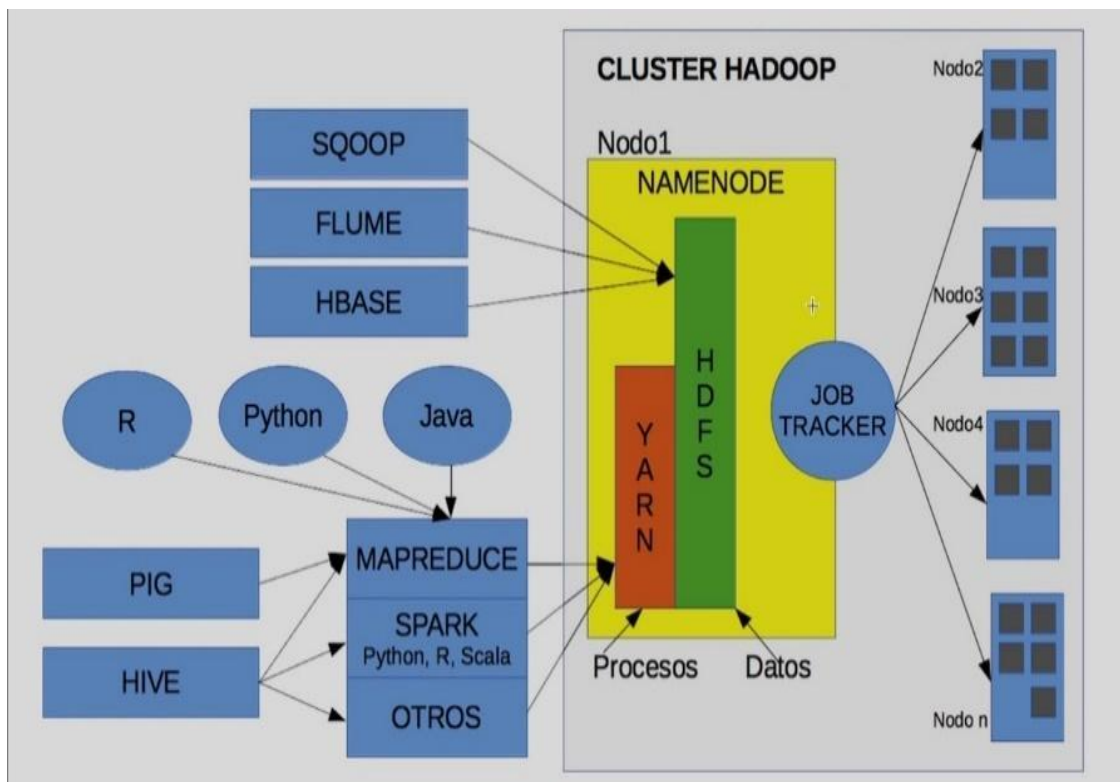


Ilustración 2. Hadoop
Fuente: <https://gravitar.biz/bi/hadoop/>

MapReduce: Se establece en la utilización de dos funciones fundamentales conocidas como Map y Reduce. Este enfoque se caracteriza por su capacidad para procesar grandes

volúmenes de datos de manera distribuida y escalable, lo cual ha resultado invaluable en el ámbito del procesamiento de datos a gran escala.

El funcionamiento de MapReduce se estructura a partir de la entrada de un conjunto de pares clave/valor, los cuales son sometidos a una serie de transformaciones y operaciones llevadas a cabo por las funciones Map y Reduce. El propósito principal de la función Map es descomponer y mapear los datos de entrada en subconjuntos más manejables, donde cada par clave/valor se asocia con un conjunto de resultados intermedios.

Posteriormente, la función Reduce entra en acción al agrupar y combinar estos resultados intermedios, aplicando operaciones específicas y generando un nuevo conjunto de pares clave/valor como salida. De esta manera, el modelo de programación MapReduce logra procesar y analizar grandes volúmenes de datos de forma paralela y eficiente, aprovechando al máximo los recursos de los sistemas distribuidos.

Es importante destacar que el enfoque de MapReduce se ha vuelto altamente relevante en el contexto actual, donde la generación y acumulación de datos ha alcanzado niveles sin precedentes. Con su capacidad para dividir y conquistar la tarea de procesamiento de datos en etapas más pequeñas y manejables, MapReduce se ha convertido en una pieza clave en el ecosistema de Big Data.

Gracias a su capacidad para escalar horizontalmente y distribuir el procesamiento en múltiples nodos, MapReduce ofrece una solución robusta y eficiente para abordar los desafíos asociados con el procesamiento de datos a gran escala. La flexibilidad y adaptabilidad de este modelo de programación permiten su aplicación en diversos escenarios y casos de uso, desde la indexación y búsqueda en motores de búsqueda hasta el análisis de datos para la toma de decisiones empresariales.

MapReduce, mediante su uso de las funciones Map y Reduce, proporciona un enfoque poderoso y escalable para el procesamiento distribuido de grandes conjuntos de datos. Su capacidad para dividir y conquistar las tareas de procesamiento, junto con su habilidad para trabajar en sistemas distribuidos, lo convierte en una herramienta indispensable en el campo del análisis de datos a gran escala (Goyzueta Rivera, 2015).

Apache Spark: Es un potente y altamente eficiente framework de computación en paralelo que ha revolucionado el procesamiento de datos a gran escala. Con la capacidad de generar

velocidades de hasta 100 veces superiores a las ofrecidas por Hadoop MapReduce, Spark se ha establecido como una opción destacada en el campo del análisis de datos y la manipulación de información masiva.

Una de las características más destacadas de Apache Spark es su capacidad para trabajar en memoria, lo que significa que los datos se almacenan en la memoria principal en lugar de acceder a ellos desde el disco duro, lo que acelera significativamente los tiempos de procesamiento. Esto resulta especialmente beneficioso en aplicaciones que requieren iteraciones y la reutilización de los datos, como el análisis de grafos y el aprendizaje de máquina.

Además de su excepcional rendimiento, Spark también ofrece una amplia gama de bibliotecas y módulos integrados que facilitan la implementación de algoritmos y técnicas avanzadas de análisis de datos. Su arquitectura modular y flexible permite a los desarrolladores aprovechar al máximo los recursos de hardware disponibles y adaptar Spark a las necesidades específicas de sus aplicaciones empresariales.

Apache Spark se ha consolidado como una evolución natural de Hadoop, proporcionando una solución de procesamiento de datos a gran escala más rápida, versátil y eficiente. Su capacidad para realizar operaciones en memoria, combinada con su soporte para aplicaciones iterativas y análisis de datos complejos, lo convierte en una opción atractiva para las empresas que buscan acelerar sus procesos de análisis y obtener información valiosa en tiempo real. (Goyzueta Rivera, 2015).

Machine learning: Es una tecnología avanzada que se basa en el análisis de grandes volúmenes de datos para generar modelos y realizar predicciones precisas. Esta disciplina se encuentra en la vanguardia de la inteligencia artificial, y su objetivo fundamental es desarrollar técnicas y algoritmos que permitan a las computadoras aprender de manera autónoma.

En esencia, el machine learning se enfoca en crear programas y sistemas informáticos capaces de generalizar comportamientos y tomar decisiones basadas en información no estructurada, proporcionada en forma de ejemplos o datos de entrenamiento. Mediante el uso de algoritmos sofisticados, los modelos de machine learning son capaces de detectar patrones, identificar correlaciones y extraer conocimientos valiosos de los datos.

La aplicación del machine learning abarca una amplia gama de campos y sectores, desde la medicina y las finanzas hasta el marketing y la industria manufacturera. Sus capacidades predictivas permiten realizar pronósticos precisos sobre diversos aspectos, como el comportamiento del consumidor, la detección de fraudes, la optimización de procesos, la segmentación de audiencias y muchas otras aplicaciones.

El machine learning es una rama crucial de la inteligencia artificial que busca dotar a las computadoras de la capacidad de aprender y tomar decisiones a partir de datos no estructurados. Su enfoque en la generación de modelos y la realización de predicciones precisas brinda a las organizaciones la posibilidad de obtener información valiosa y aprovecharla para mejorar sus operaciones, tomar decisiones más acertadas y lograr una ventaja competitiva en un mundo cada vez más impulsado por los datos. (Hall, Frank, Witten, & Pal, 2016).

Procesamiento de lenguaje natural: Es un campo de estudio y aplicación que se centra en la comprensión y manipulación de texto escrito en lenguaje humano. Esta disciplina tiene como objetivo principal permitir que las computadoras sean capaces de procesar y comprender el lenguaje natural, es decir, el idioma utilizado por las personas en su comunicación cotidiana.

Una de las áreas destacadas en las que el procesamiento de lenguaje natural ha encontrado una gran aplicación es en la interpretación de sentimientos, especialmente en el ámbito de las redes sociales y el análisis de medios sociales. Con el crecimiento exponencial de las plataformas digitales y las redes sociales, ha surgido la necesidad de comprender y analizar la gran cantidad de datos generados por los usuarios, incluyendo sus opiniones, emociones y sentimientos expresados a través de texto.

El procesamiento de lenguaje natural permite a las computadoras identificar, clasificar y analizar la polaridad de los sentimientos expresados en textos, ya sea en forma de publicaciones en redes sociales, comentarios de usuarios o reseñas de productos. Al utilizar algoritmos y técnicas específicas, se pueden extraer insights valiosos sobre la percepción y actitud de los usuarios hacia una marca, producto o evento.

Según Chowdhury, un reconocido experto en el campo del procesamiento de lenguaje natural, este abarca una amplia gama de investigaciones y prácticas que buscan explorar cómo las computadoras pueden entender y manipular texto en lenguaje natural para llevar a cabo operaciones útiles. Esto implica el desarrollo de algoritmos y modelos que permitan el

reconocimiento de palabras y frases, el análisis gramatical, la traducción automática, la generación de resúmenes, entre otras funcionalidades.

El procesamiento de lenguaje natural es una disciplina en constante evolución que tiene como objetivo permitir a las computadoras comprender y manipular texto en lenguaje humano. Su aplicación en la interpretación de sentimientos, especialmente en el ámbito del social media, ha demostrado ser de gran utilidad para comprender las opiniones y actitudes de los usuarios. A través de algoritmos y técnicas avanzadas, el procesamiento de lenguaje natural está transformando la forma en que las organizaciones analizan y utilizan el vasto flujo de información generada por los usuarios en la era digital (Vivancos Vicente, 2016).

4.2 Activos de Información

Uno de los pilares fundamentales en el funcionamiento de las organizaciones radica en el aprovechamiento y gestión eficiente de la información y el conocimiento que poseen. En la era digital y altamente interconectada en la que nos encontramos, las empresas se ven inundadas con una gran cantidad de datos provenientes de diversas fuentes, como clientes, proveedores, servicios, productos, competencia, entre otros. Sin embargo, la verdadera riqueza no radica únicamente en la acumulación de datos, sino en la capacidad de transformarlos en conocimiento accionable y valioso para la toma de decisiones estratégicas.

Las organizaciones suelen enfrentarse al desafío de contar con información dispersa en diferentes fuentes y formatos, lo que dificulta su análisis y aprovechamiento. Es aquí donde entran en juego las herramientas y estrategias que permiten extraer y analizar dicha información de manera eficiente. Estas soluciones tecnológicas y metodologías especializadas se convierten en aliados indispensables para las empresas en su búsqueda de convertir los datos en conocimiento tangible y aplicable en su operación y estrategia.

La consolidación de la información proveniente de múltiples fuentes se convierte en un proceso crucial para obtener una visión holística y completa de la realidad empresarial. Mediante la integración de datos provenientes de diferentes áreas y sistemas, se logra un panorama más preciso y detallado de la situación actual de la organización. Esto permite identificar patrones, tendencias y relaciones que pueden ser utilizados para la generación de conocimiento relevante y valioso.

El análisis de la información se vuelve entonces una actividad clave para transformar los datos en conocimiento accionable. Las herramientas y técnicas de análisis de datos permiten descubrir insights, identificar oportunidades y mitigar riesgos, proporcionando a las empresas una ventaja competitiva en el mercado. El análisis puede abarcar desde técnicas estadísticas y matemáticas hasta algoritmos avanzados de aprendizaje automático e inteligencia artificial, todo con el objetivo de extraer información valiosa y significativa de los datos disponibles.

El conocimiento generado a partir de la información analizada se convierte en un activo estratégico para las organizaciones. Este conocimiento permite tomar decisiones informadas, diseñar estrategias más efectivas, optimizar procesos internos, mejorar la relación con los clientes, detectar nuevas oportunidades de negocio y anticiparse a los cambios del entorno. En definitiva, se convierte en un elemento clave para el crecimiento, la innovación y el éxito empresarial (Acosta Medellín & Florez Lara, 2015). Es importante aclarar el manejo que se le da a términos como lo son datos, información y conocimiento:

Datos: Son elementos que representan hechos relativos a un fenómeno o al resultado de un proceso en particular, los cuales carecen de significado por sí mismos ya que están fuera de un contexto que les dé sentido. (Silva Guerra, 2014).

Información: Debe entenderse como datos que han sido procesados, elaborados y además han sido situados en un contexto específico, por lo cual tienen un significado para alguien en un momento y un lugar determinados (Silva Guerra, 2014).

Conocimiento: Consiste en datos y/o información organizada y procesada para distribuir entendimiento, experiencia, aprendizaje acumulado y habilidades que pueden ser aplicados a un problema o actividad actual. El conocimiento en este sentido es información que es contextual, relevante y sobre la que se puede actuar. Por tanto, la implicación es que el conocimiento tiene un fuerte componente de elementos de experiencia y reflexión que lo distingue de la información en un contexto determinado. Tener conocimiento implica que puede ser empleado para resolver un problema (Silva Guerra, 2014).

En el contexto de la presente tesis, se plantea que las tecnologías de Big Data se configuran como una opción claramente viable y prometedora para la empresa General Electric, ya que brindan la oportunidad de aprovechar los diversos activos de información de la organización con el objetivo de mejorar el conocimiento de los usuarios y establecer modelos de análisis que impulsen un software más exitoso.

El uso de las tecnologías de Big Data se presenta como una solución imprescindible y fundamental para las empresas que desean obtener ventajas competitivas y generar valor para su negocio a través de la toma de decisiones basadas en el análisis de datos. Estas tecnologías se convierten en una herramienta esencial en la estrategia comercial y de comunicación de cualquier tipo de organización, sin importar el sector o la actividad que desarrollen.

En el caso particular de General Electric, la implementación de las tecnologías de Big Data permitirá integrar y aprovechar de manera eficiente los activos de información existentes. Esto implica la posibilidad de recopilar, almacenar y procesar grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes, como clientes, proveedores, servicios, productos, entre otros. Al disponer de esta información valiosa, la organización podrá generar conocimientos profundos y relevantes que contribuyan a la formulación de estrategias efectivas y bien fundamentadas.

El análisis de los datos a través de las tecnologías de Big Data posibilita identificar patrones, tendencias y relaciones ocultas, lo que brinda a la empresa una visión más completa y precisa de su entorno. Estos insights y conocimientos adquiridos resultan vitales para la toma de decisiones informadas y estratégicas. Además, el uso de estas tecnologías permite un enfoque más proactivo y predictivo, ya que se pueden anticipar cambios y tendencias emergentes, lo que otorga a la organización una ventaja competitiva significativa en el mercado.

La adopción de las tecnologías de Big Data en la empresa General Electric se presenta como una opción estratégica para maximizar el valor de los activos de información y mejorar la toma de decisiones. Estas tecnologías proporcionan las herramientas necesarias para recopilar, almacenar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos, generando conocimientos valiosos que impulsan el éxito y el crecimiento de la organización. Al utilizar el potencial de Big Data, General Electric estará en condiciones de aprovechar al máximo su información, formulando estrategias basadas en datos sólidos y logrando una mayor eficiencia y efectividad en sus operaciones y comunicaciones comerciales.

4.3 Mejora de procesos de software

Con el propósito de buscar mejoras sustanciales en sus procesos, las empresas se plantean como meta fundamental establecer una conexión más sólida y efectiva entre las personas que conforman la organización y las herramientas y procedimientos utilizados en su quehacer diario. Este vínculo se establece mediante la definición y adopción de procesos bien estructurados, los cuales proporcionan una guía clara y coherente a seguir, además de fijar un objetivo común para todos los miembros de la organización.

En el caso específico de las empresas relacionadas con el desarrollo de software, esta dinámica no difiere. En este contexto, se ha empleado el concepto de Proceso de Desarrollo de Software, el cual se define como "un conjunto de acciones sistemáticas y coordinadas que tienen como propósito principal transformar de manera eficiente la necesidad o requerimiento de un usuario en una solución de software efectiva".

Dentro de este enfoque, los procesos de desarrollo de software cumplen una función esencial, ya que permiten una gestión más eficiente y estructurada de los proyectos, garantizando que las necesidades de los usuarios sean abordadas de manera efectiva y satisfactoria. Estos procesos establecen una secuencia de actividades interrelacionadas, tales como el análisis de requerimientos, el diseño, la codificación, las pruebas y la implementación, que se llevan a cabo de manera organizada y secuencial, siguiendo estándares y mejores prácticas reconocidas en la industria.

Al implementar y seguir rigurosamente estos procesos, las empresas de desarrollo de software buscan obtener diversos beneficios. Entre ellos, se destacan la optimización del tiempo y los recursos, la mejora de la calidad del producto final, la reducción de los riesgos y errores, así como la maximización de la satisfacción del cliente. Al contar con una guía clara y estandarizada, se establecen pautas y lineamientos que aseguran la consistencia en la ejecución de las tareas y facilitan la comunicación y colaboración entre los miembros del equipo.

La adopción de procesos de desarrollo de software se erige como un mecanismo clave para lograr mejoras significativas en las empresas de este rubro. Estos procesos permiten transformar de manera eficiente las necesidades de los usuarios en soluciones de software efectivas, al tiempo que promueven la organización, la calidad y la comunicación en el equipo de trabajo. Al establecer una guía única y un objetivo común, se propicia un entorno propicio para el éxito y el crecimiento en la industria del desarrollo de software. (Martin, 2017).

Dado que en las organizaciones que hacen uso de la tecnología la única constante es el cambio constante (Fernández, 2022), la buena administración de estos Procesos de Desarrollo de Software se hace crítica al momento de asegurar la calidad de los productos de la compañía. Esto toma especial relevancia cuando se afirma que la calidad del proceso impacta directamente en la calidad del producto final (Martin, 2017). Esto ha impulsado a las organizaciones, en conjunto con la academia, a perfeccionar continuamente estos procesos, realizando una serie de actividades que reciben el nombre de Mejora de Procesos de Desarrollo de Software (Software Process Improvement, SPI). Las actividades asociadas a la Mejora de Procesos de Desarrollo de Software se basan en una serie de modelos de referencia y recomendaciones que pretenden guiar a la organización hacia la mejora de sus procesos, siguiendo un camino definido y probado. Sin embargo, el entorno cambiante de las empresas de tecnología, sumado a la necesidad de ser competitivos entregando productos de calidad, hace necesario no sólo la implementación o mejora de procesos particulares, sino también, la incorporación de programas a largo plazo que guíen a las organizaciones en un plan de mejora continua e integral de sus procesos en el tiempo. Estos planes son llevados a cabo utilizando modelos como IDEAL (Pressman, 2023) e IMPACT (Álvarez, 2017), entre otros.

Si bien los proyectos de Mejora de Procesos de Desarrollo de Software representan un costo importante para las organizaciones que los adoptan, también han demostrado en el tiempo su eficacia debida principalmente a los beneficios que proporcionan, entre los que están: el aumento de la productividad, la reducción de costos, la mayor competitividad y calidad en los productos (Stamelos, O'Connor, Rout, & Dorling, 2018). Dado estos beneficios, existe un aumento constante en el número de empresas que implementan proyectos de Mejora Continua de Procesos de Desarrollo (Phillips, 2018), lo que hace de estas prácticas un pilar fundamental para las empresas que utilizan tecnología.

4.3.1 Principios básicos de la gestión del cambio

Cuando se busca llevar a cabo mejoras en cualquier ámbito empresarial, es inevitable enfrentarse a la necesidad de generar cambios en la organización. Estos cambios deben ser gestionados de manera efectiva para garantizar su correcta implementación y asegurar que los resultados deseados se materialicen. Según las palabras de José Manuel Gil, reconocido experto en gestión del cambio y coaching, el proceso de cambio es uno de los aspectos que con mayor frecuencia genera ansiedad y resistencia en las organizaciones. No obstante, si se

aborda de manera eficiente, el cambio puede convertirse en un elemento sumamente valioso para el desarrollo del negocio y el logro de los objetivos planteados.

En la actualidad, se observa que más del 80% de las grandes empresas han emprendido algún tipo de proyecto de cambio en su estructura o procesos. Sin embargo, resulta preocupante constatar que aproximadamente el 60% de estos proyectos no ha alcanzado el éxito esperado, a pesar de contar con el respaldo y apoyo de la alta gerencia. Esto demuestra la complejidad y los desafíos inherentes a la gestión del cambio organizacional.

El cambio, por su propia naturaleza, implica romper con la rutina establecida y abrazar nuevas formas de pensar y actuar. Esta transición puede generar resistencia y miedo al desconocido, tanto a nivel individual como colectivo. Es por ello que la gestión del cambio se convierte en un proceso crucial para superar las barreras y obstáculos que puedan surgir durante la implementación de las mejoras.

Una gestión del cambio efectiva implica una serie de elementos clave. En primer lugar, es necesario contar con un liderazgo fuerte y comprometido, capaz de comunicar de manera clara y convincente los beneficios y razones del cambio. Además, se requiere una adecuada planificación y estrategia, que contemple aspectos como la identificación y gestión de riesgos, la asignación de recursos necesarios y la definición de plazos realistas.

Asimismo, es fundamental involucrar a los miembros de la organización en el proceso de cambio, brindándoles oportunidades de participación activa y espacios para expresar sus inquietudes y opiniones. Esto contribuirá a generar un sentido de pertenencia y compromiso con la transformación propuesta.

La gestión del cambio es un componente esencial en cualquier proyecto de mejora y desarrollo empresarial. A pesar de las dificultades que puedan surgir, gestionar eficazmente el cambio puede convertirse en un factor determinante para el éxito de la organización. Con un enfoque adecuado, se pueden superar las resistencias y aprovechar al máximo el potencial de transformación que implica el cambio. Es necesario aprender de las experiencias pasadas y buscar constantemente nuevas formas de gestionar el cambio de manera efectiva, con el objetivo de lograr resultados positivos y sostenibles en el crecimiento y desarrollo de la empresa (Gil, 2013). Estos datos demuestran lo importante que es planificar la gestión del cambio en un proyecto de mejora de procesos. Para esto, José Manuel Gil propone una serie de principios básicos del cambio (Gil, 2013). Si bien estos principios son generales y aplicables

a cualquier industria del mercado, permiten dar una visión a grandes rasgos sobre lo que se debe tener en cuenta al momento de abordar un proyecto de cambio:

Los cambios no deben ser vistos como una amenaza, sino como una oportunidad. Los cambios deben ser considerados como hitos en la vida de las personas, las cuales no saben qué consecuencias traerán a largo plazo. El considerarlos una amenaza o una oportunidad depende de cada persona, pero la actitud frente a ello marcará una diferencia entre un proyecto exitoso a uno que no lo es.

El error fundamental de atribución. Al realizar un cambio no se debe cambiar a las personas en lo que respecta a sus valores, creencias, necesidades o sus sueños. Solo se debe intentar generar un cambio respecto a la conducta de las personas.

Solo a los bebés les gusta que les cambien. A las personas les gusta el cambio, pero siempre que lo decidan ellas y no sea impuesto. Este principio es básico para dominar la gestión del cambio, porque de él se deduce una importante consecuencia: a la gente le gusta más el cambio si participa en él o lo puede considerar suyo, que si se lo imponen.

Aterrizar el cambio. Al realizar un cambio es necesario traducir el objetivo general a instrucciones, esfuerzos, conductas, indicadores críticos, criterios y reglas claras que estén bajo control.

No hay cambio sin líder ni líder sin cambio. Mientras los gestores se encargan de gestionar la estabilidad, los líderes hacen lo propio con el cambio. En tiempos de cambios y turbulencias resulta difícil predecir el futuro y, por tanto, acertar con el destino de las organizaciones. En estos tiempos es especialmente necesario contar con personas que saben a dónde hay que ir. No se puede gestionar el cambio si no se cuenta con el líder adecuado.

El cambio es caro. Realizar un cambio es caro. Sin embargo, el no realizarlo puede ser fatal. Se debe tener en cuenta que la alternativa de no cambiar es muy tentadora, dado que a corto plazo puede que las cosas funcionen y, sin embargo, la decisión de cambio implica asumir importantes riesgos. Por el contrario, a largo plazo, generalmente resultan exitosas las alternativas que buscan arriesgar con un cambio.

La arteriosclerosis organizacional. Es mejor no empezar un proyecto de cambio que empezarlo y no concluirlo. Si un cambio comienza a realizarse y es abandonado por el líder

del proyecto o la dirección, esta situación quedará grabada en la cultura de la organización y las personas, produciendo una resistencia a la realización de nuevos cambios.

El cambio es un asunto emocional. Lo que mueve al ser humano son las emociones. Por tanto, no tiene ningún sentido intentar gestionar el cambio desde el lado racional: con argumentos, conceptos, planes y datos. Es necesario apelar a un sentimiento, a una emoción. Puede ser una imagen, una utopía, una ilusión o puede ser un sentimiento negativo de rabia o de miedo.

El efecto de la mera exposición. El principio de mera exposición hace que un cambio que al principio es rechazado poco a poco se vaya percibiendo con mejores ojos, según las personas se van acostumbrando a él.

La disonancia cognitiva. Cuando se les solicita a las personas que realicen tareas que antes han podido criticar, se produce en ellas una fuerte tensión que se tiende a expresar en forma de resistencia al cambio.

El camino debe ser marcado por las excepciones. Un buen método para descubrir dónde se deben concentrar los esfuerzos de cambio es el análisis de las excepciones. Cuando todo va mal se trata de descubrir lo que funciona, mientras que cuando todo va bien se debe descubrir lo que no funciona.

El efecto social. En momentos de cambio las personas no se orientan bien, las posibilidades son infinitas y la ambigüedad muy alta. En medio de esa desorientación, el comportamiento de los demás se convierte en un referente muy valioso. Se trata de una fuerza que debe ser utilizada a favor de los procesos de cambio.

Los cambios no deben verse como imposibles de lograr. Una de las grandes dificultades que presentan los cambios es que pueden parecer muy difíciles de lograr, en especial si se considera el cambio en su totalidad o se percibe como un reto inalcanzable. Los cambios deben comenzar por pequeños pasos bien definidos, a fin de no desanimar a las personas antes de empezar.

El efecto paradigma. Los paradigmas son creencias aprendidas a lo largo de la vida que dan la posibilidad de estabilizar el entorno, pero que, en ocasiones, permiten ser objetivos y en momentos de cambio imposibilitan ver las oportunidades e impide ver los comportamientos diferentes y las excepciones. La clave está en hallar el punto de equilibrio que permita estar

atento al cambio de los límites porque estos marcarán el nivel adecuado de cambio en la conducta de las personas.

El efecto Pigmalión. Este efecto se basa en que si se trata a una persona como lo que es seguirá siendo lo que es, pero si se trata como lo que podría ser, entonces se convertirá en todo lo que puede llegar a ser. En procesos de cambio el efecto Pigmalión resulta fundamental ya que explica muy bien por qué fracasa el cambio con unas personas y con otras no.

4.3.2 Valores y principios de la mejora de procesos de software

Considerando el éxito alcanzado por diversos programas de mejora de procesos que han logrado gestionar eficazmente el cambio en sus proyectos, resulta de gran relevancia adquirir conocimiento acerca de las experiencias pasadas. Conocer el camino recorrido, las decisiones tomadas y los desafíos enfrentados en el camino hacia el éxito se vuelve fundamental para poder replicar estos resultados positivos en proyectos relacionados con los procesos de desarrollo de software.

En respuesta a esta necesidad, en septiembre de 2009, un grupo de destacados expertos internacionales en mejora de procesos relacionados con el desarrollo de software se congregaron en el congreso EuroSPI, celebrado en la Universidad de Alcalá en España. Durante este encuentro, se llevó a cabo una iniciativa orientada a recopilar los resultados obtenidos en proyectos de mejora de procesos de software en todo el mundo, con el objetivo de extraer los beneficios alcanzados y los criterios de éxito aplicados en dichos proyectos.

La finalidad de esta iniciativa era reunir conocimientos prácticos y experiencias concretas provenientes de diferentes proyectos, para así establecer una base de conocimiento sólida y compartida en el ámbito de la mejora de procesos de software. Al hacerlo, se buscaba proporcionar a la comunidad profesional y académica una referencia valiosa que permitiera orientar y optimizar los esfuerzos en futuros proyectos de mejora.

La recopilación de estos resultados y criterios de éxito se llevó a cabo mediante el análisis detallado de una amplia variedad de casos de estudio y proyectos reales. Se examinaron diferentes enfoques, metodologías y estrategias implementadas en cada caso, así como los resultados obtenidos y los factores clave que contribuyeron a su éxito.

El intercambio de conocimientos y la colaboración entre expertos en este congreso internacional generaron valiosas sinergias y permitieron identificar patrones comunes y mejores prácticas que se pudieron aplicar en el contexto de la mejora de procesos de software. Estos hallazgos, derivados de la experiencia práctica de profesionales y académicos de renombre, constituyeron una valiosa fuente de aprendizaje para la comunidad global de desarrollo de software.

La iniciativa llevada a cabo en el congreso EuroSPI de 2009 fue un esfuerzo importante para recopilar y compartir los resultados y criterios de éxito de proyectos de mejora de procesos de software en todo el mundo. Este enfoque colaborativo permitió extraer valiosas lecciones aprendidas y conocimientos prácticos, con el objetivo de impulsar futuros proyectos hacia el éxito. Al utilizar esta base de conocimiento y aplicar las mejores prácticas identificadas, las organizaciones pueden potenciar sus esfuerzos de mejora y alcanzar resultados positivos en sus procesos de desarrollo de software (Maida & Pacienza, 2015).

Como resultado de esta iniciativa, ese mismo año se elaboró un manifiesto (Guzmán, 2014) que pretende dar a conocer los aspectos claves relacionados con el SPI, basado principalmente en las experiencias de las organizaciones relacionadas al desarrollo de software de todo el mundo. El documento describe los valores y principios que se deben adoptar para realizar una implementación exitosa, en donde cerca de dos tercios de ellos se refieren a los aspectos humanos, sociales y organizativos, mientras que un tercio habla de aspectos de carácter más técnicos (Maida & Pacienza, 2015).

El Manifiesto presenta a los encargados de liderar proyectos SPI los temas relevantes para tener en cuenta a la hora de diseñar y ejecutar los proyectos de mejora. Para esto, en primer lugar, define los valores que deben ser sostenidos en el tiempo. Estos son:

Personas. Se debe involucrar activamente a las personas y afectar sus actividades diarias. No se debe pensar el SPI como un tema orientado únicamente a la gestión.

Negocio. El SPI debe ser visto como lo necesario de hacer para tener un negocio exitoso. No se trata solo de aplicar un estándar, alcanzar un nivel de madurez u obtener un certificado.

Cambio. El SPI debe estar directamente asociado al cambio, porque no puede lograrse resultados diferentes haciendo lo mismo que se hace actualmente.

4.3.3 Requerimientos para la mejora de procesos

Es fundamental que las organizaciones reconozcan la importancia de extraer lecciones de las experiencias previas y aprovechar los avances tecnológicos logrados en proyectos anteriores. Este enfoque en el aprendizaje y la capitalización de conocimientos acumulados permite a las organizaciones avanzar de manera más eficiente y efectiva en sus esfuerzos de mejora continua.

Antes de embarcarse en un proyecto de mejora, es esencial que las organizaciones cumplan con una serie de requisitos clave que les brindarán una base sólida para el éxito. Estos requisitos actúan como pilares fundamentales que sustentan el proceso de mejora y ayudan a establecer una dirección clara y coherente. Al cumplir con estos requisitos, las organizaciones aumentan sus posibilidades de lograr resultados exitosos y duraderos en sus proyectos de mejora.

Para esto, es importante cumplir con una serie de requisitos antes de comenzar un proyecto de mejora. Entre los más importantes se encuentran:

Apoyo de la alta dirección. Es importante que la dirección de la organización apoye y participe activamente en el proyecto de mejora. De esta forma, las personas que participan se comprometen de forma más seria y se sentirán apoyados por parte de los altos mandos.

Compromiso a largo plazo. Resulta muy difícil obtener resultados satisfactorios y comprobables a corto plazo. Es necesario saber y comunicar que surgirán muchos problemas y dificultades que habrá que solucionar en el tiempo.

Metodología disciplinada y unificada. Para mantener un orden en el proyecto y una buena integración entre los equipos de trabajo, es necesario que todos los integrantes trabajen con la misma metodología y que ésta sea lo más disciplinada posible.

Debe haber una persona responsable por cada proceso. Para que un proceso tenga continuidad en el tiempo, no solo basta con implantar controles y auditorías, es necesario que cada proceso tenga un responsable que esté permanentemente velando por la calidad de este.

Se deben desarrollar sistemas de evaluación y retroalimentación. Para saber si la mejora del proceso va por buen camino se deben evaluar y analizar los resultados. Estos deben ser

comunicados a todos los involucrados de manera que puedan mejorar continuamente su trabajo.

Centrarse en los procesos y éstos en los clientes. Dado que el resultado final de cualquier empresa es determinado por los procesos que utiliza para generarlo, es importante mejorar estos procesos y enfocarlos a las necesidades del cliente.

Además, existen iniciativas destinadas a generar requisitos más livianos, dada la necesidad de implementar proyectos de mejora más flexibles y orientados al resultado (Martin, 2014).

Entre los que se destacan están:

- Diseñar un plan de mejora enfocado en la efectividad y la generación de buenos resultados, utilizando ciclos de desarrollo más cortos, detección de errores y un retorno de la inversión más temprano.
- Debe ser posible implementar inicialmente el proyecto de mejora con poco esfuerzo y luego ser extendido incrementalmente mediante ciclos cortos que coincidan con los ciclos de desarrollo de los proyectos a los cuales se aplique.
- Proveer resultados rápidos y tangibles de tal forma que pueda justificarse su inversión y continuidad en el tiempo.
- Utilizar tecnologías informáticas existentes y probadas para el proceso de mejora

4.3.4 Factores de éxito

Al desarrollar un proyecto de mejora de procesos de software, se generarán una serie de buenas decisiones tanto en las personas como en la organización en general. El identificar estos aciertos ayudará a reafirmar el camino que se está siguiendo y se podrán reutilizar en nuevos proyectos. A continuación, se listan algunos de los factores que ayudan al éxito de un proyecto de mejora (Toapanta, Sinchiguano, & Jimenez, 2017):

- La empresa se encuentra estable al momento de iniciar un proyecto SPI, iniciando lo más rápido posible la mejora con una estructura simple del modelo SPI.
- Se guía el plan de mejora mediante procedimientos concretos, combinando diferentes enfoques, y siguiendo una iniciativa sistemática y coherente.
- Se realiza la mejora siguiendo una aproximación incremental que permita una adopción continua de las prácticas de mejora.

- Se consigue un rápido retorno a la inversión, extendiendo al máximo los recursos asignados y maximizando las mejoras en el menor tiempo posible.
- Se minimiza la resistencia al cambio mediante la concientización organizacional de que la mejora de procesos, implementándola con base en las necesidades reales, beneficiará a los empleados y a la empresa.
- Se involucra a todas las personas de la empresa en la búsqueda permanente de la calidad, minimizando las interrupciones del plan mediante la capacitación en el área SPI de los empleados.
- Se monitorea y supervisa el plan estratégico SPI, evaluando frecuentemente su eficiencia y siguiendo una estrategia de valoración rápida del proceso de software.
- Se establece un mecanismo de comunicación eficiente que soporte la comunicación entre los diferentes actores involucrados en la mejora.
- Se llevan a cabo actividades de medición, a través del uso sistemático de métricas adaptadas a la organización.
- Se compromete a la dirección de la empresa en el plan estratégico SPI.
- Se logra la asesoría de un experto para iniciar el plan estratégico SPI.
- Se aborda el problema de mejora desde la perspectiva técnica.

Si bien es importante que la mayor cantidad de estos factores estén presentes en el proyecto de SPI, esto dependerá exclusivamente del tipo de proyecto y la organización que lo lidera.

4.4 Modelos de referencia para la mejora continua de procesos

El entorno empresarial en constante evolución de la industria tecnológica, combinado con la imperativa necesidad de ser competitivos y ofrecer productos y servicios de calidad, demanda no solo la implementación o mejora de procesos específicos, sino también la adopción de planes a largo plazo que guíen a las organizaciones en un enfoque de mejora continua e integral de sus procesos a lo largo del tiempo. Estos planes representan una serie de actividades meticulosamente diseñadas y ejecutadas con el objetivo de elevar el desempeño y la madurez de los procesos dentro de la organización, así como alcanzar resultados significativos y sostenibles.

Reconociendo que la competitividad en el mercado actual está en constante movimiento, las organizaciones tecnológicas se enfrentan al desafío de mantenerse al ritmo de los avances y las demandas del sector. Para sobresalir y mantener una ventaja competitiva, es esencial que estas empresas no solo se enfoquen en abordar problemas o deficiencias puntuales, sino que adopten una mentalidad de mejora continua y una visión estratégica a largo plazo.

Los planes a largo plazo para la mejora continua e integral de los procesos representan una poderosa herramienta para guiar a las organizaciones en su viaje hacia la excelencia operativa y la satisfacción del cliente. Estos planes van más allá de las acciones reactivas o ad hoc, y en su lugar, establecen un marco estructurado y sistemático para el análisis, diseño, implementación y seguimiento de mejoras en todos los niveles de la organización.

Dichos planes involucran una cuidadosa evaluación de los procesos existentes, identificando áreas de oportunidad, estableciendo objetivos claros y alcanzables, y definiendo métricas y medidas de desempeño para monitorear el progreso. Además, incorporan estrategias para promover la colaboración y el compromiso de todos los miembros de la organización, fomentando una cultura de mejora continua en todos los rincones de la empresa.

Los resultados de estos planes son sumamente valiosos para la organización, ya que no solo conducen a mejoras tangibles en la eficiencia operativa, la calidad de los productos y servicios, y la satisfacción del cliente, sino que también fortalecen la capacidad de la empresa para adaptarse y responder ágilmente a los cambios del entorno empresarial.

La implementación de planes a largo plazo para la mejora continua e integral de los procesos es esencial para que las empresas tecnológicas se mantengan a la vanguardia en un mercado en constante cambio. Estos planes permiten a las organizaciones abordar de manera proactiva los desafíos y oportunidades, y desarrollar una cultura de mejora continua que impulsa la innovación, la eficiencia y el éxito sostenible a largo plazo.

4.4.1 Modelo CMMI

Para que una compañía alcance la madurez al momento de enfrentar proyectos de desarrollo de software, esta debe comenzar a mejorar sus procesos relacionados al desarrollo de software. El Software Engineering Institute (SEI) desarrolló un modelo llamado CMMI, el cual permite establecer este nivel de madurez de una organización. Para lograr esto, se utiliza un esquema de cinco grados o niveles, los que determinan la conformidad con un modelo de

madurez de la capacidad (CMM, Capability Maturity Model). Esta evaluación define cuáles de las actividades del modelo se están cumpliendo, determinando de esta forma el nivel de madurez de las organizaciones. Los cinco niveles de madurez que define CMMI son:

Nivel 1 Inicial: Se refiere a procesos ad-hoc y caóticos, en los cuales generalmente la organización no ofrece un ambiente estable que se soporte a estos procesos. El éxito de estas compañías depende del esfuerzo personal de sus colaboradores.

Nivel 2 Gestionado: En esta etapa los procesos son planificados y ejecutados de acuerdo con políticas establecidas por la organización. Existen recursos adecuados y personal capacitado para liderar los proyectos. Además, los resultados son controlados por la compañía.

Nivel 3 Definido: Los procesos tienden a ser bien definidos y comprendidos por las personas de la organización. Además, estos están apoyados por estándares, procedimientos y métodos.

Nivel 4 Gestionado Cuantitativamente: En esta etapa tanto la organización como los proyectos, obedecen a objetivos cuantitativos en cuanto a la calidad de sus procesos. Estos procesos se basan en las necesidades de los clientes, usuarios finales, implementados de procesos y la propia organización.

Nivel 5 Optimizado: La organización ya no solo mide cuantitativamente sus procesos, sino que también es capaz de comprender cuantitativamente las causas comunes a la variación inherente a los procesos.

4.4.2 Modelo IDEAL

Dentro de los modelos más utilizados para la mejora continua de procesos de software (Toapanta, Sinchiguano, & Jimenez, 2017) se encuentra IDEAL (Pressman, 2023), el cual fue desarrollado por el SEI para servir de guía para el inicio, planificación e implementación de iniciativas de mejora continua. Su nombre es un acrónimo conformado por las iniciales de los nombres en inglés de las 5 fases que propone el modelo, como se muestra en la Ilustración 3: Iniciar (Initiating), Diagnosticar (Diagnosing), Establecer el plan (Establishing), Actuar (Acting) y Aprender (Learning).

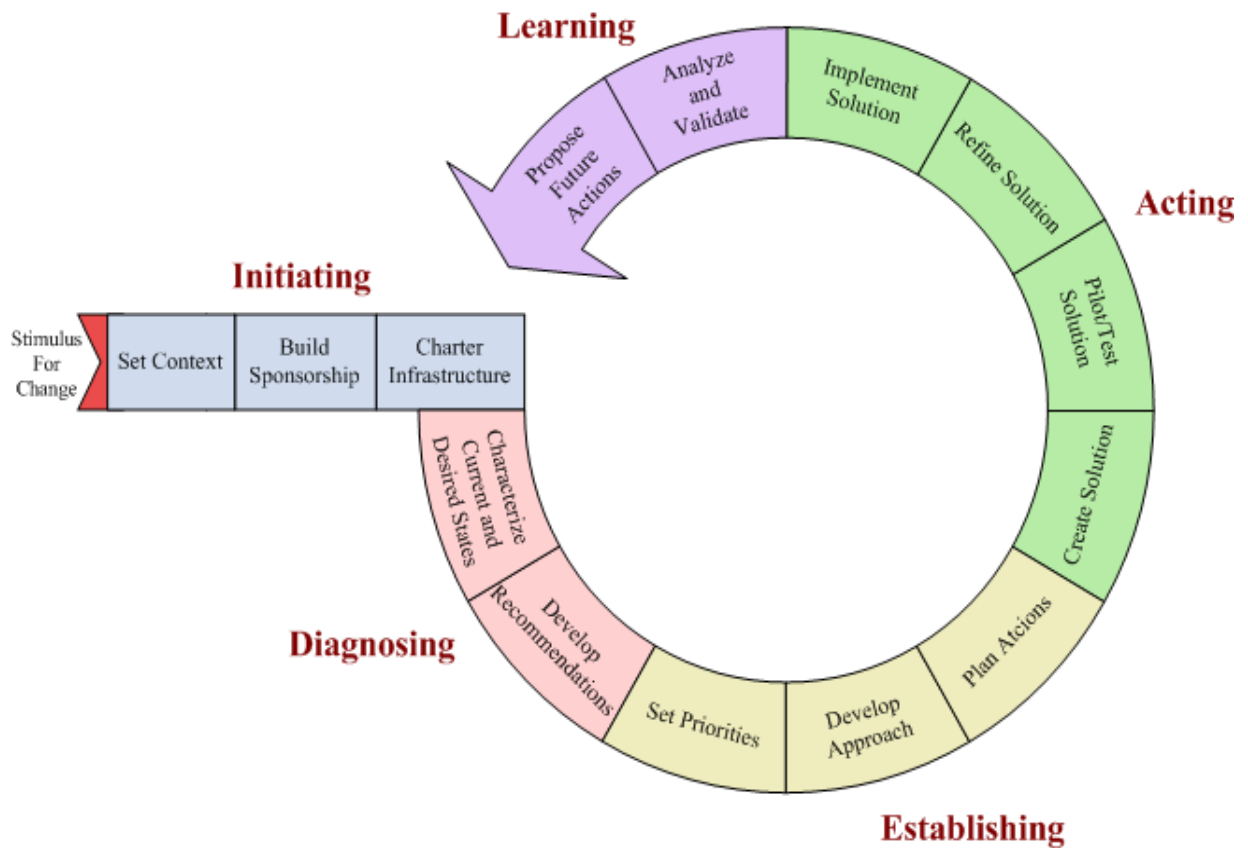


Ilustración 3. Modelo IDEAL
 Fuente: <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/2524/>

A continuación, se describen las fases propuestas por el modelo para introducir una mejora:

Iniciar: Se busca establecer las bases para garantizar el proyecto de mejora a través del patrocinio, la infraestructura, la asignación de recursos y el establecimiento de compromisos.

Diagnosticar: Evaluar y diagnosticar mediante un método formal el estado actual de la organización en cuanto al uso de los procesos identificando sus fortalezas y debilidades.

Establecer el plan: En base a los resultados y a los objetivos que la organización se ha propuesto alcanzar se genera un plan de mejora. En base a las necesidades se establecen prioridades, objetivos y equipos de acción de procesos.

Actuar: Se implementa el plan, se desarrollan las mejoras, se definen o ajustan los procesos y artefactos, se capacita, se implementan las iniciativas de mejora en pilotos, y se miden los avances.

Aprender: Se analizan los resultados de la implementación y se aprende del ciclo recién realizado para mejorar los procesos en forma continua

A través de la ejecución y supervisión continua de los pasos anteriores es posible implementar las mejoras hasta obtener los resultados que se buscan. El tiempo que tomará cada ciclo dependerá del tamaño y complejidad de los cambios. Dado el conocimiento que se tiene en la organización sobre este modelo, sumado al estudio realizado por (Toapanta, Sinchiguano, & Jimenez, 2017) en donde determina que IDEAL es el modelo más utilizado para conducir mejoras en procesos de software en pequeñas y medianas empresas, es que este proyecto de tesis utiliza como base este modelo para la construcción del Proceso de Mejora.

4.5 Metodología Six Sigma

La metodología Six Sigma es un enfoque altamente efectivo utilizado en diversos sectores para mejorar la calidad y eficiencia de los procesos. Aunque se originó en la industria manufacturera, su aplicabilidad se ha extendido a otras áreas, incluyendo el desarrollo y la mejora de software. (Hayler & Nichols, 2019)

La metodología Six Sigma se centra en la reducción de la variación y la mejora continua de los procesos, con el objetivo de alcanzar la excelencia operativa (Kumar & Singh, 2021). El término "Six Sigma" se refiere a un nivel de desempeño en el que la probabilidad de que ocurran defectos es extremadamente baja, aproximadamente 3,4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se logra mediante la aplicación rigurosa de un enfoque basado en datos y el uso de herramientas y técnicas estadísticas.

El enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es la metodología principal utilizada en Six Sigma para la mejora de procesos. Cada una de las fases del DMAIC tiene un propósito específico y guía el equipo de proyecto a través de un enfoque estructurado y sistemático. (Singh & Kumar, 2023)

4.5.1 Fase Definir

En la fase de Definir, se realiza la identificación y descripción precisa del problema o la oportunidad de mejora en el proceso de desarrollo de software. Se establecen de manera clara y concisa los objetivos del proyecto, así como los parámetros y criterios que determinarán su

éxito. Además, en esta fase se lleva a cabo la formación de un equipo de proyecto, asignando de manera adecuada los roles y responsabilidades a cada miembro del equipo, para asegurar una ejecución eficiente y coordinada del trabajo.

4.5.2 Fase Medir

En la fase de Medir, se recolectan datos pertinentes con el objetivo de comprender y cuantificar el desempeño actual del proceso de desarrollo de software. Se determinan indicadores clave de rendimiento (KPI) y se implementan sistemas de medición apropiados. Estos datos recopilados sirven como punto de partida para evaluar el rendimiento actual y establecer metas de mejora en el proceso.

4.5.3 Fase Analizar

En la fase de Analizar, se realiza una evaluación detallada de la información recopilada con el fin de identificar las causas fundamentales de los problemas y las oportunidades de mejora. Para lograrlo, se emplean herramientas estadísticas y técnicas de análisis que permiten descubrir patrones, tendencias y relaciones entre las variables pertinentes. Gracias a este enfoque, el equipo de proyecto adquiere un conocimiento profundo de las raíces de los defectos y errores presentes en el proceso de desarrollo de software, lo cual resulta esencial para impulsar una mejora sustancial.

4.5.4 Fase Mejorar

En la fase de Mejorar, se desarrollan propuestas y soluciones para resolver las causas fundamentales identificadas en la fase previa. Se emplean técnicas de generación de ideas, como el pensamiento creativo y la experimentación de diseño, para proponer soluciones innovadoras. Estas soluciones se someten a pruebas y se implementan de forma controlada, garantizando su efectividad y viabilidad a largo plazo.

4.5.5 Fase Controlar

En la fase de Controlar, se implementan controles y sistemas de monitoreo para asegurar el mantenimiento de las mejoras implementadas y garantizar que el proceso de desarrollo de software se mantenga en los niveles óptimos. Se definen planes de control y se establecen

mecanismos de retroalimentación para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras realizadas.

4.5.6 Six Sigma en la mejora de software

La aplicación de Six Sigma en la mejora del software implica la adaptación de los principios y herramientas de Six Sigma a los procesos y desafíos específicos del desarrollo de software. Esto implica la identificación de métricas relevantes para medir la calidad del software, como la tasa de defectos, la satisfacción del cliente y la eficiencia en la entrega (Singh & Kumar, 2017). Además, se utilizan técnicas de análisis específicas del desarrollo de software, como el análisis estático y dinámico de código, la revisión de diseño y la gestión de la configuración del software.

Al aplicar Six Sigma en el desarrollo de software, es crucial contar con un equipo multidisciplinario que incluya expertos en calidad, gestión de proyectos y desarrollo de software. Este equipo trabaja en estrecha colaboración para identificar oportunidades de mejora, implementar cambios y monitorear el rendimiento del software. (Tayntor, 2018)

Los beneficios de aplicar Six Sigma en la mejora del software son significativos. La metodología ayuda a reducir defectos, mejorar la satisfacción del cliente, aumentar la eficiencia en el desarrollo y entrega de software, y reducir los costos asociados con defectos y retrabajos.

La metodología Six Sigma es un enfoque poderoso para mejorar la calidad y eficiencia del desarrollo de software (Pries & Quigley, 2019). Al aplicar el enfoque DMAIC y utilizar herramientas y técnicas estadísticas, las organizaciones pueden identificar y abordar las causas raíz de los problemas en el desarrollo de software, mejorando la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Al adaptar los principios de Six Sigma al contexto del desarrollo de software, las organizaciones pueden lograr una mejora continua y sostenible en sus procesos de desarrollo de software.

CAPÍTULO V. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de Estudio

Este trabajo de investigación se enmarca en la metodología de investigación explicativa, con una línea de investigación centrada en el análisis de bases de datos. Su objetivo principal es indagar y comprender las causas subyacentes de los errores observados en el software As-Running, utilizado en el contexto del mantenimiento de turbinas eólicas en la prestigiosa empresa General Electric.

Con un enfoque riguroso y sistemático, se pretende establecer relaciones de causa y efecto que expliquen de manera exhaustiva los motivos detrás de los errores identificados en el mencionado software. Para lograr este propósito, se llevará a cabo un minucioso análisis de los procesos automatizados utilizados para la obtención de datos en el mantenimiento de las turbinas eólicas.

El estudio se basará en una revisión exhaustiva de la literatura especializada, así como en el análisis detallado de las bases de datos relevantes, recolectadas tanto de fuentes internas de la empresa como de fuentes externas pertinentes. Se emplearán técnicas y herramientas avanzadas de análisis de datos, con el fin de identificar patrones, tendencias y anomalías que puedan estar relacionadas con los errores en el software As-Running.

Además, se llevarán a cabo entrevistas y encuestas con expertos en el campo, tanto dentro de la empresa General Electric como en otras organizaciones del sector de turbinas eólicas. Estas interacciones permitirán obtener perspectivas valiosas y conocimientos prácticos sobre las posibles causas de los errores, así como sobre las mejores prácticas y soluciones existentes en la industria.

A lo largo de la investigación, se aplicarán rigurosos métodos de análisis estadístico y técnicas de minería de datos para descubrir patrones ocultos y relaciones significativas entre las variables estudiadas. El objetivo es generar hallazgos sólidos y concluyentes que aporten una comprensión profunda de los factores que contribuyen a los errores en el software As-Running.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación no solo permitirán explicar las causas de los errores identificados, sino que también proporcionarán recomendaciones y propuestas concretas para mejorar el proceso automatizado de obtención de datos en el mantenimiento de las turbinas eólicas. Estas recomendaciones se basarán en evidencia empírica y serán diseñadas para optimizar la eficiencia, la calidad y la confiabilidad del software As-Running en el contexto específico de la empresa General Electric.

5.1.1 Diseño de Investigación

El propósito de esta investigación es llevar a cabo un estudio experimental exhaustivo con el objetivo de abordar diversas problemáticas relacionadas con el proceso de obtención y actualización de datos provenientes del campo en el contexto de las turbinas eólicas. Se busca en particular reducir significativamente el tiempo requerido para la obtención y actualización de estos datos, así como minimizar la cantidad de errores asociados al procesamiento automático de las actualizaciones en la base de datos de turbinas eólicas.

Además, se pretende disminuir el tiempo empleado en la elaboración de listas de materiales y, de manera simultánea, mejorar el nivel de satisfacción del cliente. Estos aspectos son de vital importancia para la eficiencia y competitividad de la empresa, así como para garantizar un servicio de calidad y cumplir con las expectativas de los clientes.

Para alcanzar estos objetivos, se llevará a cabo un enfoque experimental riguroso, basado en la recopilación y análisis de datos en un entorno controlado. Se realizarán pruebas y evaluaciones de diversas estrategias y mejoras potenciales en el proceso de obtención y actualización de datos. Se considerarán aspectos como la automatización de tareas, la optimización de algoritmos y la implementación de tecnologías innovadoras, con el fin de encontrar soluciones efectivas y eficientes.

El estudio se realizará en colaboración con especialistas en el campo de las turbinas eólicas, quienes aportarán su experiencia y conocimientos técnicos. Se establecerá un plan de trabajo detallado, que incluirá la definición de hipótesis, el diseño de experimentos, la recolección de datos relevantes y su posterior análisis estadístico.

Se utilizarán métricas y criterios de evaluación específicos para medir el impacto de las mejoras implementadas. Estos criterios incluirán la reducción del tiempo de obtención y

actualización de datos, la disminución de errores en el procesamiento automático de actualizaciones, la optimización del tiempo de elaboración de listas de materiales y la mejora perceptible en el nivel de satisfacción del cliente.

Los resultados obtenidos a partir de esta investigación experimental permitirán identificar y validar enfoques efectivos para reducir el tiempo de obtención y actualización de datos, mejorar la precisión del procesamiento automático, agilizar el proceso de elaboración de listas de materiales y elevar el nivel de satisfacción del cliente.

5.2 Sujetos de Estudio o población

El universo total de esta investigación está constituido por una amplia cantidad de datos, específicamente 11,000 líneas de error. Estos datos fueron obtenidos de manera automática a partir de los reportes generados mensualmente por el software As-Running. Dichos reportes son una fuente invaluable de información que documenta y registra los errores encontrados en el funcionamiento de las turbinas eólicas.

Cada una de estas 11,000 líneas de error representa una incidencia particular o un evento en el cual se ha detectado algún tipo de fallo, anomalía o contratiempo en el funcionamiento de las turbinas eólicas. Estos errores pueden ser de diversa naturaleza, abarcando desde problemas técnicos y fallos de rendimiento hasta errores en la recopilación y procesamiento de los datos relacionados con el mantenimiento de las turbinas.

5.3 Muestra

En el marco de esta investigación, se empleará un enfoque de muestreo intencional, también conocido como muestreo por juicio o selectivo. Este método de muestreo se caracteriza por la selección intencional y deliberada de las unidades de muestra, en este caso, las características a analizar serán determinantes en la elección de dicha muestra.

El muestreo intencional se basa en la premisa de que las unidades de muestra seleccionadas poseen características específicas que son relevantes para los objetivos de investigación y permiten obtener información valiosa sobre el fenómeno estudiado. Es decir, se busca seleccionar aquellas unidades de muestra que se consideran más representativas o significativas para el análisis en cuestión.

En el contexto de esta investigación, las características a analizar serán cuidadosamente identificadas y definidas previamente. Estas características pueden incluir variables relevantes relacionadas con los errores obtenidos en el procesamiento automático de las actualizaciones en la base de datos de las turbinas eólicas, el tiempo de obtención y actualización de datos provenientes del campo, la elaboración de listas de materiales y el nivel de satisfacción del cliente.

Considerando que se deben analizar los errores obtenidos del software automatizado (As-Running), se realiza el cálculo siguiente para la obtención del tamaño de la muestra:

$N=11,000$ líneas de error por mes

$1 - \alpha = 95\%$

$\alpha = 5 \%$

$E = 0.05$

$$n = \frac{N * z_{\alpha/2}^2}{(N - 1)4E^2}$$

$$n = \frac{11000 * 1.96^2}{(11000 - 1)4(0.05)^2} = \frac{42257.6}{109.99} = 384.19 = 384$$

El tamaño de la muestra fue de 384 líneas de error a analizar mensualmente.

5.4 Instrumento de recolección de datos

En el marco de esta investigación, se llevó a cabo un proceso de recolección de datos de manera periódica y sistemática, con el objetivo de recabar información relevante sobre los errores generados en el contexto del software As-Running. Para ello, se estableció un enfoque mensual de recolección de datos, lo que implicó la creación y gestión de una base de datos específica diseñada para almacenar y facilitar el análisis de dichos errores.

La creación de esta base de datos representó un componente fundamental en el proceso de recolección de datos, ya que permitió centralizar y organizar la información obtenida de forma estructurada. Esta base de datos fue diseñada de manera cuidadosa, considerando los atributos y variables relevantes para el análisis de los errores. Además, se establecieron mecanismos de registro y seguimiento para asegurar la integridad y calidad de los datos recopilados.

La recolección de datos mensual se llevó a cabo siguiendo un protocolo establecido, el cual definía los procedimientos y pasos a seguir para recabar la información requerida de manera consistente y confiable. Este protocolo incluyó la identificación de las fuentes de datos pertinentes, la extracción de los errores asociados al software As-Running, la clasificación y categorización de dichos errores, así como el registro de información adicional relevante, como fechas, contextos o causas identificadas.

Asimismo, se implementaron mecanismos de validación y verificación para garantizar la calidad de los datos recolectados. Esto implicó realizar una revisión exhaustiva de los registros y asegurar la coherencia y consistencia de la información capturada en la base de datos. Además, se llevaron a cabo controles de integridad y coherencia de los datos para identificar posibles anomalías o incongruencias.

La base de datos creada proporcionó un repositorio centralizado y estructurado de los errores recopilados, lo que facilitó su análisis posterior. Esta base de datos permitió realizar consultas, generar informes y realizar análisis estadísticos sobre los errores registrados, lo que resultó crucial para comprender y evaluar la naturaleza y frecuencia de los errores en el software As-Running, identificar patrones o tendencias, y tomar decisiones informadas para mejorar el proceso y reducir la cantidad de errores.

5.5 Instrumento de análisis de datos

Durante el transcurso de esta investigación, se llevó a cabo un riguroso proceso que abarcó todas las etapas fundamentales de la metodología Six Sigma, con un enfoque específico en el enfoque DMAIC, siguiendo el acrónimo en inglés que representa las fases de definir (Define), medir (Measure), mejorar (Improve), analizar (Analyse) y controlar (Control). Cada una de

estas fases fue abordada de manera minuciosa y sistemática, con el objetivo de obtener resultados confiables y efectivos.

La primera fase, la de "definir", implicó el establecimiento claro y preciso de los objetivos y alcance de la investigación. Se realizaron reuniones y consultas con los interesados pertinentes para comprender plenamente las necesidades y expectativas, y se elaboró una declaración de proyecto detallada que sirvió como punto de partida para el desarrollo del estudio. Además, se identificaron los problemas y oportunidades clave que se buscaba abordar, estableciendo así una base sólida para el resto del proceso.

La segunda fase, la de "medir", estuvo centrada en la recolección y análisis de datos relevantes para evaluar la situación actual y comprender la magnitud del problema. Se identificaron las variables críticas y se diseñaron métodos de medición adecuados para recopilar información precisa y confiable. Se llevaron a cabo análisis estadísticos para obtener una visión clara de los indicadores clave y las tendencias existentes, lo que permitió una evaluación cuantitativa de la situación y una identificación de las áreas que requerían mejoras.

La fase de "mejorar" se enfocó en el desarrollo e implementación de soluciones efectivas y viables para abordar los problemas identificados. Se llevaron a cabo análisis detallados y se exploraron diferentes enfoques y alternativas para encontrar la mejor solución posible. Se realizaron pruebas piloto y se ajustaron los enfoques según los resultados obtenidos. Además, se contó con la participación activa de los interesados relevantes para asegurar la viabilidad y aceptación de las soluciones propuestas.

La fase de "analizar" se centró en el estudio detallado de los datos y la identificación de las causas raíz de los problemas. Se utilizaron herramientas y técnicas de análisis como el diagrama de Ishikawa, el análisis de Pareto y el análisis de regresión para comprender las relaciones y los factores que contribuían a los errores identificados. Esto permitió una comprensión profunda de las causas subyacentes y proporcionó información valiosa para orientar las soluciones y acciones correctivas.

Finalmente, la fase de "controlar" se dedicó a la implementación de medidas de control y seguimiento para garantizar la sostenibilidad de las mejoras realizadas. Se establecieron indicadores de desempeño y se implementaron sistemas de monitoreo continuo para asegurar

que los problemas resueltos no volvieran a surgir. Se establecieron mecanismos de retroalimentación y se realizaron revisiones periódicas para evaluar el impacto de las mejoras y realizar ajustes si fuera necesario (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2014).

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE DATOS

6.1 Definir

En la fase Definir se identificaron todos los posibles problemas a ser considerados en el análisis de los datos para evitar la incorrecta utilización de recursos. Una vez delimitado el alcance, se asignaron las responsabilidades a llevar a cabo y el objetivo a alcanzar.

6.1.1 Impacto del proyecto

Con la finalidad de reafirmar el impacto del proyecto ante la empresa, se realizó un diagrama de análisis de oportunidades y amenazas, como se muestra en la ilustración 4, en el cual se identificaron amenazas a corto plazo: riesgo de perder información en PLM, en promedio 4500 unidades serían impactadas por mes; Y a largo plazo: las listas de materiales retrasarían las mejoras de GE Services como RePower, Power Up o Upgrades; Igualmente, oportunidades a corto plazo: mejorar el FTY al 85% para As-Running aumentando la productividad de los equipos involucrados; Y a largo plazo: datos de alta calidad disponibles para Ingeniería de Servicios para proponer futuros Repowers Power Up o Upgrades.

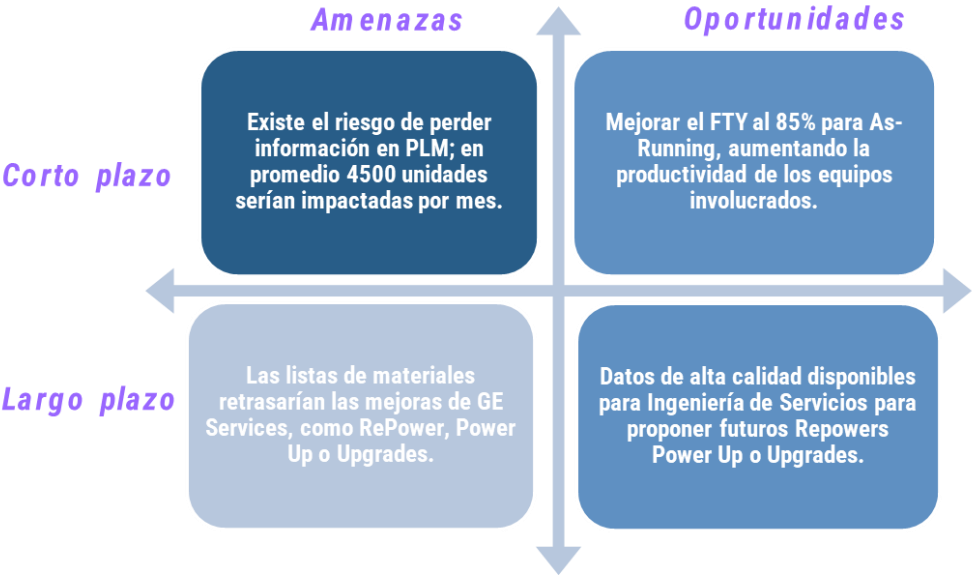


Ilustración 4. Diagrama de análisis de oportunidades y amenazas.
Fuente: Creación propia

6.1.2 Alcance del proyecto

Se utilizó la herramienta *In and Out of the Frame*, como se muestra en la ilustración 5, para delimitar el alcance del proyecto, quedando dentro: procesar con éxito los cambios en las listas de materiales de turbinas en garantía, control de calidad para el software As-Running, procesar correctamente los cambios independientemente de la región de donde provenga la información, método para reprocesar registros fallidos y métricas automatizadas o semiautomatizadas de As-Running; En la parte media: manejo de datos en PLM, procesos del equipo de Configuration Management y procesos que afectan la calidad de los datos; que quedan en medio porque se afectará sólo una parte de ellos; Y fuera: los softwares As-Built y As-Installed que no se impactarán.

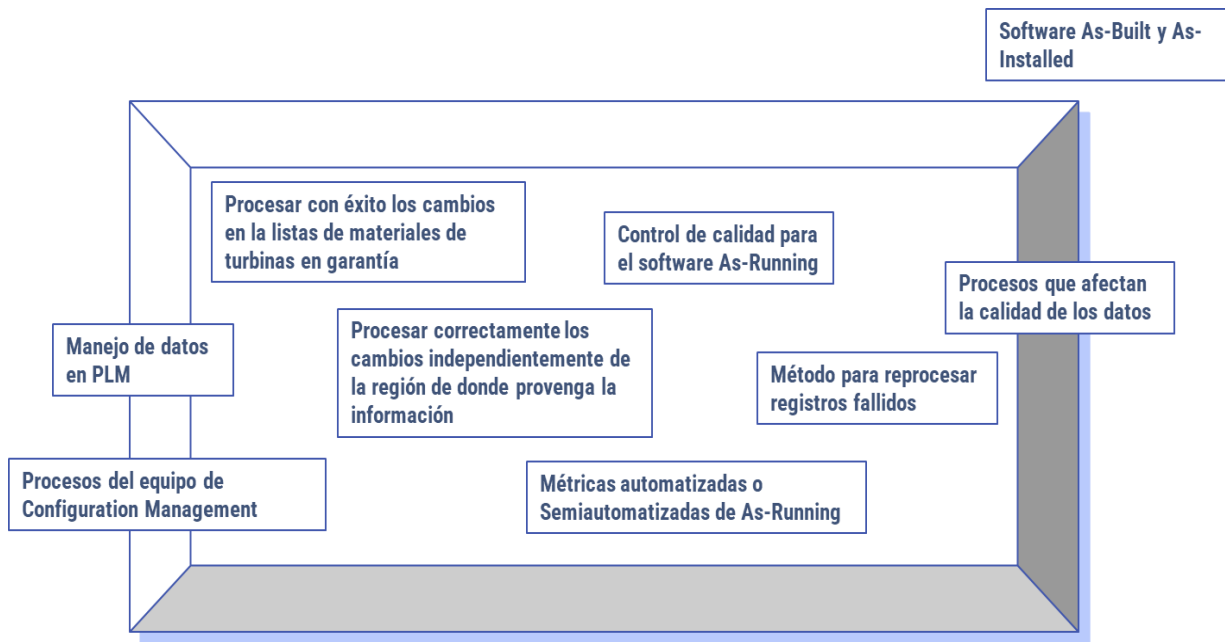


Ilustración 5. In and Out of the Frame
Fuente: Creación propia

6.1.3 Mapa del proceso

En la ilustración 6 se puede observar el mapa del proceso de alto nivel diseñado para obtener una descripción general de los pasos, eventos y operaciones que componen el proceso, esto ayudó a comprender el proceso y verificar el alcance.

Mapa de proceso de alto nivel

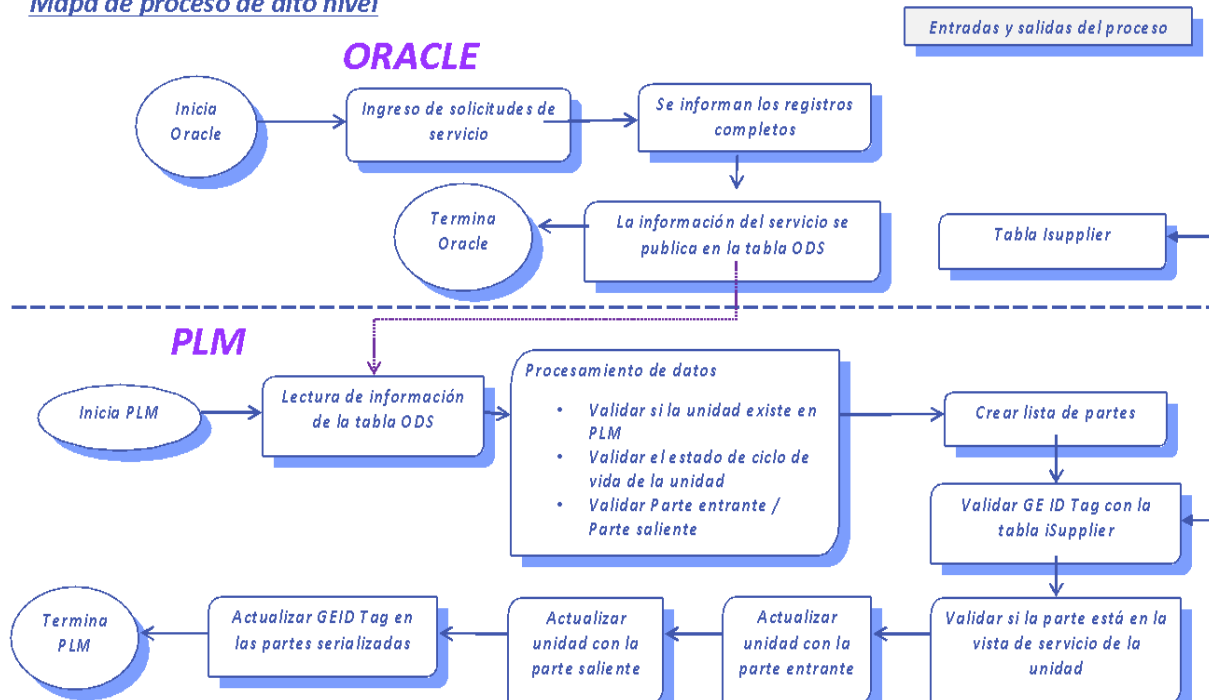


Ilustración 6. Mapa del proceso
Fuente: Creación propia

6.2 Medir

En esta fase se realizó una medición minuciosa de los datos para identificar las variables individuales y la relación entre ellas, se definieron los límites de especificación, los defectos, así como la capacidad del desempeño actual del software por medio de métricas.

6.2.1 Mediciones iniciales

Se realizó una medición del número de errores obtenidos por parte del software mensualmente, la gráfica se generó con los datos del mes de junio del año 2022, donde se puede observar que se procesaron 42,982 líneas, de las cuales 31,000 fallaron, lo que deja una tasa de éxito de solo 27%, como se muestra en la Ilustración 7.

Junio 2022

Totales		
Líneas totales	Líneas exitosas	Líneas fallidas
42982	11639	31343

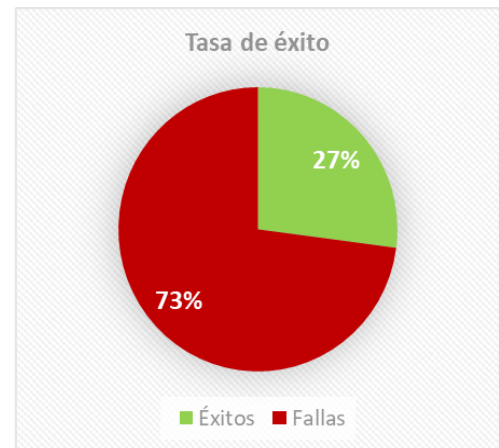


Ilustración 7. Tasa de éxito As-Running junio 2022
Fuente: Creación propia

6.2.2 Sistema de medición

Con la finalidad de tener un método de obtención y medición periódica de los datos, se desarrolló una macro en Microsoft Access para automatizar el cálculo de First Time Yield y la obtención de métricas, que se muestra en la ilustración 8 y funciona de la siguiente manera: Se reciben archivos llamados *As-Running Status Report* por correo después de una corrida de As-Running, estos archivos se cargan en una base de datos de Microsoft Access para procesarlos y en esa base de datos el usuario selecciona el intervalo de tiempo deseado para obtener las métricas en las que se puede ver el First Time Yield, el número de registros procesados, el número de registros fallidos y el tipo de errores.



Métricas generadas automáticamente desde la base de datos de Access:

- First Time yield
- Número de registros procesados
- Número de registros fallidos
- Tipo de errores

Ilustración 8. Macro para obtención de métricas
Fuente: Creación propia

6.2.3 Capacidad del proceso

En la Ilustración 9 se puede observar que se definió que *Cualquier semana por debajo de un 80% de First Time Yield (FTY)* sería considerada como defecto, el límite de especificación superior sería de *100% FTY* y el límite de especificación inferior sería de *80% FTY*, manteniendo en un *85% FTY* el objetivo a alcanzar.

Defect:

Cualquier semana por debajo de un 80% de First Time Yield (FTY) será considerada defecto.

Upper Specification Limit (USL):

100% FTY (Registros procesados con éxito la primera vez y reflejados correctamente en PLM)

Lower Specification Limit (LSL):

80% FTY (Registros procesados con éxito la primera vez y reflejados correctamente en PLM)

Target:

85% de FTY

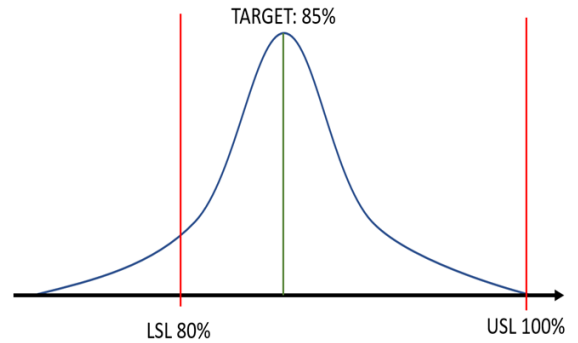


Ilustración 9. Capacidad del proceso
Fuente: Creación propia

6.2.4 Validación del sistema de medición

En la Ilustración 10 se muestra el estudio Gage R&R desarrollado para validar las métricas de la base de datos generada en Microsoft Access, se seleccionó un operador (OPER2), quien generó las métricas de manera manual, luego estos valores se compararon con los resultados de las métricas de la base de datos de Microsoft Access (OPER1). El *Gage R&R = 0%* indica que se puede concluir que el sistema de medición es confiable.

Gage R & R (Short Method)

		Measurement : BB Project Cycle Time						
Part #	Part ID	OPER1	OPER2	OPER3	OPER4	OPER5	Range	
1	FW25	70.250	70.250				0.000	
2	FW26	67.880	67.880				0.000	
3	FW27	72.030	72.030				0.000	
4	FW28	72.810	72.810				0.000	
5	FW29	72.840	72.840				0.000	
6	FW30	72.670	72.670				0.000	
7	FW31	74.780	74.780				0.000	
8	FW32	77.560	77.560				0.000	
9	FW33	70.300	70.300				0.000	
10	FW34	68.350	68.350				0.000	
11	FW35	79.560	79.560				0.000	
12	FW36	76.400	76.400				0.000	
13	FW37	73.770	73.770				0.000	
						Sum of Ranges:	0.000	
						Average Range:	0.0000	
# oper	2							
# parts (n)	6							
d2*	1.18							
LSL	90							
USL	100							
Tolerance	10.000							
		GAGE R&R						
		Sm (Est.)					0.00000	
		Gage Error (GRR=5.15*Sm)					0.00000	
		%R&R = 100*(R&R/tolerance)						
		%R&R =					0.00%	

Ilustración 10. Gage R&R - Validación del sistema de medición
Fuente: Creación propia

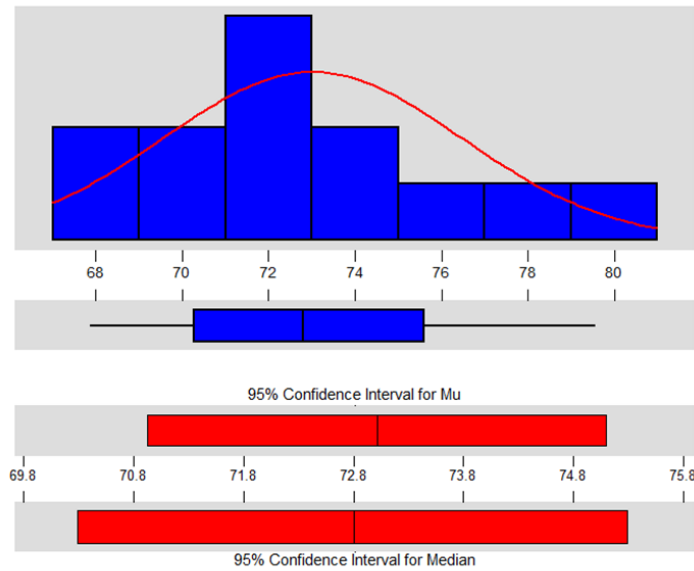
6.3 Analizar

En esta fase se analizaron los datos compilados previamente, se identificaron los atributos del software que no cumplían con las especificaciones esperadas por la empresa, se identificaron las potenciales causas de fallo y la relación causa-efecto utilizando herramientas estadísticas que ayudaron a interpretar los comportamientos de los errores. Finalmente se identificaron las causas raíz de que afectan el funcionamiento del software.

6.3.1 Análisis estadístico

Se utilizó el software *Minitab* para realizar los análisis estadísticos pertinentes, como se muestra en la Ilustración 11, y asegurar que los datos seguían una distribución normal, lo que permitió calcular las probabilidades de aparición de datos de esa distribución, y así inferir datos de la población a partir de los obtenidos de la muestra. Se determinó que los datos efectivamente seguían una distribución normal (valor P > 0.05).

Descriptive Statistics



Variable: FTY Before

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 0.198
P-Value: 0.856

Mean: 73.0153
StDev: 3.4516

Variance: 11.9134
Skewness: 0.335386
Kurtosis: -3.4E-01
N: 13

Minimum: 67.8799
1st Quartile: 70.2774
Median: 72.8067
3rd Quartile: 75.5881
Maximum: 79.5647

95% Confidence Interval for Mu
70.9295 75.1011

95% Confidence Interval for Sigma
2.4751 5.6976

95% Confidence Interval for Median
70.2869 75.2900

Ilustración 11. Distribución normal As-Running
Fuente: Creación propia

Igualmente se realizó una prueba para obtener la capacidad potencial del proceso, mostrada en la Ilustración 12, que define el mejor escenario del proceso actual sin ningún cambio o mejora, donde Z es una capacidad estadística del proceso. Con esta medición se concluyó que la capacidad de proceso a largo plazo era de $Z = -2.02$, lo que indicaba que habría sólo 21,505 semanas dentro de los límites de especificación en más de 19,000 años.

Report 1: Executive Summary

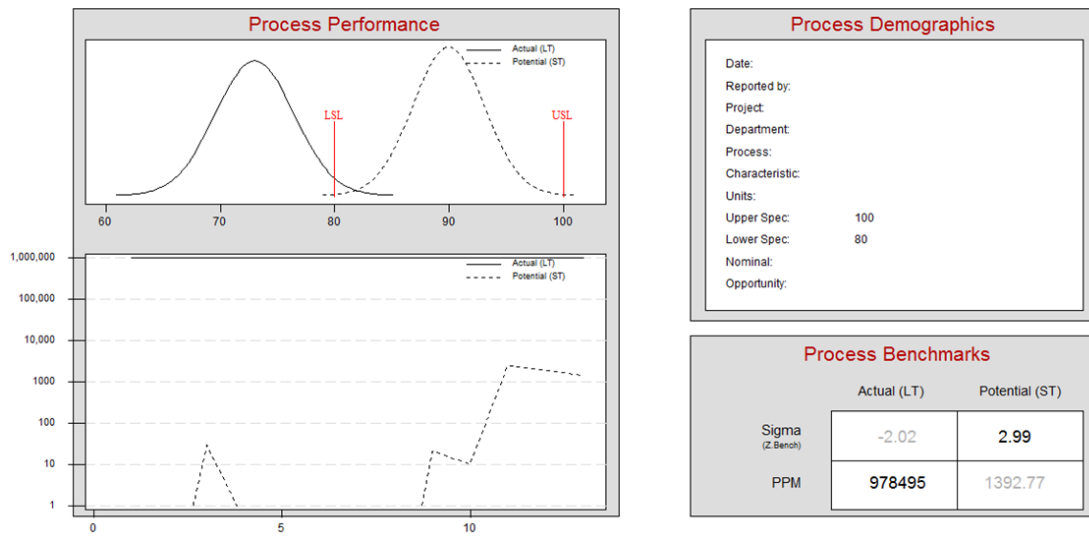


Ilustración 12. Capacidad potencial del proceso
Fuente. Creación propia

6.3.2 Determinar las causas de variación

En la Tabla 2, se categorizaron los errores obtenidos de los reportes recibidos mensualmente con las actualizaciones realizadas automáticamente por el software As-Running y se identificaron 8 distintos errores a ser analizados:

Tabla 2. Errores de As-Running

ERROR 1	La versión liberada u obsoleta de la parte no existe en PLM.
ERROR 2	La turbina no existe en PLM.
ERROR 3	La parte está relacionada con más de una función.
ERROR 4	No se identificó una función específica.
ERROR 5	El ciclo de vida de la lista de materiales no es superior a instalado.
ERROR 6	La parte está relacionada con más de una función.
ERROR 7	La pieza de repuesto tiene relación con más de una instancia de la parte.
ERROR 8	No se pudo identificar una función válida para la parte.

Estos datos se ingresaron a la Macro en Microsoft Access para ser analizados y se concluyó en la Tabla 3 que la variabilidad se originaba principalmente por errores en los datos, el

proceso y el código del software; los errores se categorizaron en esos grupos de afinidad para su análisis.

Tabla 3. Categorización de errores por grupos de afinidad

Grupo de afinidad	Número de error	Descripción del error
ERRORES DE DATOS	1	La versión liberada u obsoleta de la parte no existe en PLM.
	2	La turbina no existe en PLM.
	3	La parte está relacionada con más de una función.
	4	No se identificó una función específica.
	5	El ciclo de vida de la lista de materiales no es superior a instalado.
ERRORES DE PROCESO	6	La parte está relacionada con más de una función.
ERRORES DE SOFTWARE	7	La pieza de repuesto tiene relación con más de una instancia de la parte.
	8	No se pudo identificar una función válida para la parte.

6.3.2.1 La versión liberada u obsoleta de la parte no existe en PLM

El error *La versión liberada u obsoleta de la parte no existe en PLM* sucedía porque la parte recibida del reporte de estado del proceso contenía un nombre incorrecto y no había forma de averiguar qué parte era la que se estaba tratando. Existía sospecha de que había un error de datos proveniente de campo, la posible solución era asegurarse de que los usuarios no pudieran cargar información incorrecta, o que se les informara que los datos ingresados eran incorrectos.

6.3.2.2 La turbina no existe en PLM

El error *La turbina no existe en PLM* sucedía porque la turbina recibida en el reporte de estado del proceso contenía un nombre incorrecto y no había forma de averiguar qué turbina era la que se estaba tratando. Existía sospecha de que había un error de datos proveniente de campo, la posible solución era asegurarse de que los usuarios no pudieran cargar información incorrecta, o que se les informara que los datos ingresados eran incorrectos.

6.3.2.3 La parte está relacionada con más de una función / No se identificó una función específica

Los errores *La parte está relacionada con más de una función* y *No se identificó una función específica* sucedían porque el software As-Running no buscaba o encontraba correctamente las partes relacionadas con más de una función. Existía sospecha de que había un defecto de lógica en el software porque había partes sin funciones que presentaban este error, la posible solución era hacer un cambio a la lógica del software para que procesara las partes relacionadas a cualquier número de funciones.

6.3.2.4 El ciclo de vida de la lista de materiales no es superior a instalado

El error *El ciclo de vida de la lista de materiales no es superior a instalado* sucedía porque el campo "Nombre de la turbina" en el reporte de estado del proceso estaba vacío. Existía sospecha de que había un defecto de lógica en el software, la posible solución era hacer un cambio a la lógica del software para que procesara las partes, aunque no estuvieran relacionadas con una turbina y las turbinas, aunque su ciclo de vida fuera diferente a instalado.

6.3.2.5 La parte está relacionada con más de una función

El error *La parte está relacionada con más de una función* sucedía porque la parte ingresada en el reporte de estado del proceso tenía más de una función relacionada en PLM. La posible solución era hacer un cambio a la lógica del software para que identificara cuál era la función correcta de acuerdo con el contexto del cambio.

6.3.2.6 La pieza de repuesto tiene relación con más de una instancia de la parte

El error *La pieza de repuesto tiene relación con más de una instancia de la parte* sucedía porque la pieza de repuesto estaba relacionada con una parte no sólo por el nombre de la parte, sino por una combinación de: Nombre de parte, Función, PBM y Producto, la posible solución era omitir la validación de la pieza de repuesto con la combinación de Nombre de parte, Función, PBM y Producto, ya que no se trataba de valores duplicados.

6.3.2.7 No se pudo identificar una función válida para la parte

El error *No se pudo identificar una función válida para la parte* sucedía porque la parte existía en la lista de materiales, pero no aparecía en el catálogo de piezas de repuesto., la posible solución era agregar esas partes a las bases de datos correspondientes.

6.4 Mejorar

En esta fase se desarrollaron, presentaron e implementaron propuestas de mejora que contribuyeron a disminuir o eliminar por completo las causas raíz que generaban los defectos en el software.

6.4.1 Priorización de mejoras

Utilizando la herramienta Pareto, mostrada en la Ilustración 13, se definió la prioridad de implementación de las mejoras con el fin de la elaboración final del plan de mejora a realizar.

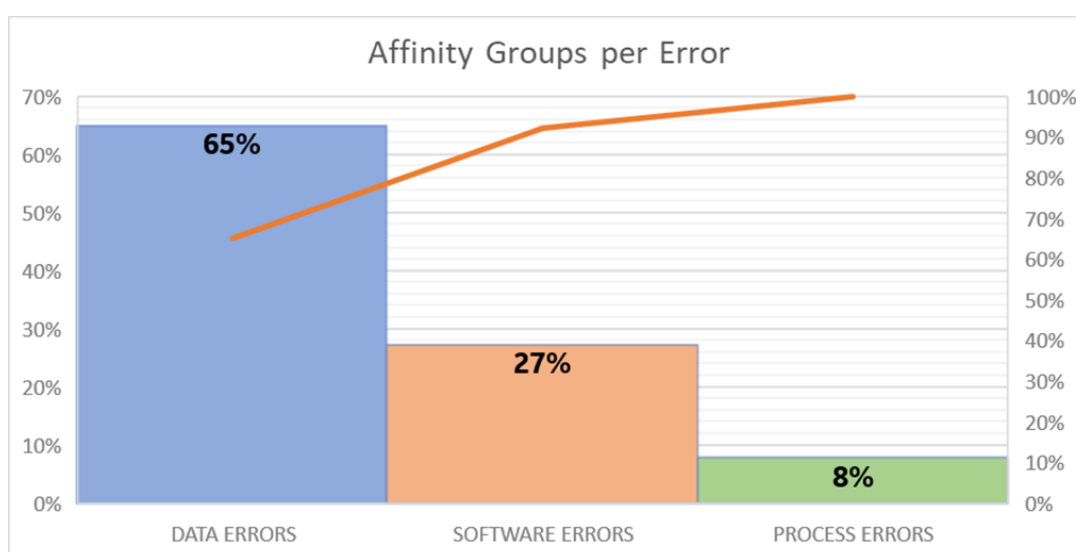


Ilustración 13. Pareto por grupos de afinidad
Fuente: Creación propia

Se concluyó que el área de oportunidad más grande eran los problemas de datos con un 65% de ocurrencia, seguidos por los problemas de software con un 27%, por lo que se decidió enfocarse en esas dos categorías únicamente y dejar fuera los errores de proceso que no representaban gran problema y que, además, involucraban otros procesos en los que no se tenía injerencia; estos grupos de afinidad ayudaron a encontrar soluciones simples y eficientes que condujeron a resultados impactantes.

6.4.2 Plan de acción de mejora

En la Tabla 4 se muestran las historias de usuario aplicadas en el software, inicialmente se implementaron tres mejoras en el software As-Running, la primera se enfocó en errores

causados por nombres de partes incorrectos o inexistentes, la segunda fue para garantizar que todos los números de reporte de estado del proceso se registraran correctamente en cada parte actualizada y la tercera fue para tratar con las funciones desconocidas o no encontradas en PLM, esta última mejora fue actualizada en otra historia de usuario implementada después. El rápido aprendizaje del comportamiento de las mejoras permitió incorporar nuevas ideas para seguir mejorando el proceso y satisfacer las necesidades de la empresa, por lo que se implementaron algunas otras mejoras:

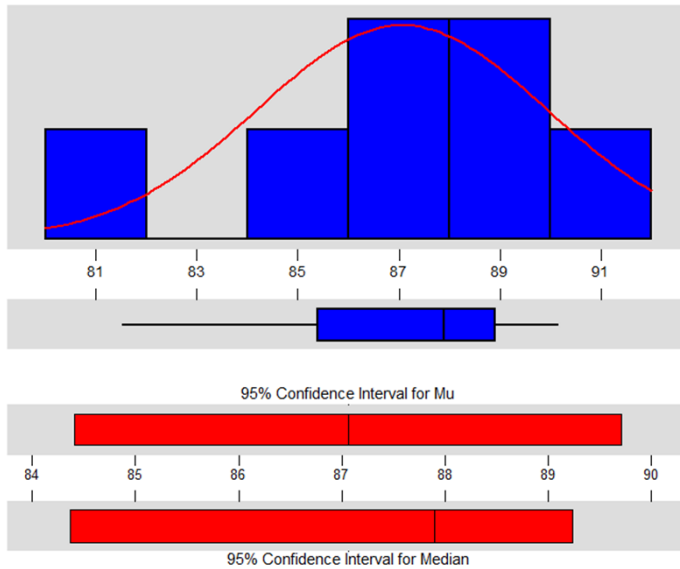
Tabla 4. Historias de usuario

Historia de usuario	Descripción
US23279	Ignorar la lógica de distinción entre mayúsculas y minúsculas, el sistema debe realizar una búsqueda basada en el nombre de la parte, que se convierte automáticamente a letras mayúsculas.
US24625	Usar la función genérica 99999999 para agregar partes que existen en PLM, pero no en otras bases de datos internas.
US24622	Mejorar la actualización de la base de datos para operar tantos registros como sea posible usando la función 99999999.
US24623	Pruebas de regresión para asegurarse de que no se produzca impacto en la lógica general de procesamiento en ejecución.

6.4.3 Análisis estadístico después de las mejoras

Con las mejoras implementadas, se utilizó nuevamente el software *Minitab* para realizar los análisis estadísticos aplicados antes de las mejoras y asegurar que existiera una mejora estadística en el proceso, como se muestra en la Ilustración 14. Se determinó que los datos todavía seguían una distribución normal, ya que el valor de P era aún mayor a 0.05.

Descriptive Statistics



Variable: FT After

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 0.379
P-Value: 0.296

Mean: 87.0588
StDev: 2.8638
Variance: 8.20129
Skewness: -1.33819
Kurtosis: 1.93073
N: 7

Minimum: 81.5214
1st Quartile: 85.4000
Median: 87.9000
3rd Quartile: 88.9000
Maximum: 90.1600

95% Confidence Interval for Mu
84.4102 89.7073

95% Confidence Interval for Sigma
1.8454 6.3063

95% Confidence Interval for Median
84.3657 89.2360

Ilustración 14. Distribución normal As-Running después de mejoras
Fuente: Creación propia

Se realizó nuevamente la prueba para obtener la capacidad potencial del proceso, como se muestra en la Ilustración 15, y se observó que antes de la mejora, los defectos por millón (PPM) eran 978,495 y ahora son solo 6,857.

Report 1: Executive Summary

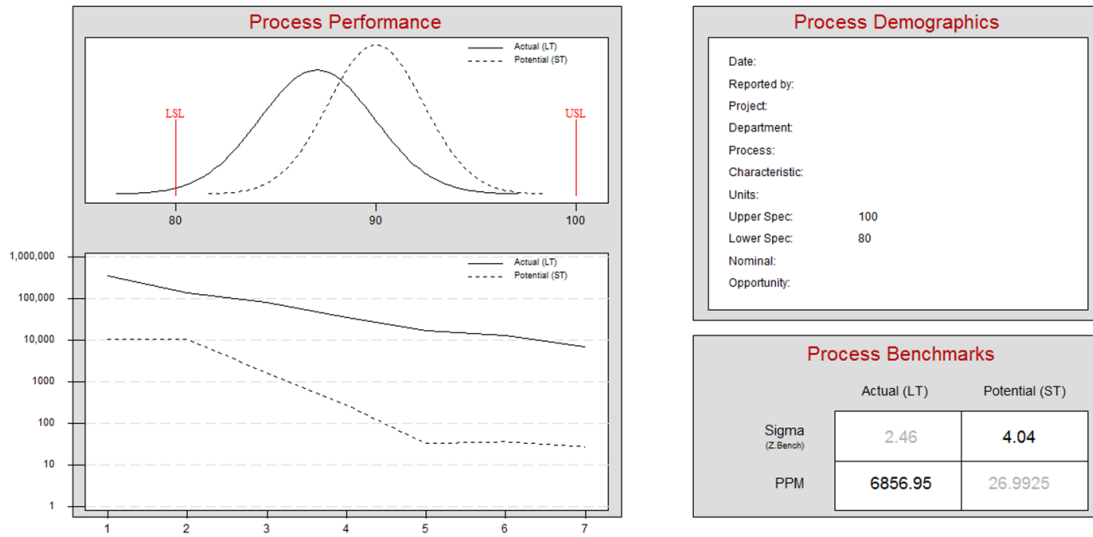


Ilustración 15. Capacidad potencial del proceso después de mejoras
 Fuente. Creación propia

Finalmente se realizó un análisis de varianza ANOVA, mostrado en la Ilustración 16, que permitió comprobar que hay una diferencia estadísticamente significativa en las medias antes y después de la mejora.

One-way Analysis of Variance

Analysis of Variance for FTY

Source	DF	SS	MS	F	P
Labels	1	897.3	897.3	84.05	0.000
Error	18	192.2	10.7		
Total	19	1089.5			

Level	N	Mean	StDev
1	13	73.015	3.452
2	7	87.059	2.864

Pooled StDev = 3.267

Individual 95% CIs For Mean
 Based on Pooled StDev

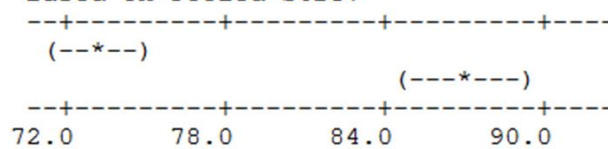


Ilustración 16. Análisis ANOVA después de mejoras
 Fuente. Creación propia

6.4.4 Mediciones después de las mejoras

Se realizó una medición del número de errores obtenidos por parte del software mensualmente, la gráfica se generó con los datos del mes de enero del año 2023, en la Ilustración 17 se puede observar que se procesaron 41,645 líneas, de las cuales sólo 5,335 fallaron, lo que deja una tasa de éxito de 87%, superando el objetivo definido al inicio del proyecto de investigación.

Enero 2023

Totales		
Líneas totales	Líneas exitosas	Líneas fallidas
41645	36310	5335

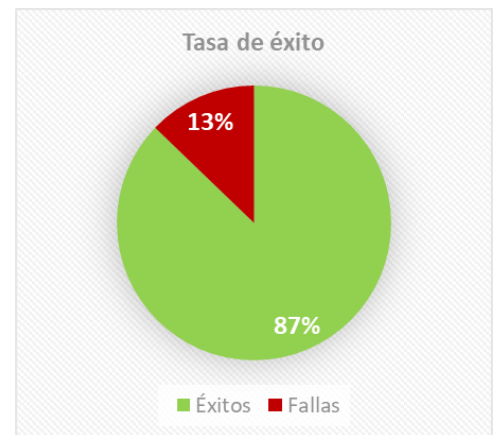


Ilustración 17. Tasa de éxito As-Running enero 2023
Fuente: Creación propia

6.5 Controlar

En esta fase se diseñaron y ejecutaron distintos mecanismos de control luego de implementar las mejoras, con la finalidad de mantener el resultado logrado.

6.5.1 Estrategia de control del proceso

Es sumamente importante la comunicación adecuada del proceso actualizado y las estrategias para su adecuado control, establecer métodos de control es beneficioso para todos los equipos involucrados debido a que es la única forma de mantener los logros y conseguir mejoras continuas en el proceso, estas estrategias deben ir acompañadas de un plan de incentivos para los equipos que mantengan las métricas establecidas para trasladar el beneficio a mayores utilidades en la empresa.

Se implementaron tres estrategias de control:

- Capacitación de usuarios en campo para ingreso de información al sistema.
- Documentación de mejoras en sitio web oficial de los equipos involucrados.
- Revisión mensual del código para evitar daños o problemas futuros.

Estas acciones están completas y en ejecución para el correcto seguimiento de las mejoras alcanzadas con el proyecto de investigación.

6.6 Comprobación de hipótesis

En este estudio de investigación, se planteó como objetivo principal perfeccionar el rendimiento del software As-Running mediante un análisis exhaustivo de los errores generados durante su funcionamiento. La hipótesis formulada sostenía que El análisis de los errores obtenidos del software As-Running permitirá perfeccionar el proceso automático de actualización de listas de materiales de las turbinas eólicas en operación de la empresa General Electric.

Los resultados obtenidos han sido sumamente alentadores, evidenciando el desarrollo exitoso de una base de datos especializada destinada a recopilar y almacenar los errores generados por el software durante su operación. Asimismo, esta base de datos ha permitido identificar de manera precisa los días en los que se producen altas cargas de información. La generación de informes mensuales y tablas a partir de esta base de datos ha proporcionado información relevante que ha contribuido significativamente a la optimización del rendimiento del software As-Running.

Adicionalmente, es importante destacar que esta base de datos también incluye información detallada sobre las listas de materiales de las turbinas eólicas en operación. Este valioso registro brinda una visión completa de las condiciones de operación de cada turbina, lo que ha resultado en un mejor mantenimiento y una mayor eficiencia en general. Gracias al análisis exhaustivo de los datos recopilados, se han tomado decisiones informadas que han permitido abordar de manera más efectiva los problemas identificados.

En resumen, los hallazgos de este estudio respaldan de manera contundente la hipótesis planteada. El análisis de errores del software As-Running y su registro en una base de datos especializada han demostrado ser una estrategia altamente efectiva para optimizar el proceso de actualización de listas de materiales de las turbinas eólicas en operación. Esta metodología ha permitido identificar y solucionar problemas de manera más eficiente, mejorar el mantenimiento y aumentar la eficiencia en la operación de las turbinas. En consecuencia, se puede afirmar con confianza que la hipótesis planteada en este estudio ha sido aceptada, validando la importancia y el impacto positivo de este enfoque en el contexto de la empresa General Electric en el sector de la energía eólica.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos en este proyecto han demostrado su impacto significativo en diversas áreas de la empresa. Se logró mantener un compromiso constante de todas las partes interesadas, lo cual resultó en una mayor satisfacción de la empresa al evitar los costosos reprocesos manuales asociados con la mano de obra. Además, se pudo aprovechar el aprendizaje obtenido durante el proceso y adaptar los cambios implementados, lo que tuvo un impacto positivo en el First Time Yield (FTY) del software As-Running. Esto condujo a una reducción significativa de los reprocesamientos, generando ahorros económicos estimados en aproximadamente 6.6 millones de dólares anuales.

Todas las hipótesis planteadas para cada objetivo específico han sido aceptadas, lo que demuestra la efectividad de las propuestas y acciones implementadas en el contexto del software As-Running.

En primer lugar, el diagnóstico del software As-Running al compararlo con un modelo de calidad de software reveló deficiencias significativas en diferentes aspectos, como funcionalidad, rendimiento y seguridad. Esta evaluación proporcionó una visión clara de la situación actual del software y estableció las bases para su mejora y optimización.

En segundo lugar, al establecer estándares de calidad considerando las necesidades de los usuarios y clientes, se definieron metas realistas con el objetivo de satisfacer sus requerimientos y mejorar su experiencia. La comprensión de estas necesidades fue fundamental para identificar los puntos críticos y priorizar las áreas de mejora más relevantes, encaminando así el camino hacia la excelencia en términos de calidad.

En tercer lugar, el análisis de los errores mensuales obtenidos del software As-Running, mediante la creación y gestión de una base de datos, permitió identificar patrones y causas

raíz para encontrar su origen. Esta comprensión profunda de los errores fue crucial para implementar medidas correctivas efectivas y prevenir su recurrencia en el futuro, mejorando así la estabilidad y confiabilidad del software.

En cuarto lugar, la implementación de reglas de ingreso de datos mediante la creación de un manual para los usuarios del software As-Running resultó ser una estrategia eficaz para reducir el tiempo requerido en la obtención y actualización de datos provenientes del campo. La claridad y concisión de estas reglas optimizaron los procesos de recolección y procesamiento de información, lo que se tradujo en una mayor eficiencia y precisión en el manejo de los datos.

En quinto lugar, la capacitación de los usuarios del software As-Running en las propuestas de mejora implementadas tuvo como resultado una reducción significativa de errores al procesar las actualizaciones en la base de datos de turbinas eólicas. La adquisición de conocimientos y habilidades específicas por parte de los usuarios contribuyó a mejorar la calidad de las actualizaciones automatizadas y garantizar la integridad de la información, fortaleciendo así la confianza en los resultados obtenidos.

Finalmente, la implementación de mejoras en el software As-Running respaldadas por un plan de acción estructurado logró una reducción notable en el tiempo necesario para elaborar listas de materiales, así como una mejora en el nivel de satisfacción del cliente. Estas mejoras agilizaron los procesos de producción y suministro, lo que se tradujo en una mayor eficiencia operativa y en una experiencia más satisfactoria para los clientes.

Se aceptaron todas las hipótesis planteadas, lo que evidencia el éxito de las estrategias y acciones implementadas en el software As-Running. Este enfoque integral ha contribuido a mejorar la calidad, eficiencia y satisfacción de los usuarios y clientes involucrados. Además, el estudio y análisis realizado ha sentado las bases para futuras mejoras y optimizaciones que continuarán fortaleciendo el desempeño y la funcionalidad del software en beneficio de todos

Es importante destacar que, antes de este proyecto, un preocupante 73% de los componentes de las turbinas se procesaban incorrectamente, lo que tenía como resultado la pérdida de información valiosa y la incompletitud de las listas de materiales. Sin embargo, se logró aprender rápidamente de esta situación y se implementaron mejoras efectivas que redujeron

de manera drástica la tasa de fallos a solo un 13% de las actualizaciones de campo. Esto ha resultado en una disminución considerable de los reprocesamientos, garantizando una mejor utilización de los recursos y una mayor eficiencia en general. Estos logros son altamente significativos y respaldan la importancia y el éxito del proyecto en términos de mejorar los procesos y garantizar la calidad de las operaciones en el contexto de la empresa.

7.2 Recomendaciones

Se presentan las siguientes recomendaciones basadas en los resultados obtenidos en este proyecto de investigación.

En primer lugar, se sugiere mantener un compromiso constante por parte de todas las partes interesadas involucradas, a fin de asegurar la continuidad y el éxito de las mejoras implementadas. Esto implica mantener una comunicación fluida, transparencia en los procesos y retroalimentación constante.

En segundo lugar, se recomienda continuar el proceso de mejora del software As-Running, mediante la búsqueda de oportunidades adicionales para optimizar su desempeño. Esto puede incluir la implementación de nuevas funcionalidades, la identificación y resolución de posibles errores, así como la adopción de tecnologías emergentes.

En tercer lugar, se destaca la importancia de fortalecer la capacitación del personal involucrado, con el objetivo de prepararlos para atender un potencial aumento en la demanda. La formación continua y el desarrollo de habilidades serán clave para mantener un alto nivel de desempeño.

En cuarto lugar, se insta a establecer un sistema de monitoreo y evaluación del First Time Yield (FTY) con el propósito de asegurar la efectividad y eficiencia de las mejoras implementadas, así como identificar desviaciones y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

En quinto lugar, se recomienda mantener una actitud de aprendizaje continuo y adaptar las mejoras implementadas en función de las necesidades cambiantes de la empresa y el

mercado. Esto permitirá mantener la agilidad y la capacidad de respuesta frente a nuevos desafíos.

Por último, se sugiere establecer un sistema de gestión de calidad que documente y estandarice los procesos relacionados con la actualización de listas de materiales de las turbinas eólicas, con el objetivo de asegurar la consistencia y la reducción de errores. En conjunto, estas recomendaciones contribuirán a mantener los logros obtenidos, evitar reprocesos manuales y optimizar los recursos disponibles, en línea con los objetivos de la empresa.

CAPÍTULO VIII: PROPUESTA

Tomando en cuenta que los problemas en el software As-Running afectarían al negocio de tal manera que los equipos de servicio se retrasarían debido a la falta de información o información inexacta en las listas de materiales de las unidades en las bases de datos, las listas de materiales inexactas de las turbinas eólicas bajo garantía retrasarían las mejoras de GE Services, como RePower, Power Up o Upgrades y las bases de datos no serían compatibles con el subproceso digital de General Electric debido a la falta de información en las mismas; se realizó y aplicó una propuesta de mejora que logró incrementar significativamente el buen desempeño del software.

En el inicio de este proyecto, se llevó a cabo una investigación exhaustiva con el objetivo de establecer los estándares de calidad deseados para el software As-Running. Este estudio se centró en comprender a fondo las necesidades y expectativas de los usuarios y los clientes, y en base a esa comprensión se definieron las metas y objetivos a alcanzar. Se realizaron análisis detallados de los requisitos y requerimientos del software, así como de las demandas y preferencias de los usuarios finales. Además, se realizaron consultas y entrevistas con los clientes para obtener una perspectiva más completa de sus necesidades y expectativas. A través de este proceso riguroso, se establecieron estándares de calidad claros y bien definidos, que servirían como puntos de referencia para evaluar y medir el éxito del software As-Running en términos de satisfacción del usuario y cumplimiento de los requisitos funcionales y operativos.

Para optimizar el proceso de obtención y actualización de datos provenientes de campo en el software As-Running, se implementaron reglas de ingreso de datos mediante la creación de un manual completo y detallado dirigido a los usuarios del sistema. Este manual se diseñó con el propósito de proporcionar directrices claras y concisas sobre cómo ingresar y gestionar los datos de manera eficiente y precisa. Se abordaron aspectos fundamentales como la forma de recolectar los datos, los formatos y estructuras adecuados, así como los procedimientos recomendados para su validación y actualización en el sistema. Con esta iniciativa, se buscó

minimizar los errores y garantizar la integridad de los datos, lo cual resulta en una reducción significativa en el tiempo requerido para obtener y actualizar la información proveniente de campo. Al estandarizar los procesos de ingreso de datos y proporcionar una guía clara a los usuarios, se logró agilizar el flujo de información y mejorar la eficiencia en el manejo de los datos en el software As-Running.

Se llevó a cabo un programa integral de capacitación dirigido a los usuarios del sistema, este programa se diseñó con el propósito de dotar a los usuarios de las habilidades y conocimientos necesarios para aprovechar al máximo las mejoras implementadas en el software y optimizar el uso del proceso de As-Running. Durante la capacitación, se brindó una visión general de las mejoras realizadas, destacando sus beneficios y funcionalidades clave. Además, se proporcionó una formación detallada sobre cómo utilizar correctamente las nuevas características y herramientas disponibles, así como las mejores prácticas para maximizar la eficiencia y minimizar los errores en el proceso de As-Running. El programa de capacitación se diseñó de manera interactiva, utilizando ejercicios prácticos y estudios de casos relevantes para facilitar la comprensión y la aplicación práctica de los conceptos aprendidos. Asimismo, se fomentó la participación activa de los usuarios, permitiéndoles plantear preguntas, discutir desafíos y compartir experiencias relacionadas con el software y el proceso de As-Running. Mediante esta capacitación integral, los usuarios adquirieron las habilidades y la confianza necesarias para utilizar de manera óptima el software y aprovechar al máximo las mejoras implementadas, lo que se traduce en una mayor eficiencia, una reducción de errores y un mejor rendimiento general del proceso de As-Running.

Con el fin de abordar los desafíos relacionados con el tiempo de elaboración de las listas de materiales y elevar el nivel de satisfacción del cliente, se planteó un detallado plan de acción que se implementaría de manera estratégica.

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis de los pasos involucrados en la elaboración de las listas de materiales, identificando los puntos críticos y las áreas susceptibles de mejoras. Se establecieron metas y objetivos claros para reducir el tiempo requerido en cada etapa del proceso, teniendo en cuenta las expectativas y necesidades del cliente. A continuación, se implementaron medidas específicas para agilizar y optimizar las actividades relacionadas con la elaboración de las listas de materiales. Además, se fortaleció la comunicación y colaboración entre los diferentes departamentos involucrados en el proceso de elaboración de listas de

materiales. Se establecieron canales de comunicación efectivos y se fomentó el intercambio de información en tiempo real, permitiendo una mayor coordinación y sincronización de actividades. A través de este plan de acción integral, se buscó reducir el tiempo de elaboración de las listas de materiales y mejorar el nivel de satisfacción del cliente. Mediante la identificación y eliminación de cuellos de botella, la optimización de flujos de trabajo, la mejora de la comunicación y la capacitación del personal, se esperaba lograr resultados significativos en términos de eficiencia, calidad y satisfacción del cliente.

Los errores obtenidos ahora son mucho menores y más fáciles de resolver, se siguen recibiendo correos con la información de las fallas como se observa en la ilustración 18.

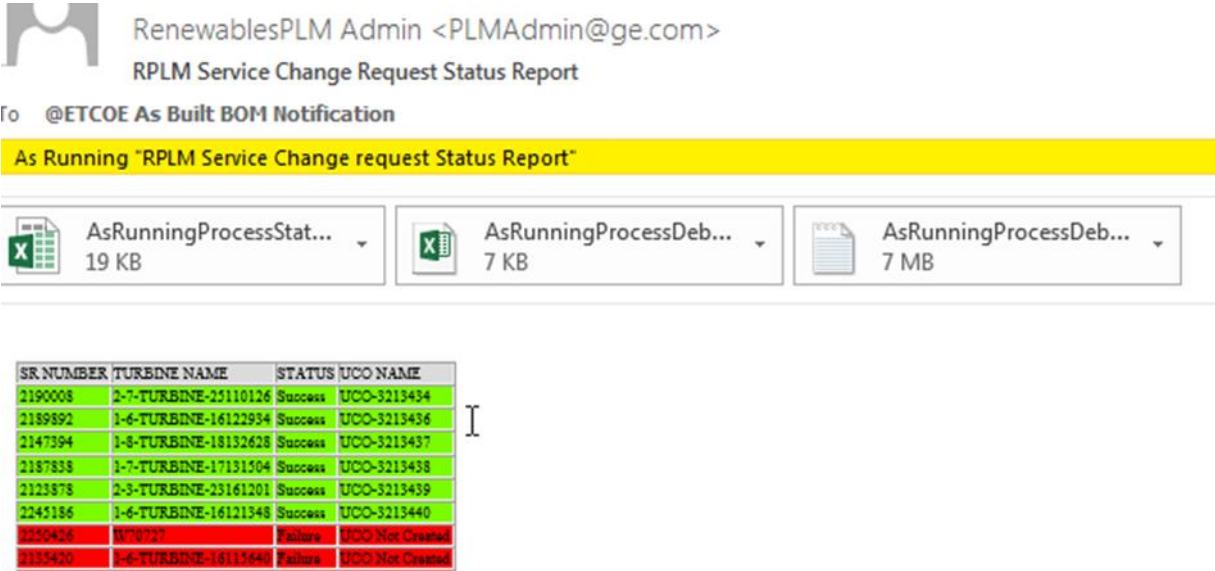


Ilustración 18. Información de fallas As-Running
Fuente: Creación propia

Se propuso implementar una solución que consistió en desarrollar una base de datos diseñada específicamente para compilar y gestionar los errores obtenidos e identificar fácilmente qué días están cargados. En las ilustraciones 19 y 20 se puede apreciar que la base de datos permite generar informes mensuales y tablas con información relevante cuyo objetivo principal es mejorar el rendimiento del software As-Running. La base de datos se enfoca en recopilar y almacenar los errores generados durante el funcionamiento del software para proporcionar una visión clara de las fallas y permite un análisis exhaustivo para identificar patrones y

tendencias. Además, se registran los días en los que se produce alta afluencia de información, lo que ayudará a identificar posibles cuellos de botella y optimizar el rendimiento del sistema. La base de datos también contiene información detallada sobre las listas de materiales de las turbinas eólicas en operación. Esto permite mantener un registro completo de las condiciones de operación de cada turbina, lo que resultará en un mejor mantenimiento y una mayor eficiencia.

2023		April				
M	T	W	T	F	S	S
27/03/23	28/03/23	29/03/23	30/03/23	31/03/23	01/04/23	02/04/23
03/04/23	04/04/23	05/04/23	06/04/23	07/04/23	08/04/23	09/04/23
10/04/23	11/04/23	12/04/23	13/04/23	14/04/23	15/04/23	16/04/23
17/04/23	18/04/23	19/04/23	20/04/23	21/04/23	22/04/23	23/04/23
24/04/23	25/04/23	26/04/23	27/04/23	28/04/23	29/04/23	30/04/23

Report

Get report for:

Month

OK Close

Import All Close

Ilustración 19. Base de datos As-Running
Fuente: Creación propia

Line items per pole		Success Rate	Totals	Line items per error
Total Successes	Total Failures	Success Rate		
28220	2780	91.03%		

Ilustración 20. Reportes As-Running
Fuente: Creación propia

Con la implementación de esta solución, se espera seguir mejorando significativamente el rendimiento del software As-Running. El análisis de los errores obtenidos a través de la base de datos proporcionará información valiosa para identificar y resolver problemas recurrentes. Asimismo, el seguimiento de las condiciones de operación de las turbinas eólicas permitirá realizar un mantenimiento proactivo y garantizar que las listas de materiales se mantengan en óptimas condiciones.

El resultado de esta integración es un procesamiento integral de datos que hace que el proceso de visualización y actualización de datos relevantes para las necesidades de las diferentes áreas de la empresa sea más eficiente y mejore la toma de decisiones.

Se aprendió del proceso y se adaptaron los cambios necesarios para mejorar el desempeño del software As-Running, de tal manera que se evitaran reprocesos manuales con un costo de 6.6M dólares anuales medidos en horas hombre invertidas únicamente en esa actividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Medellín, J. N., & Florez Lara, D. H. (2015). Diseño e implementación de prototipo BI utilizando una herramienta de Big Data para empresas Pymes distribuidoras de tecnología. . <http://repository.ucatolica.edu.co:8080/xmlui/handle/10983/2543>.
- Alsharif, M., & Pritchard, A. (2019). The application of Six Sigma in supply chain management: A systematic literature review and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 268-280 .
- Álvarez, M. I. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte. Entramado.
- Bojicic, I., & Marjanovic, Z. (2016). A comparative analysis of data warehouse data models. *International Conference on Computers Communications & Control (ICCCC)*, 151-159.
- Bui, L. T., Nguyen, B., & Nguyen, H. D. (2020). The application of data analytics in business processes: A systematic literature review. *Information Systems Frontiers*, 619-639.
- Camacho, J. L. (2017). Sistema de información de los procesos del plan operativo institucional de la subdirección de registro y catastro en la superintendencia nacional de bienes estatales. Universidad Privada TELESUP .
- Casas, D. (2018). Compras estratégicas: Cómo mejorar el desempeño de la empresa a través de la gestión de compras. Ediciones de la U .
- Cervone, H. F. (2016). Organizational considerations initiating a Big Data and analytics implementation. *Digital Library Perspectives*.
- Chen, K. L., & Lee, H. (2013). *The Impact of Big Data on Traditional Health*. Minnesota: College of St. Scholastica Duluth.
- Fernández, C. (2022). *Adaptabilidad Tecnológica: La tecnología como herramienta del cambio*. Ecaldima.
- Foss, L. H. (2014). *Implementing Data Analytics as an Organizational Innovation*. Minnesota: University of Minnesota.

- Gil, J. (2013). Solo a los bebés les gusta que les cambien. España: LID Editorial Empresarial.
- Goyzueta Rivera, S. I. (2015). Big Data Marketing: una aproximación. *Revista Perspectivas*, 147–158.
- Grigoroudis, E., Zopounidis, C., & Opricovic, S. (2018). Implementing Six Sigma in Healthcare: A systematic literature review and agenda for future research. *Omega*, 221-235.
- Guerrero López, F. A., & Rodríguez Pinilla, J. E. (2014). Diseño y desarrollo de una guía para la implementación de un ambiente Big Data en la Universidad Católica de Colombia. <http://hdl.handle.net/10983/1320>.
- Guzmán, J. G. (2014). La evolución del EuroSPI: de la ingeniería de software a la ingeniería de sistemas. Interacción.
- Hall, M. A., Frank, E., Witten, I. H., & Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Hayler, R., & Nichols, M. (2019). *Six Sigma for Financial Services: How Leading Companies Are Driving Results Using Lean, Six Sigma, and Process Management*. McGraw Hill.
- Jimenez Avendaño, H. W., & Rojas Figueroa, S. A. (2013). Análisis, diseño e implementación de un software para la atención a clientes mediante dispositivos móviles para el proceso de pedidos de Distraves s.a. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Kang, C. (2018). Big Data Analytics in China's Electric Power Industry. *IEEE Power and Energy Magazine*.
- Kumar, S. S., & Singh, S. K. (2021). Lean Six Sigma in Finance and Accounting Services for Enhancing Business Performance. ResearchGate .
- Lee, P. M. (2013). Use of Data Mining in Business Analytics to Support Business Competitiveness. *Review of Business Information Systems (RBIS)*.
- López García, D. (2013). Análisis de las posibilidades de uso de Big Data en las organizaciones. <http://hdl.handle.net/10902/4528>.

- Luo, Z., Xu, B., & Chen, J. (2019). Business analytics and Big Data: Challenges and recommendations for future research. *International Journal of Production Economics*, 151-156 .
- Maida, E. G., & Pacienza, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software. Argentina: Universidad Católica Argentina.
- Martin, R. C. (2014). Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices. Pearson.
- Martin, R. C. (2017). Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Prentice Hall.
- Mishra, S. P., Mishra, D., & Singh, R. R. (2019). Big Data analytics in supply chain management: A comprehensive review and future directions. *International Journal of Production Research*, 2087-2115 .
- Morales, G., & Carolina, S. (2015). Estudio comparativo de métodos existentes para integrar la información estructurada y no estructurada de una industria enfocado en la generación de conocimiento, desde la perspectiva de una solución integral de Big Data. Quito: Universidad de las Américas.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. (2014). The Six Sigma Way: How to Maximize the Impact of Your Change and Improvement Efforts . McGraw-Hill Education.
- Phillips, M. (2018). The CMMI - a De-facto Standard for Software Process Improvement. Software Engineering Institute.
- Pressman, R. S. (2023). Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico. McGraw-Hill Inc.
- Pries, K. H., & Quigley, J. M. (2019). Six Sigma for Software Quality Improvement. CRC Press.
- Rashid, B., Islam, R., & Khan, S. (2019). Lean Six Sigma application in financial service organizations: A systematic literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 627-657 .
- Rodríguez Rodríguez , J. M., & Daureo Campillo, M. J. (2013). Sistemas de información: Aspectos técnicos y legales. Almería: Universidad de Almería.
- Rodríguez, C. A. (2021). Introducción a la ingeniería. UNR editora.

- Rojas, J. A., & Castro, J. L. (Septiembre de 2021). Propuesta de Mejoramiento para Elevar el Nivel de Aprovechamiento del Software de Mantenimiento Fractal en el Laboratorio de Investigación Hormonal LIH. Bogotá, Colombia: Universidad ECCI.
- Shang, J., Sedehi, A., & Sodhi, M. S. (2021). Data analytics for decision making in operations and supply chain management: A review from 2010 to 2018. *Omega*.
- Silva Guerra, H. (2014). Los efectos de la imagen, los símbolos y los hábitos culturales en la actitud consumista del negocio minorista colombiano. University of St. Gallen, Business Dissertations.
- Singh, S. K., & Kumar, S. S. (2017). Improving software quality using Six Sigma DMAIC-based approach: a case study. ResearchGate .
- Singh, S. K., & Kumar, S. S. (2023). The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. PMC - NCBI .
- Sivarajah, U., Kamal, M. M., & Irani, Z. (2019). Data analytics in business: Concepts, methods, and applications. *International Journal of Information Management*, 36-45 .
- Stamelos, I., O'Connor, R. V., Rout, T., & Dorling, A. (2018). Software Process Improvement and Capability Determination. Springer; 1st ed.
- Tanyildizi, E., & Terzi, S. (2018). The Integration of Lean Six Sigma and Sustainability: A Systematic Literature Review. *Sustainability*.
- Tayntor, C. B. (2018). Six Sigma Software Development. CRC Press.
- Toapanta, H. M., Sinchiguano, B. E., & Jimenez, E. M. (2017). Mejora de procesos de software. Revista Publicando.
- Veramendi Vernazza, R. T. (2021). Análisis y diseño de un sistema de información para mejorar el registro de historias clínicas electrónicas de un centro de salud, aplicando el lenguaje UML en el proceso de desarrollo RUP. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Verma, S., & Bhattacharyya, S. S. (2017). Perceived strategic value-based adoption of Big Data Analytics in emerging economy. *Journal of Enterprise Information Management*.

Vivancos Vicente, P. J. (2016). Plataforma inteligente de diseño para todos para control de teléfonos móviles mediante habla en lenguaje natural. <http://hdl.handle.net/10201/47541>.

Wu, T., Blackhurst, J., & Chidambaram, V. (2019). The impact of Lean Six Sigma on operational performance: A systematic literature review and future research directions. *Journal of Operations Management*, 61-93.