UNIVERSIDAD LA SALLE

FACULTAD DE NEGOCIOS

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaria de Educación Pública según acuerdo número 954318

de fecha 30 de octubre de 1995

ESTUDIO DE CASO

"Propuesta de unificación de plataformas de diseño 3D (CAD) para optimizar el proceso de desarrollo de producto en una empresa del sector de generación de energía."

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

PRESENTA: Osiel Rodríguez Alarcón

Asesor: Mtra. María del Carmen Pereda Barrios

Ciudad México, a 27 de mayo de 2026

Universidad La Salle México

Ciudad de México, a 21 de mayo de 2026

LIC. DULCE MARÍA PRECIADO ÁVILA
DIRECTORA DE GESTIÓN ESCOLAR
UNIVERSIDAD LA SALLE
P R E S E N T E

Le informo que el (la) C.

Osiel Rodríguez Alarcón

Egresada (o) de la Facultad de: Negocios

de la **UNIVERSIDAD LA SALLE**, de la Maestría en:

ADMINISTRACIÓN

Con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación Pública según acuerdo número 954318 de fecha 30 de octubre de 1995

Ha elaborado el estudio de caso titulado: "Propuesta de unificación de plataformas de diseño 3D (CAD) para optimizar el proceso de desarrollo de producto en una empresa del sector de generación de energía."

De conformidad con la modalidad para la obtención de grado aprobada para esta Maestría de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del Sistema Educativo de las Universidades la Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo la conducción de la Mtra. María del Carmen Pereda Barrios que fungió como asesora, tiene la calidad suficiente para ser la base de sustentación de su Examen de Grado por lo que se le autoriza presentarlo.

Mtro. Markel Israel Lehman Elizondo
Director de la Facultad de Negocios

DEDICATORIA

A mis padres, que a lo largo de toda mi vida siempre han buscado lo mejor para mí, apoyándome en cada etapa y siempre impulsándome a más. Enseñándome que todo tiene un sacrificio y que se tiene que trabajar y ser disciplinado para lograr las metas. Nunca podre agradecerles todo lo que han hecho por mí, gracias a la vida por darme unos papás maravillosos.

A Abigail, por siempre escucharme, acompañarme y ayudarme sin esperar nada a cambio. A ser paciente y ver siempre lo bueno de las cosas.

A Samantha, que siempre ha creído en mí y me ha hecho ver que todo es posible, solo se tiene que creer. Por estar a mi lado en las buenas y en las malas, demostrándome que el amor es más que un te amo y que la empatía es el valor más importante que existe. Gracias por enseñarme y valorarme tanto.

Esto es por ustedes, bendecido de contar con personas tan maravillosas en mi vida.

Tabla de Contenido

1. Introducción 1
2. Problemática y justificación 2
2.1 Análisis FODA 4
3. Objetivos de la investigación 6
4. Revisión de la literatura 6
4.1 Diseño CAD 6
4.2 Antecedentes softwares CAD 7
4.3 SolidWorks 8
4.4 Creo 8
4.5 Product Lifecycle Management 9
4.6 Bill of Materials 9
4.7 Enterprise Resource Planning 10
4.8 Rediseño de procesos 10
4.8.1 Definir objetivo 11
4.8.2 Evaluar el estado actual 11
4.8.3 Identificar brechas y oportunidades 11
4.8.4 Desarrollar el estado futuro 11
4.8.5 Implementar cambios 11
4.8.6 Evaluar e iterar 11
4.9 Cadena de valor 12
5. Proceso de desarrollo de producto 13
5.1 Desarrollo de producto 13
5.1.1 Análisis de requerimientos 15
5.1.2 Proceso de diseño 15
5.1.3 Desarrollo de planos de fabricación 15
5.1.4 Creación de número de parte 15
5.1.5 Liberación para aprobación de diseño 15
5.1.6 Creación de lista de materiales 16
5.1.7 Liberación de BOM 16
6. Desarrollo de producto con ambas plataformas 16
7. Propuesta de unificación 20
7.1 Objetivo 20

7.2 Estado actual 20
7.3 Identificación de ineficiencias y problemas clave 21
7.4 Identificación de brechas y oportunidades 22
7.5 Estado futuro 23
7.6 Principios del nuevo proceso de diseño 24
7.6.1 Ecosistema integrado 25
7.6.2 Mapeo del flujo de trabajo de diseño 25
7.6.3 Soporte a producción 26
7.6.4 Reducción de costos y robustecimiento del diseño de producto 26
7.6.5 Métricas de éxito y objetivos 27
7.7 Implementación de cambios 27
7.7.1 Análisis de stakeholders 28
7.7.2 Plan de acción bajo modelo ADKAR 29
7.7.3 Continuidad operativa y gestión del capital intelectual 29
7.7.4 Matriz de riesgos administrativos y mitigación 30
7.7.5 KPIs Gerenciales 30
7.8 Viabilidad y análisis de costos 30
7.8.1 Análisis de retorno de inversión (*ROI)* 32
7.9 Planificación y contratación 32
7.10 Entrenamiento PTC Creo & PLM 35
7.10.1 Desarrollo de componentes, ensambles. 36
7.10.2 Desarrollo de planos de fabricación 36
7.10.3 Liberación de CNs 37
7.10.4 Transición a PTC Creo 37
8. Conclusión general 38
9. Referencias 40

Resumen y palabras clave

En un panorama empresarial que exige optimización constante, la eficiencia en el desarrollo de producto es un factor crítico. Las empresas buscan maximizar cada recurso y controlar los costos para asegurar su rentabilidad.

Este estudio aborda las ineficiencias operativas de una compañía global que utiliza dos plataformas de diseño 3D distintas en sus múltiples oficinas técnicas.

Tras un análisis del estado actual, se identifican redundancias y sobrecostos significativos generados por la falta de estandarización. Como solución, se propone la unificación a un solo software, detallando un estado futuro que destaca las ventajas y los ahorros de tiempo cuantificables.

Esta unificación es un paso clave para consolidar una verdadera oficina técnica global. El éxito de esta transición depende de procesos sólidos de gestión del cambio y migración. Para ello, la propuesta se desglosa en paquetes de trabajo, especificando la duración, los hitos y los recursos necesarios.

Finalmente, el estudio concluye que, si bien la implementación requiere una inversión inicial en contratación y capacitación, los beneficios a largo plazo son sustanciales. Estos incluyen un mayor rendimiento del equipo, la estandarización de productos y la reutilización de componentes entre todas las filiales

Palabras clave

a) Unificación
b) Desarrollo de producto
c) SolidWorks
d) PTC Creo
e) Fragmentación de datos
f) Eficiencia
g) Trabajo en equipo

Abstract and key words

In a business landscape demanding constant optimization, efficiency in product development is a critical factor. Companies seek to maximize every available resource and control costs to ensure profitability.

This study addresses the operational inefficiencies of a global company utilizing two different 3D design platforms across its multiple technical offices.

Following an analysis of the current state, significant redundancies and excess costs generated by this lack of standardization are identified. As a solution, unification onto a single software platform is proposed, detailing a future state that highlights the advantages and quantifiable time savings.

This unification is a key step toward consolidating a truly global technical office. The success of this transition depends on solid change management and migration processes. To this end, the proposal is broken down into work packages, specifying the duration, milestones, and necessary resources.

Finally, the study concludes that while the implementation requires an initial investment in hiring and training, the long-term benefits are substantial. These include improved team performance, product standardization, and the reusability of components across all subsidiaries.

Keywords

a) Unification

b) Product Development

c) SolidWorks

d) PTC Creo

e) Data Fragmentation

f) Efficiency

g) Teamwork

1. Introducción

Hoy en día la globalización es un aspecto dinámico que ha tenido un crecimiento exponencial a nivel empresarial, cada día podemos ver como las empresas están constantemente introduciéndose en nuevos mercados, buscando tener una cobertura cada vez mayor que pueda incrementar sus utilidades. Tener presencia mundial hace que una marca sea fácilmente conocida, mejorando su posicionamiento en su giro, así como su alcance y su presencia.

La incorporación a nuevos mercados se puede dar de diversas formas (WEGLOT, 2025):

- Exportación directa
- Concesión de licencias
- Joint ventures
- Franquicias
- Comprar una empresa
- Asociación

Cada empresa adapta la opción que satisfaga de mejor forma sus necesidades, capital a invertir, tiempos etc. En mi caso en particular, para la empresa que laboro, que, por motivos de confidencialidad, nos dirigiremos a ella como **Runner**, ha adaptado la opción de "comprar una empresa", expandiendo su presencia a todo el mundo, cada vez adquiriendo más marcas que fortalezcan su posición en el mercado y la sigan manteniendo como un referente en su industria, la cual está enfocada en la generación de energía a través de diversos productos.

Mi rol como Ingeniero Mecánico, empieza en la conceptualización del producto, identificando los requerimientos del cliente, buscando satisfacer todas sus necesidades a través de soluciones customizadas.

Dentro de las múltiples tareas que desarrollo, la principal parte es el diseño y modelado 3D a través de un software Computer-Aided Design (CAD). Este consiste en la creación de representaciones digitales de objetos en 3 dimensiones, teniendo longitud, anchura y profundidad, dándoles una apariencia más realista (EUROINNOVA).

A través del 3D, se plasma el producto con dimensiones y formas reales, así como su acoplamiento con múltiples elementos, haciéndolo indispensable para el desarrollo de cualquier producto. Para posteriormente crear planos en 2D, el cual es una representación que solo tiene dos dimensiones, largo y ancho, careciendo de profundidad (UTPL, 2018).

Sin embargo, este crecimiento de Runner mediante la compra de otras empresas ha traído un problema: un entorno tecnológico fragmentado. Al no tener una plataforma CAD común, la colaboración se vuelve lenta y la operación pierde eficiencia. Por esta razón, el presente documento propone un plan de unificación tecnológica utilizando la metodología de Reingeniería de Procesos de Negocio (BPR). El objetivo no es solo cambiar un software por otro, sino aportar un valor académico y profesional al demostrar cómo el rediseño de los procesos de ingeniería puede unir oficinas que hoy trabajan aisladas en un solo equipo global.

Con este análisis, se busca establecer un modelo de transición que optimice el uso del tiempo y los recursos de la empresa, logrando que la tecnología facilite el desarrollo de nuevos productos en lugar de ser una traba estratégica.

2. Problemática y justificación

Como mencione anteriormente, la opción que se ha adoptado para crecer, ha sido la de comprar empresas en el mercado objetivo, siendo evidente que estas, tendrán sus propios procedimientos y estándares de acuerdo a sus prácticas habituales, regulaciones locales, necesidades del mercado etc. Para poder convertirse en una empresa global, que se define como aquella cuyas operaciones de producción, comercialización son realizadas en diversos países del mundo, independiente del lugar de origen (ceupe), se debe estar tecnológicamente preparada, así como fuertemente coordinada, buscando tener las mismas prácticas y productos más parecidos, sin importar donde estos vayan a ser fabricados.

Surge entonces las siguientes preguntas: ¿Cómo se puede hacer que todas las plantas utilicen el mismo software de diseño CAD, sin interrumpir operaciones? ¿Es viable a largo plazo?

En este contexto, el problema radica en la heterogeneidad tecnológica que se tiene, de manera específica en el software de modelado CAD, al tener diversos programas de diseño, la colaboración eficiente, así como homogenización de procedimientos y buenas prácticas resulta imposible, se pueden compartir archivos, sin embargo, es importante mencionar que estos no pueden ser modificados y carecen de información al estar siendo utilizados en programas donde no fueron creados originalmente.

La justificación de este estudio de caso, se deriva en las pérdidas de tiempo, información, así como de la necesidad constante de ofrecer mejores y más soluciones en periodos de tiempo menores. La competencia cada vez es mayor, donde es obligatorio tener una constante evolución, buscando optimizar recursos, tanto monetarios como humanos.

Este estudio de caso tiene como objetivo realizar un análisis de todas las implicaciones tanto tecnológicas y humanas, así como del proceso a seguir para poder unificar las plataformas de diseño y optar por el uso de una misma, sin importar la ubicación geográfica de los ingenieros. Buscando brindar información valiosa y la creación de un procedimiento robusto, que permita realizar un giro de 180 grados.

Al tener una sola plataforma de diseño global, podemos obtener grandes beneficios:

- Mayor eficiencia y productividad
- Colaboración mejorada
- Reducción de costos
- Mejora de la calidad de producto y tiempo de desarrollo del mismo
- Escalabilidad
- Tiempos de respuesta a producción eficientes

Al realizar este estudio de caso, se podrán obtener orientación y recomendaciones para aquellas organizaciones que se encuentren con el mismo problema, buscando mejorar sus prácticas y procedimientos, consolidándose cada vez como una empresa robusta y claramente, obteniendo una mejor rentabilidad.

Finalmente, partiendo de la premisa administrativa de que lo que no se mide no se puede mejorar, es indispensable establecer indicadores cuantitativos preliminares que permitan comparar el desempeño operativo antes y después de la unificación. En este caso, la validación de la propuesta se centrará en comparar los tiempos de desarrollo de producto, así como las horas de soporte a producción. Esto permitirá demostrar como la reducción de retrabajos libera la capacidad del equipo de ingeniería, permitiendo que esas horas se utilicen en proyectos que realmente le generen valor a la organización.

2.1 Análisis FODA

Para profundizar la problemática, se realizó un análisis FODA, donde se enfoca en la agilidad operativa y la colaboración interdepartamental. Permitiendo un visualizar como la dualidad de plataformas no solo es un reto técnico, sino un obstáculo de sinergia global y evidentemente del trabajo eficiente.

Fortalezas

Curva de aprendizaje previa: El equipo cuenta con un conocimiento avanzado del software 3D actual, garantizando la lógica de diseño

Cultura de adaptabilidad: Capacidad comprobada del equipo para entregar resultados a pesar de las barreras tecnológicas.

Debilidades

Inercia operativa: Pérdida de tiempo en conversión de componentes de un software a otro.

Silos de información: Al usar distintas plataformas se aísla el conocimiento, impidiendo la colaboración nativa.

Oportunidades

Ingeniería concurrente: Implementar un fujo de trabajo donde todas las oficinas de ingeniería trabajan bajo el mismo software y estándares.

Estandarización de entrenamiento: Oportunidad de unificar un solo entrenamiento enfocado en una plataforma común.

Amenazas

Obsolescencia por desconexión: Riesgo que la falta de integración con todas las sedes degrade la calidad de la información

Reducción de la agilidad: Competidores con flujos unificados responden con mayor rapidez a los requerimientos del mercado que una estructura fragmentada.

Figura 1

Análisis FODA

Nota. Elaboración propia

3. Objetivos de la investigación

Pregunta de investigación

a. ¿Qué proceso debe realizar la organización para unificar las plataformas de diseño 3D CAD y alinear sus estándares?

Objetivo general

a. Desarrollar un proceso para la unificación de un programa de diseño 3D CAD aplicable a toda oficina de ingeniería perteneciente a Runner.

Objetivos específicos

a. Analizar todas las variables sobre la migración de un programa a otro
b. Beneficios de unificar plataformas
c. Evaluar el impacto de la unificación en los tiempos de desarrollo y soporte a producción.

4. Revisión de la literatura

4.1 Diseño CAD

El diseño asistido por ordenador o Computer-Aided Design como se mencionó anteriormente (CAD) consiste en el uso de programas de ordenador para crear, modificar, analizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales (2D o 3D) de objetos físicos (SIEMENS). Estos programas, son usados en distintos sectores, desde la industria automotriz, civil aeronáutica hasta la ingeniería civil, entre otros.

Con esto, se permite la agilización del trabajo, automatizando los procesos manuales del proceso de diseño de producto, reduciendo errores, ganando velocidad y aumentando la calidad. Con esto las empresas consiguen así una mayor eficacia y productividad (9 altitudes, 2019).

Existen múltiples softwares de diseño CAD, ya sea Solidworks, NX, Catia, Creo, entre otros. Cada uno contando con particularidades, sin embargo, todos con el mismo objetivo, el modelado de componentes en 3D. Gracias a estas herramientas, la rápida modificación de componentes es una ventaja para hacer frente a tareas críticas, así como la interacción de múltiples piezas puede ser analizada de manera rápida y efectiva, no teniendo que esperar hasta la fabricación de los componentes.

4.2 Antecedentes softwares CAD

La evolución del CAD ha sido una curva exponencial, cada vez contando con más herramientas de fácil utilización, mejorando las actividades del día a día de múltiples ingenieros, arquitectos, diseñadores etc.

La historia del CAD comenzó en 1955, cuando se desarrolló en el MIT el primer sistema gráfico Semi Automatic Ground Environment (SAGE). Este procesaba datos de radar y otras informaciones de localizaciones de objetos mostrándolos a través de una pantalla mediante tubo de rayos catódicos (FORMACAD ENGINEERING & CONSULTING).

Ivan Sutherland jugó un papel fundamental en el desarrollo de CAD, en 1963 creó sketchpad, un programa que permitía dibujar correctamente en la pantalla del ordenador utilizando un lápiz óptico, con este programa, se introdujeron conceptos como la manipulación interactiva de objetos y la creación de formas geométricas complejas (SOLIDWORKS LATAM Y España, 2014).

Con este desarrollo y la implementación del modelo en universidades, en 1965 se comercializa el primer CAD, teniendo un alto costo de 500,000 USD (FORMACAD ENGINEERING & CONSULTING).

Se continúan con los desarrollos, para que en 1981 se crea Dassault System, siendo una empresa referente en el mercado de modelado 3D, contando con los siguientes programas por mencionar algunos:

- CATIA
- SolidWorks
- Simulia

4.3 SolidWorks

Solidworks es un software de diseño para modelar piezas y realizar ensambles de múltiples componentes en 3D, así como su representación gráfica en planos 2D. Permite a los ingenieros, diseñadores etc, visualizar, simular y modificar cualquier componente previa a la etapa de fabricación. Fue lanzado en 1995 por Jon Hirschtick para posteriormente ser adquirida por Dassault Systemes en 1997. (Solidbi).

Dentro de SolidWorks se cuentan con múltiples operaciones, ya se extruido, revolución, barrido entre otros. En Runner principalmente, se usa la herramienta de chapa metálica, la cual consiste en la representación de una lámina de metal, que va siendo doblada o punzonada ya sea el modelo deseado. Durante el desarrollo de producto, se diseñan piezas en chapa metálica para distintos fines, a través de dobleces que van generando un componente para posteriormente ser representando en un plano 2D. Estos componentes cuentan con un material y propiedades físicas que son cruciales para su correcta fabricación.
SolidWorks es una herramienta sumamente poderosa, donde adicional a el dibujo de componentes, se pueden realizar simulaciones para determinar los esfuerzos de los materiales, su comportamiento en el mundo real etc.

4.4 Creo

Por otro lado, Creo es de igual forma un software para modelado de piezas 3D, el cual cuenta con capacidades similares a SolidWorks, que fueron mencionadas previamente. Creo fue lanzada en 1988 bajo el nombre de PRO/ENGINEER Parametric Technology Corporation (PTC) teniendo como primer cliente John Deere, un fabricante de maquinaria pesada conocido de formal mundial (Brown 2014). Creo se percibe como una herramienta más robusta que Solid, teniendo un enfoque más de negocio y control, teniendo muchas reglas que su vez hacen que la administración sea de mejor forma y se evite la menor cantidad de errores posibles.

4.5 Product Lifecycle Management

Product Lifecycle Management (PLM) es conocida como “gestión del ciclo de vida del producto”. Es un software que permite equipos multidisciplinarios, con ubicaciones geográficas diferentes, colaborar estratégicamente con socios y clientes utilizando información al último nivel de actualización. Gestiona toda la información y los cambios en cada paso de cicla de vida del producto. Sin importar si son archivos 3D, documentos, requisitos etc. Toda esta información es claramente guardada en la nube, por lo cual el acceso es posible desde cualquier parte del mundo.

El PLM es una herramienta indispensable para contar con un equipo global, ya que, gracias a este, compartir información se vuelve sumamente sencillo, así como ver los cambios que va teniendo la pieza. El PLM realiza un historial con cada cambio realizado, especificando la fecha y el usuario, así como información adicional. Con esto, la colaboración se agiliza y se tiene un desarrollo de producto mucho más fluido, logrando tener un proceso de diseñar, fabricar, entregar y dar servicio de forma rápida y eficaz.

4.6 Bill of Materials

Por otro lado, hay algo que se llama Bill of Materials (BOM). El cual es un documento fundamental para la fabricación de cualquier producto. Es una lista completa de componentes necesarios para ensamblar un producto final. En ella se encuentran numerados incluyendo cantidades, así como una descripción para su identificación. Con la BOM, se garantiza que la producción será correcta, disminuyendo el desperdicio de materiales, mejorando el control de inventarios y asegurando que el producto tendrá un ensamblaje en tiempo y forma.
Se tienen diversos niveles, donde cada uno representa un proceso físico, ya se soldadura, pintura, armado entre otros. Esta BOM se puede desarrollar en un PLM siempre y cuando este tenga comunicación con la ERP, que se explicara a continuación que es.

4.7 Enterprise Resource Planning

Un Enterprise Resource Planning mejor conocido como ERP es un software enfocado para integrar y gestionar de manera eficiente procesos de negocios dentro de una organización. A través de él se pueden automatizar tareas, mejorar la visibilidad de la información, identificar procesos clave, así como información adicional. (IFS).
Dentro de él existen muchos módulos, siendo los principales la gestión financiera, la gestión de recursos humanos, así como la cadena de suministro y la más importante, la gestión de producción que es donde se genera la BOM para la fabricación del producto.

En el caso de Runner, un ERP es fundamental para realizar la operación productiva día a día. En ella se desarrollan las rutas de trabajo, los tiempos para cada operación, así como toda orden de fabricación para cada producto. Contar una ERP es crucial para que la información fluya de manera rápida y actualiza entre las diferentes áreas de la empresa, teniendo un funcionamiento ágil y eficiente que se traduce en una ventaja competitiva en el mercado.

4.8 Rediseño de procesos

El rediseño de procesos se define como la revisión completa de los procesos clave de una empresa con el objetivo de mejorar medidas de desempeño, como retornos de inversión, reducción de costos y calidad del servicio (TakeUp).
Existen diversas teorías para la gestión de rediseño de procesos, destacando las siguientes:

- Reingeniería de procesos de negocio – BPR
- Gestión de procesos de negocio – BPM
- Modelo de Davenport
- Six Sigma
- Modelo de Deming

En este estudio, nos guiaremos por el modelo BPR, el cual se centra en dar un enfoque de gestión estratégica que se centra en repensar y rediseñar fundamentalmente los procesos de actividad principal para lograr mejoras significativas en el rendimiento y la eficiencia. La BPR se enfoca en optimizar los procesos de extremo a extremo y eliminar las redundancias.

Mejorando la eficiencia, eficacia y el rendimiento, que tendrán un impacto en el costo, la velocidad, calidad y servicios de la empresa. (Finio, Downie 2024).
Cuenta con los siguientes pasos, que serán detallados a continuación:

4.8.1 Definir objetivo

Donde se definen claramente los objetivos o resultados deseados. Comprenda lo que se debe lograr con el esfuerzo de reingeniería.

4.8.2 Evaluar el estado actual

Mapear el estado actual de los procesos de negocio. Recopilación de datos para evaluar los flujos de trabajo existentes para determinar ineficiencias, cuellos de botella y áreas de mejora. Analizando las métricas de rendimiento para comprender el estado del proceso.

4.8.3 Identificar brechas y oportunidades

Identificación de brechas entre el rendimiento actual y los resultados deseados. Comprobando si todos los pasos del proceso son los necesarios, estableciendo indicadores clave de KPI para mejor el progreso e identificar oportunidades.

4.8.4 Desarrollar el estado futuro

Con base en el análisis, desarrollar un estado futuro para los procesos de negocio, que este alineado con los objetivos estratégicos

4.8.5 Implementar cambios

Implementar los cambios descritos en el mapa de procesos del estado futuro, así como monitoreo de los KPIS para evaluar los cambios en comparación con el flujo de trabajo original

4.8.6 Evaluar e iterar

Evaluar continuamente el rendimiento de los procesos rediseñados e iterar según sea necesario para mejorar la eficiencia y eficacia.

Durante el diseño de productos, el poder contar con una herramienta poderosa para el modelado 3D, juega un papel fundamental para hacer frente a la productividad y a la complejidad basada en los requerimientos de nuevos clientes. Poder desarrollar modelos de manera correcta, eficiente y en el menor tiempo posible son el reto que se presentan a diario.

Debido a la constante evolución de la empresa, a través de adquisiciones como previamente se mencionó, la dualidad de softwares, que en muchos casos puede ser una ventaja, tiende a generar problemas internos, resultando en ineficiencias en el flujo de trabajo, así como la interacción de los ingenieros alrededor del mundo.

La fragmentación de datos, debido a la perdida de información al tener que ser intercambiados en formatos neutros como STEP, que ralentiza la interacción fluida y hace la modificación de parámetros originales imposible.

Estos formatos neutros se crearon debido al problema de compartir modelos 3D de una plataforma a otra, Standard for the Exchange of Product Data mejor conocido como STEP, es gestionado por ISO (Méndez, 2019), siendo una extensión de archivo conocida de manera mundial, que si bien, permite el abrir archivos en múltiples plataformas y la lectura de determinada información, la modificación de parámetros originales sigue siendo imposible.

Dicho esto, el diseño de un proceso para unificar las plataformas de modelado 3D es la idea fundamental para este estudio. Teniendo como objetivo optimizar la cadena de valor, estandarizando el flujo de trabajo a través de un solo software, eliminando la ruptura de información y potenciando la eficiencia y los tiempos de los equipos de ingeniería.

4.9 Cadena de valor

Es aquella que examina en profundidad las activades de la compañía para entender sus costes, fuentes anuales y ventajas competitivas respecto de la competencia. Es una herramienta que sirve para optimizar los procesos de manera eficiente (Repsol). Se dividen en actividades primarias y secundarias. Las primarias son aquellas que añaden valor al producto o servicio final, mientras que las secundarias son las que engloban la gestión general y financiera de la empresa (Repsol).

En nuestro caso, las actividades de diseño fungen como primarias, ya que estas representan el producto final previo a su fabricación, agregando valor y buscando esa diferenciación de la competencia.

Al generar cadena de valor, se cuentan con los siguientes beneficios:

- La unificación del software 3D busca eliminar esos retrasos y posibles errores relacionados con la incompatibilidad de los softwares. Optimizando los tiempos de diseño y de documentación, teniendo como resultado tiempos de desarrollo menores, así como una calidad de producto mayor.
- Al tener una sola plataforma de diseño, se optimizan el uso de las herramientas, se facilita el manejo de sistemas adicional como PLM o ERP, teniendo que solamente desarrollar la habilidad en un solo programa.

5. Proceso de desarrollo de producto

El desarrollo de producto comienza identificando los requerimientos del mercado o su vez satisfaciendo soluciones especiales de los clientes. Sin embargo, al no ser objeto de estudio, nos enfocaremos en el desarrollo de producto del departamento de Ingeniería. Al tener dos plataformas de diseño, el proceso de manera general es muy similar, sin embargo, se diferencian en mayor medida en donde se desarrolla la BOM. Como se mencionó anteriormente, la BOM se desarrolla en el PLM siempre y cuando este tenga comunicación con el ERP. En nuestro caso, en función de donde se desarrolle el diseño, es el programa que se empleara para usar la BOM.

Si se desarrolla el modelo usando la plataforma Creo, la BOM será creada directamente ahí y posteriormente se reflejará de manera automática en la ERP. Mientras que, por parte de SolidWorks, solamente es posible crear el código del componente en el PLM, liberarse y posteriormente crear la BOM en el ERP.

5.1 Desarrollo de producto

El desarrollo de producto cuenta con las siguientes etapas, donde hablando de manera general, los pasos para SolidWorks y Creo son muy similares, claramente cada uno contará con particularidades, sin embargo, se explicará de manera general el proceso a continuación:

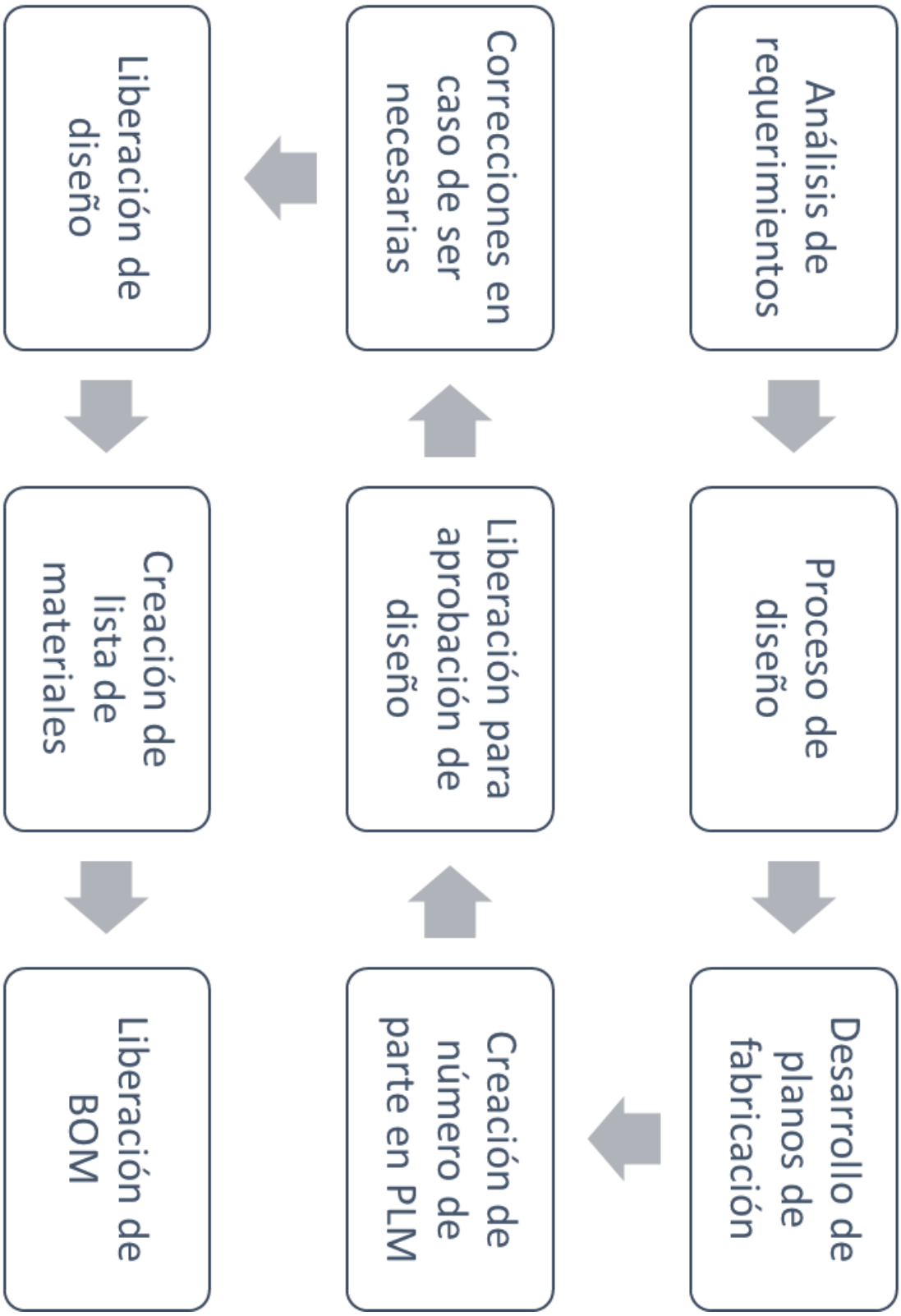


Figura 2

Etapas de desarrollo de producto

Nota. Elaboración propia

5.1.1 Análisis de requerimientos

La información compartida por el ingeniero de ventas se analiza, se identifican requerimientos especiales y se solicita información adicional en caso de contar con dudas.

5.1.2 Proceso de diseño

Dependiendo lo especial del producto, existe la posibilidad de solicitar información a proveedores ya sea cómo especificaciones técnicas. Posteriormente se empieza a diseñar en la plataforma. Al momento de crear un componente dentro de Solid se le da una nomenclatura general que no puede ser utilizada para la BOM. Al terminar el diseño, se procede a guardar en el PLM para asegurar su presencia en el sistema.

5.1.3 Desarrollo de planos de fabricación

Terminado el diseño, se procede a realizar el plano de fabricación, donde se destacan dimensiones, atributos como material, peso, ingeniero que diseño, fecha de desarrollo, revisión, tolerancias entre otras. Es una representación 2D que sirve para la fabricación del producto y que debe contener toda la información necesaria para que el área de producción, calidad, compras etc, puedan leer la información y así realizar sus actividades.

5.1.4 Creación de número de parte

Para poder desarrollar la BOM, cada componente, sin importar, debe identificarse con un código, por lo que se procede a crear el número de parte destacando la descripción y donde se fabricara la pieza, en casa, con proveedor etc. Este es creado en el PLM.

5.1.5 Liberación para aprobación de diseño

A través del PLM, se realiza la liberación del componente el cual pasa por la aprobación de un gerente, que, con el hecho de aprobar, la pieza cambia de un estatus de “In concept” a “Released”. Cuando la pieza o el ensamble se encuentran en “In concept” cualquier persona del mundo puede modificarla, generando un historial y un registro cada vez que se le cambia lo mínimo al componente, por otro lado, “Released” bloquea todo cambio o manipulación, ya que en ese momento la pieza se considera lista para su fabricación y uso en el ensamble del producto final.

5.1.6 Creación de lista de materiales

Como se mencionó anteriormente, dependerá en que plataforma se diseñó el componente. Por un lado, en Creo, la BOM puede hacerse de manera simultánea al proceso de desarrollo de producto, cada vez que terminemos un modelo, se genera el código y posteriormente se puede agregar a la BOM. Sea en la plataforma que se cree, la idea es la misma, agregar manualmente cada código en función del diseño. Lo único que se debe determinar es el nivel al que esta puede ser colocada, así como la cantidad de piezas.

5.1.7 Liberación de BOM

Terminando de agregar todos los componentes, se procede a la liberación de la BOM, que, a partir de esta etapa, esta información será visible para cualquier departamento. Es crucial que esta haya sido realizada de manera correcta, ya que, a través de ella, se determina el costo del producto, el tiempo de fabricación, así como los procesos por los que tendrá que pasar hasta llegar al producto final.

6. Desarrollo de producto con ambas plataformas

Como previamente se mencionó, actualmente se tienen dos plataformas, por lo que se explicará a continuación con dos diagramas de flujo el proceso a seguir para poder utilizar una pieza de SolidWorks en Creo así como si la pieza llegará a necesitar un cambio en el futuro ya dentro de Creo.

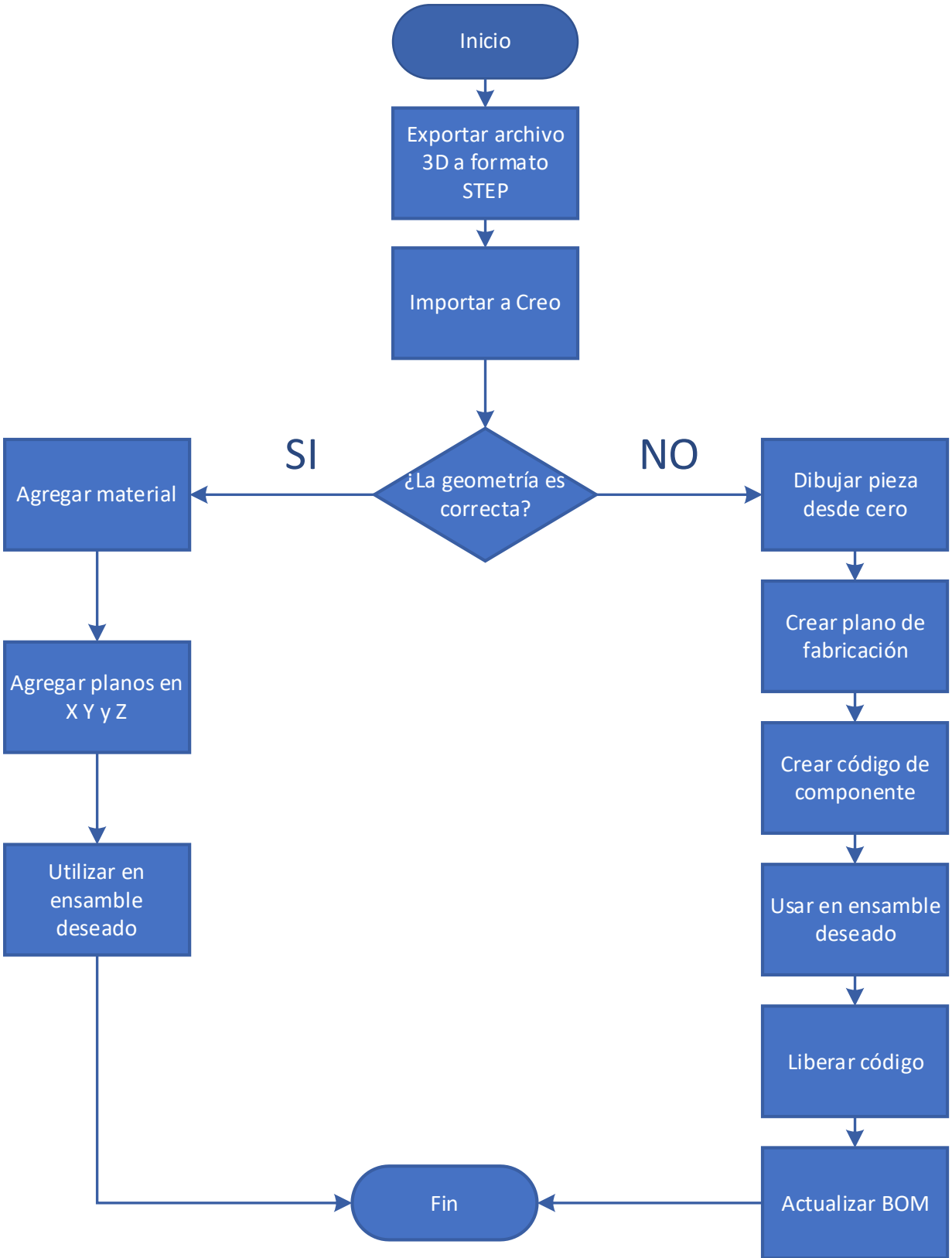


Figura 3

Importación de SolidWorks a Creo

Nota. Elaboración propia

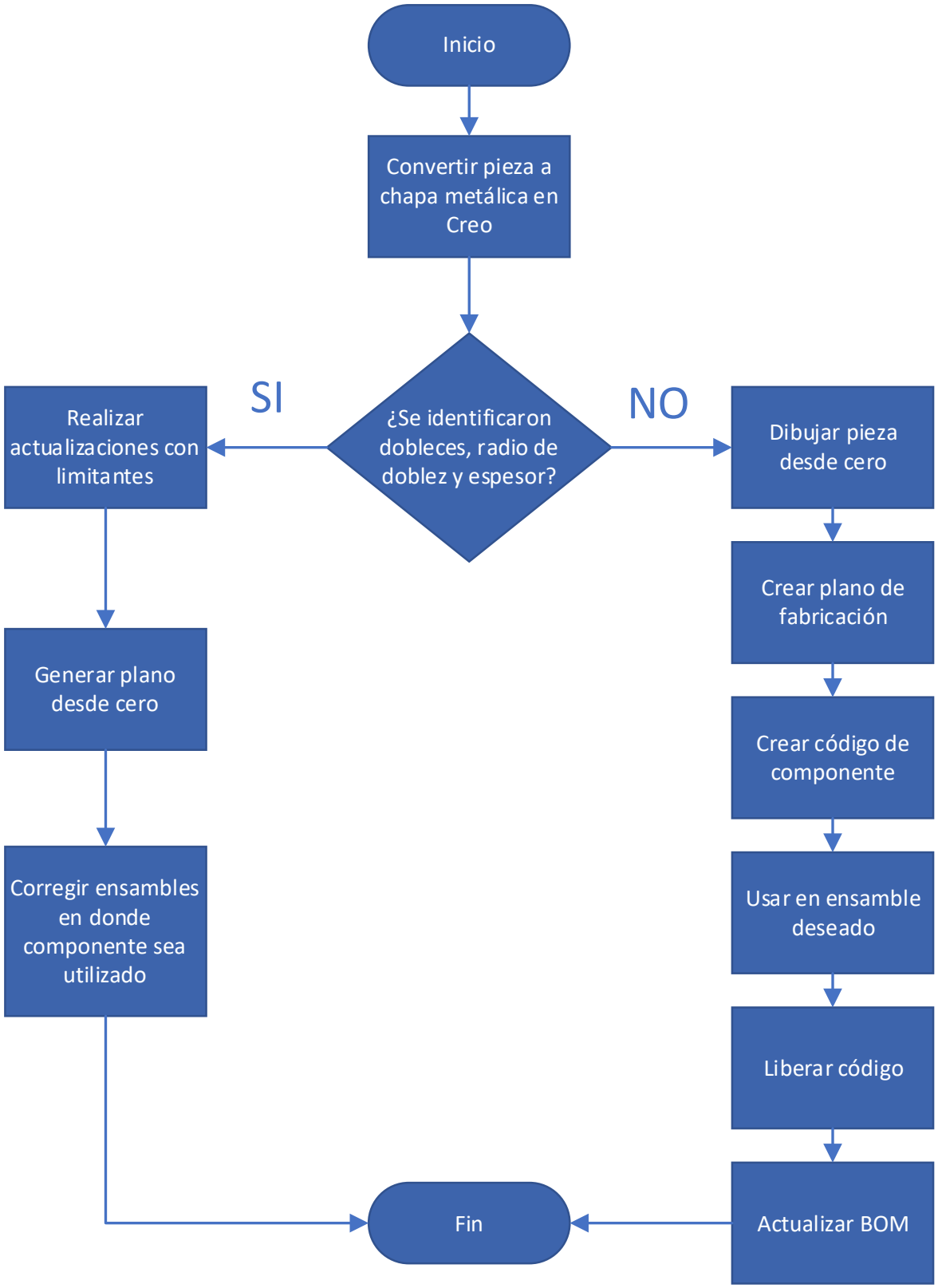


Figura 4

Modificación de componente

Nota. Elaboración propia

Como se puede ver en la figura 3, en caso de contar con una geometría correcta, seguimos una serie de pasos relativamente sencillos para poder usar la pieza, lo cual es sumamente más rápido que crear la pieza desde cero.
Sin embargo, el problema ocurre cuando queremos hacer una modificación a una pieza importada, los cambios que podemos hacer son limitados, ya que, al ser una pieza nativa del programa, cualquier tipo de operación que haya sida creada en el software anterior, no serán identificadas, por ejemplo, barrenos, dobleces etc. Solamente se pueden agregar más no modificar características originales del componente.

Ahora, en la figura 4, en caso de que las modificaciones que se necesitan sean mínimas, como barrenos adicionales, estas pueden ser completadas sin problema, sin embargo, nos enfrentaremos a un problema adicional, el plano debe ganarse desde cero, ya que al ser plataformas diferentes no podemos importar y modificar.
Por último, aún tendremos un problema adicional, al convertir la pieza a chapa metálica como se especificó en la figura 4, el software la identifica como si fuera una pieza totalmente diferente, aún sin realizar ninguna modificación, por lo que, si esta pieza ya había sido utilizada en un ensamble, todas las relaciones de posición se pierden y nuestro ensamble estará con errores

Las relaciones de posición son las restricciones que se le dan al componente en los 3 ejes cartesianos X, Y y Z en función de las caras que el componente tenga, por lo que, al romperse esas restricciones por el hecho de convertirla a chapa metálica, nuestro ensamble tendrá componentes “volando”, lo cual deriva en un alto riesgo de cometer errores durante la etapa de diseño.

7. Propuesta de unificación

7.1 Objetivo

Rediseñar el proceso de desarrollo de productos en el sector energético mediante la integración de un único software de modelado 3D, en este caso siento Creo, con el fin de eliminar la duplicidad de herramientas, reducir los tiempos de diseño y optimizar la coordinación entre áreas técnicas alrededor del mundo.

7.2 Estado actual

La dualidad de softwares, como se mencionó anteriormente, responde a una herencia estructural global de la compañía. Como resultado, la oficina técnica en función de la ubicación, estandarizó su proceso ya sea en SolidWorks o Creo. Hoy en día es una barrera para la agilidad y la colaboración de proyectos de gran escala.

Por mencionar algunas ubicaciones, se maneja de la siguiente forma:

- Estados Unidos: Creo
- México: PTC Creo y SolidWorks
- Italia: SolidWorks
- España: SolidWorks
- China: SolidWorks
- India: SolidWorks

Dicho esto, la falta de estandarización es un impedimento para la eficiencia operativa e incluso a la innovación. Esta situación resulta en una imposibilidad de conformarse con una entidad global integrada.

Adicional a esto, los tiempos de respuesta a producción se hacen más prolongados, ya que, al tener que realizar modificaciones mayores a un componente, se tiene que realizar todos los pasos en la figura 4, teniendo un tiempo muerto en la fabricación del producto, impactando en el flujo de proceso deseado por el área de producción.

7.3 Identificación de ineficiencias y problemas clave

Al contar con una dualidad de software, se identifican los siguientes problemas:

- *Duplicidad de licenciamiento global:* Runner paga licencias, mantenimiento y soporte por dos programas de modelado 3D a nivel mundial, representando un gasto corporativo importante.
- *Silos de conocimiento:* Se forman "islas" de ingenieros que solo dominan un software, dificultando el soporte entre equipos, teniendo conocimientos diferentes al no contar con los mismos softwares.
- *Soporte IT:* Se necesita contar con diversos equipos de soporte para aquellos problemas que ocurren en el día a día. No basta para el equipo de IT poder otorgar soporte en una sola plataforma, se necesita de un conocimiento más robusto y de equipos más desarrollados para poder hacer frente a la demanda de diversos softwares.
- *Perdida de información:* Al estar exportando archivos a formato STEP, se pierde información como previamente se explicó.
- *Comunicación ineficiente:* Al usar diferentes herramientas genera malentendidos y aumenta la sobrecarga de gestión a través de correos, llamadas, reuniones etc.
- *Colaboración global ineficiente:* Se obstaculiza el libre uso de componentes entre productos
- *Tiempos muertos:* Al tener que generar las piezas de nuevo en otro software, se pierde tiempo y recursos, tanto en la oficina técnica como en el área de producción, generando el principal cuello de botella.
- *Soporte a producción:* Tardío y deficiente al no poder realizar modificaciones significativas sin tener que re dibujar el componente por completo.

7.4 Identificación de brechas y oportunidades

A través de la siguiente matriz, se plasmarán las áreas de análisis, su estado actual y el estado futuro deseado.

Área de análisis	Estado actual	Estado futuro deseado	Brecha/Oportunidad de mejora
Flujo de trabajo	Lento y torpe debido a necesidad de re trabajos y perdida de información	Fluido, con la facilidad de compartir y utilizar archivos modificables.	Eliminación al 100% de tiempos muertos asociados a la originalidad de archivos.
Integración y modificación de datos	Necesidad de exportación a formato STEP. Perdiendo toda operación creada, generando una geometría muerta e imposibilitando la opción de hacer una futura modificación.	Un único modelo nativo, accesible y modificable en cualquier momento durante la vida del componente.	Habilitar la modificación ágil y capacidad oportuna a posibles cambios. Acelerando la optimización del diseño y tiempos de respuesta.
Colaboración	La colaboración es ineficiente. Al trabajar en un proyecto global se debe solicitar al otro equipo que realice modificaciones y mande de nueva forma el archivo. Generando un intercambio constante de correos y versiones.	Trabajo colaborativo en paralelo. Teniendo actualizaciones en tiempo real y visibles, eliminando la necesidad de solicitar cambios o intercambios archivos.	Eliminación de tiempos de espera debido a dependencia entre equipos. Reduciendo el tiempo de desarrollo de producto.

Costos de software	Pago por doble licenciamiento, mantenimiento y soporte.	Pago por software único, optimizando la inversión tecnológica.	Reducción significativa de inversión en software.
Capital humano	Silos de conocimiento por software.	Equipo técnico global estandarizado en una única plataforma con conocimiento robusto.	Equipo de ingeniería global, con competencias homogéneas.
Tiempos de desarrollo de producto	Ciclos extensos debido a retrasos y retrabajos	Ciclos ágiles y optimizados.	Acelerar el lanzamiento de nuevos productos, obteniendo una ventaja competitiva
Tiempos de respuesta a producción	Paro por parte de producción hasta que la oficina técnica realice las modificaciones necesarias	Soporte a requerimientos de producción inmediatos.	Reducción de tiempos de respuesta por parte de oficina de ingeniería

Tabla 1

Brechas y oportunidades

Nota. Elaboración propia

7.5 Estado futuro

La unificación de una herramienta de software, en este caso 3D, se aspira a fusionar un conjunto de oficinas técnicas de ubicaciones geográficas diferentes a operar como un único equipo de ingeniería global, integrado y robusto. Con la capacidad de innovar, colaborar y desarrollar productos que satisfagan las necesidades de los clientes.

El objetivo es tener un modelo de trabajo proactivo y concurrente, buscando que la información fluya de manera rápida, eliminando la necesidad de exportar archivos.
Para poder unificar la herramienta, es necesario que todo lo que previamente se dibujó, ensamblo, etc, sea nativo de la nueva plataforma, en este caso siendo Creo. Por lo que el estado futuro se basa en esto, tener todo de manera nativa en Creo para así eliminar por completo la dependencia de SolidWorks.
La constante competencia crea la necesidad de buscar optimizar los tiempos de desarrollo, maximizando las ganancias y reduciendo los costos de operación.

7.6 Principios del nuevo proceso de diseño

- *Uso fundamental de plataforma PLM*: Todo dato de ingeniería, borrador, propuesta, ficha técnica etc, debe ser almacenado en un único sistema. Previamente se venía haciendo, sin embargo, el estar exportando archivos para poder abrirse en otro programa, creaba el riesgo de tomar un archivo incorrecto al que esta guardado en el PLM.
- *Ruptura de silos:* El proceso está diseñado para que múltiples ingenieros y etapas se trabajen sobre la misma estructura y con el mismo conocimiento. Al usar un solo software las capacidades técnicas de los equipos globales se vuelven similares, mejorando la productividad y la resolución de problemas.
- *No geometría muerta:* Se elimina el uso de formatos neutros para el intercambio de información interna. Se preserva las operaciones realizadas durante el desarrollo del componente, permitiendo modificaciones ágiles y la propagación inteligente de cambios.
- *Estandarización de procesos:* Todas las oficinas técnicas seguirán el mismo flujo de trabajo maestro para el desarrollo, modificación y liberación de productos. Garantizando la eficiencia homogénea, sin importar la ubicación geográfica del equipo.
- *Tiempos de respuesta a producción:* Al tener todo diseñado en una sola plataforma, la respuesta a errores o necesidades de cambios es mucho más rápida. Teniendo la capacidad de hacer los cambios mayores de forma inmediata.

7.6.1 Ecosistema integrado

- *Software único:* Creo se establece como el estándar obligatorio de software de modelado 3D. Su elección se basa en que es la herramienta optada por el corporativo en Estados Unidos.
- *Uso de PLM:* Único repositorio para control de versiones, historial de cambios y manejo de BOM como se explicó anteriormente

7.6.2 Mapeo del flujo de trabajo de diseño

Consideremos un escenario práctico donde se represente como sería con trabajar en un solo software durante el trabajo en equipo de Estados Unidos e Italia

- *Diseño y subida a PLM:* Un ingeniero empieza a trabajar en función de la última reunión. Este desarrolla el componente y lo guarda en el PLM. Notifica al equipo a través de los canales oficiales y termina su jornada laboral.
- *Uso del componente:* El ingeniero en Italia empieza su jornada laboral y busca el componente en el PLM. Lo toma y empieza a hacer a hacer su ensamble del producto.
- *Desarrollo inteligente:* Durante el ensamble, se detecta que los barrenos deben ser más grandes. El ingeniero italiano simplemente abre la pieza, realiza una operación de check out, la cual notifica al sistema que la está modificando y la bloquea para que alguien más pueda realizar otra modificación al mismo momento. Al ser una pieza nativa, cuenta con todo el árbol de operaciones, modifica lo deseado y procede a abrir el plano para validar que este se actualice de manera automática.

  Procede a hacer un check in, que es guardar el componente en el PLM y desbloquearlo para la modificación futura de algún colaborador, agregando un comentario sobre lo que se hizo. En este momento la pieza ya tiene una nueva versión, guardando un historial de la misma.

7.6.3 Soporte a producción

Consideremos otro ejemplo, donde se representa como seria la respuesta al área de producción trabajando con un solo software,

- *Modificación inteligente:* Durante la fabricación del producto, el departamento de producción detecta un error de diseño, se realiza el reporte a la oficina técnica y esta valida que la modificación es necesaria.

  Al tener todos los archivos en un solo software, se procede a la rápida respuesta modificando el componente, actualizando el plano de fabricación y notificando a las áreas pertinentes.

Con el estado actual, trabajar de una manera tan eficiente sería imposible, ya que se tendría que realizar todo el proceso explicado en las figuras 3 y 4.

7.6.4 Reducción de costos y robustecimiento del diseño de producto

El uso de un solo software impacta directamente en la rentabilidad y competitividad de la empresa. Agrupándose en dos áreas estratégicas, disminución de costos operativos y fortalecimiento del proceso del desarrollo de producto:

- *Licenciamiento y Mantenimiento:* Representa el ahorro más evidente. Se eliminaría por completo el costo anual de licencias, mantenimiento y soporte. Aumentando la cantidad de licencias para Creo derivando un mejor acuerdo por volumen con un único proveedor.
- *Soporte de TI y Hardware:* La estandarización del software y hardware reduce drásticamente la complejidad para el departamento de TI. Se simplifica la gestión de licencias y la resolución de problemas.
- *Eliminación de retrabajos:* El costo más significativo del estado actual reside en las horas de ingeniería desperdiciadas en tareas de no valor añadido. Eliminando el paso de exportación y de compartir archivos, se recupera una cantidad de horas significativas a lo largo del año.
- *Diseño acelerado:* La velocidad de diseño aumenta exponencialmente. La reutilización de componentes desde el PLM y las modificaciones instantáneas reducen drásticamente el tiempo de modelado.

- *Reducción drástica del tiempo de desarrollo de producto:* Es el resultado final, al diseñar más rápido, compartir archivos sin fricción y colaborar mejor, cada etapa del ciclo de vida del producto se comprime. Permitiendo lanzar productos innovadores al mercado antes que la competencia.

7.6.5 Métricas de éxito y objetivos

Para evaluar una mejora, todo debe medirse, por lo que se consideran los siguientes KPIs del estado futuro;

Métrica	Estado actual	Objetivo del estado futuro
Desarrollo de producto	3 meses	2 meses
Soporte a producción	4 horas	Reducción a 1 hora
Costo de licenciamiento	Se paga doble licenciamiento	Pago único
Reutilización de componentes	50% de reutilización	100% gracias a desarrollo en un solo programa

Tabla 2

Métricas éxito y objetivos

Nota. Elaboración propia

7.7 Implementación de cambios

La implementación de un cambio de tal magnitud, que afecta un proceso crítico, de tecnología y también de cultura, no puede realizarse de manera abrupta. Se propone una estrategia de implementación por fases, basada en un proyecto piloto controlado en una planta seleccionada. El cronograma estimado para la ejecución del proyecto es de 9 meses. Adicionalmente, se considera incluir un plan de gestión del cambio, divido en 5 etapas:

7.7.1 Análisis de stakeholders

Es necesario identificar los actores clave, así como su rol en el proyecto:

Grupo de interés	Impacto del cambio	Rol en el proyecto
Gerencia	Alto: Afecta directo a los indicadores financieros.	Patrocinadores, aprobando el presupuesto y comunicando la visión del proyecto
Recursos humanos	Alto: Requiere de estrategias de reclutamiento, capacitación y retención	Facilitador organizacional, gestionando las nuevas contrataciones y supervisando clima laboral.
Ingenieros	Muy alto: Modificando su flujo de trabajo diario, herramientas y procesos.	Usuarios finales y adoptantes: Responsables de la ejecución técnica y de retroalimentar el proceso para su mejora continua.
Interns	Total: Su aprendizaje es fundamental para la implementación del cambio	Agentes de cambio, ejecutando la migración masiva de datos y sirviendo como soportes de primera línea para los ingenieros.

Tabla 3

Ánalisis de stakeholders

Nota. Elaboración propia

7.7.2 Plan de acción bajo modelo ADKAR

Este modelo permite gestionar el cambio en las organizaciones de manera efectiva y centrada en las personas. ADKAR es un acrónimo que describe las 5 fases clave que cualquier persona debe atravesar para que el cambio sea exitoso. Awareness (conciencia), desire (deseo), knowledge (conocimiento), ability (habilidad) y reinforcement (refuerzo).:

- Awereness: La gerencia esta encargada de compartir y comunicar el riesgo de mantener el sistema actual, para que el personal entienda la necesidad del cambio.
- Desire: Ingenieros e interns demostraran las ventajas de la unificación
- Knowledge: Entrenamiento técnico liderado por el núcleo de migración
- Ability: Soporte en sitio de los interns y de 2 ingenieros durante la etapa de transición.
- Reinforcement: Auditorisa de calidad y cierre definitivo de acceso al software antiguo

7.7.3 Continuidad operativa y gestión del capital intelectual

Desde la perspectiva administrativa, se busca enfocar en proteger el activo más activo siendo la información técnica:

- Aislamiento de recursos: Se designará un equipo híbrido para el proyecto, teniendo interns e ingenieros, permitiendo que el departamento de ingeniería siga cumpliendo con su factura y plazo de entregas de sus proyectos.
- Transferencia de conocimiento: Teniendo el equipo híbrido, se asegura que la migración no sea un proceso sin control y solamente de copiar y pegar, sino teniendo una revisión de calidad.
- Escalabilidad del negocio: Una estructura unificada, permite que en el futuro la empresa pueda integrar nuevas oficinas o plantas de manera inmediata,

7.7.4 Matriz de riesgos administrativos y mitigación

Riesgo administrativo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
Caída temporal de la productividad	Baja	Fechas de entregas de proyectos atrasadas	Equipo específico para la migración
Resistencia al "go-live"	Media	Retraso en la adopción	Involucrar al equipo y exponer las ventajas de la unificación
Fuga de información	Baja	Pérdida de propiedad intelectual	NDA gestionado por RH para los interns.

Tabla 4

Ánalisis de stakeholders

Nota. Elaboración propia

7.7.5 KPIs Gerenciales

Para evaluar el éxito sin tener la necesidad de contar con conocimiento técnico, se establecieron los siguientes indicadores:

- Continuidad operativa: Mantener la entrega de los proyectos en tiempos establecidos
- Eficiencia de migración de activos: Porcentaje de archivos migrados y validados por el equipo de implementación
- Preparación del activo de capacitación: Disponibilidad del kit de entrenamiento estandarizado. Para su despliegue masivo con el equipo de ingeniería.

7.8 Viabilidad y análisis de costos

Es imperativo realizar un análisis de costos para asegurar la asignación de recursos y demostrar la viabilidad financiera. Esta fase se centra en estimar la inversión para la ejecución del proyecto.

Para este análisis, se estableció el salario aproximado de cada integrante que tenga asignado una tarea a lo largo del proyecto.

Se separo por paquetes de trabajo, reflejándose de la siguiente manera, importante mencionar, la inversión necesaria en licenciamiento no fue considerada. Costos en moneda nacional.

Paquete de trabajo	Costo	Recursos
Planificación & Contratación	$ 31,280	Gerente de Ingeniería Gerente de ventas Gerente de planeación Ingeniero Junior Ingeniero Senior Reclutamiento
Entrenamiento PTC Creo & PLM	$ 51,200	Ingeniero Junior Ingeniero Senior Intern 1 y 2
Desarrollo de componentes & ensambles	$ 669,600	Ingeniero Junior Ingeniero Senior Intern 1 y 2
Desarrollo de planos de fabricación	$ 281,600	Ingeniero Junior Ingeniero Senior Intern 1 y 2
Liberación de CNs & seguimiento	$ 52,240	Ingeniero Junior Ingeniero Senior Intern 1 y 2
Transición a PTC Creo	$ 104,800	Ingeniero Junior Ingeniero Senior Gerente de Ingeniería Intern 1 y 2
Total	$ 1,190,720	

Tabla 5

Paquetes de trabajo

Nota. Elaboración propia

7.8.1 Análisis de retorno de inversión (ROI)

Tras detallar la inversión requerida, el análisis de retorno no se limita únicamente al ahorro directo en licencias, sino que se fundamenta en la eliminación del costo de la ineficiencia operativa que la empresa absorbe actualmente. El ROI se manifiesta de manera cualitativa mediante la recuperación de horas-hombre que hoy se pierden en el retrabajo de archivos y los largos tiempos de soporte a producción como se explicó en la tabla 2.

Bajo esta lógica, la recuperación del capital invertido se estima a corto plazo, impulsada por la agilidad que gana la oficina técnica al estandarizar sus procesos de diseño. Trabajar con archivos nativos compartidos evita que la ingeniería se detenga por problemas técnicos qe previamente se explicaron, permitiendo una respuesta más rápida ante las demandas del mercado. Esto convierte lo que parece un gasto de recursos en una mejora estratégica que blinda la rentabilidad de los proyectos y asegura un flujo de trabajo continuo entre todas las oficinas de Runner.

7.9 Planificación y contratación

Para la primera etapa del proyecto, se empieza con el kick off, donde se formará el equipo que estará trabajando en el proyecto, se determinará la priorización a lo largo del mismo y se creará el cronograma con hitos de revisión para darle un seguimiento puntual.

- Selección del equipo
    - El equipo estará formado por 4 personas, 1 Ingeniero Senior, 1 Ingeniero Junior y 2 interns
    - El área de reclutamiento será la encargada de contratar a los interns. Debido al presupuesto, se tiene como target los perfiles de ingenieros recién graduados, que busquen empezar en el mundo laboral y no tengan tanta experiencia. Es importante contar con perfiles que tengan conocimientos en el manejo de software 3D. Adicional, al poder formar desde cero los perfiles, da pauta a tener un equipo más robusto en el futuro, habiendo inculcado buenas prácticas.

- Priorización de catálogo de productos
    - Dentro del catálogo de Runner, existen múltiples equipos que satisfacen diversas necesidades, principalmente diferenciándose entre ellas el tamaño. Es sumamente importante que el equipo de ventas, comparta el historial de equipos vendidos en años pasados, para poder realizar una identificación de aquellos que se vendan más, para poder priorizar su dibujo en Creo. Con esta información, el área técnica podrá generar el cronograma atacando primero aquellos productos con más movimiento.

- Cronograma de actividades

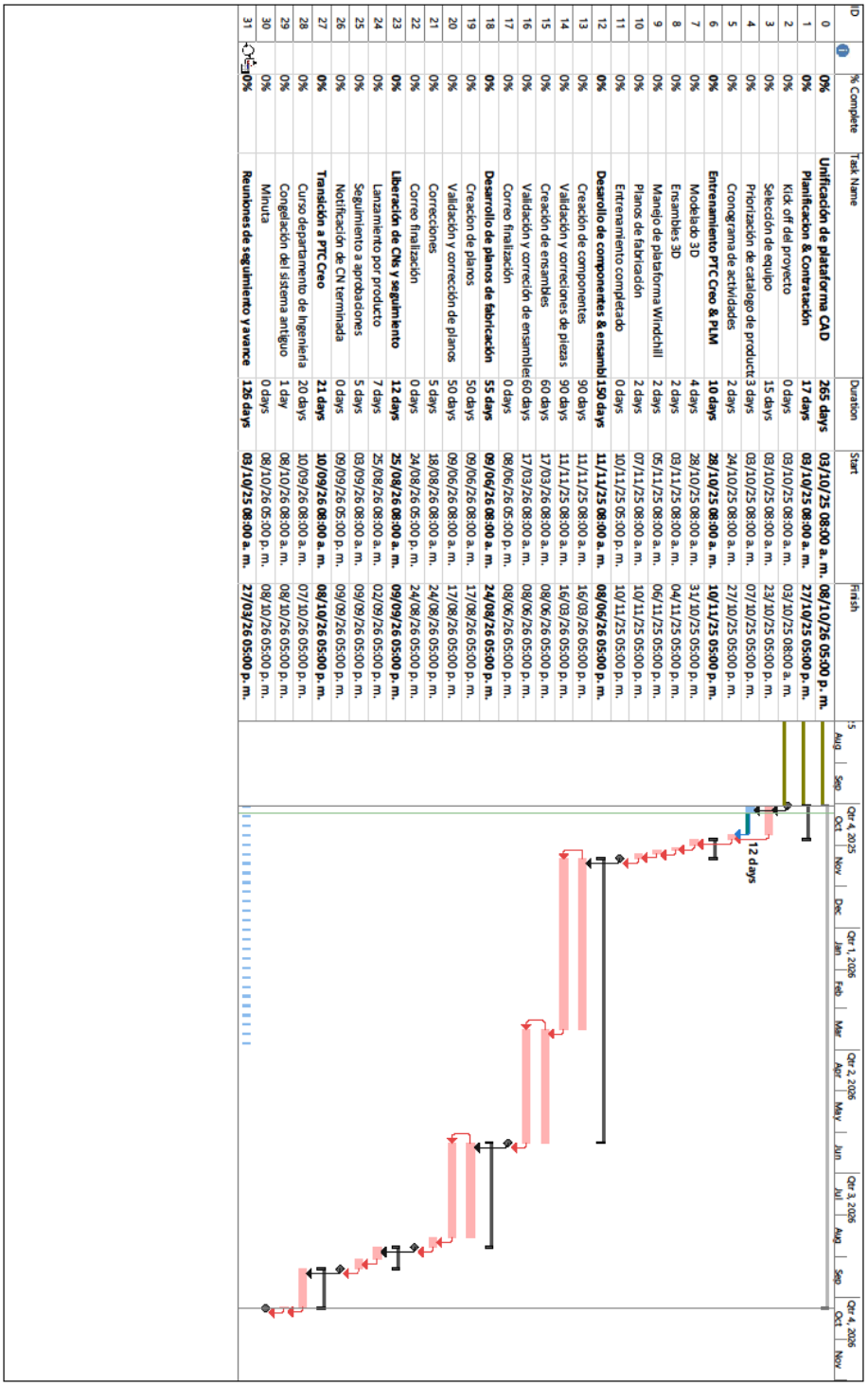


Figura 5

Project charter

Nota. Elaboración propia

7.10 Entrenamiento PTC Creo & PLM

Para la segunda etapa, se prepararán a los interns, desarrollando las habilidades necesarias para poder crear los componentes de manera correcta y eficiente. Empezando desde lo más básico hasta tener el modelo 3D terminado.

- Modelado 3D
    - El ingeniero Senior y Junior serán los encargados de impartir un curso exhaustivo para los nuevos integrantes.
    - Abarcando lo siguiente:
        - Parámetros básicos e intensión de diseño
        - Configuraciones básicas de chapa metálica
        - Lámina desplegada
        - Simbología de soldadura acorde a AWS
        - Barras de cobre
- Ensambles 3D
    - El ingeniero Senior y Junior serán los encargados de impartir un curso exhaustivo para los nuevos integrantes.
    - Abarcando lo siguiente:
        - Importación de ensambles de proveedor
        - Relaciones de posición
        - Tablas de materiales
        - Vistas explosionadas
- Manejo de plataforma PLM (Windchill)
    - El ingeniero junior será el encargado de impartir el curso:
    - Abarcando lo siguiente:
        - Creación de códigos
        - Listas de materiales
        - Liberación de changes notices

- Planos de fabricación:
    - El ingeniero junior será el encargado de impartir el curso.
    - Abarcando lo siguiente:
        - Cuadro de datos
        - Vistas a incluir
        - Información de chapa metálica
        - Notas de soldadura
        - Explosivos

7.10.1 Desarrollo de componentes, ensambles.

La etapa más crítica del proyecto, el equipo comenzara a desarrollar todos los componentes en PTC Creo. Esto se logrará tomando como referencia la pieza de SolidWorks y duplicándola exactamente igual solo que en Creo. Para posteriormente crear el ensamble del producto.

- Creación de componentes
    - Se desarrollará pieza por pieza.
- Validación y correcciones
    - El equipo se dedicará a revisar los componentes y corregir en caso de necesario.
- Creación de ensambles
    - Al haber terminado todas las piezas, se procederá a la creación de sub ensambles y ensambles.
- Validación y correcciones
    - Se validarán ensambles y se corregirá en caso de necesario.

7.10.2 Desarrollo de planos de fabricación

Una vez terminados componentes y ensambles, se procede a la creación de los planos de fabricación.

- Creación de planos
    - Se procede a crear los planos de los componentes individuales, así como el ensamble del producto final.

- Validación y correcciones
    - Se validarán planos y se corregirá en caso de necesario.

7.10.3 Liberación de CNs

Los productos se dividen por familias, por lo que se comienza a liberar las CNs (Change notice) para que el estatus del componente dibujado pase a “Released”. Pasando por todas las áreas que están involucradas en el proceso.

- Liberación de CNs por familia
    - Se lanza CN por familia, para evitar confusiones y tener una revisión óptima
- Seguimiento a aprobaciones
    - Para que una pieza llegue hasta el estatus de “Released”, pasa por todas las áreas que deben desarrollar una tarea para que este producto pueda ser fabricado, Por mencionar algunas, compras, calidad, planeación etc. Con esto, se asegura que el componente será fabricado sin problema. Ya se que compras necesite traer la materia prima, calidad deba descargar el plano etc.

7.10.4 Transición a PTC Creo

Posterior a la liberación de todos los componentes, se comienza con la transición de todo el equipo de Ingeniería a la plataforma de Creo. Para esto, se considera seccionar el departamento e ir por pequeños equipos de trabajo, buscando de esta forma no interrumpir de manera abrupta el desarrollo de productos en curso. Para poder migrar, se debe cerciorar que todo el equipo cuente con las habilidades necesarias para el uso de la plataforma de PTC. Por lo que los interns formaran un rol crucial, estando de la mano con los ingenieros que estén empezando a adoptar el programa.

Por lo que se considera nuevamente un curso, abarcando los mismos temas establecidos anteriormente, pero con una duración mucho menor. Para que, por último, se proceda a la congelación del sistema antiguo y se eliminen las licencias activas en el sistema.

8. Conclusión general

Tras concluir este estudio, queda claro que tener dos o más softwares de diseño no es solo un tema de licencias; es un obstáculo real que frena a Runner y complica la colaboración diaria. El diagnóstico hecho con BPR nos confirma que el uso de formatos STEP y "geometrías muertas" corrompe el flujo de trabajo. En la práctica, esto significa que los ingenieros pierden horas reconstruyendo modelos o corrigiendo errores de importación en lugar de estar diseñando, lo que alarga los tiempos de entrega y quita agilidad frente a la competencia global. La unificación en PTC Creo no es un capricho técnico, sino la opción más viable para que todos hablemos el mismo idioma y tengamos un archivo madre único para cada pieza o ensamble, garantizando que siempre se trabaje sobre la última versión disponible.

Para no atrasar proyectos en curso, la propuesta de crear un núcleo de implementación con dos ingenieros senior y dos practicantes es clave. Desde el punto de vista administrativo, esta es la mejor forma de proteger el negocio: mientras este equipo pequeño se encarga de la migración pesada y de definir los nuevos estándares, el resto del equipo puede seguir enfocada en los proyectos que generan facturación. Así, no arriesgamos los ingresos actuales por intentar estandarizarnos. Este esquema nos permite validar paso a paso cómo vamos a trabajar en el futuro sin que toda la oficina técnica se detenga, lo que reduce muchísimo el riesgo de una caída en la productividad durante la transición.

Por otro lado, la propuesta busca rescatar el valor de la ingeniería que ya se ha desarrollado. Actualmente, mucha de la información generada en una oficina es "invisible" o inútil para otra simplemente por la falta de acceso al software nativo, lo que nos obliga a desperdiciar horas rediseñando soluciones que la empresa ya tiene resueltas en alguna otra oficina técnica. Al migrar estos archivos a Creo, garantizamos que cualquier ingeniero de la organización, sin importar su ubicación, pueda aprovechar, editar y mejorar la ingeniería existente. En cuanto a la capacitación, dejarla para el final es una decisión táctica: el objetivo es que, una vez que el ecosistema esté unificado y configurado para todas las sedes, la transición sea rápida.

Aprovecharemos que los ingenieros ya dominan la lógica de diseño para que solo necesiten aprender el manejo de la nueva interfaz, evitando que el conocimiento se pierda por no tener una plataforma común donde aplicarlo de inmediato.

Aunque la inversión de $ 1,152,080 parece alta, es necesario verla en comparación con lo que nos cuesta seguir trabajando con errores, retrasos y archivos incompatibles. La ejecución de este plan no debe verse como un gasto que sale del presupuesto, sino como una inversión para que la empresa sea más ágil e integrada. Si validamos esta propuesta, no solo estaremos arreglando un problema de compatibilidad de archivos, sino que estaremos preparando a la empresa para ser una verdadera organización global, capaz de colaborar en tiempo real y responder mucho más rápido a lo que el mercado nos pida en el futuro.

Por último, para línea de investigación futura, se propone la realización de un análisis de impacto post-implementación en un periodo de 12 meses tras la unificación. El estudio debería centrarse en comparar los indicadores de desempeño (KPIs) propuestos en este documento frente a los resultados reales de la oficina técnica, evaluando la reducción porcentual en el uso de geometrías muertas y el ahorro en horas destinadas a soporte de producción. De igual forma, se propone evaluar la escalabilidad de este modelo de transición basado en BPR para futuras adquisiciones de Runner, permitiendo que las lecciones aprendidas de este proceso sirvan como una guía estandarizada de integración tecnológica. Asegurando que la estructura de ingeniería siempre este alineada con los objetivos de crecimiento de la empresa, permitiendo transformar lo que hoy es un problema de compatibilidad en una ventaja competitiva, garantizando que la tecnología trabaje a favor de la rentabilidad de los proyectos y no como una limitante para el desarrollo global de la compañía.

9. Referencias

1. Aguilar, R. (2025). *9 estrategias de entrada a los mercados internacionales que debes conocer*. Weglot. https://www.weglot.com/es/blog/foreign-market-entry-strategies
2. Cárdenas, N. (2018). *Tendencias del diseño: Modelado 2D y 3D*. Universidad Técnica Particular de Loja. https://noticias.utpl.edu.ec/tendencias-del-diseno-modelado-2d-y-3d-0
3. CEUPE. (s.f.). *Empresa global*. Centro Europeo de Postgrado. https://www.ceupe.com/blog/empresa-global.html
4. Downie, A., & Finio, M. (s.f.). *¿Qué es la reingeniería de procesos de negocio (BPR)?* IBM. https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/business-process-reengineering
5. FORMACAD Engineering & Consulting. (s.f.). *Historia del CAD y sus orígenes.* https://formacad.es/historia-del-cad-y-sus-origenes/
6. IFS. (s.f.). *¿Qué es un sistema ERP (Enterprise Resource Planning)?* https://www.ifs.com/es/what-is/what-is-an-erp-system
7. Méndez, H. (2019). *IGES vs STEP ¿Cuál es el mejor formato para intercambiar?* Easyworks. https://easyworks.es/iges-vs-step-cual-es-el-mejor-formato-para-intercambiar/
8. Oracle. (s.f.). *¿Qué es PLM (gestión del ciclo de vida de los productos)?* https://www.oracle.com/es/scm/product-lifecycle-management/what-is-plm/
9. Ortega, C. (s.f.). *Modelo ADKAR: Qué es y cómo aplicarlo.* QuestionPro. https://www.questionpro.com/blog/es/modelo-adkar/
10. Polo, C. (s.f.). *¿Qué es el diseño 3D?* Euroinnova. https://www.euroinnova.com/arquitectura-y-diseno/articulos/que-es-el-diseno-3d
11. Porter, M. E. (1998*). The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.* Free Press. (Obra original publicada en 1985).
12. PTC. (s.f.). *PLM (Product Lifecycle Management).* https://www.ptc.com/en/technologies/plm

13. Repsol. (s.f.). *¿Qué es la cadena de valor y para qué sirve?* https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/personas/cadena-de-valor/index.cshtml
14. Siemens. (s.f.). *Diseño asistido por ordenador (CAD).* https://www.sw.siemens.com/es-ES/technology/computer-aided-design-cad/
15. SOLIBI. (s.f.). *SOLIDWORKS. Qué es y para qué sirve*. https://solid-bi.es/solidworks/
16. SolidWorks LATAM y España. (s.f.). *Historia del CAD: de la mesa de dibujo a la revolución digital.* https://blogs.solidworks.com/solidworkslatamyesp/solidworks-blog/3d-cad/historia-del-cad/
17. Take up. (s.f.). *Rediseño de procesos.* https://takeup.cl/servicios/consultoria-estrategica/rediseno-de-procesos/