

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.2 00
		Página	1 de 127

**SELECCIÓN DE UN SOFTWARE CAD PARA EL
SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA
PRODTY MECATRÓNICA INDÚSTRIA E
COMÉRCIO Ltda.**

Autor:

EMMANUEL YOZETH HAMBURGER ROMERO

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA,
MECATRONICA E INDUSTRIAL FACULTAD DE
INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA, 16/11/2016

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	2 de 127

SELECCIÓN DE UN SOFTWARE CAD PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA PRODTY MECATRÓNICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO Ltda.

Autor

EMMANUEL YOZETH HAMBURGER ROMERO

yozeth@live.com

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Director

JUAN CARLOS DELGADO SANABRIA

Ingeniero Mecánico

jucadesa@unipamplona.edu.co, jucadesa@hotmail.com

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA,
MECATRONICA E INDUSTRIAL FACULTAD DE
INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA, 16/11/2016



Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero
Mecánico

Código

1.1 01

Página

3 de 127

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	4 de 127

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Por haberme formado profesionalmente a lo largo de todos estos años.

AL TODO EL CUERPO DE DOCENTES, PROFESORES E INGENIEROS DEL PROGRAMA DE INGENIERIA.

Por haber sido mi centro de formación durante los últimos años de la carrera.

A LA COMPAÑÍA PRODTY MECATRÓNICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

Por brindarme la oportunidad de realizar las prácticas empresariales que me exigen en la universidad de pamplona para obtener el título de ingeniero mecánico.

AL INGENIERO JUNACARLOS DELGADO

Por el apoyo, asesoría y consejos brindado.

A MIS JURADOS

Ing. Edison Martínez Oviedo

Ing. Francesco Piscioti Contreras

Ing. Luz Karime Hernández Gegen

Dr. José Manuel Ramírez Quintero

Por sus comentarios, consejos y revisiones, con los cuales se llevó a buen término el desarrollo de la presente tesis.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	5 de 127

DEDICATORIA.

Dedico esta tesis primero que todo a Dios quien convierte lo imposible en posible.

A mis padres quienes siempre me tienen es sus oraciones, por su apoyo sacrificio, amor y confianza.

A mis hermanos Jorge, Neill, Cristian, Roxaida, kener y familiares que en los momentos más difíciles con su apoyo me inspiraron a seguir adelante y nunca desistir.

A mis amigos José Samir, Yeiner, Rafael, Larry, Carlos, Fabio y a todos aquellos quienes contribuyeron a mi formación personal y profesional.

Quiero dedicar especialmente esta tesis a Efigenia, Humberto, Luciano, Nelson, Ronaldo, David, Dewel y mi primito Matias quienes me apoyaron depositando confianza, amor y ayudaron a cumplir este sueño hecho realidad

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aquellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A los sinodales quienes estudiaron mi tesis y la aprobaron.

A todas las que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.



Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero
Mecánico

Código

1.1 01

Página

6 de 127

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	7 de 127

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	9
ÍNDICE DE FIGURA Y FOTOGRAFÍAS.	9
ÍNDICE DE TABLAS.	10
RESUMEN.	13
ABSTRACT.	13
INTRODUCCIÓN.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	17
OBJETIVOS.....	18
ALCANCE Y LIMITACIONES.....	18
1 CAPÍTULO: DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR.....	20
1.1 CONCEPTO CAD Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	21
1.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL CAD.....	22
1.3 MODELOS DE REPRESENTACIÓN.....	25
1.3.1 Modelo de alambre.....	26
1.3.2 Modelo de superficies.....	26
1.3.3 Modelos de sólidos.....	26
1.4 INTERFACES DE ESTANDARIZACIÓN.....	26
1.4.1 STEP.....	27
1.4.2 IGES.....	27
1.5 INGENIERÍA CONCURRENTE.....	28
1.5.1 Ingeniería conceptual.....	29
1.5.2 Ingeniería de detalle.....	29
2 CAPÍTULO: INNOVACIÓN.....	30
2.1 DEFINICIÓN.....	31
2.2 MODELOS SOBRE LA CONCEPCIÓN DEL PROCESO Y FUENTES DE INNOVACIÓN.....	33
2.3 LA INNOVACIÓN EN LA EMPRESA Y EL NUEVO PRODUCTO.....	36
2.4 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, DESARROLLO Y DISEÑO INDUSTRIAL.....	38
2.5 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN BRASIL.....	42

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	8 de 127

3	CAPÍTULO: NECESIDAD EMPRESARIAL.....	44
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	45
3.1.1	<i>Historia</i>	45
3.1.2	<i>Misión</i>	46
3.1.3	<i>Visión</i>	46
3.1.4	<i>Valores</i>	46
3.2	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	47
3.3	ANÁLISIS Y NECESIDAD DEL ÁREA DE DISEÑO DE LA COMPAÑÍA.....	52
3.3.1	<i>DOFA de área de diseño</i>	52
3.3.2	<i>Estrategia alternativa de la matriz FODA</i>	54
3.4	PRODUCTOS.....	58
3.5	CLIENTES.....	63
3.6	COMPETIDORES.....	64
3.7	PROVEEDORES.....	64
3.8	LISTADOS DE LOS CAD MÁS USADOS POR LOS PROVEEDORES DE LA COMPAÑÍA. ...	64
3.9	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA.....	67
4	CAPÍTULO: SELECCIÓN DEL CAD.....	69
4.1	PRINCIPALES SOFTWARES DE DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR.....	70
4.1.1	<i>Análisis de la información recopilada</i>	74
4.2	ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS CAD SELECCIONADOS.....	75
4.2.1	<i>Análisis de la información recopilada</i>	87
4.3	COMUNICACIÓN Y RELACIÓN CON LOS PROGRAMAS CAM Y CAE.....	87
4.3.1	<i>Ventajas y desventajas de los CAD seleccionados</i>	87
4.3.2	<i>Compatibilidad con otros softwares CAD, CAM y CAE</i>	92
4.3.3	<i>Análisis de la información recopilada</i>	96
4.4	COSTOS DE LOS SOFTWARES CAD.....	98
4.4.1	<i>Análisis de costo beneficio</i>	103
4.5	ASISTENCIA TÉCNICA DE LOS CAD.....	104
4.6	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL CAD.....	105
5	CAPÍTULO: CONCLUSIONES.....	111
5.1	CONCLUSIONES.....	112
5.2	BIBLIOGRAFÍA.....	114
	ANEXOS.....	117

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	9 de 127

Índice general.

Índice de figura y fotografías.

Figura 1: Secuencia de la invención.....	33
Figura 2: Procesó de Compras del producto	47
Figura 3: Procesó Desarrollos de los nuevos Productos.	49
Figura 4: Proceso del nuevo producto antes de salir al mercado	50
Figura 5: Proceso de las ventas.	52
Figura 6: Planeación estratégica.....	57
Figura 7: Fotografía de Cilindro de Nitrógeno.	58
Figura 8: Fotografía de Cilindro interconectados.	58
Figura 9: Fotografía de Placa Colectora.....	59
Figura 10: Fotografía de Desacopaldores.	59
Figura 11: Fotografía de Panel de Control para Cilindros de Nitrógeno.	59
Figura 12: Fotografía de accesorios neumáticos.....	60
Figura 13: Fotografía Maquina Automatizada por PRODTY.LTDA.....	60
Figura 14: Fotografía de Transfer de Estampado.....	60
Figura 15: Fotografía de Garras.	61
Figura 16: Fotografía de un PAS.	61
Figura 17: Fotografía de un Soporte del Transfer.....	61
Figura 18: fotografía de Pasilhas.	62
Figura 19: Fotografía de Carros.	62
Figura 20: Fotografía de STR.	63
Figura 21: Fotografía de un Sistema Integrado.....	63
Figura 22: AutoCAD 2017.....	76
Figura 23: Inventor 2017.....	77
Figura 24: Buzzsaw.....	78

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	10 de 127

Figura 25: Creo Parametric.	79
Figura 26: Creo Simulate.	80
Figura 27: Pro/DESKTOP	81
Figura 28: Catia.....	82
Figura 29: SolidWorks 2017	83
Figura 30: TeamCenter.	84
Figura 31: Unigraphics NX.....	86
Figura 32: Solid Edge.	86
Figura 33: Presupuesto de Solid Edge y SolidWorks.	99

Índice de tablas.

Tabla 1: Cumplimiento de Objetivos	16
Tabla 2: Principales Indicadores de Insumo en Ciencia, Tecnología e Innovación en Brasil.	43
Tabla 3: Estrategias alternativas de la matriz FODA.....	55
Tabla 4: Lista de Proveedores de PRODTY	64
Tabla 5: Familia de Autodesk, Inc.	70
Tabla 6: Soluciones ofrecidas por Product Development Technology, PTC Inc.	71
Tabla 7: Productos ofrecidos por Dassault Systèmes.	71
Tabla 8: Productos por UGS.	72
Tabla 9: "Top 25" Most Popular 3D Modeling Software for 3D Printing.....	73
Tabla 10: Software más utilizado en la Universidad de Western Washington.	74
Tabla 11: Ventajas y Desventajas de AutoCAD	88
Tabla 12: Ventajas y Desventajas de Inventor	89
Tabla 13: Ventajas y Desventajas de Creo Parametric.	89
Tabla 14: Ventajas y Desventajas de CATIA.	90

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	11 de 127

Tabla 15: Ventajas y Desventajas de SolidWorks.	90
Tabla 16: Ventas y Desventajas de Unigraphics NX.....	91
Tabla 17: Ventajas y Desventajas de Solid Edge.....	92
Tabla 18: Exportación e Importación de AutoCAD	92
Tabla 19: Convertidores y Formas de Importación de Archivos de Inventor.....	94
Tabla 20: Importe y Exporte SolidWorks.	95
Tabla 21: Importaciones Selectivas y Actualizaciones Asociativas de la lista de los CAD	97
Tabla 22: Presupuesto de AutoCAD e Inventor.....	98
Tabla 23: Presupuesto de SolidWorks.	100
Tabla 24: Costos AutoCAD e Inventor.....	101
Tabla 25: Presupuesto Creo Parametric.	102
Tabla 26: Presupuesto de Catia.	102
Tabla 27: Costo Beneficio.....	103
Tabla 28: Solid Edge vs SolidWorks	105
Tabla 29: Versiones de SolidWorks.....	109

Anexos

Anexo 1:Matriz Circular Bidireccional.....	117
Anexo 2:Chaflán multi-distancia	117
Anexo 3:Chaflán variable	118
Anexo 4:Operación combinada chaflán-redondeo.....	118
Anexo 5:Secciones de vista transparentes.....	118
Anexo 6:Entrada/Salida para operación rosca	119
Anexo 7:Importación de dibujos a SOLIDWORKS Treehouse	119
Anexo 8: Impresión de estructuras en SOLIDWORKS Treehouse	119
Anexo 9:Contornos de croquis sombreados.....	120
Anexo 10:Asistente de taladros avanzado.....	120

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	12 de 127

Anexo 11:Definición "SmarterMate"	120
Anexo 12:Relaciones de posición desalineadas.....	121
Anexo 13:Posibilidad de guardar un subconjunto como pieza, manteniendo las referencias.	121
Anexo 14:Sobre-escritura sobre última versión de SOLIDWORKS PDM	121
Anexo 15:Bloqueo de listas de materiales desde plantillas	122
Anexo 16:Anotaciones referenciadas a celdas de listas de materiales.....	122
Anexo 17:Edición de propiedades multi-hoja.....	122
Anexo 18:Líneas de sección enfatizadas.....	123
Anexo 19:Vistas de detalle con líneas externas quebradas	123
Anexo 20:Simetría de vistas 2D.....	123
Anexo 21:Dimensiones de tamaño	124
Anexo 22:Acotación 3D sobre aristas.....	124
Anexo 23:Reordenamiento de vistas 3D para SOLIDWORKS MBD	124
Anexo 24:Herramienta de comparación de anotaciones 3D en SOLIDWORKD MBD ...	125
Anexo 25:Ocultar todas las referencias.....	125
Anexo 26:Paralela a curva sobre superficie	125
Anexo 27:Abatimiento de croquis sobre multi-superficies.....	126
Anexo 28:Relaciones de posición magnéticas	126
Anexo 29:Editor de relaciones de posición magnéticas.....	126
Anexo 30:eDrawings soporta muchos más formatos.....	127
Anexo 31:Apertura y reutilización de nuevos formatos CAD	127
Anexo 32:Mantiene operaciones y relaciones de posición cuando se modifican modelos CAD importados.	127

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	13 de 127

RESUMEN.

En el presente trabajo de tesis se realiza un compendio de conceptos básicos del diseño y manufactura asistida por computadora, así como una breve reseña histórica. Se enuncia la importancia y la influencia que tiene la computación en el actual desarrollo de la ingeniería conceptual, ingeniería de detalle y su manufactura.

Por medio del desarrollo de esta propuesta se pretende seleccionar un CAD que permitirá la reducción de los largos tiempos en los ciclos de diseño de la compañía Prody Ltda., reducir los paros inoportunos del personal de mecanizado y montaje, mejorar la confiabilidad de los clientes y establecer la compañía en los mercados nacionales e internacionales con un alto grado de competitividad.

Palabras clave: diseño y manufactura asistidas por computadora, ingeniería conceptual, ingeniería de detalle, prácticas de laboratorio.

ABSTRACT.

In this thesis work is performed a compendium of basic concepts of computer aided design and manufacturing well as a brief history. It sets out the importance and influence that the development of computing has had over time and the current development of the conceptual engineering and detailed engineering.

Through the development of this proposal is to select a CAD will allow reduction of long cycle times design company Prody Ltda., Reduce inopportune stoppages staff machining and assembly, improve the reliability of customers and establish the company in national and international markets with a high degree of competitiveness.

Keywords: computer aided design and manufacturing, conceptual engineering, detailed engineering, laboratory practices.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	14 de 127

INTRODUCCIÓN.

Hoy en día el diseño y desarrollo de nuevos productos o la modificación de los existentes se ha convertido en un elemento clave y fundamental para la mejora de la capacidad de innovación y competitividad de las empresas industriales, el diseño con los software CAD se ha ganado el papel protagónico en el desarrollo y crecimiento de las organizaciones a nivel mundial, esto conlleva a la aplicación de nuevas técnicas de dibujo, la creación de cátedras universitarias referentes a la implementación software 3D, nos dan un pequeño abrebocas acerca de la importancia que cada día toman estos departamentos de diseños.

Las actuales exigencias de calidad y producción junto con el desarrollo tecnológico de la computación han dado origen al diseño asistido por computadora, manufactura asistida por computadora e ingeniería asistida por computadora (CAD/CAM/CAE). Este proceso ha otorgado grandes ventajas con las que anteriormente no se contaba como: realizar animaciones, que facilitan la detección de colisiones en los sistemas o interferencias entre sus diversos componentes; simulaciones de mecanizado, que permiten estimar tiempos de producción; facilitar un análisis ingenieril de esfuerzos y deformaciones por método de elementos finitos; así como la realización de planos de fabricación desde diversas proyecciones de la pieza sin la necesidad de realizar esta laboriosa tarea de forma manual simplificando en gran medida este número de pasos, otorgando una visión más amplia en el procedimiento del desarrollo y posibles correcciones del producto.

Las principales empresas en el mercado desarrolladoras de estas nuevas tendencias de aplicación computacional como herramientas de apoyo en el diseño y manufactura son:

Autodesk

- Autocad
- Mechanical Desktop
- Inventor
- 3D studio max

Dessault Systemes

- Catia
- Solidworks
- Abaqus

Siemens Automation & Drivers

- Solid edge
- Unigraphics nx

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	15 de 127

Cada una de ellas cuenta con su propia plataforma de trabajo. Hoy en día el uso de ellas cada vez se vuelve más genérico y amigable con sus nuevas versiones, aunque es importante para el futuro ingeniero conocer su singularidad de uso y potencial de cada software de última generación. Este conocimiento ayudará en gran medida al ingeniero incrementando la optimización en desarrollo de nuevos productos con la finalidad de que el diseñador genere una mayor precisión en la producción eliminando los errores del operador, generando una reducción de costos de fabricación y desarrollando sistemas de un primer prototipo para valorar sus características, propiedades, viabilidad y rentabilidad como productos sustentables, así como también la prolongación de la vida útil del herramental de corte, que regularmente se acorta debido a un mal manejo del operador.

Esta aplicación de las herramientas computacionales en el diseño (CAD, CAM, CAE) ofrecen la ventaja y facilidad por medio de la versatilidad de sus módulos la transferencia de información desde la etapa de diseño a la etapa de fabricación del producto, sin necesidad de volver a capturar los datos geométricos. La base de datos que se desarrolla durante el CAD posteriormente se procesa en el CAM, para obtener los datos e instrucciones necesarias para operar y controlar la maquinaria de producción. Todo esto ofrece una mayor flexibilidad al fabricante, permitiendo a la empresa responder con mayor agilidad a las demandas del mercado y al desarrollo de nuevos productos.

La futura evolución incluirá la integración aún mayor de sistemas de realidad virtual, que permitirá a los diseñadores interactuar con los prototipos virtuales de los productos mediante la computadora, en lugar de tener que construir costosos modelos o simuladores para comprobar su viabilidad.

Por lo anterior, la estructuración de la presente tesis trata en el capítulo 1 acerca del concepto del diseño asistido por computadora, una breve reseña histórica y evolutiva, así como las tres maneras básicas de representación de proyectos por medio de modelos a base de alambres, superficies y sólidos. El capítulo 1 también habla de las ventajas que tiene el uso de la computación en los actuales procesos de ingeniería conceptual y de ingeniería de detalle, de las interfaces de estandarización más usuales en la transferencia de información.

la innovación tecnológica y el diseño industrial, son instrumentos esenciales para conseguir la competitividad. Por esta razón tomamos el capítulo 2 para revisar y profundizar en conceptos básicos de innovación industrial. El resultado de la explotación de los recursos internos y del entorno de la empresa se refleja en la innovación tecnológica y el diseño industrial de la misma, una empresa puede adoptar seis estrategias innovadoras basadas exclusivamente en nuevas tecnologías que permitan la entrada al mercado de productos innovadores, que generalmente son las empresas que invierten en Investigación, desarrollo e implementación.

En el capítulo 3 con el motivo de identificar las necesidades por las cuales la compañía decidió en apostar por un nuevo CAD se realizan seguimientos al departamento de ingeniería

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	16 de 127

área de diseños, se establece una matriz DOFA para conocer sus debilidades, oportunidades amenazas y fortalezas, también se les hace un seguimiento a los proveedores, clientes, productos, etc., todo esto con el objetivo único de una adecuada selección del software.

El capítulo 4 se toma para la selección de los softwares, en el cual se inicia con los CAD más populares y reconocidos, basados en encuestas por universidades y por las páginas web de cada compañía, se realizan ventajas, desventajas, relación con otros softwares, comparaciones, se estudia su procedencia y su permanencia en el mercado con el objetivo de conocer a fondo el mejor software para la compañía dependiendo su necesidad.

Con el fin de complementar la redacción de esta tesis y abarcar parte del actual temario de la asignatura de diseño y manufactura asistidos por computadora, en la parte final del capítulo uno se habla de la ingeniería concurrente, ingeniería conceptual e ingeniería de detalle.

El alcance de este trabajo de grado es mejorar el sistema de producción, seleccionar para el área de diseño un software CAD moderno que permita visualizar los modelos en dos, y tres dimensiones, que sea con una interfaz sencilla y amigable para el personal de producción y ha si consolidarse en el tiempo como una organización de clase mundial, administrando de manera eficiente los tiempos de ciclo de producción. Evaluando los costos de parada inoportunas por falla en la interpretación de planos, determinado el impacto real sobre los indicadores financieros.

Tabla 1: Cumplimiento de Objetivos

Selección de un CAD para el sistema de producción de la compañía PRODTY MECATRONICA INDUSTRIA Y COMERCIO LTDA.	
Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> ✓ Recopilar información sobre softwares CAD de última generación. ✓ Realizar una matriz DOFA del área de diseño. ✓ Realizar un análisis de costo-beneficio de funcionamiento del software CAD. ✓ Seleccionar el método de asistencia técnica del software CAD. ✓ Seleccionar el software CAD 	
Metodología	Cumplimiento.
Revisión bibliográfica.	Todos los Capítulos
Documentación y redacción.	Todos los Capítulos
Listado de los principales softwares de diseño asistido por computador.	Capítulo 1 y Capítulo 3
Definición y descripción de los softwares CAD seleccionados.	Capítulo 1 Capítulo 3 y Capítulo 4
Análisis del área de diseño y producción de la compañía.	Capítulo 3
Comunicación con otros programas CAD, CAM y CAE.	Capítulo 4, capítulo 3 y capítulo 1
listado de los softwares CAD que utilizan los proveedores y Prody Ltda.	Capítulo 3
Costos de softwares de diseño asistido por computador.	Capítulo 4
Asistencia técnica	Capítulo 4
Selección del software CAD.	Capítulo 4

Fuente: Por el autor

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	17 de 127

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

PRODTY fue fundada en noviembre de 1982, inicialmente con las actividades de ingeniería (el desarrollo de productos propios) y ventas, para satisfacer una demanda de productos periféricos de estampación, que principalmente están destinadas a mejorar las condiciones de: Productividad (productos para la automatización), Flexibilidad (productos intercambian rápidamente), Calidad (cilindro de nitrógeno), e Integración (el resultado final del sistema); Exigencia que comenzó principalmente por los fabricantes de automóviles y las industrias de autopartes.

Actualmente la compañía tiene tiempos de diseños muy largos por lo cual se generan muchos atrasos en la entrega y exhibición de nuevos productos lo cual, provoca inconformidad en los clientes de la compañía, también estos largos tiempos llevan a la compañía a una baja competitividad en los mercados nacionales e internacionales. En base a lo planteado, industrias PRODTY Ltda., ha adoptado como política de calidad, suministrar a sus clientes productos y servicios que satisfagan sus requisitos; el desarrollo de esta práctica es importante porque es una forma totalmente nueva y distinta de desarrollar productos y ponerlos en el mercado. Con el fin de cumplir con los pedidos en la brevedad posible garantizando que los diseños sean de una alta calidad y confiabilidad. Por otro lado, el equipamiento hardware necesario para trabajar con estas herramientas de diseño es un factor crítico a la hora de seleccionar dicho software.

Sin embargo, todo este conjunto de técnicas y herramientas de diseño debe ser coordinado e integrado adecuadamente dentro del ciclo de diseño y desarrollo de producto con el propósito de sacar productos al mercado de mayor calidad, con menor coste y en menor plazo. Finalmente, indicar que es necesario disponer de una adecuada metodología de trabajo

JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.

Un software de diseño asistido por computador permite Dibujar de una manera ágil, rápida y sencilla, con acabado perfecto, sin las desventajas que encontramos si se ha de hacer a mano. Este Permitirá intercambiar información no solo por papel, sino mediante archivos, y esto representa una mejora en rapidez y efectividad a la hora de interpretar diseños, sobretodo en el campo de las tres dimensiones. Con herramientas para gestión de proyectos podemos compartir información de manera eficaz e inmediata, esto es muy útil sobretodo en ensamble, contrastes de medidas, en el acabado y la presentación de un proyecto o plano, ya que tendrá herramientas para que el documento en papel sea perfecto, tanto en estética, como, lo más importante, en información, que ha de ser muy clara. Los nuevos softwares CAD tienen herramienta de acotación, planos en 2D a partir de 3D, textos, colores y métodos de presentación foto realísticos.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	18 de 127

Un punto importante en estos softwares es que se han convertido en estándares en el diseño por ordenador debido a que son muy versátiles, pudiendo ampliar el programa base mediante programación (Autolisp, DCL, Visual Basic, etc .) otros beneficios de la toma, recolección, análisis de datos de confiabilidad y mantenibilidad, incluyen la toma de mejores decisiones, reducción de fallas catastróficas en producción, reducción de impacto ambiental por desecho de material, tendencias de desempeño efectivos, aumento de la disponibilidad de las unidades de procesos y como consecuencia de todos estos, reducción de costos.

Con este proyecto se busca mejorar y seleccionar un software CAD para evitar fallos inoportunos en los montajes de las piezas mecánicas, corregir errores en fase de diseño, brindarle un lenguaje más amigable al personal de procesos, al de diseño y ser oportunos en los pedidos de los clientes; la realización de esta práctica empresarial será de beneficio para la compañía PRODTY reducirá el paro inoportuno del personal de producción, reducción de impacto ambiental por cantidad de material desperdiciado, reducción de gasto de material, aumento de las unidades de procesos y reducción de costos.

Además, este proyecto servirá como soporte para otras empresas afines, que deseen seleccionar, implementar e invertir en un nuevo software de diseños asistido por computador que dan como resultado principalmente la reducción de costos.

OBJETIVOS.

Objetivo general.

Selección de un software CAD para el sistema de producción de la compañía PRODTY MECATRÓNICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

Objetivos específicos.

- ✓ Recopilar información sobre softwares CAD de última generación.
- ✓ Realizar una matriz DOFA del área de diseño.
- ✓ Realizar un análisis de costo-beneficio de funcionamiento del software CAD.
- ✓ Seleccionar el método de asistencia técnica del software CAD.
- ✓ Seleccionar el software CAD

ALCANCE Y LIMITACIONES.

Alcance.

Este proyecto tiene como finalidad la selección adecuada de un software de diseño asistido por computador que permita disminuir los tiempos de diseño, también podrá servir para ser usado como ejemplo por otras compañías afines que decidan apostar en la selección

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	19 de 127

e implementación de un software de diseño por computador para el mejoramiento de sus procesos productivos y competitivos.

Limitaciones.

El proyecto propuesto tiene como limitación principal el período de tiempo de recolección, documentación y presentación de la información que solo comprende un periodo de 16 semanas, (4meses) también una de sus limitantes principales será la financiación de la ejecución por parte de la compañía Prody Ltda.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	20 de 127

1 CAPÍTULO: DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	21 de 127

1.1 Concepto CAD y sus características.

Básicamente existen dos acepciones que se le pueden dar a las abreviaturas CAD como Diseño Asistido por computadora o Dibujo Asistido por Computadora.

CAD cuyo acrónimo en inglés significa Computer Aided Design básicamente es el conjunto de aplicaciones informáticas que permiten al ingeniero u otros profesionales en el diseño, “definir” un producto a fabricar. Este conjunto de aplicaciones informáticas permite al profesionista la versatilidad del desarrollo y pruebas de productos. (Figuroa Urrea, 2005).

El significado del diseño asistido por computadora ha cambiado en varias ocasiones durante su corta historia. En principio, CAD era un sinónimo del análisis de elementos finitos. Después, el énfasis en el CAD cambio al dibujo asistido por computadora y, en estos días, el termino CAD se asocia con el diseño y modelado de los objetos tridimensional

En sí, el diseño asistido por computadora implica precisamente el uso de computadoras para la creación de dibujos y modelos con muchas, si no todas, de las características finales del producto permitiendo al diseñador la manipulación del mismo y adaptarlo para futuras correcciones. (INTRODUCCIÓN AL CAD/CAM, 2015)

Los sistemas CAD permiten la simulación de un producto mediante la verificación del mecanismo y de esa manera comprobar si él funcionará tal y como está previsto.

El gran desarrollo tecnológico en el campo de la computación ha permitido la ramificación en el desarrollo de diversos sistemas especializados para áreas no solo de diseño mecánico, sino también para campos de Arquitectura, Topografía, obras civiles, y diseño gráfico para la presentación realista de productos. De manera general se puede remarcar que actualmente existen distintas herramientas computacionales para cada tipo de necesidad específica. (Rojas, 2006)

Si se habla de diseño asistido por computadora desde una perspectiva de diseño mecánico, esto permite la generación de piezas y productos partiendo muchas de las veces mediante bocetos los cuales se pueden extruir para la generación de su volumen y por medio de la misma interfaz de la paquetería de CAD definir su geometría mediante diversas operaciones de vaciado, recortes, chaflanes, barrenados, etcétera. (Figuroa Urrea, 2005)

La mayoría de la paquetería de diseño mecánico cuenta con herramientas de cálculo rápido de las configuraciones dibujadas para la obtención de centros de gravedad, momentos de inercia, masa y propiedades físicas muy útiles en los procesos de cálculo y diseño ingenieril.

Es muy recomendable que antes de hacer uso de cualquier paquetería de CAD se parte de un boceto a mano que ayude a centrar la idea general del concepto que se desea del producto, tomar y calcular el mayor número de medidas posibles.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	22 de 127

La mayoría de la paquetería de CAD gestiona una base de datos de entidades geométricas como puntos, líneas, arcos, planos, etcétera, con los que se puede operar a través de una pantalla gráfica (monitor), esto permite la edición del dibujo a través de los comandos que el programa está fundamentalmente orientado. (INTRODUCCIÓN AL CAD/CAM, 2015)

Toda la paquetería de CAD permite procesar imágenes de tipo vectorial, archivos de tipo fotográfico o mapa de bits, esto puede ayudar mucho en el rediseño productos.

En resumen, el término CAD se puede definir como el uso de sistemas informáticos (hardware y software) en la creación, modificación, acotación, análisis, optimización y presentación foto realista de un producto

1.2 Historia y evolución del CAD.

En la historia del CAD/CAM, se pueden encontrar precursores de estas técnicas en dibujos de civilizaciones antiguas como Egipto Grecia o Roma. Los trabajos de Leonardo dan Vinci muestran técnicas CAD actuales como el uso de perspectivas. Sin embargo, el desarrollo de estas técnicas está ligado a la evolución de los ordenadores que se produce a partir de los años 50.

Hace tan sólo 25 años, casi todos los dibujos se ejecutaban utilizando lápiz y papel. Cuando se precisaba realizar cambios, era necesario borrar y volver a dibujar. Si el cambio era importante, se repetía el dibujo por completo. Si un cambio afectaba a otros documentos (planos de montaje, planos de conjunto, etc...) se tenía que buscar a mano en cada uno de ellos y modificarlos. (Ortega Navarrete, 2009)

A mediados de los 60 la industria del CAD se caracteriza por utilizar grandes computadoras, terminales de representación vectorial y programas desarrollados en lenguaje ensamblador. El único intento significativo de crear un sistema de CAD comercial lo realiza Control Data Corporation's Digigraphics division. El sistema costaba medio millón de dólares y se vendieron muy pocas unidades. (Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD, 2012)

Durante 1968 se pensaba que los ordenadores podrían ayudar a los diseñadores a resolver los problemas del modelado de formas complejas en 3D; cuando en ese momento solamente había disponibles sistemas 2D básicos utilizables desde terminales conectados a un gran ordenador central. Donal Welbourn, responsable de la cooperación industrial de la Universidad de Cambridge, consigue el patrocinio de Control Data. Ofreciendo así, ambas entidades en colaboración, que en un principio consistía simplemente en utilidades para

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	23 de 127

oficina, especialmente orientado a sus dos grandes clientes alemanes Volkswagen y Daimler Benz. (Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD, 2012)

En 1969, se funda Computervision, compañía creada para el desarrollo de sistemas de producción de dibujos. En el mismo año venden el primer sistema comercial de CAD a Xerox y se desarrolla el primer plotter.

En 1971, se funda Manufacturing and Consulting Services Inc., su fundador era diseñador en General Motors de DAC (Design Automated by computer, diseño automatizado por computadora), el primer sistema de producción de gráficos interactivos para la fabricación.

En 1972, CUED (Cambridge University Engineering Department) consigue obtener dos máquinas de control numérico de 3 ejes, permitiendo utilizar todo el trabajo realizado para el CAD en el CAM. Poco después en una exhibición de máquinas herramientas realizan la primera demostración en público de un sistema CAD/CAM 3D. (Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD, 2012)

En 1974, múltiples empresas se interesan en la creación de piezas usando un sistema CAD/CAM.

En 1975, se funda Electronic Data System (EDS). Tektronix desarrolla la primera pantalla de 19". Supone un gran avance, ya que permiten representar dibujos mayores que las pantallas originarias de tan sólo 11 pulgadas. Avions Marcel Dassault (AMD) compra licencias del software CADAM a Lockheed, convirtiéndose en el primer cliente del sistema CADAM. (Ortega Navarrete, 2009)

En 1976, United Computing, empresa desarrolladora de “Unigraphics CAD/CAM/CAE

system”, es comprada por Mc Donnell Douglas.

En 1977, Avions Marcel Dassault encarga a sus ingenieros la creación de un programa tridimensional e interactivo, el precursor de CATIA (Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application).

En la década de los 80 se generaliza el uso de las técnicas CAD/CAM propiciada por los avances en hardware y la aparición de aplicaciones en 3D capaces de manejar superficies complejas y modelado sólido. Aparecen multitud de aplicaciones en todos los campos de la industria que usan técnicas de CAD/CAM, y se empieza a hablar de realidad virtual. (INTRODUCCIÓN AL CAD/CAM, 2015)

En 1984, se introducen capacidades de dibujo a CATIA, pudiendo así funcionar independientemente de CADAM. Se crea el primer centro de formación de Autodesk.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	24 de 127

En 1985, CATIA se convierte en la aplicación líder del sector aeronáutico. Su Version 2 incluye dibujo, sólidos y robotización completamente integradas. En el mismo año la versión 2.1 de AutoCAD incluye características 3D y de polilíneas. (Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD, 2012)

En 1985, la versión 2.18 de AutoCAD incluye el completo lenguaje de programación AutoLISP. Este, es un lenguaje basado en el ASCII, permite a los usuarios escribir y grabar programas LISP que complementan de forma personalizada los comandos. AutoCAD alcanza las 50,000 copias vendidas en el mundo entero.

En 1987, AutoCAD Release 9 es la primera versión de AutoCAD que necesita un coprocesador matemático 80x87 en ordenadores basados en procesadores Intel 8086. Incluye además un avanzado interfaz de usuario que incorpora barra de herramientas, menús desplegables, menús de iconos y cuadros de diálogo. Se incorpora el ADS (AutoCAD Development System) que permite usar el C en lugar de AutoLISP para programar. (Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD, 2012)

En 1988, se anuncia CATIA Version 3, con funciones de AEC (Architectural Engineering and Construction). CATIA se convierte en la aplicación líder del sector automovilístico. Autodesk saca AutoCAD Release 10, con mejoras en el campo 3D.

En 1989, Unigraphics anuncia un compromiso con UNIX y arquitectura de código abierto. Parametric Technology ofrece la primera versión de Pro/ENGINEER.

CAD/CAM/CAE mecánico. Autodesk lanza AutoCAD Release 11, también aparece Auto Shade 2, un complemento para AutoCAD que permite sombrear los modelos tridimensionales creados. A final de año Autodesk había vendido 500.000 copias de AutoCAD. (Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD, 2012)

En 1991, GE Aircraft Engine y GE Power Generation eligen Unigraphics como su programa de CAD/CAM.

En 1992, IBM acepta comprar una participación minoritaria de Dassault Systemes. A partir de ahí empiezan progresivamente a unificar CATIA y CADAM, conjuntando las mejores características tecnológicas de ambos sistemas. Autodesk lanza 3D Studio y AutoCAD 12, ambos para DOS.

En 1996, General Motors firma el mayor contrato de CAD/CAM de la historia escogiendo Unigraphics como el único programa para el desarrollo de sus vehículos. Solid Edge version 3 de Intergraph impacta en el mercado al lanzarse a un precio de unos 6,000 dólares. SolidWorks Co. lanza Solid Works, un ambicioso paquete 3D. Incorpora un complejo modelador de superficies y una buena interfaz de usuario gráfica. (Ortega Navarrete, 2009)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	25 de 127

En 1997, Dassault Systemes S.A. y SolidWorks Corporation anuncia la firma de un acuerdo definitivo por el cual Dassault Systemes adquiere SolidWorks, el proveedor líder de software de diseño mecánico para Windows. (Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD, 2012)

En 1988, Dassault Systemes crea ENOVIA Corporation, una subempresa encargada de desarrollar las soluciones de ENOVIA PDM II (Product Development Management). Unigraphics Solutions EDS se convierte en la primera organización de CAD/CAM/CAE/PDM en recibir el certificado ISO 9001.

En 1999, Dassault systemes presenta CATIA Versión 5 para sistemas basados en Windows NT y UNIX.

A inicios del siglo XXI, Autodesk inicia la venta por Internet de AutoCAD 2000. Dassault Systemes anuncia la disponibilidad de CATIA Solutions Version 5 Release 3 para plataformas bajo Microsoft Windows 2000. Mechanical Desktop Release 5 incorpora el software AutoCAD 2000i. El paquete añade además 1.2 millones de elementos y operaciones estándar 2D y 3D prediseñadas. Dassault Systemes integra Microsoft Visual BASIC para aplicaciones en sus productos SolidWorks, CATIA, SmarTeam, ENOVIA y DELMIA. (Ortega Navarrete, 2009)

En el 2001, se presenta la versión AutoCAD 2002. Destacan la función de asociación de funciones de las dimensiones en el dibujo, el editor gráfico de atributos. La definición de bloques y un conversor de capas asociado a la funcionalidad del gestor de normas.

Actualmente es tal la importancia en el uso de paquetería de CAD tales como SolidWorks que han logrado establecer estándares de referencia en un mercado educativo mundial. Cada año, más de un millón de estudiantes de más de 14500 instituciones académicas del mundo se gradúan con formación en SolidWorks. Por lo anterior SolidWorks y Catia han sido clasificados consistentemente como la experiencia en tecnología en 3D más solicitada por empresas en los anuncios de ofertas de empleo. (Ortega Navarrete, 2009)

1.3 Modelos de Representación.

En el modelado geométrico se describe en forma matemática o analítica la representación de un objeto físico, esto genera datos digitales que quedan guardados en una base de datos en la memoria del ordenador, lo anterior repercute de manera directa en la velocidad y en la exactitud de cálculos, así como en la forma de visualización del producto en pantalla. Estos modelos geométricos tienen tres maneras básicas de representación: alambres, superficies y sólidos. (Figuroa Urrea, 2005)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	26 de 127

1.3.1 Modelo de alambre.

Históricamente fue el primer sistema que se utilizó, este modelo define a los objetos en 3 dimensiones por medio de líneas rectas o líneas curvas que representan las aristas de los objetos, por lo que el sistema no tiene conocimiento sobre superficies ni volúmenes.

Este tipo de modelado puede presentar dificultad para su visualización ya que su representación es muy ambigua ya que sin la visualización de superficies es difícil apreciar que caras están ocultas y cuáles son las visibles.

La dificultad anterior se agrava dentro de un ensamble, pues al carecer de datos sobre las superficies, es difícil conocer dónde y cómo se unen. Es muy importante no confundir la visualización de objetos en tercera dimensión en forma de estructura de alambre (wireframe) que se puede encontrar en la mayoría de la paquetería de modelado de CAD con el modo de descripción y almacenamiento de los datos. (Figuroa Urrea, 2005)

1.3.2 Modelo de superficies.

Este tipo de modelos no tienen información acerca de su exterior o interior por lo que tampoco se pueden realizar cálculos de masas, volúmenes o inercias, pero a diferencia de los modelos de alambres, es más fácil visualizar las caras ocultas o visibles.

1.3.3 Modelos de sólidos.

Estos modelos tienen la ventaja de ser capaces de reconocer el volumen de los objetos en tercera dimensión y por lo tanto se puede realizar cálculos de masa, inercias y centros de gravedad. Este tipo de modelado facilita en gran medida procesos de ensamble de un producto, así como un análisis de colisiones entre las partes, análisis cinemáticos, transferencia de calor, esfuerzos y deformaciones. (Figuroa Urrea, 2005)

1.4 Interfaces de estandarización.

Debido a la creciente competencia de empresas dedicadas a la generación de paquetería de CAD junto con la necesidad de intercambiar la información de bases de datos entre hardware y software, hubo la necesidad de crear estándares para la comunicación y transferencia de información entre paqueterías de diferentes compañías así como las máquinas de control numérico simplificando la información del dibujo a un nivel de base de datos compatible con la mayoría de plataformas de CAD, ya que cada programa utiliza un formato de ficheros propio, que no puede cargarse directamente en otros programas. Para posibilitar esta eventualidad, los programas de CAD deben ser capaces de crear ficheros de

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	27 de 127

intercambio. (Del Río Cidoncha, G. XVI Congreso Internacional de Ingeniería Grafica, Universidad de Sevilla, España., 2010)

Las incompatibilidades existentes entre los distintos sistemas de información usados en los procesos de diseño, ingeniería y fabricación han provocado un aumento en los problemas relacionados con el intercambio de datos. Estos problemas son más acusados y relevantes mientras más concurrente sea el desarrollo del proyecto, es decir, mientras más organizaciones o empresas colaboren en un mismo trabajo, ya que, por lo general, cada empresa colaboradora trabaja con su propio sistema de CAD/CAM/CAE y/o sistema operativo. La mayor o menor eficiencia a la hora resolver este problema tiene una influencia directa e importante sobre los costes del proyecto. (Figuroa Urrea, 2005)

1.4.1 STEP.

El formato STEP, acrónimo de Standard for the Exchange of Product Model Data está basado sobre normas ISO. Es un estándar de datos que facilita el intercambio de información un archivo de CAD de un producto. Los archivos de ensamble y dibujo exportados bajo el formato STEP transportan internamente las piezas necesarias para mantener las características de diseño y la asociatividad ensamble-partes y dibujo-parte definidas desde el software donde se dibujó desde un principio la pieza. (Del Río Cidoncha, G. XVI Congreso Internacional de Ingeniería Grafica, Universidad de Sevilla, España., 2010)

Típicamente STEP puede ser usado para intercambiar datos entre paquetería de CAD/CAM/CAE. Los formatos tipo STEP pueden soportar modelos de diseño mecánico, eléctrico, análisis y manufactura, con información adicional específica de varias industrias.

1.4.2 IGES.

El formato IGES, acrónimo de Initial Graphics Exchange Specification define un formato neutral de datos que permite el intercambio digital de información entre sistemas de diseño asistido por computadora.

Aunque IGES sigue siendo el formato neutro más usado en la industria, en un futuro este formato está abocado a ser superado por STEP, impulsado por la ISO, pues está previsto que este estándar abarque todos los ámbitos en que se trabaja industrialmente. (Del Río Cidoncha, G. XVI Congreso Internacional de Ingeniería Grafica, Universidad de Sevilla, España., 2010)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	28 de 127

1.5 Ingeniería concurrente.

La ingeniería concurrente se define como un enfoque sistemático para el diseño paralelo e integrado de productos y los procesos relacionados, incluyendo manufactura y servicios de apoyo, con la intención de que los desarrolladores consideren, desde el inicio del proyecto todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde su concepción hasta su eliminación y reciclaje, incluyendo calidad, costos, planeación y requerimientos del usuario. Cuando se implementa exitosamente, los productos que se desarrollan con esta filosofía se fabrican de forma eficiente, entrando al mercado rápidamente con una gran satisfacción por parte de los clientes. (García Flores, 2009)

El propósito de la ingeniería concurrente es el desarrollo de soluciones competitivas a través de considerar el ciclo de vida del producto, incrementar su valor agregado, mejorar su calidad, los costos y el tiempo de desarrollo, por lo anterior para que las industrias puedan competir exitosamente, estas deben tender a reducir los tiempos para desarrollar sus productos, manteniendo una mejora continua en la calidad de los mismos. (De La Garza, 1994.)

Para crear un producto bajo la filosofía de Ingeniería Concurrente es necesario crear una serie de condiciones para facilitar el proceso. Estos elementos se pueden clasificar en la organización, la computación y sistemas de información, y la aplicación de técnicas formales de trabajo en equipo y comunicación. (Cataldi, 2010)

Desde la perspectiva organizacional, se requiere una estructura que facilite la formación de equipos de trabajo multi-disciplinarios. Dentro de las tres típicas estructuras organizacionales: funcional, orientada al producto y matricial. Ésta última facilita la integración de grupos multi-disciplinarios. (Crefeld., 1994)

Los miembros de la organización que pertenecen a diversos departamentos o disciplinas. Se selecciona un gerente de proyecto responsable de planear, dirigir y controlar el desarrollo del producto. Se les invita a miembros de la organización a formar parte del equipo de proyecto dependiendo de los requerimientos de éste. (Cataldi, 2010)

El diseño de un producto es apoyado por sistemas de cómputo (CAD/CAM) que permiten modelar sólidos que dan la oportunidad de integrar el diseño, la planeación y la producción. Para la producción es posible verificar la manufactura, el ensamblaje y los prototipos. (Bonilla, 2013)

La creación de un producto requiere de cientos o miles de dibujos. La información de especificaciones, programas, manufactura, ensamblaje, y necesidades de mantenimiento deben ser manejadas de manera integrada.

La disseminación de toda esta información en la organización se facilita mediante sistemas electrónicos de administración de datos.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	29 de 127

De esta manera la ingeniería conceptual fomenta el desarrollo de tareas en paralelo, los equipos de trabajo multidisciplinarios y el intercambio eficiente de información.

1.5.1 Ingeniería conceptual.

La ingeniería conceptual es la primera fase dentro de un proyecto de ingeniería. En la ingeniería conceptual se analizan los factores técnicos y económicos basados en un estudio o levantamiento del proyecto a realizar. Una vez que se definen los aspectos anteriores, se procede al desarrollo de opciones de diseño con sus respectivas evaluaciones de rentabilidad para que el cliente tome una decisión al respecto. (Cataldi, 2010)

Con lo anterior, se inicia un proceso de pre-diseño del proyecto plasmado en un arreglo general, además de un cronograma de tiempo de ejecución del proyecto.

1.5.2 Ingeniería de detalle.

La ingeniería de detalle tiene por objeto la revisión de la ingeniería conceptual, el cálculo definitivo de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos, de automatización y los que se presenten. En la ingeniería de detalle también se realiza en análisis de las especificaciones técnicas de los equipos y materiales. (De La Garza, 1994.)

En la ingeniería de detalle se puede realizar un redimensionamiento del proyecto, el modelado de las piezas preferentemente con la ayuda de un software CAD, la generación de los planos de fabricación, así como el comportamiento cinemático del proyecto en caso de tener alguno y cálculo de deformaciones mediante el análisis por elementos finitos. (Cataldi, 2010)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	30 de 127

2 CAPÍTULO: INNOVACIÓN.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	31 de 127

2.1 Definición.

La innovación se ha analizado de diferentes maneras y por muchas disciplinas, todas ellas definiéndola según su campo.

“La palabra innovación proviene del sustantivo latino “innovativo”. Su étimo es novas, que constituye la base de un extenso campo léxico: novo, novitas, renovo, renovativo, renovador, innovo e innovativo; cuyos significados equivalen a los verbos innovar y renovar”.

El termino innovar etimológicamente proviene del latín innovare, que quiere decir cambiar o alterar las cosas introduciendo novedades. A su vez en el lenguaje común innovar significa introducir un cambio.

“Innovar literalmente significa producir o introducir algo nuevo, alguna idea, algún método o instrumento nuevos. Naturalmente, la novedad puede ser más aparente que real. Novedad es un término relativo. Lo que es nuevo para mí puede ser muy conocido para usted. Pero innovación en su concepto más amplio tiene ciertas facetas importantes. En particular, combina dos procesos que superpone: tener ideas nuevas y ponerlas enmarcha”. (Kirberg., 2001).

Formichella en su investigación sobre “La evolución del concepto de innovación y su relación con el desarrollo”, nos cita algunas definiciones de diferentes autores sobre el concepto de innovación:

“La innovación es el proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema. Innovación en un sentido económico consiste en la consolidación de un nuevo producto, proceso o sistema mejorado (Castro Martínez, 2001).

“La innovación es el complejo proceso que lleva las ideas al mercado en forma de nuevos o mejorados productos o servicios. Este proceso está compuesto por dos partes no necesariamente secuenciales y con frecuentes caminos de ida y vuelta entre ellas. Una está especializada en el conocimiento y la otra se dedica fundamentalmente a su aplicación para convertirlo en un proceso, un producto o un servicio que incorpore nuevas ventajas para el mercado “(CONEC, 1998)

“La innovación consiste en producir, asimilar y explotar con éxito la novedad en los ámbitos económico y social” (COM; 2003).

Según Formichella puede observarse que, tanto en estas definiciones como en otras que pueden encontrarse, la coincidencia está en la idea de cambio, de algo nuevo, y en que la innovación es tal cuando se introduce con éxito en el mercado. El punto de diferencia está con respecto a qué es lo que cambia.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	32 de 127

Igualmente menciona Formicuela, que según Howard Stenson profesor de la universidad de Hardware, realizó en la década de los '80 un análisis acerca de la mentalidad emprendedora y el concepto de innovación. Según él, innovar no implica sólo crear un nuevo producto, puede innovarse al crearse una nueva organización o una nueva forma de producción o una forma diferente de llevar adelante una determinada tarea, etc. (LUNA, 2006)

De esta manera está agregando al análisis del concepto un nuevo elemento, y que es la innovación en la organización. Y puede observarse como, la innovación no tiene únicamente relación con la creación de un nuevo producto o una nueva tecnología, sino que es un concepto más amplio.

Para Formichella en relación al punto de que la innovación es tal cuando se introduce con éxito en el mercado, (respecto a productos), resulta pertinente aclarar la diferencia entre invención e innovación. Un invento no lleva necesariamente a la innovación, muchos inventos no se comercializan y permanecen desconocidos, por lo tanto, no se consideran innovación. El invento debe socializarse para considerarse una innovación. (Bonilla, 2013)

Según el diccionario de la real academia española 2006: Invención es crear algo nuevo que no existe. Parte de la retórica que se ocupa de cómo encontrar las ideas y los argumentos necesarios para desarrollar un asunto. Innovación es la creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. Para Iváñez la invención surge al finalizar el proceso de diseño industrial, en cambio, la innovación se produce cuando el nuevo producto se convierte en un éxito comercial. (LUNA, 2006)

Formichella También menciona que el primero en establecer esta distinción fue Schumpeter. El destacó la decisión del empresario de comercializar un invento como el paso decisivo para que el invento se conduzca a una innovación, y definió al empresario como el “innovador”, señalando la

difícil tarea que éste lleva a cabo. También este autor dice Formichella, estableció la diferencia entre invención, innovación y difusión. Definió invención como aquel producto o proceso que ocurre en el ámbito científico- técnico y perdura en el mismo (ciencia pura o básica), y a la innovación la relacionó con un cambio de índole económico. Por último, considero que la difusión, es decir la transmisión de la innovación, es la que permite que un invento se convierta en un fenómeno económico- social Este autor menciona también que un invento en sí mismo no ejerce influencia sobre el aparato económico y analiza también la importancia del cambio tecnológico, como determinante del crecimiento económico. (Fiell., 2001)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	33 de 127

2.2 Modelos sobre la concepción del proceso y fuentes de innovación.

Muchos países usan el enfoque lineal de la innovación, que considera que el origen de ella está en las actividades de investigación y desarrollo, siguiendo luego un orden lógico (por eso también se le denomina secuencial) y que desde el descubrimiento científico se llega necesariamente a la incorporación al mercado de nuevos productos o procesos.

Keith Smeith (1995), citado por (Castro Martínez, 2001), enuncia que el enfoque lineal se caracteriza por:

- ✓ La idea de que las capacidades tecnológicas de una determina sociedad están en función de las fronteras de sus conocimientos.
- ✓ Que los conocimientos útiles para la producción industrial son principios fundamentales científicos.
- ✓ El proceso de “traducción” de pos principios científicos a conocimientos tecnológicos es secuencial.
- ✓ Es un enfoque tecnocrático porque considera a la evolución tecnología en términos de organización de los procesos de desarrollo técnico y de invenciones materiales.

También este autor menciona que, si este modelo representará totalmente la realidad, bastaría con que el Estado dedicase fondos a las actividades de I y D, para que exista un número óptimo de innovaciones en la sociedad.

Figura 1: Secuencia de la invención.



Fuente: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/lote01/Castillo-Gilberto.pdf>

En esta grafica se puede analizar una secuencia que parte de la invención, que una vez aplicada al proceso de producción se convierte en una innovación, continuando con la difusión como transferencia de la innovación a un nuevo contexto, lo que induce, por último, a la sustitución de la antigua tecnología por la nueva (verduzco Ríos y Rojo Asenjo, (1994), citado por Formichella). (Formichella., 2005)

Sin embargo, si no existe demanda no podrá darse este cambio. La demanda de mercado puede proceder de empresas, del Estado o de los consumidores, pero lo importante es que, si ésta no está presente, por más que haya un gran número de inventos, no se podrán convertir en innovaciones. (Castro Martínez, 2001)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	34 de 127

“Lo importante aquí es que la innovación es una actividad bilateral. Por un lado, parte del reconocimiento de una necesidad y por el otro requiere conocimiento técnico que puede ser resultado de una actividad investigadora original.”

Estos dos enfoques unilaterales pueden denominarse “teorías de innovación basadas en el tirón de la demanda” y “teorías de la innovación basadas en el empujón de la ciencia”, respectivamente.

Sin embargo, lo importante es poder ver a estas teorías como complementarias y no como excluyentes, por eso es necesario tener en cuenta ambos elementos (Formichella., 2005)

Por otra parte, se está empezando a gestar el concepto de sistemas “supranacionales” de innovación (SSNI), como sería el caso de la Unión Europea (Castro Martínez, 2001)

Peter Ducker (1985) citado por (Castro Martínez, 2001) “La innovación y el empresario innovador”, explica que hay una serie de fuentes que pueden dar origen a un proceso de innovación y que no se restringe a las actividades de investigación y desarrollo, aunque si considera como una importante fuente de innovación a los nuevos conocimientos, pero explica que los períodos entre que el conocimiento está disponible y su aplicación tecnológica, suelen ser largos y que en general se necesita de más de un nuevo conocimiento para que ésta pueda llevarse a la práctica “convergencia”. Estas fuentes de innovación son:

Externas.

- ✓ Los nuevos conocimientos.
- ✓ Cambios demográficos.
- ✓ Cambios en la percepción, significado y manera.
- ✓ Internas.
- ✓ Lo inesperado.
- ✓ Lo incongruente.
- ✓ La necesidad de proceso.
- ✓ La estructura del mercado y la industria.

Otra fuente de innovación es la creatividad del individuo, Sanz y Lafargue (2002), mencionan que ser “creativo es una actitud personal que permite enfocar los problemas por definir, o definir los problemas de la forma más original, económica y convincente”.

Agregan que, en diferentes fases del desarrollo de un producto, se hace mención expresa al tratamiento creativo que hay que otorgar a las mismas. Pero dicho tratamiento no es algo que implique tener exclusivamente intuición, si no más que eso, consiste en canalizar datos y conocimientos diversos, experiencias personales y enseñanzas casi imposibles, de tal manera que sus combinaciones nos proporcionen una solución novedosa, fundamental en toda idea de diseño o creación de algo nuevo. (LUNA, 2006)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	35 de 127

Mencionan que entre los elementos o valores esenciales que componen una mente creativa existen 6 categorías, que son:

- ✓ Fluidez y Flexibilidad.
- ✓ Elaboración.
- ✓ Síntesis.
- ✓ Análisis.
- ✓ Redefinición.

Originalidad.

Posteriormente es apropiado adoptar una actitud que propicie el caudal y desarrollo de buenas y nuevas ideas, y proponen una serie de fases para resolver con creatividad un problema:

- ✓ Orientación (familiarización).
- ✓ Preparación.
- ✓ Análisis.
- ✓ Hipótesis (teoría de posibilidades).
- ✓ Incubación (deja que las ideas se formen).
- ✓ Síntesis (reunir todo).
- ✓ Verificación (hacer un test y comprueba).

Entre las estrategias para generar ideas que proponen estos autores están el Brainstorming o tormenta de ideas, (que ayuda a estimular una amplia gama de ideas, a partir de las cuales se puede iniciar una búsqueda seria de soluciones), la estrategia de ojos limpios, (que consiste en integrar en el grupo de trabajo, o consultar a una persona no conocedora de la problemática, con el fin de anular los condicionantes y limitaciones que poseen los expertos), también mencionan estrategias como la carpeta de dibujos, el método 6-3-5, y los procesos individuales de generación de ideas. Por ultimo aconseja que todas estas ideas, deben ser sometidas a un proceso de evaluación y selección, ya sea por sistemas de ponderación, Brainstorming inverso o a votación.

Alejandro Schanrch, explica la diferencia entre creatividad e innovación, explica que creatividad, es imaginar cosas nuevas y que innovación es hacer cosas nuevas. “Para que la idea se realice y se ponga en marcha, tiene que ocurrir el proceso de la innovación. Creación, invención o descubrimiento que se concentran en la concepción de la idea; innovación, abarca todo el proceso por el cual la idea nueva se lleva a un uso productivo”. Menciona entonces que la creatividad es, una fuente de la innovación, y que esta última se produce en dos fases:

- ✓ La primera creativa, que corresponde a la generación de la idea.
- ✓ La segunda, ejecutiva, transforma la idea en resultado.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	36 de 127

“La importancia de este procedimiento no radica solamente en la transformación de la idea en realidad, sino en un producto real, necesario, deseado y, cuando se requiera, rentable (puede tratarse de instituciones sin ánimo de lucro).”

2.3 La innovación en la empresa y el nuevo producto.

Si bien la innovación puede estar presente en cualquier sector, cabe destacar que es característica del sector empresarial. Peter Drucker (1985) citado por Formichella, expresa; “El empresario innovador ve el cambio como una norma saludable. No necesariamente lleva a cabo el cambio mismo, pero si busca el cambio, responde a él y lo explota como una oportunidad”. (Castro Martínez, 2001)

La innovación implica necesariamente dos procesos: tener ideas nuevas y ponerlas en marcha. “Una compañía debe colocar la innovación en el centro de su estrategia de negocios”, dice Kuczarski citado por Alejandro Schanrch, y agrega que, “las estrategias de marketing, las inversiones de capital, los planes de fabricación y los gastos en ID (investigación y desarrollo), se deben desarrollar, dar, construir y distribuir alrededor de la innovación y no al contrario”. (LUNA, 2006)

Freeman (1974) citado por Formichella analiza en su libro “La teoría económica de la innovación industrial”, las diferentes estrategias que pueden adoptar una empresa ante la innovación y que en resumen son las siguientes:

- ✓ Estrategia innovadora “ofensiva”: Pretende conseguir el liderazgo técnico y de mercado posesionándose primero frente a sus competidores, llevando la delantera en la introducción de nuevos productos (que incluye nuevos procesos). Las empresas que tienen esta estrategia son intensivas en investigación, dependen en gran medida de la investigación y desarrollo que ellas mismas produzcan.
- ✓ Estrategia innovadora “defensiva”: No tiene como objetivo ser el primero, pero tampoco quiere quedarse atrás con el cambio. No quiere asumir riesgos o no posee los recursos para hacerlo, sin embargo, no copia las cosas tal cual, sino que saca ventaja de los errores de los demás y mejora sus diseños. El innovador defensivo si no puede pasar a sus competidores, al menos es capaz de seguir el juego.
- ✓ Estrategia innovadora “imitativa”: Se conforma con marchar atrás de los líderes.
- ✓ Estrategia innovadora “dependiente”: La firma dependiente tiene un papel satélite, subordinado en relación a otras firmas más fuertes. Este tipo de firmas no intenta iniciar o incluso imitar cambios técnicos en su producto, a no ser que sus clientes o la casa matriz se lo pidan específicamente. Muchas veces son firmas sub-contratistas.
- ✓ Estrategia innovadora “tradicional”: La tradicional no mira motivo para cambiar su producto, porque el mercado no lo pide y la competencia no lo empuja a hacerlo.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	37 de 127

Aunque si cambia su diseño muchas veces, esto le da fuerza, aunque no realice cambios técnicos.

- ✓ Estrategia innovadora “oportunista” o “de nicho”: Se efectúa cuando un empresario en un mercado cambiante encuentra la oportunidad de ofrecer un producto o servicio en un nuevo nicho y que los consumidores necesitan de estos, pero nadie más pensó en suministrarlo.

Schumpeter (1942), citado por Formichella, utiliza el término empresario innovador, para referirse a aquellos individuos que con sus acciones causan instabilidades en los mercados. Define al empresario innovador (emprendedor) como una persona dinámica y fuera de lo común, que promueve nuevas combinaciones o innovaciones. “La función de los emprendedores es reformar o revolucionar el patrón de producción al explotar una invención, o más comúnmente, una posibilidad técnica no probada, para producir un nuevo producto o uno viejo de una nueva manera; o proveer de una nueva fuente de insumos o un material nuevo; o reorganizar una industria, etc.” (Castro Martínez, 2001)

Por eso se ha dicho que innovar es la clave para ganar y mantener liderazgo en los mercados del mundo. Nuevas ideas y nuevas formas de hacer cosas son los ingredientes principales para el éxito permanente del negocio.

Para Alejandro Schnarch Esta innovación, fundamental para las empresas se produce en dos fases:

- ✓ Creativa, que corresponde a la generación de la idea.
- ✓ Ejecutiva, que transforma la idea de resultado o realidad en la economía.

Respecto a los nuevos productos, Alejandro Schnarch, menciona que la capacidad de innovar, de crear algo nuevo, constituye la medida del éxito de la empresa en el futuro, el paso del cambio se ha acelerado, cada vez las compañías tienen más competidores, los cuales pueden introducir en el mercado innovaciones de producto o servicio. La rapidez del cambio tecnológico también promueve la innovación. Los ciclos de vida de los productos han pasado de años a meses. Schnarch explica que todo lo anterior señalado nos lleva a concluir que los nuevos productos son una necesidad ineludible. “Las empresas van comprendiendo cada día más que la base de su vida y de su crecimiento está quizá en el continuo desarrollo de productos nuevos y mejores”. (LUNA, 2006)

Nepveu- Nivelle citado por Schnarch, señala cuatro tipos de razones para el lanzamiento de nuevos productos:

- ✓ Razones de mercado. Como se ha visto el mercado es algo dinámico y la empresa vive de su mercado y para su mercado.
- ✓ Razones técnicas: Siempre existen avances científicos, nuevas materias primas, procesos etc.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	38 de 127

- ✓ Razones de rentabilidad: Normalmente los nuevos productos constituyen las fuentes más importantes de ingresos.
- ✓ Razones de dinámica: El crecimiento de las empresas en gran medida depende de los nuevos lanzamientos.

En resumen, los métodos combinatorios tienen por finalidad contrastar todas las posibles soluciones que puedan surgir de la combinación de los diferentes elementos que intervienen, sobrepasando, por la forma en que se realiza, la propia capacidad combinatoria que las personas tienen de por sí y estimulando considerablemente su imaginación creadora.

- ✓ B. Métodos intuitivos: Al contrario que los combinatorios que son esencialmente lógicos, se basan en la intuición. Parten de los descubrimientos de Osborn, creador del Brain-storming en 1935. Ibáñez menciona que por otro lado se puede abordar el problema desde posiciones distintas desarrollando el lateral- thinking. El objetivo de estos métodos es situar al cerebro en una condición de concentración y de expansión que, por medio de conexiones inesperadas, origine nuevas ideas.

Como fundamento de este método se menciona que se puede reproducir voluntariamente el proceso del descubrimiento que por tanto pueda permitir sistematizar y aplicar a voluntad un método para desarrollar y descubrir nuevas ideas. (LUNA, 2006)

Entre estos métodos intuitivos tenemos:

- ✓ El brain storming
- ✓ El método analógico
- ✓ Método de trituración o antitético
- ✓ El método de la lista de atributos
- ✓ El estudio e las formas de vida
- ✓ Estudio de las motivaciones del consumidor
- ✓ El análisis del valor

2.4 Innovación tecnológica, desarrollo y diseño industrial.

Las innovaciones favorecen al desarrollo, al permitir a los individuos aumentar sus capacidades y oportunidades. Y especialmente favorecen, a los procesos de desarrollo local.

La innovación es fundamental para que las naciones aumenten su riqueza y además mejoren la calidad de vida de sus habitantes. Y pueda dar lugar a una mayor cantidad de bienes como de servicios. (Formichella., 2005)

Schumpeter citado por Formichella afirma que la innovación es la que posibilita que exista el crecimiento y el desarrollo socio-económico, por medio de un efecto de retroalimentación. Formilchella menciona que la creciente adquisición de capacidades para

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	39 de 127

la generación de nuevas tecnologías no sólo repercute en las cualidades de la actividad industrial de un país, sino que también en sus potencialidades de crecimiento económico a largo plazo, y por consiguiente al desarrollo.

Aquí se vuelve al concepto expuesto por Castro Martínez y Fernández de Lucio, del sistema de innovación (SI), en donde se articulan diversas instituciones públicas o privadas, cuyas interacciones, difunden nuevas tecnologías. Y este conjunto de instituciones y empresas, al interactuar, comparten conocimiento y habilidades que contribuyen al desarrollo y a la difusión de nuevas tecnologías creando un ambiente de innovación y por lo tanto de, desarrollo. (Castro Martínez, 2001)

Es decir, que estarían incluidos dentro del sistema de innovación, el entorno productivo, el entorno científico, el entorno tecnológico y de equipos avanzados, el entorno financiero, y el entorno educacional. Pero para que puedan ser considerados un sistema, deben relacionarse entre sí. (LUNA, 2006)

En suma, puede decirse que un Sistema Nacional de Innovación es un sistema de firmas (tanto grandes como pequeñas) privadas y públicas que interactúan entre ellas, y que el carácter de estas interacciones puede ser técnico, comercial, legal, social y financiero, siempre y cuando el objetivo de éstas, sea el desarrollo, protección, financiamiento o regulación de nuevas ciencias y tecnologías. Como instituciones principales se tienen, a las empresas, las universidades, las instituciones públicas y privadas que proporcionan educación y entrenamiento y las Instituciones de financiamiento. (LUNA, 2006)

Con respecto al concepto de sistema local-regional de innovación, cabe destacar la importancia del entorno, el cual incluye las interrelaciones de las instituciones y las empresas, los marcos regulatorios y los sistemas de incentivos e instrumentos de apoyo, entre otros. Esta interacción genera un proceso de aprendizaje y difusión tecnológica que permite la circulación de conocimientos, creando condiciones para la generación continua de efectos positivos de retroalimentación que colaboran en la aparición de nuevas innovaciones en un determinado territorio, el cual constituye un marco para crear una red de cooperación entre entidades y supone conocimiento y confianza entre los agentes. (LUNA, 2006)

Es importante destacar que la noción de territorio se puede referir a una localidad, a una región o una sub -región, ya que los límites varían en función de la percepción de los actores sociales.

Por otra parte, están los ya mencionados sistemas “supranacionales” de innovación (SSNI), Sistema Sectorial de Innovación (SSI). Los milieu y los clusters, que en cierta forma se derivan del SI.

En vista estratégico, la innovación tecnológica y el diseño industrial, son instrumentos esenciales para conseguir la competitividad. El resultado de la explotación de los recursos internos y del entorno de la empresa se refleja en la innovación tecnológica y el diseño

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	40 de 127

industrial de la misma. Según Ibáñez, una empresa puede adoptar seis estrategias innovadoras basadas exclusivamente en nuevas tecnologías que permitan la entrada al mercado de productos innovadores, que generalmente son las empresas que invierten en Investigación y desarrollo:

- ✓ Actuar como líder tecnológico: En el mercado, introduciendo continuamente productos seguidamente de una estrategia de innovadora ofensiva de dominio del mercado por este liderazgo.

“el diseño de nuevos productos con la tecnología existente en el mercado y el rediseño de productos adecuándolos a una mejor satisfacción de las necesidades del consumidor permiten incluso a la pequeña y mediana empresa adoptar una estrategia de liderazgo tecnológico.” (Gimeno, 2000)

- ✓ Seguir al líder: Esta estrategia las toman las empresas que no quieren correr los riesgos y los costos que implica ser una empresa líder pero tampoco se quieren quedar atrasadas y se basan en el lanzamiento de productos innovadores cuando la competencia líder lo hace y así aprovecharse de los esfuerzos comercializadores y esfuerzos de introducción al mercado de la competencia.

Aunque suena poco ético (porque hay diseños que siempre hay que respetar, y que podrían ser parte del registro de patentes, o ser un modelo industrial protegido etc., hay que saber hasta dónde llegar), esta estrategia permite seguir la estela del líder sin el esfuerzo tecnológico de la innovación de vanguardia y incluso aquí el diseño industrial es de gran importancia pues permite a la empresa que sigue al líder tecnológico, innovar sobre el producto innovador, buscando nuevas funciones al producto, adaptándolo mejor a las necesidades del consumidor y, lo que es más importante, reduciendo sus costes de producción mediante el rediseño de los productos del líder.

- ✓ Imitar las actuaciones de otras empresas: Buscar la oportunidad tecnológica: también se podría llamar oportunista por que se basa en aprovechar las debilidades tecnológicas o de mercado del líder. Estas empresas buscan cuales son los productos menos protegidos por los líderes o aquellos en los que los líderes son menos competitivos. Esta estrategia oportunista es una etapa para entrar en el mercado o adoptar una estrategia más agresiva a medio o largo plazo.
- ✓ Empresas dependientes tecnológicamente: Son las que dependen de otra empresa subcontratando o alquilándoles tecnología. Pero esto tampoco quiere decir que no se puede ser líder, se puede emplear una estrategia de subcontratación en donde se mande a fabricar diferentes piezas en distintas

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	41 de 127

empresas y al final sea la empresa planificadora y dependiente quien arme el producto final y tenga la responsabilidad de los servicios y ventas del producto, generándose así un importante capital para esta empresa.

- ✓ Empresas no innovadoras: Estas son las empresas que siguen realizando los mismos productos con los mismos procesos y por consecuencia por hacer lo mismo nunca innovan y no por eso dejan de tener un nicho del mercado, pero dependen de que una empresa innovadora no quiera introducir productos a ese nicho.

Estas estrategias son prácticamente las mismas expuestas anteriormente por Freeman, (que son las que puede adoptar una empresa ante la innovación), solo que en este caso Iváñez, las enfoca al diseño y tecnología, observando hacia la unión o dependencia, evidente entre dichas disciplinas. (Gimeno, 2000)

En todas estas estrategias el diseño industrial es un elemento esencial, pues permite la creación de nuevos productos competitivos por sus funciones, nuevas o mejoradas, su coste de producción inferior al de los competidores o los elementos simbólicos con los que están dotados que los hacen apetecibles para segmentos concretos del mercado es decir son productos diferenciados a los de sus competidores. (LUNA, 2006)

El diseño industrial es clave para la mejora de los procesos y el resultado es una superior capacidad técnica del producto el cual cumple con más funciones, aporta nuevas soluciones, concede una posición más competitiva de la empresa en sus mercados establecidos y una mejora en los mercados donde antes no se había introducido todo como consecuencia del rediseño, diseño de nuevos productos y mejores procesos. De ahí la importancia que tiene la innovación tecnológica y al diseño industrial como culminación del proceso de innovación, plasmándola en el producto final, es decir que el diseño refleja los potenciales tecnológicos de la empresa innovadora. (Gimeno, 2000)

Si está en un proceso de cambio constante que altera las relaciones empresa-producto-mercado, y se manifiestan en el mundo actual en donde se desenvuelve la empresa, el desarrollo tecnológico sobre todo en el campo de la informática, los cambios en la estructura de la demanda que por motivos socioeconómicos ha provocado un cambio en la estructura orientándola, cada vez más, al consumo de productos diferenciados, la liberación del comercio internacional, la descentralización, los cambios en el sistema económico y político mundial son muestra del movimiento actual en donde el mercado y la competencia tienen que desenvolverse y por lo mismo, es impensable que se hable de competitividad si no se tiene pensado innovar y por lo tanto innovar en la tecnología mediante el diseño industrial como parte esencial de esta tecnología y su gestión en la empresa, para alcanzar la competitividad deseada. Es aquí en donde Innovación, empresa, producto, tecnología y diseño se unen en pos del desarrollo social y económico de la población. (LUNA, 2006)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	42 de 127

2.5 Innovación tecnológica en Brasil.

En Brasil se encuentra el MCT que es el organismo rector del sistema brasileño de ciencia y tecnología. Es responsable de la coordinación, el seguimiento y la evaluación del sistema y del establecimiento de las políticas para el sector. Fue creado el 15 de marzo de 1985, siendo un organismo pionero en la región en alcanzar el rango ministerial dentro de la organización estatal.

Las acciones del Ministerio de Ciencia y Tecnología son guiadas por su determinación de transformar la ciencia, la tecnología y la innovación en instrumentos del desarrollo nacional, de manera soberana y sostenible. Este principio se ha plasmado en cuatro ejes rectores de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación:

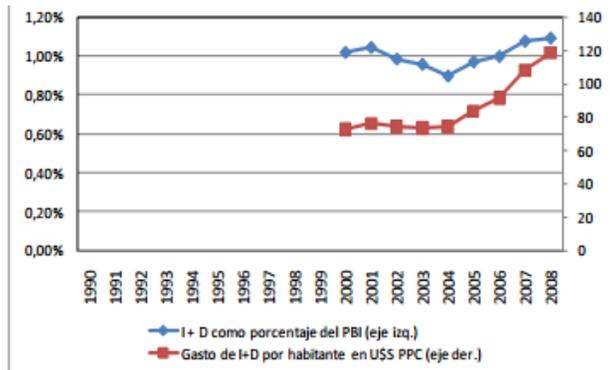
- ✓ Consolidar, mejorar y modernizar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, ampliando la base científica y tecnológica;
- ✓ Crear un entorno favorable para la innovación en el país, estimular al sector privado a invertir en actividades de investigación, desarrollo e innovación;
- ✓ Integrar todas las regiones y sectores en el esfuerzo nacional de formación para la ciencia, la tecnología y la innovación;
- ✓ Desarrollar una amplia base social de apoyo a la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La estrategia del MCT puede ser comprendida según dos ejes. El eje horizontal tiene por objeto la consolidación de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación integrado y eficaz, que incluya la participación de los múltiples actores públicos y privados y no reduciéndose solamente a las acciones del Gobierno Federal y de los estados más importantes de la Federación. Las tres líneas de acción verticales, a su vez, tienen por objetivo fomentar el empoderamiento y la movilización de las bases científicas para:

- ✓ Promover la innovación en el marco de las directrices de la Política Industrial, Tecnológica y de Comercio - PITCE;
- ✓ Realizar programas estratégicos que salvaguarden la soberanía del país;
- ✓ Mejorar las oportunidades para la inclusión y el desarrollo social, especialmente en las
- ✓ regiones más pobres de Brasil, con base en la ciencia, la tecnología y la innovación.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	43 de 127

Tabla 2: Principales Indicadores de Insumo en Ciencia, Tecnología e Innovación en Brasil.



Fuente: http://docs.politicascsti.net/reportes/BR_SI.pdf

la tabla 2 muestra como los indicadores de innovación van aumentando con respecto a medida que van pasando los años donde los puntos azules corresponden al porcentaje de innovación tecnológica en Brasil y los puntos rojos indican la necesidad que tienen los habitantes de Brasil de un nuevo de las nuevas tecnologías innovadoras.

Todos los inventores e innovadores brasileiros han sabido triunfar gracias a su disciplina de seguir día tras día, buscándoles oportunidades a sus productos, el no engavetarlos, y dejarlos en el olvido. Como se vio en el mundial de fútbol 2014 el ser innovar no solo es tener la idea, se necesita de hacerla una realidad, y por eso aparecen creadores en distintas disciplinas que han hecho el esfuerzo de hacer sus ideas una realidad y esto supone también que hay muchas ideas truncadas que no han salido a la luz por los distintos motivos expuestos. El diseñador industrial brasileiro, tiene una gran ventaja en la posibilidad de innovar, es decir llevar a cabo su invención, pues como se vio anterior mente, este se educa para crear y resolver problemas, cualquier ciudadano, a quien le costara mucho más llevar a cabo su idea.

Por esto es necesario que el diseñador industrial brasileiro entienda y utilice toda la tecnología (hardware y software), que este a su alcance, para que propicie la innovación de sus creaciones y la de los demás, en busca de un desarrollo personal y local. Usándola para que logre mejores y más rápidos resultados, que conviertan en una realidad todos aquellos inventos brasileiros que valen la pena.

Principalmente una de estas tecnologías por su facilidad en adquirirla, es el uso de programas de diseño, los cuales los hay de distintos precios y funciones, y se pueden obtener legalmente sin salir de casa, solo con la ayuda de un computador, una tarjeta de crédito o débito y la Internet.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	44 de 127

3 CAPÍTULO: NECESIDAD EMPRESARIAL.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	45 de 127

3.1 Descripción de la empresa.

PRODTY LTDA. (PRODTY MECATRÔNICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.) es una compañía dedicada a la creación y comercialización de maquinarias para las industrias de automotoras y de automatizaciones industriales, ubicada en la Avenida Fabio Eduardo Ramos Esquivel de la Ciudad de Diedema Chanhema zona metropolitana de Sao Paulo Brasil.

La empresa se encuentra bajo la dirección del gerente general (dueño propietario) y sus accionistas, con el dinamismo y perseverancia de sus colaboradores, el rápido crecimiento del sector automotriz y las exigencias de sus clientes que representan a importantes empresas de diversos países como son de: Alemania, Estados Unidos, España y Brasil.

La historia del negocio, avala la experiencia en el mercado de sus productos, pues siempre están buscando atender los requerimientos de los clientes en forma ágil y oportuna, preocupándose por el mejorar continuamente su desempeño, respondiendo a los cambios del mercado y brindando asesorías técnicas en los diferentes campos de acción.

Las actividades de la empresa son de importar y comercializar insumos de automatización tanto de máquinas como a nivel empresarial para los sectores de manufactura, automotriz y todos los relacionados con máquinas de Estampación, Cortes, CNC, etc..., por lo tanto, sus líneas de productos se encuentran divididas en:

- Cilindros de Nitro genio
- Automatización
- Transfer
- Reglas de transfer
- Sistemas de cabio rápido (STR)
- Integración

Todos estos productos están dirigidos a las empresas de mayor productividad en el Brasil, su radio de acción en vetas cubre todo el territorio brasilero, en los estados unidos, Alemania, y países de la Unión Europea.

Por todo ello, esta empresa llega a sus clientes con atención personalidad y profesional de cada uno de los ingenieros, que conforman parte de esta gran familia Prody, quienes hacen seguimiento de los problemas que presentan las industrias de automatización para dar la solución oportuna y rápida.

3.1.1 Historia.

La PRODTY fue fundada en noviembre de 1982, inicialmente con las actividades de ingeniería (desarrollo de productos propios) y las ventas, para satisfacer una demanda de productos periféricos de estampado, principalmente destinadas a mejorar las condiciones de:

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	46 de 127

- Productividad (Productos para la automatización);
- Flexibilidad (Productos de intercambio rápido);
- Calidad (Cilindro de nitrógeno);
- Integración (El resultado final del sistema);

Esta demanda iniciada principalmente por los fabricantes de automóviles y las industrias de autopartes.

A partir de 1989 se inició la fabricación de sus productos, la instalación de su parque de máquinas en un edificio de 600 m², donde permaneció hasta 2001. Más tarde se desplazó a los grandes y modernos edificio de 4.000 m², (Establecimiento propio) también incorpora nuevas máquinas, con una mira a un mejor futuro a buscado satisfacer las necesidades del mercado internacional, en especial, en cuanto a calidad, precio y plazos.

3.1.2 Misión

La misión de la empresa es: “somos una compañía importadora y distribuidora de insumos, productos y maquinaria para la automatización industrial, cubriendo toda la zona del trópico nacional y parte internacional, con atención personalizada y asesoría técnica en nuestras líneas de acción, satisfaciendo las necesidades del sector automotriz.”

3.1.3 Visión

La visión que posee la empresa es: “ser y mantener nuestra empresa entre las mejores reconocidas a nivel nacional e internacional, con un gran respaldo económico, innovaciones tecnológicas y equipo humano altamente calificado, ágil, dinámico, y capaz de asesorar y solucionar problemas predecibles e impredecibles, relacionados con la automatización del sector de estampación automotriz.”

3.1.4 Valores.

- Profesionalismo.
- Respeto.
- Trabajo en equipo.
- Honestidad.
- Responsabilidad.
- Ética.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	47 de 127

3.2 Estructura organizacional.

La empresa cuenta con una estructura de organizacional flexible y cuenta con los siguientes departamento:

- Departamento de Compras.

El departamento de compras es el encargado de realizar las adquisiciones necesarias en el momento debido, con la cantidad y calidad requerida y a un precio adecuado. Este departamento anteriormente estaba delegado a otros departamentos principalmente al de producción debido a que no se le daba la importancia que requiere el mismo.

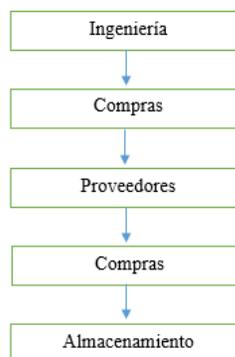
Áreas a cargo:

Este departamento en la compañía PRODTY. LTDA no tiene ares a su dependencia.

Funciones:

1. Adquisiciones: Acción que consiste en adquirir los insumos, materiales y equipo, necesarios para el logro de los objetivos de la empresa, los cuales deben ajustarse a los siguientes lineamientos: precio, calidad, cantidad, condiciones de entrega y condiciones de pago; una vez recibidas las mercancías es necesario verificar que cumplan con los requisitos antes mencionados, y por último aceptarlas.
2. Guarda y Almacenaje: Es el proceso de recepción, clasificación, inventario y control de las mercancías de acuerdo a las dimensiones de las mismas (peso y medidas).
3. Proveer a las demás áreas: Una vez que el departamento de compras se ha suministrado de todos los materiales necesarios, es su obligación proveer a las demás áreas tomando en cuenta: la clase. Cantidad y dimensiones de las mismas.

Figura 2: Procesó de Compras del producto



Fuente: Propia

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	48 de 127

En la figura 2 se muestra como se realiza el proceso de compra de un insumo en la compañía, donde las peticiones de compras las hacen el personal del departamento de ingeniería, luego lo pasan al departamento de compras, estos verifican y trabajan con los proveedores, al recibir el producto es por parte del personal de compras de la compañía para verificar que sea el insumo solicitado y luego es enviado al almacenamiento de insumos.

- Departamento de Ingeniería y Reingeniería.

El departamento de ingeniería y reingeniería es el encargado de la investigación y desarrollo de los nuevos productos. Es el encargado de mantener la empresa con los nuevos procesos tecnológicos de recién aparición en el mercado también es el encargado de controlar los tiempos de los sistemas productivos, este departamento es el que garantiza la confiabilidad de los productos de la compañía.

Áreas a cargo:

- Área de diseño.
- Área de eléctrica.
- Área de mecatrónica.
- Área de procesos
- Área de mecanizado.
- Área de montaje.
- Área de Stocks.

Funciones:

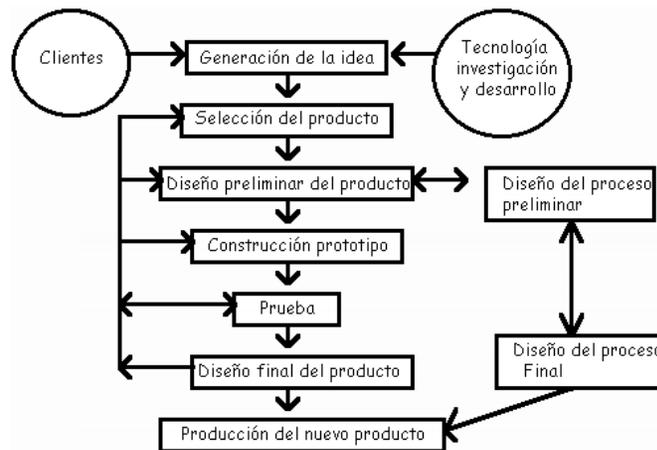
1. Ingeniería del Producto: Esta función comprende el diseño del producto que se desea comercializar, tomando en cuenta todas las especificaciones requeridas por los clientes. Una vez elaborado dicho producto se deben realizar ciertas pruebas de ingeniería, consistentes en comprobar que el producto cumpla con el objetivo para el cual fue elaborado; Y por último brindar la asistencia requerida al departamento de ventas para que esté pueda realizar un adecuado plan (de mercadotecnia) tomando en cuenta las características del producto.
2. Ingeniería de la planta: Es responsabilidad del área producción realizar el diseño pertinente de las instalaciones tomando en cuenta las especificaciones requeridas para el adecuado mantenimiento y control del equipo.
3. Ingeniería Industrial: Comprende la realización del estudio de mercado concerniente a métodos, técnicas, procedimientos y maquinaria de punta; investigación de las medidas de trabajo necesarias, así como la distribución física de la planta.
4. Planeación y Control de la Producción: Es responsabilidad básica de este departamento establecer los estándares necesarios para respetar las especificaciones requeridas en cuanto a calidad, lotes de producción, stocks (mínimos y máximos de materiales en almacén), mermas, etc. Además, deberá realizar los informes referentes

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	49 de 127

a los avances de la producción como una medida necesaria para garantizar que se está cumpliendo con la programación fijada.

- Fabricación: Es el proceso de transformación necesario para la obtención de un bien o servicio.

Figura 3: Proceso Desarrollos de los nuevos Productos.



Fuente: www.prody.br.com

En la figura 3 se muestra el proceso del producto nuevo desde su etapa inicial en el departamento de ingeniería y reingeniería, el cual parte desde una petición de un cliente o por parte de los ingenieros del área de diseños, para la exposición de un nuevo producto el cual es sometido a un debate, por parte de todos los ingenieros de los diferentes departamentos, enviado al área de diseños, luego son creados prototipos del diseño, pasan a las realización de sus pruebas preliminares y si es aprobado por los ingenieros es enviado al departamento de ventas.

- Departamento de Controles y Calidad.

El objetivo primordial de este departamento de Control y Calidad es evitar que los productos defectuosos lleguen a los clientes. Por lo tanto, es este departamento el encargado de investigar y establecer la responsabilidad a los diferentes departamentos y áreas.

Áreas a cargo:

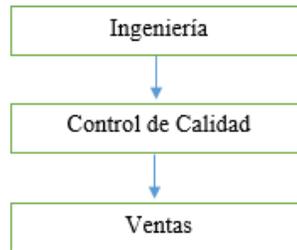
- Área de control de calidad.
- Área de recursos humanos.

Funciones:

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	50 de 127

1. Control de calidad: Es la resultante total de las características del producto y/o servicio en cuanto a mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento se refiere, por medio de las cuales el producto o servicio en uso es satisfactorio para las expectativas del cliente; tomando en cuenta las normas y especificaciones requeridas, realizando las pruebas pertinentes para verificar que el producto cumpla con lo deseado
2. Higiene y Seguridad Industrial: Consiste en llevar un registro de las causas que originan principalmente el ausentismo y los accidentes de trabajo, así como de proporcionar a sus empleados los servicios médicos necesarios, y las medidas de higiene y seguridad requeridas para el buen desempeño de sus labores.
3. Planeación de Recursos Humanos: La planeación de los recursos humanos consiste en realizar periódicamente una auditoria de los mismos para ver si están desempeñando satisfactoriamente sus labores, pudiendo rotar a los que considere inapropiados para dicho puesto.

Figura 4: Proceso del nuevo producto antes de salir al mercado



Fuente: Propia

En la figura 4 se muestra el proceso del nuevo producto antes de salir a un mercado o de ser entregado a un cliente, el cual es recibido por parte del personal del departamento de ingeniería, si el personal del departamento de control de calidad encuentra un error en el producto o una anomalía.

- Departamento de finanzas y ventas.

Es una orientación administrativa que supone que los consumidores no comprarán normalmente lo suficiente de los productos de la compañía a menos que se llegue hasta ellos mediante un trabajo sustancial de promoción de ventas.

El departamento de ventas es el encargado de persuadir a un mercado de la existencia de un producto, valiéndose de su fuerza de ventas o de intermediarios, aplicando las técnicas y políticas de ventas acordes con el producto que se desea vender.

Áreas a cargo:

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	51 de 127

- Área de finanzas.
- Áreas de ventas.

Funciones:

1. Estrategias de ventas: son algunas prácticas que regulan las relaciones con los agentes distribuidores, minoristas y clientes. Tiene que ver con las condiciones de ventas, reclamaciones y ajustes, calidad del producto, método de distribución, créditos y cobros, servicio mecánico, funcionamiento de las sucursales y entrega de los pedidos.
2. Financiamiento de las ventas: Las operaciones a crédito y ha contado son esenciales para el desenvolvimiento de las transacciones que requieren de la distribución de bienes y servicios desde el productor al mayorista, vendedores al por mayor y consumidores. Para financiar ventas a plazo es necesario que el gerente de ventas este ampliamente relacionado con el de crédito, para determinar los planes de pago que deben adoptarse, la duración del período de crédito, el premio por pronto pago o el castigo por pago retrasado, es decir, todo lo relacionado con la práctica crediticia.
3. Costos y Presupuestos de Ventas: Para controlar los gastos y planear la ganancia, el ejecutivo de ventas, previa consulta con el personal investigador del mercado con el de contabilidad y el de presupuestos, debe calcular el volumen probable de ventas y sus costos para todo el año.
4. Promociones de venta y publicidad: Estas ayudan a estimular la demanda de consumo y contribuir a que los agentes de venta de la fábrica, los mayoristas y los minoristas.
5. vendan los productos: el agente de ventas aprueba los planes de promoción y publicidad, los horarios de trabajo, las asignaciones presupuestarias, los medios de propaganda, las promociones especiales y la publicidad en colaboración con los comerciantes.
6. Servicios técnicos o mecánicos: Corresponde a los gerentes de ventas cuyos productos mecánicos requieren de servicios de instalación y técnicos, establecer normas al respecto; tener el equipo y los locales destinados por la empresa vendedora para tal servicio.
7. Relaciones con los distribuidores y minoristas: Las buenas relaciones con estos requieren proporcionarles asistencia de ventas, servicios mecánicos de entrega y ajuste, informarles sobre los productos, servicios, tácticas y normas de la compañía y contestar pronta y detalladamente a sus preguntas.
8. Administración del departamento de ventas: Es responsabilidad de los gerentes de la misma, el cual debe establecer la organización, determinar los procedimientos, dirigir el personal administrativo, coordinar el trabajo de los miembros del departamento, llevar el registro de las ventas y asignar tareas a los jefes de las diversas secciones de este departamento.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	52 de 127

Figura 5: Proceso de las ventas.



Fuente: www.prodyt.br.com

En la figura 5 se encuentra un mapa conceptual del proceso que realiza el producto en el departamento de ventas de la compañía, antes de ser entregado a los clientes o de presentarlos al mercado.

3.3 Análisis y necesidad del área de diseño de la compañía.

En esta parte del trabajo se analiza un análisis detallado en el departamento de ingeniería y reingeniería específicamente solo en el área de diseño, ya que es aquí donde se quiere implementar un nuevo CAD., también se estudia las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas para obtener toda la información necesaria, para la adecuada selección del CAD.

3.3.1 DOFA de área de diseño.

El análisis DOFA es considerado como una herramienta que sirve para analizar la situaciones competitiva de una organización, proporciona toda la información necesaria para identificar factores internos y externos para tomar las correspondientes acciones y medidas

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	53 de 127

correctivas, además incide a la creación de nuevos proyectos y permite determinar decisiones estratégicas que de alguna forma disminuyan las debilidades, controle las amenazas, aproveche las fortalezas y oportunidades de un departamento dentro de una organización.

El termino DOFA es una singla conformada por las primeras letras de las palabras Fortaleza, Oportunidad, Debilidades, y Amenazas (en inglés SWOT: Strenghths, Weaknesses, Oportunities, Threats). De entre estas cuatro variables tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio, las oportunidades y amenazas son externas por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas

Actualmente, el área de diseños y de producción de la compañía Prody Ltda., no ha establecido por explícitamente un análisis sobre sus principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas por ello se describirán los factores externos e internos que afectan a este departamento:

Fortalezas:

- Las herramientas y recursos asignados al departamento son suficientes para cumplir con las funciones a realizar.
- Todo el equipamiento hardware del área de diseños es de recién incorporación y de última generación.
- El personal contratado posee experiencia sobre el manejo de las máquinas y conoce sobre los servicios que ofrece la compañía.
- El personal de diseño cuenta con experiencia laboral y están capacitados en el uso AutoCAD, e Inventor.
- Funciones y responsabilidades están claramente establecidas.
- Buena condición financiera para desarrollar la mayor parte de los proyectos dela agencia.
- Proveedores adecuados, para los diferentes productos y servicios requeridos por la empresa.
- Buena reputación de la calidad de los productos.

Oportunidades:

- Implementar un manual de políticas y procedimientos en el departamento.
- Mejora de la gestión de proveedores.
- Búsqueda de productos sustitutos para suministros gráficos.
- Diseño de una estructura organizacional del área.
- Modernización e inversión en infraestructura, equipos y maquinaria.
- Capacidad para crecer rápidamente según las necesidades del mercado.
- Implementación del sistema de calidad ISO 9000.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	54 de 127

- Alianzas con empresas que puedan mejorar la capacidad competitiva.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo y remuneración del personal operativo.
- Modernización del software Sistema Integrado de Información acorde a los nuevos requerimientos de la empresa.

Debilidades:

- Falta de atención para mejorar en la atención y servicio al cliente
- El área tiene un espacio físico pequeño, lo que provoca desorganización.
- Largos tiempos de diseños innecesarios.
- Software CAD incompatible con el de los proveedores.
- Ausencia de una manual en donde se determine todos los procedimientos y políticas a seguir en situaciones cotidianas y especiales.
- Software deficiente para realizar esquemas de 2D partiendo de un 3D.
- Inexistencia permanente de un jefe o persona encargada de área que cumpla con las funciones de control, supervisión, dirección, y coordinación.
- Ausencia de comunicación de los errores cometidos a las autoridades pertinentes.
- Escasa revisión continua de los controles internos establecidos.

Amenazas:

- Caducidad de contratos de red de servicios exclusivos por parte de los clientes.
- Resistencia del cliente en la adquisición de los servicios o productos que ofrece la compañía, por problemas ineficiencia en la atención de sus requerimientos.
- Entradas de nuevos competidores al mercado.

3.3.2 *Estrategia alternativa de la matriz FODA*

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	55 de 127

Tabla 3: Estrategias alternativas de la matriz FODA.

FACTORES INTERNOS FACTORES EXTERNOS	FORTALEZAS (F) <ul style="list-style-type: none"> • Equipamiento hardware de última generación. • El personal cuenta con experiencia en el uso de CAD. • Buena reputación de la calidad de los productos. 	DEBILIDADES (D) <ul style="list-style-type: none"> • Largos tiempos de diseños innecesarios. • CAD incompatible con el de los proveedores. • Deficiencia realizar esquemas de 2D partiendo de un 3D.
OPORTUNIDADES (O) <ul style="list-style-type: none"> • Implementación del sistema de calidad ISO 9000. • Alianzas con empresas que puedan mejorar la capacidad competitiva. • Capacidad para crecer rápidamente según la exigencia del mercado 	Estrategia FO Maxi-maxi	Estrategia DO Mini- maxi
AMENAZAS (A) <ul style="list-style-type: none"> • Caducidad de contratos de red de servicios exclusivos por parte de los clientes. • Resistencia del cliente en la adquisición de los servicios o productos que ofrece la compañía. • Entradas de nuevos competidores al mercado. 	Estrategia FA Maxi-mini	Estrategia DA Mini-mini

Fuente: Adaptado de Koontz y Wehrich, 2001, p.173.

En la tabla 3 se explican las cuatro estrategias alternativas de la matriz FODA las cuales se basan en el análisis de las condiciones internas y externas de la empresa; a continuación, se explica cada uno de los cuadros.

La estrategia DA, posicionada en el extremo inferior derecho de la tabla 2 persigue la reducción al mínimo tanto de las debilidades como de amenazas y puede llamarse estrategia “mini-mini”; por lo tanto, hay que estudiar las debilidades para evitar al máximo las amenazas.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	56 de 127

La estrategia DO pretende reducción al mínimo de las debilidades y optimización de las oportunidades. De este modo, la empresa deberá afrontar las debilidades o bien adquirir las actitudes necesarias (como tecnología o personas con las habilidades indispensables) en el exterior con el fin de aprovechar las oportunidades que las condiciones externas le ofrecen.

La estrategia FA se basa en las fortalezas de la organización para enfrentar amenazas en su entorno. El propósito aquí es optimizar las primeras y reducir al mínimo las segundas. Así la compañía puede servirse de sus virtudes tecnológicas, financieras, administrativas o de comercialización para vencer las amenazas de la introducción de un nuevo producto por parte de los competidores.

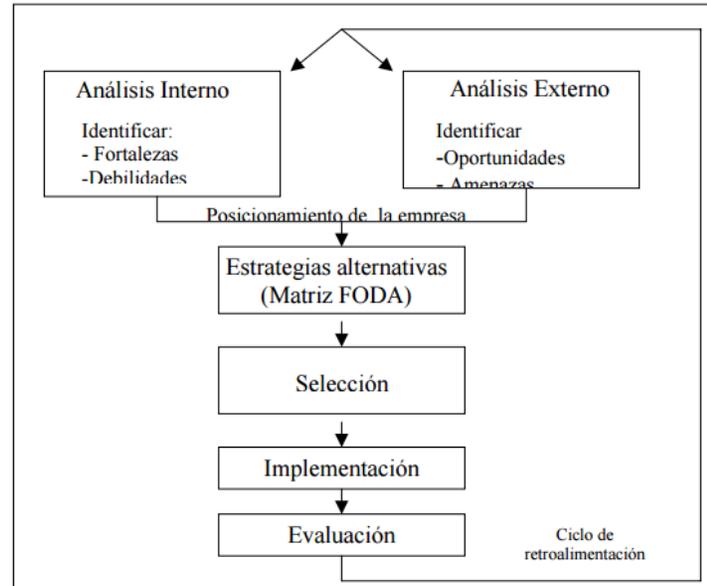
La estrategia FO es la situación más deseada en la empresa, en esta la empresa puede hacer uso de sus fortalezas para aprovechar oportunidades. Ciertamente las empresas deberían proponerse, pasar de las demás ubicaciones de la matriz a esta. Si resisten debilidades, se empeñarán en vencerlas para convertirla en fortalezas. Si enfrentan amenazas, la sortearan para concentrarse en las oportunidades.

La siguiente etapa en el proceso es la selección estratégica la cual requiere identificar el conjunto respectivo de estrategias que mejor le permitan sobrevivir y prosperar en el ambiente competitivo y de rápido cambio. La implementación de la estrategia es la siguiente etapa del proceso.

Finamente, el procesó termina con la evaluación y ciclo de retroalimentación el cual indica que el comportamiento estratégico es un proceso permanente. Una vez implementada la estrategia, debe hacerse monitoreo de su ejecución con el fin de determinar hasta qué punto se logran realmente los objetivos estratégicos. Esta información se devuelve al nivel corporativo atrás de ciclos de retroalimentación. Dicha información, sirve para reafirmar las metas y estrategias corporativas existentes o para sugerir cambios.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	57 de 127

Figura 6: Planeación estratégica.



Fuente: Citado y adaptado de Lyola, Originalmente de otros autores.

En la figura 6 se muestra el método de planeación y administración estratégica que pone en énfasis primordialmente, en el análisis de la situación interna y externa de la empresa, este paso es el denominado análisis FODA posteriormente se generan las estrategias alternativas (matriz FODA).

Este método fue elegido para realizar el presente estudio de investigación, debido a que hace énfasis en el análisis completo del área de diseño en la compañía (análisis interno), y también considera el análisis del medio ambiente externo, el cual debe ser actualmente tomado en consideración, debido a la rapidez en el ritmo del cambio en el entorno lo que nos conduce a de mandas más complejas, en cuanto a operaciones administrativas

Cabe señalar, que este estudio solo contempla hasta la realización de estrategias alternativas. Faltaría por realizar las siguientes etapas de selección, implementación, evaluación, y retroalimentación. etapas que corresponde ejecutar al directivo de la empresa, si lo consideran pertinente

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	58 de 127

3.4 Productos.

Las actividades de la empresa son de importar y comercializar insumos de automatización tanto de máquinas como a nivel empresarial para los sectores de manufactura, automotriz y todos los relacionados con máquinas de Estampación, Cortes, CNC, etc..., por lo tanto, sus líneas de productos se encuentran divididas en:

Cilindros de Nitrógeno.

Dentro de esta línea en centramos los siguientes productos:

- Cilindros de nitrógeno: cilindros que incorporan internamente depósitos que les permiten cambiar y controlar la carga de 20 a 150 bar.

Figura 7: fotografía de Cilindro de Nitrógeno.



Fuente: www.prodty.br

- Cilindros interconectados: cilindros que están interconectados por las mangueras y conexiones y tienen un único punto de control de presión.

Figura 8: fotografía de Cilindro interconectados.



Fuente: www.prodty.br

- Placa colectora y nitrógeno sistémicos cilindros: cilindros montados y las placas de presión integrados.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	59 de 127

Figura 9: Fotografía de Placa Colectora.



Fuente: www.prodty.br

- Desacopladores: Piezas de los separadores de herramientas.

Figura 10: Fotografía de Desacopaldores.



Fuente: www.prodty.br

- Panel de control para cilindros de gas: Diseñado para controlar sistemas de nitrógeno. Aplicada a las placas y cilindros sistemas interconectados.

Figura 11: Fotografía de Panel de Control para Cilindros de Nitrógeno.



Fuente: www.prodty.br

- Accesorios: Conexiones, cargadores, embalses y células de medida

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	60 de 127

Figura 12: Fotografía de accesorios neumáticos.



Fuente: www.prodyt.br

Automatización.

En esta línea de acción la compañía Prodyt. Ltda. Ofrece sus servicios de automatización industrial para las empresas relacionadas con las industrias metalmecánicas.

Figura 13: Fotografía Máquina Automatizada por PRODTY.LTDA.



Fuente: www.prodyt.br

Transfer.

Estos son CNC programables de intercambio rápido de material para máquinas de estampado, forja, cotes, etc...,

Figura 14: Fotografía de Transfer de Estampado.



Fuente: www.prodyt.br

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	61 de 127

Reglas de transfer.

En esta línea de productos se encuentran todas las herramientas y máquinas que utilizan los Transferes para su funcionamiento, entre las cuales encontramos:

- Garras: Es una herramienta adicional del transfer que se encarga de sujetar la pieza, o muestra que será posicionada de un lugar a otro, estas manejan presiones entre los 20- 150 bar.

Figura 15: Fotografía de Garras.



Fuente: www.prodty.br

- Pas: son partes del transfer que se encarga del posicionamiento inicial y final de la pieza que tendrá movimiento o transferencia.

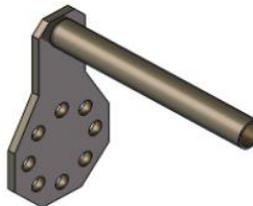
Figura 16: Fotografía de un PAS.



Fuente: www.prodty.br

- Soportes: son todos aquellos que sujetan las garras al transfer.

Figura 17: Fotografía de un Soporte del Transfer.



Fuente: www.prodty.br

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	62 de 127

- Presilhas: son las partes del tranfer que se encargan de sujetar la estructura de todo el sistema que tiene movimiento de trasferencia.

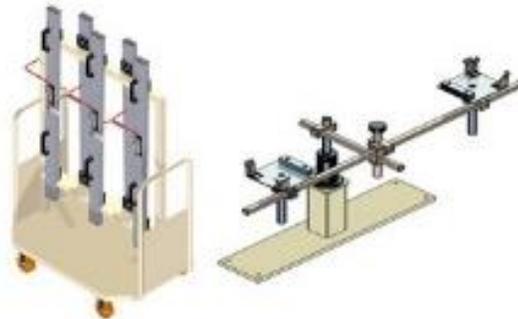
Figura 18: fotografía de Pasilhas.



Fuente: www.prody.br

- Carros e berços: Es todo el sistema de Reglas, Garras, Soportes, Pas acoplados entre sí.

Figura 19: Fotografía de Carros.



Fuente: www.prody.br

Sistemas de cabio rápido (STR).

Los sistemas de cambio rápido son aquellos que se utilizan para el transporte de material o intercambio de maquinarias, los cuales son maquina controladas por control numérico computarizados.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	63 de 127

Figura 20: Fotografía de STR.



Fuente: www.prodty.br

Integración.

La integración hace referencia a la unificación en un solo sistema de estampado que incluyen prensas, Transfer, sistemas de cambio rápido, sistemas de procesamiento de bobinas, etc...,

Figura 21: Fotografía de un Sistema Integrado



Fuente: www.prodty.br

3.5 Clientes.

En PRODTY MECATRÔNICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. existen dos clientes potenciales, el primero se llama la FIAD. localizada Pernambuco zona de la República Federal Brasileira en el cual se firmó un contrato por prestaciones de servicios que tiene vigencia hasta 2018 esta empresa es una ensambladora y remontadora de automóviles, El segundo cliente más importante de la Prody Ltda., es la TOYOTA contrato firmado reciente mente a finales del mes de Julio del 2016, ubicada en la Ciudad de Diadema

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	64 de 127

Chanhema zona metropolitana de Sao Paulo Brasil., la cual es también una estamparía de automóviles, camionetas, caperos, buses, entre otros.

3.6 Competidores.

Prody. Ltda. actualmente es la líder brasilera en fabricación de sistemas auxiliares y periféricos para estampado de chapas metálicas, también se encuentra en el puesto 2 del TOP 10 y según la Feria Internacional de Máquinas y herramientas (FEIMEC)., realizada el 7 mayo del 2016 en la ciudad de Sao Paulo Brasil, su competidor más fuerte es la SCHULER en una empresa alemana que lidera el mercado en Europa y los Estados Unidos.

3.7 Proveedores.

Existe una necesidad en la compañía por una prestación de un servicio o producto, a partir de allí cada área busca el proveedor que cumpla con el requerimiento exigido; se solicita cotizaciones pertinentes y se toma la decisión de cuál es el mejor proveedor, se califica calidad, precio, tiempo de entrega y la forma de pago, al determinar quién cumple con todos los requisitos exigidos, se legaliza por medio de la orden de Compra, se hace el compromiso con el proveedor y luego se nos entrega el producto o servicio.

Luego se realizará un estudio de los principales proveedores de la compañía.

3.8 Listados de los CAD más usados por los proveedores de la compañía.

Tabla 4: Lista de Proveedores de PRODTY

Compañía	Descripción	CAD	Formatos que proporcionan a los clientes.
Balluff	Esta empresa de automatización brinda soporte y productos en: Finales de Carrera mecánicos y electrónicos, Transductores de desplazamiento lineales y rotativos, Sistemas de identificación	Solid Works	Solid, Iges, Dxf, Dwg, Pdf, STEP

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	65 de 127

	industrial y Tecnología de conexionado para una automatización eficiente.		
Bosch	La deservoltura de la empresa Bosch es: movilidad sustentable, eficiencia energética, energía renovable, y tecnología para cuidar el medio ambiente	VectorWorks	Solid, Iges, STEP, Pdf
Bormax	En actividad desde 1986, Bormax se consolidó como especialista de los mayores proveedores de correas industriales y mangueras industriales del país de Brasil.	CADRA	Iges, Dwg,
Centaflex	Dedica sus servicios al comercio, importación y exportación de cuerdas, artefactos de caucho, molduras, mangueras y señalización	N/n	Pdf
Conexel	Se encarga de ayudar a las industrias automotriz y de mecanizado para simplificar sus instalaciones y acelerar los trabajos de montaje y mantenimiento. Una amplia descentralización de la instalación, es decir, la modernización es su objetivo principal, lo que le ahorra tiempo y dinero.	AutoCAD	Iges, Dwg, STEP Pdf
Duffnorton	Duff-Norton ha adquirido reputación por sus productos confiables y de gran calidad que satisfacen las necesidades industriales de elevación, posicionamiento y transferencia de nuestros clientes en todo el mundo.	Solid Works	Solid, Iges, Dxf, Dwg, STEP Pdf
Mahnke	Las Prensas Mahnke tienen una línea de productos como: prensas para corte, dobla de chapas, forjamiento son especialistas actuando en las áreas de prensas mecánicas, hidráulicas, calderas media y pesada, mecanizado media y pesada.	Inventor	Iges, Dwg, STEP Pdf
Metaltext	Sus actividades comenzaron con la fabricación pionera de relés especiales y Logos, se convirtieron en los líderes del mercado. Fabrican hoy en día, en la línea de montaje automatizada, una amplia gama de relés que van desde comúnmente utilizado en la electrónica a los más específicos.	AutoCAD	Iges, STEP Dwg, Pdf
Motron	Opera en la industria de la automatización industrial, ofreciendo productos de calidad para equipar las diferentes máquinas y sistemas, acelerando el proceso de producción y aumentar la eficiencia al tiempo máximo.	Solid edge, Solid Works, AutoCAD	Iges, STEP Dwg, Pdf

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	66 de 127

Murrelektronik	Murrelektronik ofrece una amplia gama de producto para conceptos de instalaciones eléctricas y electrónicas, desde el armario de control y la interface al campo.	AutoCAD	Iges, Dwg, STEP Pdf
Murrplastik	Murrplastik es un líder mundial progresivo e innovador en el suministro de soluciones de gestión de cables a la máquina de Automatización Industrial y Robótica Industrias.	N/n	Pdf
Parker	Parker es líder mundial en tecnología de movimiento y de control, pues ofrece soluciones precisas para el mercado móvil, industrial y aeroespacial.	AutoCAD	Iges, STEP Dwg, Pdf
Phoenixcontact	Son líderes del mercado y agente de innovación global da área electrotécnica.	ProfiCAD y AutoCAD	Solid, Iges, STEP Dxf, Dwg, Pdf
Siemens	Son líderes del mercado y agente de innovación global da área electrotécnica y automatización industrial	AutoCAD	Iges, STEP Dwg, Pdf
SMC	apoya la automatización a través de la más avanzada tecnología en control de movimientos.	Solid Works, AutoCAD y Catia.	Solid, Iges, STEP Dxf, Dwg, Pdf
Stauff	STAUFF está posicionada especialmente en el mercado para proveer una amplia gama de accesorios hidráulicos de alta calidad para fabricantes, distribuidores e usuarios, de industrias de procesos.	AutoCAD, Solid Works, T-FLEX y Universal 3D	Solid, Iges, Dxf, Dwg, Pdf
Stumpp Schuele	Stumpp, Schuele y Somappa es el fabricante "Número 1" de muelles y fabricación de resortes.	Solid Works	Iges, Dwg, Pdf
Termicom	Su perfil de producción es la fabricación de terminales, rótulas, barras de acoplamiento, articulaciones, productos personalizados mecanizadas y servicios para la industria del automóvil.	Solid Works	Iges, Dwg, STEP Pdf
THK	Las ideas creativas y la tecnología exclusiva han convertido a THK en una compañía pionera a nivel mundial en el desarrollo del mecanismo de guía de movimiento lineal (LM).	Solid Works	Iges, Dwg, Pdf
UNIVERSAL VEDAÇÕES	Empresa especializada en vendas y envolvimiento en general, papel hidráulico rojo y papel hidráulico de grafito.	N/n	Pdf
Visão Rolamentos & Acoplamentos	Se dedica a la fabricación y comercialización de Rodamientos, acoplamientos, rótulas, terminales de la rótula, de mando y de apoyo rodillos, guías lineales, Los husillos de bolas, rodamientos,	Solid Works	Iges, Dwg, STEP Pdf

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	67 de 127

	bujes, vallas, limitadores de par, Frenos industriales, embragues industriales, Lubricantes y Herramientas.		
Wenglor	Líder mundial en la fabricación de sensores y equipamiento electrónico de automatización	AutoCAD	Iges, Dwg, Pdf

Fuente: Compañía Prody. Ltda., acoplada por el autor de la tesis.

En la tabla 4 encontramos un listado de los softwares que utilizan en su producción interna cada proveedor mencionado y el formato que les ofrecen a los clientes de sus productos, en la cual encontramos que los mayores proveedores del área de diseños son industrial electrónica, eléctricas, y de automatización, son muy pocas de mecánica estructural.

3.9 Análisis de la información recopilada.

Considerando la información detallada de los numerales anteriores, las evaluaciones de los clientes, competidores, proveedores, la estructura organizacional de la empresa, la información minuciosa de sus productos y la forma como se ejecutan los procesos en el área de diseños se puede concluir lo siguiente:

- A nivel interno existe una estructura organizacional poco fortalecida que no define en esencia las actividades y directrices básicas para el funcionamiento del departamento de ingeniería y reingeniería, también Los trabajadores de los diferentes departamentos y áreas acotan que los tiempos de espera en que se diseña el producto es deficiente porque tienen respuestas lentas a sus requerimientos.
- La comunicación interna en el área no es satisfactoria, puesto que se desconoce de las actividades generales del trabajo de los otros funcionarios y se limitan al conocimiento y comprensión de las funciones que le corresponden a cada colaborador.
- Los procedimientos que se ejecutan en el área de Diseños, pese a que los profesionales del sitio tienen los conocimientos técnicos, no son formales, es decir no están establecidos mediante un manual que identifique los lineamientos principales del departamento.
- Del análisis de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas encontramos que la empresa cuenta con fortalezas ya establecidas que ayudan a la implementación de un nuevo software para el área de diseños, también podemos

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	68 de 127

concluir de este análisis que sería muy importante a la hora de seleccionar el CAD tener en cuenta la Normativa ISO 9000 que establece que los nuevos CAD deben guardar sus diseños en DWG.

- En la estrategia alternativa DOFA se tomaron las 3 principales debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que son críticas para la selección de un nuevo CAD., encontramos que al implementar un nuevo CAD en el área de diseños nuestras debilidades desaparecerán como son (largos tiempos de diseños, CAD incompatible con los de los proveedores y deficiencia de esquemas de 2D a partir de 3D) y con esto evitaríamos nuestras amenazas (caducidad de contrato de servicios, resistencia de los clientes para la compra de los productos y entrada de nuevos competidores); con la implantación de un nuevo CAD estaríamos optimizando nuestras oportunidades (sistemas de calidad ISO 9000., alianza con nuevos proveedores y capacidad para crecer rápidamente) para hacer de la Prodyt una compañía más productiva y competitiva de clase mundial.
- La Prodyt tiene 32 años de venir implantado dos softwares en el área de diseño, Inventor para la creación de sus productos 3D de forma digital y AutoCAD 2D para crear los planos para el personal de mecanizado y de montaje, todos los productos de la compañía se encuentran almacenados y guardados en el formato estandarizado Iges., limitante que tenemos para la selección del CAD esto quiere decir que el nuevo CAD seleccionado deberá poder abrir estos archivos.
- Al realizar un estudio de nuestros proveedores más importantes encontramos que la deficiencia de compatibilidad de los diseños de ellos con los de la Prodyt no radican en el formato proporcionado por ellos ya que la mayoría de los proveedores del área de diseños dan la facilidad de obtener sus productos en los dos formatos normalizados el STEP por ISO 9000 y el IGES estandarizado.

Un análisis de este tipo permite una posibilidad real y efectiva de conocer las principales necesidades que tiene un departamento. En consecuencia, constituye un instrumento que influye al análisis para pensar y resolver los objetivos, misión, visión y estrategias de la empresa.

Para finalizar este capítulo nos queda por decir que las herramientas de análisis y modelos anteriormente descritos son vitales para pensar acerca de la estrategia, sin embargo, se debe tener muy en cuenta que sin importar que tan brillante, racional o imaginativo pueda ser el proceso estratégico, no se puede prever sucesos imprevistos, además de ningún modelo administrativo puede sustituir en forma adecuada al análisis y al sentido común. Los modelos son útiles para los directivos, en el sentido de que ayudan a conferirle orden al proceso reflexivo.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	69 de 127

4 CAPÍTULO: SELECCIÓN DEL CAD

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	70 de 127

4.1 Principales softwares de diseño asistido por computador.

Actualmente se puede encontrar en el mercado una gran variedad de sistemas CAD, desde muy sencillos y de tipo “freeware” (gratis) hasta aquellos desarrollados para sectores industriales específicos, con altísima sofisticación.

Características de algunos de los programas más importantes comercialmente se describen a continuación agrupados por las cuatro primeras empresas de desarrollo mencionados anteriormente, ya que la quinta EDS/intergraph desarrolla software específicamente para cartografía, no siendo este campo de interés para la presente investigación.

Programas de Autodesk, Inc.

Esta empresa sigue siendo la más conocida en softwares CAD para PC” s. actualmente ofrece un abanico de productos bastante amplios que va desde el programa de referencia AutoCAD hasta programas especializados en diferentes ramas de la técnica. (Autodesk, Inc, 2016) La Tabla 5 muestra los productos por esta empresa.

Como se puede apreciar, la diversificación de la oferta comercial de Autodesk, inc., muy intensa y orientada a satisfacer requerimientos especializados para diferentes disciplinas de la técnica. Sin embargo, siguen existiendo productos que son iconos del CAD y que a continuación se describen en forma más detallada.

Tabla 5: Familia de Autodesk, Inc.

Diseño general	<ul style="list-style-type: none"> • AutoCAD • AutoCAD LT
Arquitectura y construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Autodesk Architectural Desktop • Autodesk Achitectural Studio • Autodesk VIZ
Industria y fabricación	<ul style="list-style-type: none"> • Autodesk Inventor Series • Autodesk Inventor Professional
Infraestructura y GIS	<ul style="list-style-type: none"> • AutoCAD Mechanical • Autodesk Map Series • Autodesk Map 3D • Autodesk Envision • Autodesk Raster Design • Autodesk Land Desktop • Autodesk Civil Design • Autodesk Survey • Autodesk Map guide • Autodesk OnSite View • Autodesk OnSite Enterprise
Visualizadores	<ul style="list-style-type: none"> • Volo View • DWF Composer • DWF Viewer
Colaboración	<ul style="list-style-type: none"> • Autodesk Buzzsaw

Fuente: Adaptado de <http://www.autodesk.com/company>.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	71 de 127

Programa de Product Development Technology, PTC. Inc.

Esta compañía fue creada en 1985 en Massachussets, y actualmente cuenta con más de 150 oficinas en todo el mundo y emplea de cuatro mil trabajadores. (Product Development Technology, PTC Inc., 2016) La familia de productos de PTC se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Soluciones ofrecidas por Product Development Technology, PTC Inc.

Diseño de productos	• <i>Creo Parametric - anteriormente Pro / ENGINEER</i>
Análisis FEA	• <i>Creo Simulate - anteriormente Pro / MECHANICA</i>
Diseño compartido	• <i>Pro/Desktop</i>
Visualización de archivos	• División
¿?	• Granite One
Colaboración	• Windchill.

Fuente: Adatado de <http://www.ptc.com>.

Productos de Dassault Systèmes.

La filosofía marcada por esta compañía también gira en torno al ciclo de vida del producto, de tal manera que ha pasado a convertirse más que en el productor de un Software de diseños, en un conjunto articulado de herramientas que busca asistir a las empresas en todos los aspectos relacionados con el producto, desde su concepción hasta su mantenimiento. (Dassault Systèmes., 2016) Las soluciones que cumplen la filosofía de esta empresa del manejo de ciclos de vida del producto se presentan en la tabla.

Tabla 7: Productos ofrecidos por Dassault Systèmes.

Diseño y análisis	● CATIA
PLM y toma de decisiones	● ENNOVIA
Gerencia compartida	● SMARTTEAM
Ingeniería concurrente	● DELMIA
Desarrollo de plataforma V5.	● ESPACIAL
Dibujo 2D y 3D	● SolidWorks

Fuente: adaptado de <http://www.3ds.com/es/productos-y-servicios/>

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	72 de 127

Productos de UGS.

Esta empresa surge hacia el año 2000, básicamente de la unión de dos grandes empresas: la Unigraphics Solutions, creada en 1963 como una de las pioneras de software CAM, y la SDRC, creada en 1967 por un grupo de investigadores de la universidad de Cincinnati, y que es más conocida por su producto estrella, llamado I-DEAS, lanzando al mercado a principios de los 90 la unión de estas compañías permite la generación de una oferta importante bajo el concepto de la gestión del ciclo de vida del producto, PLM. (Siemens, 2016)

Tabla 8: Productos por UGS.

Gestión de conocimiento, bajo enfoque PLM.	● TeamCenter
Desarrollo de producto.	● NX
Dibujo 2D y 3D	● Solid Edge
Ingeniería concurrente	● E-Factory

Fuente: Propia del Autor

Pero elegir un programa para empezar a modelar no es fácil. Cada vez se lanzan programas especializados con más herramientas que buscan hacer a los hubs de impresión su trabajo más fácil y mejor, y ante tanta oferta, es necesaria una guía para elegir. Por esto, la reconocida empresa del sector: I-materialicé presentó recientemente un ranking de programas para ayudar a elegir. Tabla número 9.

Este estudio se basó, por una parte, en 6 criterios distintos, que evalúan de 0 a 100 la popularidad de cada software. Analizaron también el número de seguidores en sus redes sociales, y la reputación de su página web. Y, por otra parte, para estar seguros que se estaban enfocando a aplicaciones de CAD 3D, indagaron en el número de veces en que estos programas son nombrados en plataformas especializadas como: Los foros dedicados a CAD/CAM 3D de 3d nativos, los videos de YouTube relacionados con ésta tecnología, repositorios de archivos 3D como Thingiverse, cults, CGtrader, entre otros. Y por último el número de veces que se menciona el software en Google. (I-Materialise, 2015)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	73 de 127

Tabla 9: "Top 25" Most Popular 3D Modeling Software for 3D Printing.

		General		3D Printing Community				Total Score
		Social	Website	Forums	YouTube	Databases	Google	
1	Blender	61	91	100	100	27	100	80
2	SketchUP	87	82	79	49	80	74	75
3	SolidWorks	95	81	42	52	25	75	62
4	AutoCAD	100	78	46	43	4	85	59
5	Maya	91	80	35	50	3	93	59
6	3DS Max	90	83	24	53	2	78	55
7	Inventor	98	80	29	31	15	75	55
8	Tinkercad	78	57	38	5	100	31	51
9	ZBrush	83	69	45	42	4	50	49
10	Cinema 4D	84	76	6	28	1	62	43
11	123D Design	85	67	21	14	18	50	42
12	OpenSCAD	1	65	33	2	100	29	38
13	Rhinoceros	17	75	50	21	6	49	36
14	Modo	82	63	10	9	1	45	35
15	Fusion 360	93	81	10	3	2	4	32
16	Meshmixer	1	62	18	7	9	28	21
17	LightWave	23	52	1	8	0	32	19
18	Sculptris	0	67	7	6	4	26	19
19	Grasshopper	9	60	4	5	1	32	18
20	FreeCAD	4	59	15	8	11	5	17
21	Mol3D	0	53	3	1	0	28	14
22	3Dtin	4	57	0	0	11	1	12
23	Wings3D	0	66	1	1	0	2	12
24	K-3D	0	62	1	1	0	2	11
25	BRL-CAD	0	60	1	0	0	1	11

Fuente: (I-Materialise, 2015)

En la Tabla 9 se muestra que los primeros en el ranking son Blender y Sketchup, ambos son softwares libres que se pueden descargar en la web. En tercer lugar, esta Solid Works, no es libre, pero posiblemente por tratarse de un programa muy preciso, y usado para aplicaciones de ingeniería este ganado la popularidad.

El profesor Jason Morris del programa de DI de la universidad Western Washington hizo un estudio al respecto. Él indagó respecto al software más solicitados en aplicaciones laborales en el área de Diseño Industrial (principalmente en los Estados Unidos) y encontró que los softwares más utilizados fueron: (Core77, 2016)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	74 de 127

Tabla 10: Software más utilizado en la Universidad de Western Washington.

	NAME	number of times mentioned	trend
1	illustrator	32	▲
2	photoshop	30	—
3	solidworks	29	▲
4	alias	25	—
5	pro/e	24	▲
6	rhinoceros	14	—
7	ms office	8	▲
8	alias sketchbook	4	▲
8	form z	4	▲
8	in design	4	▲
9	corel painter	3	▲
9	3ds max	3	▼
9	corel draw	3	▲
9	autocad	3	▼
10	inventor, strata, director, v-ray, unigraphics, studio vis, sketch-up, ideas, icem, catia (each)	1	

Fuente: Tomado de <http://www.core77.com/>

En la tabla 10 se evidencia, además del predominio del software de edición 2D, la predominancia de SolidWorks como el software CAD más usado. Le siguen Alias y Pro/E, dos softwares de un nivel de complejidad más elevado y luego Rhinoceros.

4.1.1 Análisis de la información recopilada

Aunque no es un ranking sobre el mejor programa de CAD 3D, este “Top 25” sirve como referencia para el que quiera empezar a modelar en 3D, pues entre más popular sea el software, mayor será la comunidad que lo respalde, y la información para resolver dudas. (I-Materialise, 2015)

Particularmente el enfoque lo haré sobre las diferencias entre el software de SolidWorks y Rhinoceros. El primero por ser el software que uso principalmente en mi

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	75 de 127

entorno laboral además de ser el más popular cómo acabamos de ver. El segundo, por ser su aprendizaje el objetivo de este blog.

SolidWorks se presenta como un software robusto para el diseño en 3D con el desempeño y la facilidad de uso como sus cualidades principales. Es un software de modelado paramétrico, basado en operaciones y ensamblajes. Paramétrico significa que las formas y las dimensiones pueden ser definidas a partir de fórmulas y que la operación secuencia a través de un árbol de operaciones lo que permite la edición de operaciones en secuencia. (Core77, 2016)

Rhino por otra parte es un software para modelado 3D basado en NURBS. Su cualidad principal es la capacidad de edición de las curvas por medio de puntos de control lo que permite una gran facilidad para la creación de superficies y formas orgánicas sin una estructura o secuencia rígida de fondo. (Core77, 2016)

En comparación los dos softwares presentan dos estructuras de pensamiento para el modelado netamente diferentes. En SolidWorks cada parte u operación se hace como parte de una secuencia lógica que permite llegar a un resultado. Toda parte que se modela debe ser creada conociendo sus dimensiones y, la creación de modelos multi-parte en el modo ensamblaje exige que se reconozca como están relacionadas las partes entre sí. De la misma manera el modelado de esta manera permite posibilidades como el análisis de ingeniería (elementos finitos) y la observación de la operación de mecanismos entre otros.

Por otro lado, el modelado en Rhinoceros no responde a una secuencia de modo que es posible llegar a un resultado final de múltiples maneras. No es necesario tener en cuenta las dimensiones (aunque sí posible) ni las relaciones de ensamble entre partes de un objeto. Sus capacidades adicionales están relacionadas más con la posibilidad de modelado de elementos formalmente más complejos y elevadas capacidades para el rende rizado y la visualización.

4.2 Análisis y descripción de programas CAD seleccionados.

A continuación, se describirán detalladamente los CAD más comprados por los clientes de las 4 empresas mencionadas anterior mente, (esta información fue recopilada de los sitios web de cada una de las empresas de PLM) AutoCAD, Inventor, Buzzsaw, Creo Parametric (Pro/ENGINEER), Creo Simulate (Pro/Mechanical), Pro/DESKTOP, DIVISION, CATIA, SolidWorks, TeamCenter, Unigraphics NX y Solid Edge.

AutoCAD: la última versión de este producto reúne características avanzadas alrededor del concepto de proyecto, es decir, el conjunto de dibujos y planos que hace referencia al mismo trabajo, de manera que resuelta sencilla su gestión de formación integrada. Ello minimiza la posibilidad de errores y permite el trabajo en equipo que es una

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	76 de 127

de las características que en cada nueva versión son mejoradas siempre con el objetivo de facilitar la personalización y aumentar la productividad en el desarrollo del trabajo.

En general, la última edición de AutoCAD se desarrolla bajo tres premisas centrales: creación, administración, y comparación.

Las mejoras en la primera de ellas giran en torno a la posibilidad de personalizar los menús y en el manejo de tablas, por medio de las cuales es posible documentar con mucha flexibilidad todo el trabajo realizado. También destaca la incorporación de muchas opciones para la edición de dibujos 3D, tales como sombreados creación de ambientes, imágenes de fondo, etc. Es importante también señalar la posibilidad que se presenta de arrastrar objetos de dibujo a las barras de herramientas con el propósito de reutilizarlos cuando sea necesario, con lo cual se flexibiliza y agiliza el trabajo. (Autodesk, Inc, 2016)

Figura 22: AutoCAD 2017



Fuente: <http://latinoamerica.autodesk.com/>

En cuanto a la tarea de administración el software ha evolucionado hacia el concepto de manejo integrado de proyectos, de manera que a nivel empresarial permite gestionar grandes conjuntos de planos e incluso vistas y modelos. La vinculación entre las unidades que conforman un conjunto de planos integrados permite la actualización automática y verificación de modificaciones sencillas. A todo esto, se suma la posibilidad de almacenar versiones, con lo cual se minimiza el riesgo de pérdida de información.

La labor de “comparación” se refiere a la impresión de planos y conjuntos de plano, ya que sea en formato de papel o en formato digital. Estas acciones se pueden realizar en segundo plano, es decir, dada la posibilidad de seguir trabajando mientras se desarrolla la actividad de impresión. El compartir digitalmente un conjunto de planos en forma rápida, facilita el intercambio de información a través de la red. (Autodesk, Inc, 2016)

Se puede ver por esta breve descripción que la evolución de AutoCAD posibilita muchas acciones, pero también se puede intuir que mantiene uno de los inconvenientes más criticables a este software, el cual es de requerir con cada versión nueva una gran cantidad de tiempo y esfuerzo para incorporar las mejoras al acervo del conocimiento de los clientes.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	77 de 127

La gran variedad de opciones que se añaden si bien es cierto tecnológicamente significan un paso hacia adelante, también es cierto que causan cierto grado de frustración en los usuarios que jamás se pueden ver absolutamente competentes en su manejo.

Cabe destacar, además, que los esfuerzos realizados para la actualización permanente de este software no tienen en cuenta las fases iniciales del diseño, para facilitarlas o potenciarlas. Están concebidos para aumentar la productividad sobre las bases de rapidez y de incorporación de funcionalidades especiales, pero a costa de cierto grado de libertad que necesita el diseñador durante sus actividades primarias de conceptualización del diseño. (Autodesk, Inc, 2016)

Inventor: se trata de un software tipo suite que integra tres programas: 3D Autodesk inventor, AutoCAD Mechanical y Autodesk Vault. El primero de ellos permite evolucionar diseños 2D a un ambiente 3D y facilitar la conexión de equipos de diseños con equipos de fabricación, sumando las funcionalidades de análisis por elementos finitos (FEA) de ANSYS que permite la optimización dimensional de piezas. También este programa posibilita la integración de normas de diseño y fabricación de manera que los ensambles se realicen correctamente. El segundo programa mencionado, está concebido para apoyar el diseño mecánico en 2D, incluye muchas facilidades para generar elementos convencionales mecánicos, tales como levas, engranes, muelles, etc., y permite la realización de análisis de elementos finitos en 2D. el ultimo módulo de esta suite, Autodesk Vault, permite la administración de los datos generados en el diseño. (Autodesk, Inc, 2016)

Figura 23: Inventor 2017



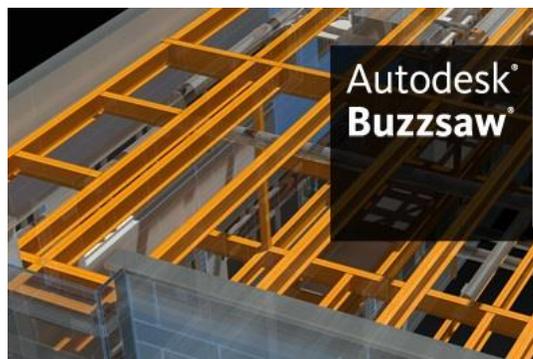
Fuente: <http://latinoamerica.autodesk.com/>

Una característica importante del Autodesk Inventor es la de iniciar el diseño bajo el entorno denominado “bocetos” que en realidad poco tiene que ver con la fase de conceptualización de una solución, ya que hace referencia es al perfil o contorno que sirve de base para la construcción de los modelos 3D por lo cual cuando se utiliza esta herramienta ya se tiene definida conceptualmente la pieza a realizar.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	78 de 127

Buzzsaw: esta herramienta está pensada para apoyar el diseño colaborativo. Con ella es posible crear un sitio Web para toda la empresa y sobre el desarrollo de múltiples proyectos. Se logra definir una forma estandarizada para gestionar proyectos, asegurando el desarrollo consistente de la información, de los procesos comunes a todos los proyectos y la rápida comunicación entre integrantes. Los diferentes usuarios de la red pueden abrir los archivos de planos de un proyecto y manejarlos como si fuesen copias en papel y si se autoriza, puede realizar modificaciones en los planos originales. (Autodesk, Inc, 2016)

Figura 24: Buzzsaw



Fuente: <http://latinoamerica.autodesk.com/>

Una utilidad importante que se logra con esta herramienta es la de “clonar” proyectos, es decir, reutilizar información generada en la realización de los anteriores proyectos, tales archivos, usuarios, permisos de acceso, logotipos, y formas, permitiendo de esta manera ir construyendo lo que se podría denominar la memoria empresarial, una de las herramientas más importantes para la gestión del conocimiento. (Autodesk, Inc, 2016)

Los sitios de Autodesk Buzzsaw existentes o estás interesado en tomar ventaja de los beneficios de Autodesk Buzzsaw y sus programas de compañía, esta clase es para:

- Interfaces de programación de uso de aplicaciones (API) a través de la capacidad de WebDAV en Buzzsaw.
- Enumerar las claves para construir páginas HTML dentro de un sitio de Buzzsaw.
- Comenzar a diseñar un flujo de trabajo administrativo Buzzsaw.
- Explicar las implicaciones de la estructura de carpetas, permisos, y la nomenclatura.

Creo Parametric (Pro/ENGINEER): es el principal programa de la compañía PTC, constituido por varios módulos integrados, que “cubren la totalidad del proceso de desarrollo del producto desde la consecución inicial hasta la reparación y mantenimiento, pasando por definición detallada del producto”. Para ello dispone de módulos de diseño, de producción y fabricación, de cableado y de diseño de barcos. La interface de usuario que utiliza (Intuitive

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	79 de 127

Direct Modeling) está certificada por Microsoft como una que facilita el aprendizaje rápido y la implementación. (Product Development Technology, PTC Inc., 2016)

Figura 25: Creo Parametric.



Fuente: <http://www.ptc.com/cad/creo/parametric>

Las principales herramientas asociada a Creo Parametric, que es el software de interés particular para la investigación son:

- **Foudation:** para diseño de sólidos y chapas, construcción de conjuntos, diseños de estructuras soldadas y generación de planos.
- **Behavioral Modeling:** permite el manejo de requerimientos técnicos y la automatización de alternativas de diseño.
- **Advanced Assembly:** diseño de conjuntos de elementos asociados.
- **Advanced Surface:** diseño de superficies, mediante modelado paramétrico. Útil también para hacer ingeniería inversa (trabaja con modelos digitalizados para extraer información).
- **ISDX:** para diseños de superficies flexibles, complejas y de formas no regulares.
- **ModelCHECK:** para aplicar a los diseños las normas de producción de la empresa, optimizando el posterior proceso de producción.
- **Plastic Advisor:** simula el proceso de inyección de plástico.
- **Mechanism Design:** para simulación cinemática.
- **Mechanism Dinamic:** adicional al anterior modulo, permite la creación de prototipos virtuales para simulación.
- **Design Animation:** para hacer presentaciones animadas de los diseños y mejorar su evaluación y comprensión.
- **Intralink:** herramienta para la gestión del proyecto, que permite modificar, controlar versiones y reutilizar el historial de diseños anteriores.
- **API Toolkit:** para desarrollo de aplicaciones que permiten personalizar y automatizar tareas.

Creo Simulate (Pro/Mechanical): está diseñado pata verificación y optimización de elementos y estructuras, aprovechando la lesividad que el dibujo para métrico tiene, simula

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	80 de 127

con rapidez el rendimiento mecánico de los componentes diseñados, de manera que se reduce la necesidad de fabricación de prototipos reales. Usa el método FEA para análisis mecánico y para ellos se divide en varias herramientas, como son: (Product Development Technology, PTC Inc., 2016)

- Motion: calcula y optimiza las fuerzas operativas durante el movimiento dinámico de los mecanismos.
- Structure: calcula esfuerzos, deformaciones y vibraciones operativas de piezas y conjuntos
- Thermal: para determinar y optimizar temperaturas operativas u flujo térmicos de piezas y conjuntos.

Figura 26: Creo Simulate.



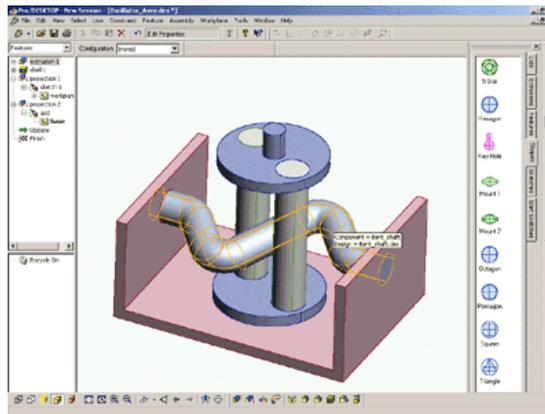
Fuente: <http://www.ptc.com/cad/creo/parametric>

Este amplio conjunto de funciones le permite enviar un producto más desarrollado en el departamento de análisis - y eliminar los costosos cambios, mientras que todavía rentable para hacerlo. Creo Simulate está disponible como una aplicación independiente o como una extensión de Creo Parametric.

Pro/DESKTOP: herramienta diseñada con el prototipo de facilitar el modelado de piezas con un enfoque en el método de arrastrar y soltar. La compañía sostiene como característica especial el boceto rápido en 2D, para captura de ideas, así como en el diseño basado en funciones. Realmente se trata de una interface simple que permite la construcción rápida de bocetos 2D utilizando pocas entidades de dibujo (línea, círculo, arco, rectángulo y otras), pero manteniendo la potencia del software para manipulaciones complejas, tales como simulaciones, animaciones, ensambles, etc., siempre bajo la tecnología del dibujo parametrizado. (Product Development Technology, PTC Inc., 2016)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	81 de 127

Figura 27: Pro/DESKTOP



Fuente: <http://www.ptc.com/cad/creo/parametric>

DIVISION: software para administración y procesamiento del diseño colaborativo, de tipo visual tanto en 2 como en 3D, que permite creación de simulaciones y prototipos para la evaluación, permitiendo la participación de más personas en el proceso.

Se puede concluir que esta empresa evidencia de integrar en forma tipo suite toda su oferta enmarcada bajo la filosofía de la gestión del ciclo de vida del producto, PLM

software PLM apoya el proceso de desarrollo de productos, para integrar personas, procesos y sistemas. Proporciona una información de producto "almacén" para las organizaciones. Los beneficios primarios de software PLM incluyen: (Product Development Technology, PTC Inc., 2016)

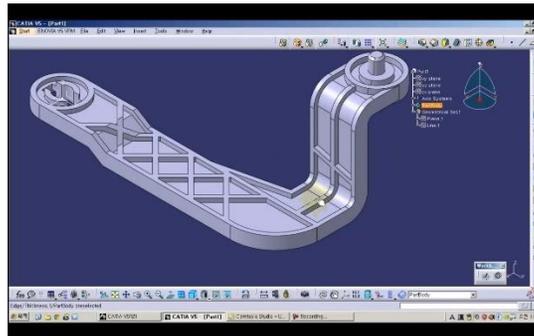
- Menor tiempo de lanzamiento al mercado.
- Productividad incrementada.
- la eficiencia del diseño.
- El aumento de la calidad del producto.
- menor coste de la introducción de nuevos productos.
- La comprensión de los procesos críticos de negocio.
- Mejor de informes y análisis.

CATIA: se trata del producto bandera de la compañía para el desarrollo del producto sobre el que gira todo el concepto de ciclo del producto. Incorpora herramientas para integrar todas las actividades de desarrollo de producto incluyendo el diseño de estilo y forma, el análisis de ingeniería, la maquetación digital, simulación de funcionamiento, etc. (Dassault Systèmes., 2016)

Su valor añadido en las últimas versiones se centra en el desarrollo colaborativo, posibilitando el intercambio de datos, archivos y gestión integrada del proyecto de diseño.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	82 de 127

Figura 28: Catia.



Fuente: <http://www.3ds.com/>

Además, la gestión eficaz de las relaciones entre las piezas produce un diseño relacional sólido y automatiza el proceso de diseño. Por último, CATIA Mechanical Engineering proporciona funciones avanzadas para la preparación de la fundición y forja con el fin de mejorar la productividad en el diseño detallado de la pieza preliminar. Esto garantiza la fabricación y proporciona funciones avanzadas muy útiles especializadas en los procesos de fundición y forja. (Dassault Systèmes., 2016)

- **3DMASTER CONCEPTUAL DESIGNER:** El enfoque de la definición basada en modelos proporciona a las empresas una sola referencia para el 100 % de la definición del producto, y toda en 3D. Esto conlleva la existencia de una fuente única con toda la información del producto, incluida la definición geométrica completa, precisa y comentada
- **MECHANICAL DESIGNER:** La función Mechanical Designer de CATIA permite a los usuarios crear y completar avanzados productos mecánicos y piezas, desde la fase conceptual a la de descripción detallada.
- **MECHANICAL & SHAPE DESIGNER:** se ofrece la cobertura de proceso más exhaustiva, que incluye el diseño de piezas y superficies de alta calidad, la creación de ensamblajes, el movimiento del mecanismo, la generación del plano y la revisión de la maqueta en 3D.
- **MECHANICAL PART DESIGNER:** permite a los usuarios diseñar piezas mecánicas avanzadas con un sólido planteamiento basado en características.
- **MECHANISM SIMULATION DESIGNER:** permite a los ingenieros y diseñadores de productos simular mecanismos.
- **DESIGN REVIEW & PREPARATION:** permite a los usuarios acceder o crear geometrías exactas con el fin de realizar estimaciones precisas sin modificar las definiciones geométricas originales.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	83 de 127

- **MULTI-DISCIPLINE MECHANICAL DESIGNER:** ofrece la cobertura de proceso más exhaustiva, que incluye el diseño de piezas, el diseño de chapa metálica y soldadura.

SolidWorks: es el producto de dibujo y diseño en 2D y 3D. ha mostrado desde su lanzamiento una concepción de utilización simple y rápida de aprender y por ello ha captado un segmento importante del mercado. Incorpora en sus últimas versiones la herramienta de análisis por elementos finitos COSMOS. Además, por estar integrado en la filosofía de la compañía, facilita el desarrollo colaborativo de diseño y la interconexión con los otros programas de la plataforma base. (Dassault Systèmes., 2016)

Integra dentro de su ambiente una buena flexibilidad de trabajo y la posibilidad de generar modelos 3D a partir de bosquejos realizados rápidamente en 2D. además contiene una herramienta de comunicación vía-mail que facilita el compartir diseños con colaboradores. Por la red también tiene acceso una gran librería de elementos que se arrastran y pegan con facilidad en el dibujo. (Dassault Systèmes., 2016)

Figura 29: SolidWorks 2017



Fuente: <http://www.3ds.com/>

SolidWorks Professional también te da las herramientas integradas de administración de archivos que almacenan de forma segura toda la información del proyecto y el seguimiento de todos los cambios de diseño. Agilizar el proceso de diseño e incrementar la productividad del diseño con SolidWorks Professional.

Soluciones de SolidWorks Professional incluyen:

- CAD Biblioteca.
- Diseño avanzado para la fabricación
- Diseño Costo (SolidWorks Costing)
- Tolerancia automatizada Stack-Up Análisis (TolAnalyst)

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	84 de 127

- ECAD / MCAD Collaboration (CircuitWorks™)
- Avanzada representación fotorrealista
- Normas de CAD Comprobación
- Administración de archivos SolidWorks.
- Ingeniería inversa (Scan to 3D)

TeamCenter: es el producto pivote para la gestión empresarial con visión de ciclo de vida del producto. Su filosofía se centra en administrar y compartir todos los archivos intelectuales de la empresa incluyendo los procesos de planeación, desarrollo y fabricación del producto, pero también incluyen herramientas de análisis empresarial, como por ejemplo barreras o dificultades, proveedores, socios, etc., para la toma de decisiones. Asegura la empresa poseer las más amplias ofertas de softwares PLM del mundo. (Siemens, 2016)

Tiene una estructura tipo suite (modular) configurable de acuerdo con el tipo de empresas y de soporte requerido y nativa sobre ambiente web. El modulo central del software es el Experteam, que utiliza un concepto de búsqueda y chequeo para determinar las personalizaciones del PLM para la empresa, una vez que la configuración se define para una empresa en particular, el software ofrece soluciones pre-definidas que incorporan adicionalmente las convenciones internacionales ampliamente aceptadas (nomenclatura, modelos de reportes, etc.). alrededor de este módulo central, se ofrece módulos específicos por tipos de industria: aeroespacial y defensa, automoción y tecnología electrónica de puta. (Siemens, 2016)

Figura 30: TeamCenter.



Fuente: https://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/

Además, el portafolio incluye modelos genéricos aplicables a cualquier otro tipo de empresas:

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	85 de 127

- Teamcenter Eterprice: para capturar la información que normalmente se encuentra dispersa por la empresa.
- Teamcenter Engineering: provee un ambiente colaborativo que combina la potencialidad de administración de datos con la visualización grafica con acceso a las múltiples plataformas de sistemas CAD: Unigraphics, Solid Edge, CATIA, Pro/Engineer, AutoCAD. permitiendo el intercambio entre aquellas plataformas y el procesamiento de los datos tales como especificaciones de ingeniería, documentos y requerimientos.
- Teamcenter Manufacturing: permite a todos los usuarios de la empresa, incluyendo proveedores, aliados estratégicos y clientes, utilizar la interface del programa para definir, validar y compartir información de pre-producción, asociar productos, procesos, plantas y recursos, y ejecutar un amplio rango de aplicaciones digitales de manufactura.
- Teamcenter Project: Útil para compartir en tiempo real toda la información del proyecto al equipo de trabajo, aunque se encuentre disperso en varias ubicaciones geográficas. Así, es posible compartir ideas, notas, comentarios, etc.
- Teamcenter Requeriments: no solamente posibilita a los participantes en la cadena de valor capturar y compartir información, sino que una vez recolectados todos los requerimientos de un producto, pueden ser asociados a elementos específicos del producto, estableciendo costes, comportamientos, peso, potencia, fiabilidad, etc.
- Teamcenter Visualization: integra capacidades de visualización multiplataforma CAD y opciones de prototipado virtual.
- Teamcenter Community: administrador de la comunidad empresarial.
- Teamcenter Integrator: integra la información dispersa de la empresa, para facilitar sus accesos a la comunidad.

Unigraphics NX (Desarrollo digital de productos): integra todas las fases de desarrollo de producto, diseño, ingeniería y fabricación. Para ellos dispone de los siguientes módulos:

- Planning: facilita la conceptualización del producto, permitiendo la captura de conocimiento y de registros utilizando guías o plantillas.
- Industrial design and styling: con esta herramienta se posibilita la creación rápida de formas y estilos que dan cuerpo al producto. Para ello usan unas herramientas de renderización y visualización rápida.
- Design: con una orientación hacia el diseño mecánico y la generación de documentos, flexibiliza el diseño de productos complejos. Incluye aplicaciones especializadas para diseños de lámina y de producto plásticos.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	86 de 127

- Design simulation: permite simular, validar y optimizar los productos diseñados, reduciendo los costes relacionados con construcción de prototipos físicos y las modificaciones inducida luego de la valorización.
- Tooling and machining: herramienta que esta dinámicamente ligada al módulo de diseño, facilita el proceso de manufactura y mecanización.
- Knowledge drive automation: con este se puede capturar conocimientos de productos y procesos para reutilizarlos posteriormente.

Figura 31: Unigraphics NX



Fuente: https://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/

Solid Edge: es la herramienta de CAD en 3D que ofrece la compañía UGS, caracterizada por la posibilidad de hacer el diseño en forma colaborativa permitiendo así la participación de toda la organización en el proceso. Otra característica importante es la captura del conocimiento de diseño, representado en la historia del desarrollo del producto, que puede ser utilizado para futuros desarrollos. (Siemens, 2016)

Figura 32: Solid Edge.



Fuente: https://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	87 de 127

4.2.1 Análisis de la información recopilada.

Se puede concluir que se trata de una serie de programas de tipo modular que buscan la integración de todo el ciclo de desarrollo de producto. La incorporación de las estrategias de punta en la ingeniería del producto, tales como el diseño colaborativo y la gestión del conocimiento, permiten identificar a estos fabricantes como los más poderosos del mercado actual.

Recordado que nuestro interés es la selección de un CAD para la compañía Prody Ltda., descartamos de la lista de selección los CAD:

El software basado en la nube Autodesk Buzzsaw ya que es más enfocado para la oparte administrativa, colaborativa y de almacenamiento que proporciona un medio flexible para introducir el poder de la nube en cualquier flujo de trabajo existente. Esta clase de programa cubrirá una combinación de las mejores prácticas, herramientas útiles, estrategias de aprendizaje y formación, e ideas para maximizar la adopción a través de diversas disciplinas y niveles de habilidad.

Creo Simulate es una solución estructural, térmico y vibraciones análisis con un conjunto completo de análisis de elementos finitos (FEA) capacidades que le permiten analizar y validar el rendimiento de sus prototipos virtuales en 3D antes de hacer la primera parte. Este software es de la compañía PTC y aunque es el software más estratégico de la compañía en nuestra posición buscamos un programa para nuestra área de Diseño.

Pro/Desktop (comúnmente conocida como Pro/D) anteriormente conocido como DesignWave es una CAD 3D que avenida perdiendo funcionalidad en la compañía PTC, ya estos han puestos sus ojos firmes en Creo Parametric.

Otro software descartado fue DIVISION, ya que los creadores del programa lo dirigieron para administración y procesamiento del diseño colaborativo, de tipo visual tanto en 2 como en 3D.

4.3 Comunicación y relación con los programas CAM y CAE.

4.3.1 Ventajas y desventajas de los CAD seleccionados.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	88 de 127

Tabla 11: Ventajas y Desventajas de AutoCAD

AutoCAD	
Ventajas.	<p>Es mucho más fácil y práctico trabajar en AutoCAD que en papel. Nos ahorramos mucho tiempo y encima es mucho más sencillo. Hacerlo a mano puede resultar tedioso y también tenemos que considerar nuestra prolijidad a la hora de hacerlo en una lámina.</p> <p>A medida que Autodesk va lanzando nuevas versiones, no cambian mucho con respecto a las anteriores para que el usuario no se tenga que actualizar a algo completamente desconocido. Las últimas versiones se parecen mucho, excepto que agregan nuevas pequeñas funciones.</p> <p>La configuración para imprimir un plano en AutoCAD en diferentes formatos es muy fácil. Hay infinidad de formatos incluidos y podemos ajustar colores, márgenes, capas, entre muchos otros aspectos.</p> <p>AutoCAD se ha relacionado con múltiples plataformas, con el beneficio de poder exportar e importar archivos de todo tipo. Por ejemplo, podemos traer una imagen o un bloque hacia el software, entre otras aplicaciones.</p> <p>Saber lo básico en AutoCAD es fácil de aprender (líneas, cotas, impresión, capas, funciones simples).</p> <p>Existen muchas utilidades del software para que el dibujo resulte más sencillo para la interpretación, como bloquear capas, o hacerlas no visibles, cambiarle el color a las mismas, entre otras.</p> <p>Se utiliza en muchas ramas, en las que se destacan: arquitectura, industria civil, electrónica, electromecánica, química, petrolífera, y técnica, entre las más destacadas</p>
Desventaja.	<p>La principal desventaja es el elevado costo del programa, ya que la licencia cuesta unos cuantos dólares, aproximadamente unos u\$s1000 o más.</p> <p>Saber usar en plenitud el software requiere mucho tiempo ya que hay infinidad de funciones que no son tan conocidas, e incluso que son de poca aplicación, al ser muy específicas.</p> <p>Si realizamos un objeto en 3D, con muchos detalles, configuración de luminosidad, brillo, detalles de materiales, por mejor computadora comercial que tengamos, suele ralentizarse mucho. Hay mejores softwares para hacer dibujos en 3D que son más sofisticados, con más funciones y que no se ralenticen tanto al trabajar con un archivo muy pesado.</p> <p>En Primera instancias fue creado para dibujo mecánico y ahora es utilizado en otros perfiles profesionales como la ingeniería y la arquitectura, lo que ha obligado a autodesk a integrar el Realismo lo que le agrega peso al producto final.</p>

Fuente: Adaptado de (Autodesk, Inc, 2016)

En la tabla 11 encontramos que AutoCAD es un programa muy versátil, que fue creado como primera instancia para diseños mecánicos, y que los trabajadores de Autodesk lo fueron transformando y dándole una orientación para campos de la construcción y arquitectura; también encontramos que este programa posee herramientas de diseños muy

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	89 de 127

fáciles de usar y que a medida que fueron saliendo más versiones del programa este ha venido aumentando su complejidad por lo tanto para las personas que no tienen un conocimiento sobre el dibujo 3D y una esperanza con estos softwares CAD necesitaran más esfuerzo para aprender a manejar este CAD.

Tabla 12: Ventajas y Desventajas de Inventor

Inventor	
Ventajas.	<p>La versión 2010 de inventor incorpora la parte moldflow y mejoraron el cálculo de estructuras y/o elementos finitos.</p> <p>Puede crear dibujos paramétricos de forma fácil y sencilla.</p> <p>Manipular más de 1000000 de piezas en ensamble.</p>
Desventaja.	<p>Los requerimientos de sistemas de inventor son muy elevados.</p> <p>No tiene herramientas de diseño avanzados.</p> <p>El modelo de superficie es muy limitado, así como las configuraciones tanto en pieza como en ensamble.</p>

Fuente: Adaptado de (Autodesk, Inc, 2016)

Al analizar las ventajas y desventajas de la tabla 12 encontramos que los creadores de inventor se dedicaron a mejorar las bibliotecas de piezas y la forma de ensamblarlas, también, mejoraron el análisis estructural por elementos finitos dejando atrás las herramientas de diseños avanzados, aunque inventor es un software nuevo ha venido ganado popularidad en las industrias donde se usan diseños mecánicos por su fácil aprendizaje.

Tabla 13: Ventajas y Desventajas de Creo Parametric.

Creo Parametric	
Ventajas.	<p>Cuando recién salió fue el mejor programa de CAD.</p> <p>Puede trabajar directamente con la pieza 3D.</p> <p>Programa paramétrico de CAD 3D y 2D muy potente.</p> <p>Es un programa muy versátil.</p> <p>Modelado de solido basado en características (chaflanes, vaciados, redondeos, taladros, etc.).</p> <p>Permite cambiar modelos y realizar interacciones de diseño.</p> <p>Es un producto diseñado pensando en los usuarios de los sistemas de automatización del diseño mecánico.</p>

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	90 de 127

	Los cambios realizados en cualquier etapa del proceso se propagan automáticamente hacia y adelante al resto de las etapas del proceso.
Desventaja.	Precio muy elevado. Cuando salió al mercado competía directamente con CATIA que era uno de los mejores softwares CAD, pero al paso de los años se ha desarrollado mejores softwares.

Fuente: Adaptado de (Product Development Technology, PTC Inc., 2016)

Una de las grandes ventajas que tiene este producto es que puede trabajar directamente con las piezas ensambladas en 2 y 3D, lo que le da más rapidez y agilidad al diseñador, Creo Parametric es un software que proporciona una interfaz amigable y fácil de aprender, aseguraron los creadores, a pesar de que sus creadores lo enfocaron más por el diseño mecánico cuando este salió compitió directamente con Catia que es un CAD, CAM y CAE pero al paso de los años y de las publicaciones de nuevas versiones el crecimiento de este software decayó.

Tabla 14: Ventajas y Desventajas de CATIA.

CATIA	
Ventajas.	Es un software que agrupa multitud de aplicaciones, con muy variadas funcionalidades, y ello permite, que, bajo una única interfaz, se puedan controlar todas las fases a lo largo de la vida de un producto. Engloba todas las herramientas necesarias desde la concepción del diseño, hasta el análisis, la simulación y presentación, la fabricación o producción y, mantenimiento de este. Es un software escalable, ya que consta de unos módulos básicos y se va ampliando en función de necesidades, y hacia unos módulos que pueden ser altamente específicos, para algún tipo de industrias.
Desventaja.	Precio muy elevado. Requiere de personal altamente calificado.

Fuente: adaptado de (Dassault Systèmes., 2016)

Este software es un CAD, CAM, y CAE es un PLM, que interviene en todas las fases del producto, este es el software por excelencia, a pesar de que sus creadores en la última versión trabajaron para hacer de Catia más amigable con los otros softwares convencionales y populares este software requiere de un personal altamente calificado lo que conlleva a que sea un software potente pero no muy comercial dado que también es el más costoso de su clase.

Tabla 15: Ventajas y Desventajas de SolidWorks.

SolidWorks:

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	91 de 127

Ventajas.	<p>SolidWorks es un programa que sirve para diseñar cosas en 2D y 3D, sobre todo piezas y mecanismos</p> <p>incorpora módulos que permiten realizar simulaciones, mover las piezas, calcular deformaciones, distribución de temperaturas, y fluidos.</p> <p>SolidWorks nos permite desarrollar productos de mejor calidad y más perfectos</p> <p>Una de sus ventajas es maximizar la productividad de su diseño, y otra podría ser que permite detallar diseños sin cometer errores.</p> <p>El manejo de SolidWorks es muy sencillo</p>
Desventaja.	<p>El módulo CAE de SW es mucho más básico que el Simulia (de Catia) o el FEMAP (de NX).</p> <p>sus visualizaciones son de menor calidad y tardan mucho tiempo en comparación con CATIA.</p> <p>Una de sus desventajas es que requiere una gran capacidad de espacio porque podría traer consecuencias al trabajar un poco más lento.</p>

Fuente: adaptado de (Dassault Systèmes., 2016)

SolidWorks fue la respuesta de Dassault Systèmes para la creciente demanda de un CAD comercial aunte no tan potente como Catia aseguraron sus creadores, este CAD posee una interfaz sencilla de comprender y manejar, sus ultima version fue mejora principalmente en el analisis estructural basados en el Simulia (Catia) aunque mucno mas basico, SW es el CAD mas competitivo y usado en las industrias de diseños mecanicos por que permite desarrollar productos de mejor calidad y más perfectos, los creadores de este softwares han asegurado que SolidWorks es el CAD más completo y potente del mercado actual.

Tabla 16: Ventas y Desventajas de Unigraphics NX

Unigraphics NX	
Ventajas.	<p>NX CAM proporciona una amplia variedad de funcionalidades, desde la programación sencilla de control numérico hasta el mecanizado de eje múltiple, lo que permite a los programadores de control numérico llevar a cabo muchas tareas utilizando un único sistema.</p> <p>Para conseguir la máxima productividad, los usuarios pueden trabajar en el sistema de forma gráfica. Por ejemplo, seleccionar y mover el modelo en 3D</p> <p>En cuanto a procesos de fabricación, NX ofrece aplicaciones especiales conjuntamente con CAM, como por ejemplo módulos de diseño de herramientas y de programación de inspección</p>
	Precio muy alto

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	92 de 127

Desventaja.	Demasiado complejo para una persona que no conoce sobre sistemas de modelado por computadora
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: adaptado de (Siemens, 2016)

Este es un PLM de recién incorporación de la marca Siemens que ofrece a sus usuarios la facilidad de conocer y modificar el producto desde su diseño, simulación y fabricación es el software de competencia de Catia, a pesar de que este es otro programa totalmente completo su comercialización depende generalmente de su alto costo y de su complejidad para los usuarios de sistemas de modelado por computadora.

Tabla 17: Ventajas y Desventajas de Solid Edge.

Solid Edge	
Ventajas.	<p>Diseño 100x más rápido, Synchronous Technology basa su tecnología en el modelado de forma libre desarrollando diseños sin las complicaciones que surgen del método tradicional que restringe la libertad de diseño con bocetos y operaciones dependientes entre sí.</p> <p>Edición Directa, Synchronous Technology realiza las ediciones y modificaciones directamente, es decir localizadas en la zona de trabajo sin depender de un árbol de operaciones o de cómo fue creado.</p> <p>Fácil Manejo, Al modelar basado en la forma Synchronous Technology puede ser operado por cualquier usuario con un conocimiento básico de 3D sin ser un especialista en el software.</p>
Desventaja.	Precio muy alto

Fuente: Adaptado de (Siemens, 2016)

MultiCAD, Synchronous Technology puede abrir, operar y editar cualquier archivo o modelo 3D sin necesidad de contar con otro programa. Solid Edge reconoce operaciones en los modelos importados pudiendo realizar modificaciones como si estuviera con el software originario, es un software de fácil manejo puede ser operado por cualquier usuario que posea conocimientos básicos de 3D

4.3.2 Compatibilidad con otros softwares CAD, CAM y CAE.

Tabla 18: Exportación e Importación de AutoCAD

AutoCAD	
Importar	Exportar
Modelos 3D (*.3dm) Sesión de trabajo (*.rws)	Modelos 3D de Rhino 5 (*.3dm) ACIS (*.SAT)



3D Studio (*.3ds) Adobe Illustrator (*.ai) Dibujo de AutoCAD (*.dwg) Intercambio de dibujo de AutoCAD (*.dxf) DirectX (*.x) Encapsulated PostScript (*.eps) Geometría GHS (*.gf, *.gft) IGES (*.igs, *.iges) LightWave (*.lwo) Microstation (*.dgn) MotionBuilder (*.fbx) NextEngine Scan (*.scn) OBJ (*.obj) OFF (. off) PDF (*.pdf) PLY (*.ply) Puntos (*.asc; *.csv; *.txt; *.xyz; *.cgo_ascii; *.cgo_asci; *.pts) Raw Triangles (*.raw) Recon M (*.m) SketchUp (*.skp) SLC (*.slc) SolidWorks (*.sldprt; *.sldasm) STEP (*.stp; *.step) STL (Estererolitografía) (*.stl) VDA (*.vda) VRML (*.vrml; *.wrl) WAMIT (*.gdf) ZCorp (*.zpr)	Adobe Illustrator (*.ai) Dibujo de AutoCAD (*.dwg) Intercambio de dibujo de AutoCAD (*.dxf) Autodesk Design Web Format (*.dwg) COLLADA (*.dae) Cult3D (*.cd) DirectX (*.x) Metarchivo mejorado (*.emf) GHS Part Maker (*.pm) Google Earth (*.kmz) GTS (Superficie triangulada GNU) (*.gts) LightWave (*.lwo) Moray UDO (*.udo) MotionBuilder (*.fbx) OBJ (*.obj) Propiedades de objeto (*.csv) Parasolid (*.x_t) PDF (*.pdf) PLY (*.ply) Puntos (*.txt) POV-Ray (*.pov) Raw Triangles (*.raw) RenderMan (*.rib) SketchUp (*.skp) SLC (*.slc) STL (Estererolitografía) (*.stl) VDA (*.vda) VRML (*.vrml; *.wrl) WAMIT (*.gdf) Metarchivo de Windows (*.wmf) Exportación de X3D (.x3dv) XAML (*.xaml) XGL (*.xgl) ZCorp (*.zpr)
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: adaptado de (Autodesk, Inc, 2016)

Inventor

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	94 de 127

Tabla 19: Convertidores y Formas de Importación de Archivos de Inventor.

Convertidor	Importar	Exportar
Alias	V10 o posterior	
CATIA V4	Todas las revisiones	
CATIA V5	R6 - V5-6R2014	R10 - V5-6R2014
Creo Parametric	1.0; 2.0; 3.0	
IGES	Todas las revisiones	5.3
JT	7.0 – 10.0	7.0 – 10.0
NX	Unigraphics V13 - NX 9	
Parasolid	Hasta 27.0	9.0 - 27.0
Pro/ENGINEER	Hasta Wildfire 5.0	
Granite de Pro/ENGINEER	Hasta 9.0	1.0 - 9.0
Neutral de Pro/ENGINEER	N/D	N/D
Rhino	Hasta 5.0	
SAT	Hasta 7.0	7.0
SolidWorks	2001 Plus – 2015	
STEP	AP214, AP203E2, AP242	AP214, AP203E2, AP242
STL	N/D	N/D
XGL/ZGL		N/D

Fuente: Adaptado de (Autodesk, Inc, 2016)

Creo Parametric.

Intercambio de datos.

Trabaja con diferentes formatos de fichero estándar, que incluyen STEP, IGES, DXF, STL, VRML, AutoCAD DWG, DXF (importación de datos 3D con datos 2D asociados), importación y exportación de ACIS, importación y exportación de Parasolid. (Product Development Technology, PTC Inc., 2016).

Intercambio de datos de varios sistemas CAD y otros productos.

Creo Parametric proporciona intercambio de datos nativos con numerosos formatos de fichero 2D y 3D. Las siguientes extensiones complementarias también proporcionan compatibilidad asociativa y otras prestaciones, como la administración de derechos digitales (DRM) para proteger la propiedad intelectual, procesamiento distribuido, compatibilidad con aplicaciones de terceros y mucho más. (Product Development Technology, PTC Inc., 2016)

- Creo Rights Management Extension
- Creo Distributed Computing Extension
- Creo Interface for CADD5 5
- Creo Interface for CATIA V4
- Creo Interface for CATIA V5
- Creo Interface for JT
- Creo Interface for NX
- Creo Legacy Data Migration Extension
- Creo Toolkit

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	95 de 127

- Kernel de compatibilidad GRANITE

Solidworks

Tabla 20: Importe y Exporte SolidWorks.

Importe y exporte en múltiples formatos de datos:	
3D XML	IFC
3DS	IGES
3MF	JPG
ACIS	OBJ
Adobe® Illustrator®	Parasolid®
AMF	ProEngineer®
PRC	Adobe Photoshop®
PDF	PSD (Adobe Photoshop)
Autodesk Inventor®	Rhino
Autodesk Mechanical Desktop®	SAT (ACIS®)
CADKEY®	Solid Edge®
Gráficos CATIA®	STEP
CGR (gráficos CATIA)	STL
DWG™	TIFF
DXF™	Unigraphics®
HCG (gráficos de alta compresión CATIA)	VDA-FS
HSF (Hoops)	VRML

Fuente: (Siemens, 2016)

Unigraphics NX y Solid Edge

Las herramientas de conversión de archivos, admiten los formatos de intercambio de archivos estándar y neutros, incluidos:

- Especificación de Intercambio de Gráficos Inicial (IGES)
- ISO 10303 - STEP AP203/AP214
- Formato de Intercambio de Dibujos AutoCAD (DXF)
- STL de prototipo rápido
- Formato de intercambio liviano JT

Los traductores de formato neutro se incluyen en la mayoría de los paquetes de softwares y se pueden invocar simplemente a través de los comandos Importación de archivos y Exportación de archivos.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	96 de 127

Intercambio de Datos Específico del Sistema.

También permite convertir datos directamente hacia y desde otro software de desarrollo de productos. Los traductores están disponibles para los formatos nativos de CATIA, Pro/ENGINEER, AutoCAD y SolidWorks. También puedes trabajar con la geometría nativa de Parasolid y los archivos Solid Edge e I-deas abiertos directamente.

Trabajar Directamente con Geometría Importada

Una vez que importas modelos de otros sistemas, Synchronous Technology permite reconocer fácilmente características e intento de diseño, y modificar la geometría directamente con una velocidad y simplicidad sin precedentes.

4.3.3 Análisis de la información recopilada.

En las tablas comprendidas en la sección 4.3.1. se muestran las ventajas y desventajas de los diferentes CAD, este análisis fue realizado y documentado por el autor de estas tesis y tubo como referencia los foros realizados sobre softwares CAD realizado por la compañía Autodesk, y Simens en su página web. (Autodesk, Inc, 2016), (Siemens, 2016).

En Primera instancias AutoCAD fue creado para dibujo mecánico y ahora es utilizado en otros perfiles profesionales como la ingeniería y la arquitectura, lo que ha obligado a Autodesk a Inclinarsé más por estos perfiles, AutoCAD seguirá siendo la herramienta por excelencia en el dibujo asistido por computadora en la industria de la construcción, pero los mismos creadores de AutoCAD han visto mayores posibilidades de crecimiento si crean versiones del programa especiales para cada industria.

Autodesk Inventor es un paquete de modelado paramétrico de solidos 3D producido por la empresa de software Autodesk. Compite con otros programas de diseño asistido por computadora como, SolidWorks, pro/ENGINEER, CATIA, y Solid Edge. Entro en el mercado en 1999, mucho años después que los antes mencionados y se agregó a la serie de diseños mecánicos de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de diseño mecánico en dos dimensiones hacia la competencia.

Una delas grandes fortalezas de Creo Parametric, es la implementación de una suite para diseño mecánico, análisis de comportamientos (esfuerzos, térmicos, fatiga, eléctrico) y creación de archivos para la fabricación asistida por computadora.

El hecho es que Catia, del que dijimos que era un programa escalable y totalmente modulable, ofrece a las grandes empresas unas ventajas que otros softwares no pueden ofrecer., La más importante, desde mi punto de vista, es que es un software que agrupa multitud de aplicaciones, con muy variadas funcionalidades, y ello permite, que, bajo una

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	97 de 127

única interfaz, se puedan controlar todas las fases a lo largo de la vida de un producto: diseño, validación, cálculo, fabricación, etc.

SolidWorks ofrece herramientas de análisis COSMOS integradas y fáciles de usar. Dichas herramientas le permiten varios escenarios posibles y optimizar los diseños realizados con SolidWorks. Estas herramientas le permiten validar los diseños en condiciones reales, lo que le permite mejorar la calidad del producto y reducir costos.

Ofrece apoyo a cada aspecto del desarrollo de productos, desde conceptos pasando por la ingeniería y manufactura. NX te ofrece un conjunto de aplicaciones integradas que coordina diferentes etapas y disciplinas en la ingeniería, mantiene la integridad de los datos y la intención de diseño en todo momento.

Solid Edge ST de SIEMENS es un software de diseño CAD especializado en el modelado de prototipos digitales 3D de una forma práctica y precisa. Con Solid Edge ST usted puede proyectar sus ideas con mayor exactitud, rapidez y con menos errores que con un programa de dibujo 2D.

Todos los softwares descritos anterior mente son las últimas versiones hasta el 2016 de cada uno de ellos por lo que se encuentran funciones novedosas y de última generación.

Tabla 21: Importaciones Selectivas y Actualizaciones Asociativas de la lista de los CAD

Formato	Versión	Importación selectiva	Actualización asociativa
CATIA V5	V5-6R2014	✓	✓
CATIA V5	Todo	✓	
PTC Creo	Hasta 3.0	✓	✓
PTC Wildfire	Hasta 5.0	✓	✓
SolidWorks	Hasta 2015	✓	✓
Siemens NX	v3 - v9	✓	✓
Alias	v11 - 2016	✓	✓
AutoCAD 2D	Hasta 2016		✓
Rhino	Todo	✓	
STEP	Todo	✓	
IGES	Todo	✓	

Fuente: adaptado por el autor.

De lo anterior podemos concluir que todos los CAD enlistados poseen herramientas que le permite, crear una relación con otros CAD, con sistemas de análisis estructurales y con formatos para el reconocimiento geométrico de los softwares de manufactura asistida por computadora.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	98 de 127

4.4 Costos de los softwares CAD.

Las Soluciones de Software generalmente parten de iniciativas que abordan una problemática concreta, con puntos de vista diversos de lo que con exactitud precisan y cómo hacerlas realidad. El proceso de gestación de un aplicativo de software encierra un conjunto de actividades, una de las primeras para el usuario es el de resolver un dilema nada sencillo, como el de determinar si es conveniente entrar en un proyecto de desarrollo de software o adquirir uno producto terminado.

Tabla 22: Presupuesto de AutoCAD e Inventor.

Cant.	Descripción	Valor unit.en Dolares	Valor total en Dolares, Incluido IVA
1	Renta Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD Annual Subscription with Basic Support	1480	1717
TOTAL			1.717
Cant.	Descripción	Valor unit.en Dolares	Valor total en Dolares, Incluido IVA
1	Renta Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD 2-Year Subscription with Basic Support	2960	3434
			3.434
Cant.	Descripción	Valor unit.en Dolares	Valor total en Dolares, Incluido IVA
1	Renta Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD 3-Year Subscription with Basic Support	4440	5.160
			5.160
Cant.	Descripción	Valor unit.en Dolares	Valor total en Dolares, Incluido IVA
1	Renta Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD Annual Subscription with Basic Support	1260	1462
TOTAL			1.462
Cant.	Descripción	Valor unit.en Dolares	Valor total en Dolares, Incluido IVA
1	Renta Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD 2-Year Subscription with Basic Support	2395	2.778
			2.778
Cant.	Descripción	Valor unit.en Dolares	Valor total en Dolares, Incluido IVA
1	Renta Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD 3-Year Subscription with Basic Support	3400	3.944
			3.844

Fuente: Proporcionado <http://www.geospatial.com.co/>

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	99 de 127

Figura 33: Presupuesto de Solid Edge y SolidWorks.

SEÑORES
PRODTY MECATRONICA INDUSTRIA Y COMERCIO LTDA

APRECIADOS SEÑORES

TENEMOS EL AGRADO DE COTIZARLES:

LICENCIA DEL SOFTWARE
SOLID EDGE:
VERSION FOUNDATION DOLARES IVA INCLUIDO..... \$ 7.148
VERSION CLASSIC..... 9.433
VEERSIOJN PREMIUN..... 13.529

LICENCIA DEL SOFTWARE
SOLIDWORKS
PROFESIONAL IVA INCVLUIDO.....\$ 12.941
STANDARD IVA INCLUIDO..... 10.437

ENTREGA A 10 DIAS
FORMA ELECTRONICA

PAGO POR ANTICIPADO 100

ATT
ISAAC MORA
ING. DEPTO. COMERCIAL

Fuente: Proporcionado por www.bogotacomputo.com



Tabla 23: Presupuesto de SolidWorks.

Producto	Licencia	Suscripción
<i>Diseño</i>		
SOLIDWORKS 2016	€ 6,600	€ 1,500
SOLIDWORKS Professional 2016	€ 8,250	€ 1,700
SOLIDWORKS Premium 2016	€ 10,950	€ 2,250
SOLIDWORKS Electrical Schematic 2016	€ 6,000	€ 1,680
SOLIDWORKS Electrical 3D	€ 6,000	€ 1,680
SOLIDWORKS Electrical Professional	€ 10,000	€ 2,800
<i>Validación del diseño</i>		
SOLIDWORKS Simulation Standard	€ 4,500	€ 1,125
SOLIDWORKS Simulation Professional 2016	€ 9,905	€ 2,275
SOLIDWORKS Simulation Premium 2016	€ 14,295	€ 3,575
SOLIDWORKS Flow Simulation 2016 Standard	€ 13,995	€ 3,499
SOLIDWORKS Plastics Standard	€ 4,995	€ 1,499
SOLIDWORKS Plastics Professional	€ 14,995	€ 3,749
SOLIDWORKS Plastics Premium	€ 22,495	€ 5,624
<i>Gestión de datos</i>		
SOLIDWORKS Enterprise PDM 2016 CAD Editor	€ 2,045	€ 550
SOLIDWORKS Enterprise PDM 2016 Contributor	€ 1,535	€ 450
SOLIDWORKS Enterprise PDM 2016 Viewer	€ 3,495	€ 1,165
<i>Comunicaciones técnicas</i>		
SOLIDWORKS Composer 2016	€ 6,800	€ 1,700
SOLIDWORKS Inspection Standard 2016	€ 1,995	€ 599
SOLIDWORKS Inspection Professional 2016	€ 3,495	€ 1,049
SOLIDWORKS MBD Standard	€ 1,995	€ 499
<i>Diseño sostenible</i>		
SOLIDWORKS Sustainability 2016	€ 3,995	€ 1,295

Fuente: http://www.plm.automation.siemens.com/es_es/



Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Código

1.1 01

Página

101 de 127

Tabla 24: Costos AutoCAD e Inventor.

Señor:
EMMANUEL YOZETH HAMBURGER ROMERO
Bogotá

REF. Licenciamiento AUTODESK

Respetados Señores:

Gracias por invitarnos a cotizar el licenciamiento de su compañía, para nosotros DCV CONSULTORES, compañía con más de 15 años de experiencia en el mercado de Latinoamérica; distribuidor autorizado y certificado en productos Autodesk en Colombia, estaremos gustosos de atender su requerimiento:

PRODUCT SINGLE				
AUTOCAD 2017				
BASIC SUPPORT				
No. de Parte	Producto	Cantidad	Valor Unitario	Observaciones
00111-WW4127-T897	Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD Annual Subscription with Basic Support	1	1.480,00	Licenciamiento por Suscripción. (1 año)
00111-WW3752-T146	Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD 2-Year Subscription with Basic Support	1	2.960,00	Licenciamiento por Suscripción. (2 años)
00111-WW4604-T777	Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD 3-Year Subscription with Basic Support	1	4.440,00	Licenciamiento por Suscripción. (3 años)

ADVANCED SUPPORT				
No. de Parte	Producto	Cantidad	Valor Unitario	Observaciones
00111-WW8695-T548	Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD Annual Subscription with Advanced Support	1	1.580,00	Licenciamiento por Suscripción. (1 año)
00111-WW3738-T591	Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD 2-Year Subscription with Advanced Support	1	3.160,00	Licenciamiento por Suscripción. (2 años)
00111-WW3033-T744	Autodesk AutoCAD 2017 Commercial New Single-user ELD 3-Year Subscription with Advanced Support	1	4.740,00	Licenciamiento por Suscripción. (3 años)

INVENTOR PROFESSIONAL 2017				
BASIC SUPPORT				
No. de Parte	Producto	Cantidad	Valor Unitario	Observaciones
79711-WW6919-T229	Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD Annual Subscription with Basic Support	1	1.260,00	Licenciamiento por Suscripción. (1 año)
79711-WW4963-T990	Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD 2-Year Subscription with Basic Support	1	2.395,00	Licenciamiento por Suscripción. (2 años)
79711-WW7500-T512	Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD 3-Year Subscription with Basic Support	1	3.400,00	Licenciamiento por Suscripción. (3 años)

ADVANCED SUPPORT				
No. de Parte	Producto	Cantidad	Valor Unitario	Observaciones
79711-WW2859-T981	Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD Annual Subscription with Advanced Support	1	1.505,00	Licenciamiento por Suscripción. (1 año)
79711-WW2438-T436	Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD 2-Year Subscription with Advanced Support	1	2.860,00	Licenciamiento por Suscripción. (2 años)
79711-WW9193-T743	Autodesk Inventor Professional 2017 Commercial New Single-user ELD 3-Year Subscription with Advanced Support	1	4.065,00	Licenciamiento por Suscripción. (3 años)

La Colección para Diseño de Producto, incluye Inventor y AutoCAD, además de otros productos propios de Autodesk.

PRODUCT DESIGN COLLECTION				
BASIC SUPPORT				
No. de Parte	Producto	Cantidad	Valor Unitario	Observaciones
02311-WW4091-T497	Product Design Collection IC Commercial New Single-user ELD Annual Subscription with Basic Support	1	2.144,00	Licenciamiento por Suscripción. (1 año)
02311-WW3653-T430	Product Design Collection IC Commercial New Single-user ELD 2-Year Subscription with Basic Support	1	4.072,00	Licenciamiento por Suscripción. (2 años)
02311-WW2552-T229	Product Design Collection IC Commercial New Single-user ELD 3-Year Subscription with Basic Support	1	5.791,00	Licenciamiento por Suscripción. (3 años)



Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero
Mecánico

Código

1.1 01

Página

102 de 127

ADVANCED SUPPORT

No. de Parte	Producto	Cantidad	Valor Unitario	Observaciones
02II1-WW3839-T813	Product Design Collection IC Commercial New Single-user ELD Annual Subscription with Advanced Support	1	2.372,00	Licenciamiento por Suscripción. (1 año)
02II1-WW9661-T295	Product Design Collection IC Commercial New Single-user ELD 2-Year Subscription with Advanced Support	1	4.510,00	Licenciamiento por Suscripción. (2 años)
02II1-WW7891-T834	Product Design Collection IC Commercial New Single-user ELD 3-Year Subscription with Advanced Support	1	6.405,00	Licenciamiento por Suscripción. (3 años)

Fuente: Proporcionado por DCV CONSULTORES.

Tabla 25: Presupuesto Creo Parametric.

Apreciable Emmanuel, [vozeth@live.com]
Tel.

En base a su requerimiento, le proponemos PTC Creo Engineer I, como parte de una solución CAD/CAM integrada, facilita la creación de programas CN, documentación de procesos y post procesamiento, además de simulación y verificación de trayectorias de herramientas.

En el caso de esta cotización, se propone en Licenciamiento en **Suscripción Anual**. Es decir, para mantener actualizado, usted solo debe de programar en su presupuesto anual, la renovación de las licencias, para que pueda continuar usando el software.

Nuestra propuesta es la siguiente:

Licencias Anuales de PTC/Cursos propuestos				
Cant.	Descripción	P.U.	Importe	Duración
1	Licencia en Suscripción Anual, de PTC Creo Engineer I Modo concurrente (network)	\$ 2,950 US	\$ 2,950 US	1 año
Subtotal			\$ 2,950 US	

Fuente: Metepec

Tabla 26: Presupuesto de Catia.

Partida	Cant.	Descripción	Precio Unitario (PLC) \$	Precio Unitario (ALC) \$	Precio Subtotal (PLC+ALC) \$
1	1	CATIA TEAM PLM	\$ 12,010.00	\$ 2,162.00	\$ 14,172.00
2	1	CATIA Fabricated Product Creation	\$ 3,003.00	\$ 540.70	\$ 3,543.70
3	1	CATIA Jigs & Tooling Creation	\$ 3,003.00	\$ 540.70	\$ 3,543.70
4	1	CATIA Animated Product Review	\$ 18,020.00	\$ 3,244.00	\$ 21,264.00
5	1	CATIA Composer	\$ 12,000.00	\$ 3,002.00	\$ 15,002.00
Subtotal					\$ 57,525.40
I.V.A.					\$ 9,204.06
TOTAL					\$ 66,729.46

Precios expresados en dólares americanos

Fuente: Kimeca.NET SA de CV

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	103 de 127

4.4.1 Análisis de costo beneficio.

En general los costes suelen ser cuantificables y estimables en unidades económicas, no así los beneficios, los cuales pueden ser tangibles o intangibles. En un análisis coste/beneficio se debe considerar aquellos aspectos tangibles, es decir, cuantificables en valores como dinero, tiempo, etc., e intangibles, es decir, no ponderables de una forma objetiva. Aunque los beneficios intangibles sean difíciles de cuantificar no hay razón para no tenerlos en cuenta, debiendo involucrar para ello a las diferentes partes implicadas (stakeholders) (marketing, finanzas, etc.). Como ejemplo (Bendix & Borracci, 2005) al efectuar cálculos sobre el coste - beneficio en áreas de ingeniería como la gestión de la configuración software comentan como en algún momento encuentran elementos que son subjetivos de medir, pero que igualmente los consideran en las estimaciones coste – beneficio.

Tabla 27: Costo Beneficio.

Software	Tipo	Compañía	Instalación	Capacitación	Asistencia técnica	Edición directa	Biblioteca de piezas	Diseño electro mecánico	Análisis por impacto ambiental y costo	Detección de colisiones	Animación 3D de calidad cinematográfica	Generador de planos automáticos	Costo software Dólar	Costo Licencia Dólar	Tiempo de la LC.
AutoCAD	CAD	Autodesk	Vía Web	No requiere	1, 2, 3, años licencia		x	x				x	Libre	1.260 a 2.000	1 año
Inventor	CAD	Autodesk	Vía Web	No requiere	1, 2, 3, años licencia		x			x	x	x	Libre	1.505 a 2.000	1 año
Creo Parametric	CAD	PTC	Vía Web	No requiere	Anula licencia	x	x			x		x	2.950 a 3.500	2.950	1 año
CATIA	PLM	Dassault Systèmes	Presencial	Personal calificado	Annual licencia	x	x	x	x	x	x	x	12.000 a 18.500	750 a 3.000	1 año
SolidWorks	CAD	Dassault Systèmes	Vía Web	No requiere	Annual licencia	x	x	x		x	x	x	Libre	7.500 a 11.000	1 año
Unigraphics NX	PLM	Siemens	Presencial	Personal calificado	Annual licencia	x	x	x	x	x	x	x	Libre	10.025 a 14.700	1 año
Solid Edge	CAD	Siemens	Vía Web	No requiere	Annual licencia		x	x		x	x	x	Libre	7.148 a 9.433	1 año

Fuente: Por el autor

En la tabla 27 el estudio que se muestra es la técnica del análisis coste/beneficio tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de los costes en que se incurre en la selección de CAD y comparar dichos costes con los beneficios de cada software para prestar una información más clara y detallada para ayudar a la selección del mejor CAD para la compañía.

Al retomar el análisis realizado en inciso 4.3.3 encontrábamos que los creadores de AutoCAD enfocaron dicho producto para las industrias de contricciones y arquitectura por lo tanto no es el perfil del software que estamos buscando implementar en el aérea de Diseños de nuestra compañía, a pesar que es un CAD libre de diseño estructural y que se consigue a

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	104 de 127

un bajo costo empresarial con respecto a los otros softwares no posee los beneficios elementales de última generación y herramientas que ayudan a minimizar tiempos en los análisis y diseños mecánicos.

El software Inventor fue creado por Autodesk al surgir una fuerte fuga de clientes del área de diseños mecánico, este software a pesar que tiene un costo bajo con respecto a programas de su tipo carece innovación y tecnología al momento de diseñar.

Creo Parametric fue descartado a pesar de que se encuentran licencias auto renovadas anualmente a muy bajos costos, no proporciona herramientas modernas de última generación e innovación que ayudan al personal de diseño estructural mecánico a la creación y simulación de sus productos este es un buen software para fase de aprendizaje en modelado 3D.

Los softwares Catia y Unigraphics NX son PLM ya que interviene en todas las fases de los procesos productivos comenzado desde su diseño, análisis y simulación, hasta llegar a su producción, son los softwares por excelencia, pero son softwares muy costosos y necesitan de un soporte anual de renovación de su licencia empresarial, por este motivo y al no requerir por parte de la compañía softwares CAM y CAE, estos dos quedan descartados de la selección.

4.5 Asistencia técnica de los CAD.

Condiciones comerciales

- Las formas de pago es 100% a 30 días contados desde la fecha de la factura. Las valideces de las ofertas anteriores tienen caducarán 10 días después de la entrega de la factura.
- El licenciamiento se descarga de la web y consiste en la entrega de los códigos con su respectivo certificado de licencia y suscripción para los CAD libres; los otros necesitan de una asistencia técnica presencial.
- La licencia de software es un contrato en el que el cliente adquiere los derechos de uso del software y acepta el reconocimiento a la propiedad intelectual del mismo por parte del fabricante, bajo las condiciones descritas en el respectivo documento digital o de papel que el cliente.
- Tiempos de Entrega: máximo 30 días calendario.

Aceptación de la propuesta

Esta propuesta se entenderá aceptada bajo las siguientes condiciones:

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	105 de 127

- Orden de compra formal.
- Correo electrónico aceptando la propuesta.

Condiciones de instalación y soporte del software

Proveer el hardware mínimo estipulado en la ficha técnica del producto y garantizar la correcta instalación y funcionamiento del Sistema Operativo en que trabajará la herramienta.

Contar con un profesional capacitado y con perfil de Administrador para manejar el sistema operativo y hardware donde se instalará el software, garantizando la disponibilidad total durante el tiempo que tome la instalación, brindando apoyo técnico y facilitando las herramientas que fueren necesarias para llevar a buen término la instalación.

El soporte técnico se brinda de primera mano cómo se estipule en el contrato de compras y de ser necesario por la casa matriz fabricante, a través del programa Suscripción. El soporte técnico no incluye capacitación. El soporte técnico se ofrece sobre el correcto funcionamiento del software adquirido y no sobre configuraciones de hardware y/o sistemas operativos existentes. No se brindará soporte técnico sobre la operación del software que se encuentre documentada en los manuales de usuario, técnicos o ayuda en línea que siempre se entregan al cliente en formato digital o análogo.

4.6 Análisis y selección del CAD.

Como softwares preseleccionados encontramos Solid Edge y SolidWorks.

Tabla 28: Solid Edge vs SolidWorks



SOLID EDGE
VELOCITY SERIES



SOLIDWORKS



Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero
Mecánico

Código

1.1 01

Página

106 de 127

uso previsto

- | | |
|-------------|-------------|
| ✓ diseño | ✓ diseño |
| ✓ eléctrico | ✓ eléctrico |
| ✓ Mecánico | ✓ Mecánico |

de usuarios previstos

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ✓ ingenieros | ✓ ingenieros |
| ✓ Los diseñadores industriales | ✓ Los diseñadores industriales |
| ✓ Estudiantes / usuarios ocasionales | ✓ Estudiantes / usuarios ocasionales |

La funcionalidad principal

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ✓ Parte / Modelado Asamblea | ✓ Parte / Modelado Asamblea |
| ✓ Simulación y Análisis | ✓ Simulación y Análisis |
| ✓ Animaciones y representación | ✓ Animaciones y representación |
| ✓ Estimación de costos | ✓ Estimación de costos |
| ✓ documentación | ✓ documentación |

Industria

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ✗ Aeroespacial | ✓ Aeroespacial |
| ✓ Manipulación de la carga | ✗ Manipulación de la carga |
| ✗ Construcción | ✓ Construcción |
| ✗ Productos de consumo | ✓ Productos de consumo |
| ✗ Energía | ✓ Energía |
| ✗ médico | ✓ médico |
| ✓ Software | ✗ Software |
| ✓ Automotor | ✓ Automotor |
| ✓ Computadora | ✓ Computadora |
| ✓ Electrónica | ✓ Electrónica |
| ✓ Ingeniería | ✓ Ingeniería |
| ✓ Fabricación | ✓ Fabricación |
| ✓ tecnología | ✓ tecnología |



Características importantes

- Dibujo 2D
- modelado 3D
- modelado paramétrico
- Rendering fotorealista

Características de productividad

- ✗ Archivo y Compartir
- ✗ La consistencia de diseño-Modelo
- ✓ Gestionar funciones de usuarios y permisos
- ✓ Línea de comando
- ✓ Copiar detalles

- ✓ Archivo y Compartir
- ✓ La consistencia de diseño-Modelo
- ✗ Gestionar funciones de usuarios y permisos
- ✓ Línea de comando
- ✓ Copiar detalles

Características de colaboración

- ✗ Opiniones de los usuarios múltiples
- ✓ Herramientas de visualización 3D

- ✓ Opiniones de los usuarios múltiples
- ✓ Herramientas de visualización 3D

Características avanzadas Surfacing

- ✗ copia de superficie
- ✗ Crear superficies de mediana
- ✗ Crear superficies planas
- ✗ Análisis de curvatura
- ✗ Análisis de desviación
- ✗ De forma libre en superficie radiada
- ✗ Análisis de Gauss
- ✗ sanar
- ✗ Tejer
- ✗ Análisis min Radio
- ✗ Mover / Copiar Cara
- ✗ Vuelva a colocar la cara
- ✗ formas para estilizar
- ✗ relleno de superficie
- ✗ barrido
- ✗ Análisis Comprobar simetría
- ✗ Recortar
- ✗ Análisis de la entalladura
- ✗ Análisis rayas de la cebra

- ✓ copia de superficie
- ✓ Crear superficies de mediana
- ✓ Crear superficies planas
- ✓ Análisis de curvatura
- ✓ Análisis de desviación
- ✓ De forma libre en superficie radiada
- ✓ Análisis de Gauss
- ✓ sanar
- ✓ Tejer
- ✓ Análisis min Radio
- ✓ Mover / Copiar Cara
- ✓ Vuelva a colocar la cara
- ✓ formas para estilizar
- ✓ relleno de superficie
- ✓ barrido
- ✓ Análisis Comprobar simetría
- ✓ Recortar
- ✓ Análisis de la entalladura
- ✓ Análisis rayas de la cebra



Características eléctricas

- | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ✗ Diseño de Circuitos 2D | ✓ Diseño de Circuitos 2D |
| ✗ La modelación de sistemas eléctricos 3D | ✓ La modelación de sistemas eléctricos 3D |

Sheet Metal Características de diseño

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ✓ Tablas perforadas | ✗ Tablas perforadas |
| ✗ Tabla de soldadura | ✓ Tabla de soldadura |
| ✓ Fibra neutra de pliegue / Deducción | ✓ Fibra neutra de pliegue / Deducción |
| ✓ Líneas de doblado | ✓ Líneas de doblado |
| ✓ tabla de plegado | ✓ tabla de plegado |
| ✓ Herramientas formando | ✓ Herramientas formando |
| ✓ Las tablas de agujeros | ✓ Las tablas de agujeros |
| ✓ Apuntes de colocación | ✓ Apuntes de colocación |
| ✓ Pantalla plana de palanca | ✓ Pantalla plana de palanca |

Formación

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ✓ Características de formación | ✓ Características de formación |
| ✓ Programas de entrenamiento | ✓ Programas de entrenamiento |

Los archivos grabable ^o

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ✗ ACIS SAT | ✓ ACIS SAT |
| ✓ CATPart | ✗ CATPart |
| ✗ DWG | ✓ DWG |
| ✗ AROS archivo META | ✓ AROS archivo META |
| ✗ HPGL / PLT | ✓ HPGL / PLT |
| ✓ CFI | ✗ CFI |
| ✗ IGS | ✓ IGS |
| ✗ JPEG | ✓ JPEG |
| ✓ JT | ✗ JT |
| ✗ PARASOLID XT | ✓ PARASOLID XT |
| ✗ EPRL | ✓ EPRL |
| ✗ SAB | ✓ SAB |
| ✗ Trabajo solido | ✓ Trabajo solido |
| ✗ STP | ✓ STP |
| ✗ TIF / TIFF | ✓ TIF / TIFF |
| ✗ VRML | ✓ VRML |
| ✗ WRL | ✓ WRL |
| ✓ XGL | ✗ XGL |
| ✓ XML | ✗ XML |

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	109 de 127

archivos legibles ⁹

✗ ACIS SAT	✓ ACIS SAT
✗ ASM	✓ ASM
✗ BMP	✓ BMP
✗ DRW	✓ DRW
✗ DWG	✓ DWG
✗ CFI	✓ CFI
✗ IGS	✓ IGS
✗ JPEG	✓ JPEG
✓ JT	✗ JT
✗ PARASOLID XT	✓ PARASOLID XT
✗ Rinoceronte	✓ Rinoceronte
✗ SAB	✓ SAB
✗ STP	✓ STP
✗ TIF / TIFF	✓ TIF / TIFF

Fuente: <http://cad.softwareinsider.com/compare/21-24/Solid-Edge-ST9-vs-SolidWorks>

En la tabla 28 se realiza un mapeo profundo de los dos softwares preseleccionados, y encontramos, que Solid Edge carece de muchas funcionalidades en comparación con SolidWorks, una de las más importantes es que SolidWorks tiene un sistema de análisis estructural que proporciona al diseñador más información detallada, también encontramos que este software brinda más compatibilidad con otros de su clase y con softwares CAM y CAE.

SolidWorks, es el software que se presenta a la compañía para que estos estudien toda esta propuesta y le den el paso a su implementación ahora se realizara una comparación de sus versiones para proporcionar un software más detallado y con las mejores herramientas para el diseño mecánico.

Tabla 29: Versiones de SolidWorks.

	SolidWorks®	SolidWorks® Office Professional	SolidWorks® Office Premium
Software de CAD en 3D de SolidWorks	•	•	•
DWGEDitor	•	•	•
COSMOSXpress	•	•	•
MoldFlowXpress	•	•	•
eDrawings Professional		•	•
SolidWorks Utilities		•	•
SolidWorks Animator		•	•
Toolbox		•	•
FeatureWorks		•	•
PhotoWorks		•	•
Programador de tareas de SolidWorks		•	•
3D Instant Website		•	•
SolidWorks Design Checker		•	•
PDMWorks Workgroup		•	•
SolidWorks Routing			•
COSMOSWorks Designer			•
COSMOSMotion			•
ScanTo3D			•

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	110 de 127

Fuente: <http://www.solidworks.es/sw/products/3d-cad/3d-cad-matrix.htm>

SolidWorks se comercializa en tres versiones: SolidWorks Office Premium, SolidWorks Office Professional y SolidWorks. La versión más completa es la Premium que incluye todas las herramientas disponibles para el diseño, validación, gestión y comunicación de proyectos. Las otras dos versiones contienen menos herramientas y cada una de ellas es aplicable en función de sus necesidades de uso.

SolidWorks Office Premium es la solución más completa de las tres. No sólo permite diseñar piezas, ensamblajes y realizar los planos de sus diseños, sino que además ofrece todas las herramientas de Verificación, Simulación, Gestión, Validación y Comunicación del diseño.

SolidWorks Office Professional. Incluye el programa CAD (pieza, ensamblaje y dibujo) y las mismas aplicaciones que la versión Premium excepto SolidWorks Routing, ScanTo 3D y las herramientas avanzadas de validación COSMOS.

SolidWorks Solución simple que contiene el programa de CAD en 3D SolidWorks y las herramientas sencillas de simulación COSMOSXpress y MoldFlowXpress. Además, incluye el DWGeditor. para crear, gestionar y modificar documentos realizados en AutoCAD.

Basándome a mi experiencia en el transcurso de la realización de mis prácticas empresariales, la realización y documentación detallada de este trabajo, yo recomiendo que el software de última generación sea implementado en la compañía Prody. Ltda., esté SolidWorks Premium 2017 de recién aparición el 20 de septiembre del 2016.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	111 de 127

5 CAPÍTULO: CONCLUSIONES.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	112 de 127

5.1 Conclusiones.

Con el desarrollo del presente trabajo de grado cumplimos con el objetivo general la selección de un software CAD para la compañía PRODTY Mecatrónica Industria y Comercio Ltda. Y damos como terminado al presentar dicha propuesta la práctica empresarial, en el periodo de febrero a Julio del 2016.

El presente trabajo, no pretende desmeritar las funciones de los softwares, solo se realiza una propuesta de apoyo pedagógico para la selección adecuada de un CAD de pendiendo de una necesidad empresarial.

Durante la realización de esta investigación se recopilamos informaciones detalladas de programas CAD de última generación, donde se concluyó que se trata de una serie de programas de tipo modular que buscan la integración de todo el ciclo de desarrollo de producto. Por lo anterior, la estructuración de la presente tesis trata acerca del concepto del diseño asistido por computadora, una breve reseña histórica y evolutiva, así como las tres maneras básicas de representación de proyectos por medio de modelos a base de alambres, superficies y sólidos. también habla de las ventajas que tiene el uso de la computación en los actuales procesos de ingeniería conceptual y de ingeniería de detalle, de las interfaces de estandarización más usuales en la transferencia de información.

Antes de la selección del CAD se realizó una matriz DOFA del área de diseños de la compañía para determinar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, ya que estas proporcionan toda la información necesaria para identificar factores internos y externos para tomar las correspondientes acciones y medidas correctivas, además se tomaron las 3 principales características de cada una de ellas, que son críticas para la selección de un nuevo CAD., encontramos que al implementar un nuevo CAD en el área de diseños nuestras debilidades desaparecerán como son (largos tiempos de diseños, CAD incompatible con los delos proveedores y deficiencia de esquemas de 2D a partir de 3D) y con esto evitaríamos nuestras amenazas (caducidad de contrato de servicios, resistencia de los clientes para la compra de los productos y entrada de nuevos competidores); con la implantación de un nuevo CAD estaríamos optimizando nuestra oportunidades (sistemas de calidad ISO 9000., alianza con nuevos proveedores y capacidad para crecer rápidamente) para hacer de la Prodyt una compañía más productiva y competitiva de clase mundial.

La técnica más efectiva para determinar la funcionalidad de cada programa CAD en relación con su costo, fue análisis coste/beneficio, que tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de los costes en que se incurre en la selección de CAD y comparar dichos costes con los beneficios de cada software para prestar una información más clara y detallada para ayudar a la selección del mejor CAD para la compañía, a pesar que CATIA V5 es un paquete integrado de CAD/CAM y CAE compuesto de numerosos módulos o espacios de trabajo (*Workbenches*) que resultan ser una gran herramienta de trabajo en procesos de diseño este PLM tiene un costo muy caro en comparación con otros de su tipo,

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	113 de 127

ya que la necesidad de la compañía solo radica en la implantación de un CAD para el área de diseños se le dio paso a la selección con el CAD SolidWorks versión Premium, ya que no sólo permite diseñar piezas, ensamblajes y realizar los planos de sus diseños, sino que además ofrece todas las herramientas de Verificación, Simulación, Gestión, Validación y Comunicación del diseño, todo esto a un costo promedio en comparación con otros de su clase.

El soporte técnico de los CAD estipulado por la casa fabricante no incluye capacitación. El soporte técnico se ofrece sobre el correcto funcionamiento del software adquirido y no sobre configuraciones de hardware y/o sistemas operativos existentes. No se brindará soporte técnico sobre la operación del software que se encuentre documentada en los manuales de usuario, técnicos o ayuda en línea que siempre se entregan al cliente en formato digital o análogo.

Para seleccionar de forma final el CAD se realizó y documento todo un compendio de ventajas, comparaciones, funcionalidades, soportes, conceptos básicos, análisis de las necesidades, (clientes, proveedores, productos, etc...) costos, benéficos, de los softwares más populares del mercado actual, pues entre más notorio sea el software, mayor será la comunidad que lo respalde, y la información para resolver dudas.

Dibujar mediante un programa de CAD es sólo cuestión de tiempo y estudio del programa que se haya elegido para realizar el diseño. Lo que verdaderamente importa siempre son los conceptos fundamentales de los cuales siempre se parten los análisis y diseños de productos. Para lo demás es solo cuestión de familiarizarse con el tiempo el entorno de trabajo que mejor se adecue a nuestras necesidades.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	114 de 127

5.2 Bibliografía.

- Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD.* (04 de abril de 2012). Obtenido de Aplicación al diseño de engranes de ejes paralelos con CAD: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/443/fichero/Indice.pdf>
- AutoCAD para la productividad . (10 de Nov de 2016). *DaSoft S.A. de C.V.* Obtenido de DaSoft S.A. de C.V.: <http://www.dasoft.mx/es-MX/inicio>
- Autodesk, Inc. (04 de Julio de 2016). *Autodesk.* Obtenido de Autodesk: <http://www.autodesk.com>
- Bonilla, A. (01 de enero de 2013). *Bizakaia.eu.* Obtenido de Bizakaia.eu: http://www.bizakaia.eu/Home2/Archivos/DPTO8/Temas/Pdf/ca_GTcapitulo1.pdf?idioma=CA
- Castro Martínez, E. y. (2001). *INNOVACIÓN Y SISTEMAS DE INNOVACIÓN.* España.
- Cataldi, I. Z. (2010). *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo.* Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata.
- COMPUCAD S.A. (03 de Jul de 2016). *COMPUCAD S.A.* Obtenido de COMPUCAD S.A.: <http://www.compucad.com.mx/>
- Core77. (03 de 09 de 2016). *Core77.* Obtenido de Core77: <http://www.core77.com/>
- Crefeld., S. A. (1994). Getting started: Concurrent engineering for médium-sized manufacturer. *Journal of Manufacturing Systems*, 20.
- Dassault Systèmes. (01 de Noviembre de 2016). *Dassault Systèmes.* Obtenido de Dassault Systèmes.: <http://www.3ds.com/es>
- De La Garza, J. M. (1994.). Value of Concurrent Engineering for A/E/C Industry. *J. of Management. in Engineering, ASCE*,, 16.
- Del Río Cidoncha, G. XVI Congreso Internacional de Ingeniería Grafica, Universidad de Sevilla, España. (2010). *Intercambio de modelos sólidos entre distintos sistemas de CAD mediante el formato neutro STEP.* España : Universidad de Sevilla.
- Enrique Fernández Martínez, A. L. (2014). *Evaluación y selección de software.* . Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Fiell., C. &. (2001). *EL DISEÑO INDUSTRIAL DE A ALA Z.* Italia : taschen.
- Figuroa Urrea, H. (2005). *diseño y manufactura por computadora desarrollo de las practicas del laboratorio de sistemas de manufactura flexible.* Mexico: Facultad de estudios superiores Cuautitlan,UNAM. Edo.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	115 de 127

- Formichella., M. M. (2005). *LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE INNOVACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO*. Tres arroyos.
- García Flores, R. (2009). Ingeniería concurrente y tecnologías de la información. *FIME-UANL.*, 12.
- Gimeno, J. M. (2000). *LA GESTION DEL DISEÑO EN LA EMPRESA*. España : Mc graw-hil.
- GRAPHICA SERVICIOS PROFESIONALES. (15 de Nov de 2016). *Bit*. Obtenido de BIt: <http://www.bitgraphica.com/>
- Ibermática. (15 de Nov de 2016). *Ibermática industria 4.0*. Obtenido de Ibermática industria 4.0: <http://www.ibermaticaindustria.com>
- I-Materialise. (12 de Agosto de 2015). *3D natives* . Obtenido de 3D natives : <http://www.3dnatives.com/es/top-25-softwares-mas-usados-en-impresion-3d12082015/>
- INTRODUCCIÓN AL CA D/CAM. (2015). En P. San Juan, *Técnicas CAD/CAM*, (págs. 01-16). lima: works.
- Kirberg., A. S. (2001). NUEVO PRODUCTO CREATIVIDAD, INNOVACIÓN Y MARKETING. *Mc Graw- Hill* , 10-30.
- Love, P. a. (1988). Concurrent Engineering: a strategy for procuring construction projects. *International Journal of Project Management*, 01-31.
- LUNA, G. R. (2006). *El Diseñador Industrial asistido por computadora, para la innovación de su trabajo en guatemala* . Guatemala : UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO .
- María A. Solano*, J. J. (2012). Methodology improvement in the performance of production systems. Applications in SMEs confection. *Ingeniería y Competitividad*, 37-52.
- Ortega Navarrete, R. D. (2009). *Diseño asistido por computadora utilizando el programa Solid Works V. 2008*. Mexico: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Edo.
- Peña, F. D. (2004). *Sistemas ERP. Metodologías de Implementación y Evaluación de Software* . España : Universidad de A Coruña.
- Product Development Technology, PTC Inc. (12 de Agosto de 2016). *PTC*. Obtenido de PTC: <http://www.ptc.com>
- Rojas, (. O. (2006). Diseño asistido por computador. *DISEÑO Y TECNOLOGÍA*, 325-800.

	Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Mecánico	Código	1.1 01
		Página	116 de 127

Siemens. (09 de 11 de 2016). *Siemens*. Obtenido de Siemens:
http://www.plm.automation.siemens.com/es_sa

softwareinsider. (15 de Nov de 2016). *softwareinsider*. Obtenido de softwareinsider:
<http://www.softwareinsider.com/>

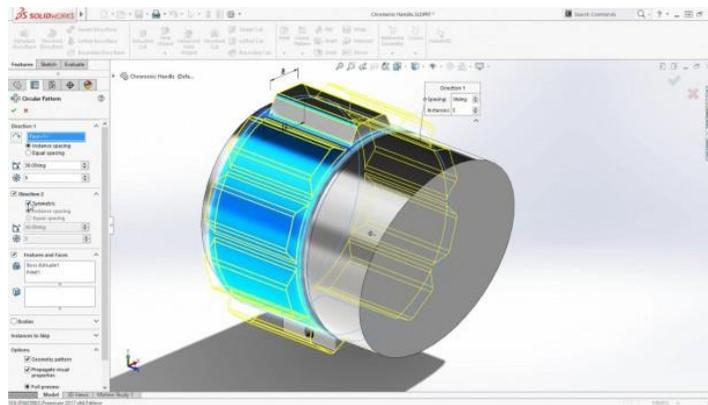
Trainex . (21 de Oct de 2016). *Trainex S.A. de C.V.* Obtenido de Trainex S.A. de C.V.:
<http://www.trainex.com.mx/>



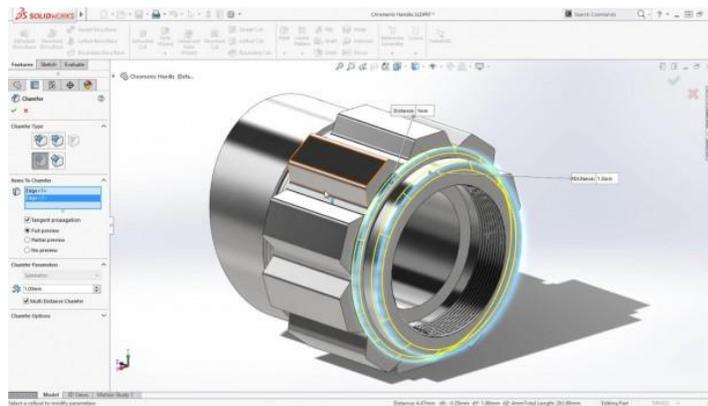
Anexos.

Estas son las 32 novedades que se expusieron en Dallas las cuales son ultimas mejoras que tiene SOLIDWORKS 2017. Recordad que son una muestra preliminar y que son las más importantes en este lanzamiento de SOLIDWORKS 2017.

Anexo 1:Matriz Circular Bidireccional

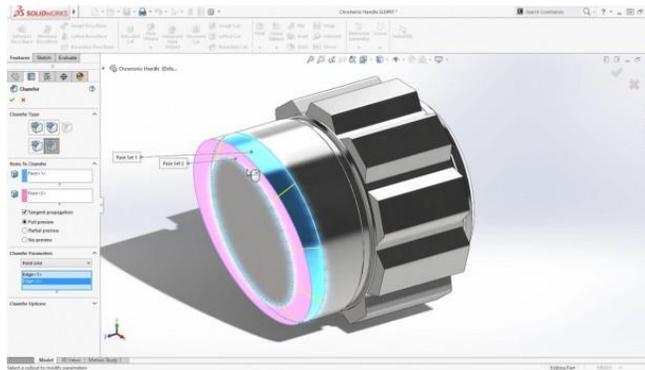


Anexo 2:Chaflán multi-distancia

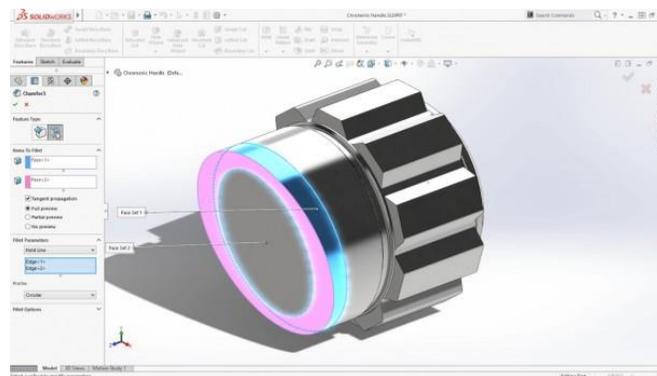




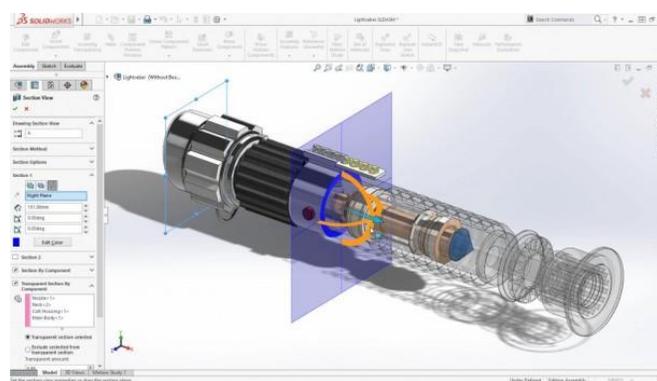
Anexo 3:Chaflán variable



Anexo 4:Operación combinada chaflán-redondeo

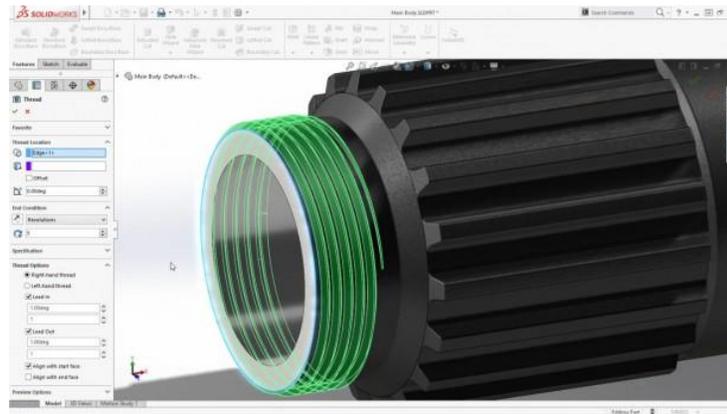


Anexo 5:Secciones de vista transparentes

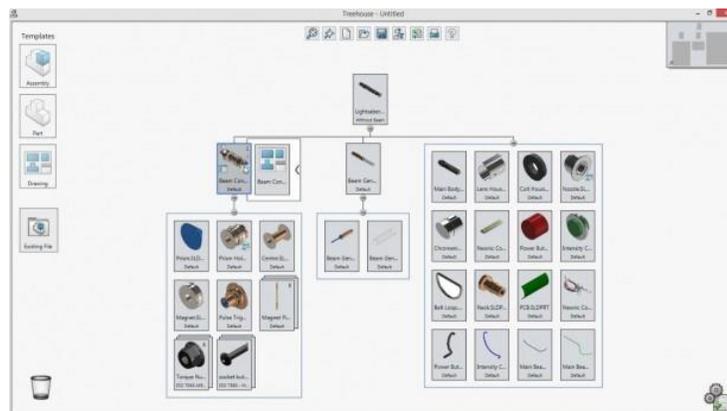




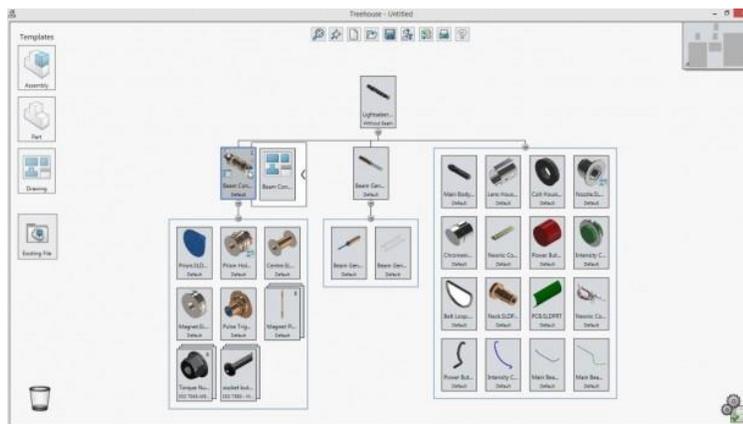
Anexo 6: Entrada/Salida para operación rosca



Anexo 7: Importación de dibujos a SOLIDWORKS Treehouse

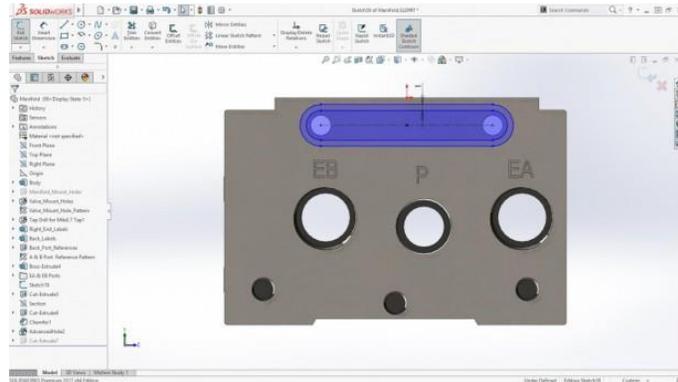


Anexo 8: Impresión de estructuras en SOLIDWORKS Treehouse

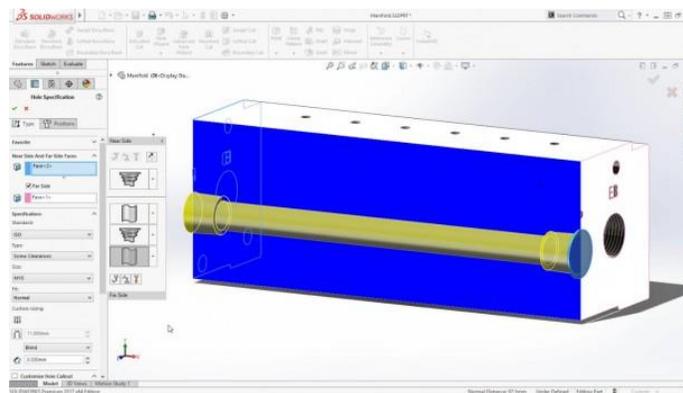




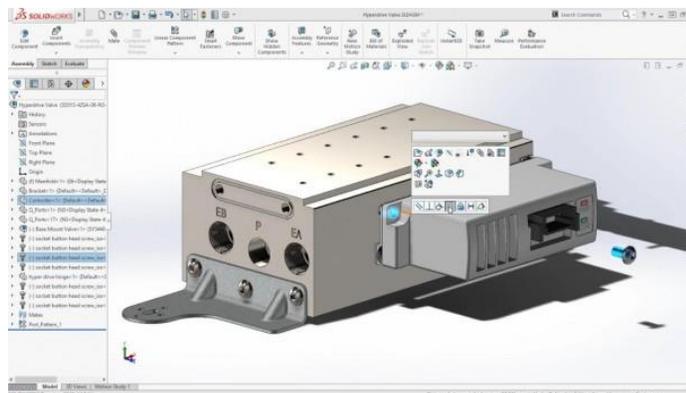
Anexo 9: Contornos de croquis sombreados



Anexo 10: Asistente de taladros avanzado

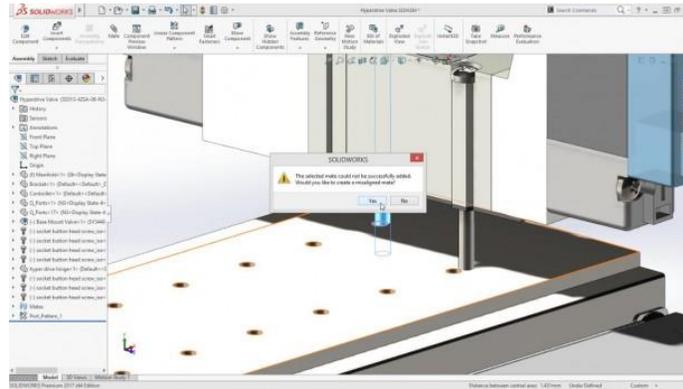


Anexo 11: Definición "SmarterMate"

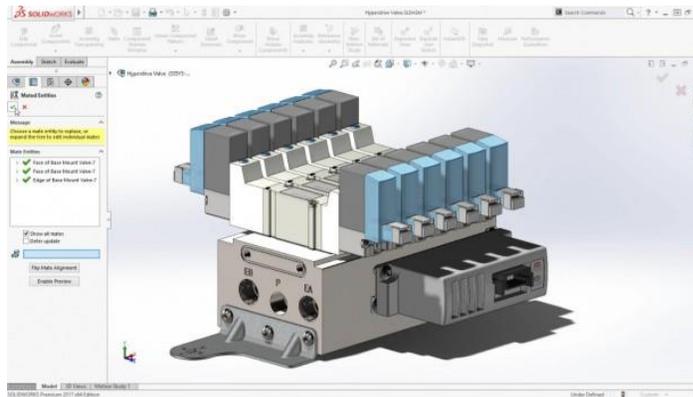




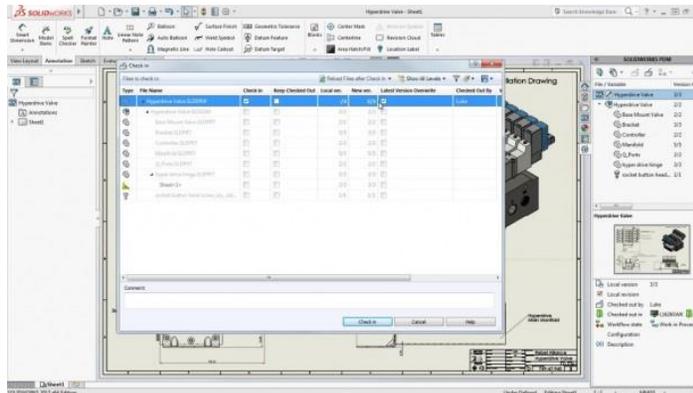
Anexo 12: Relaciones de posición desalineadas.



Anexo 13: Posibilidad de guardar un subconjunto como pieza, manteniendo las referencias.

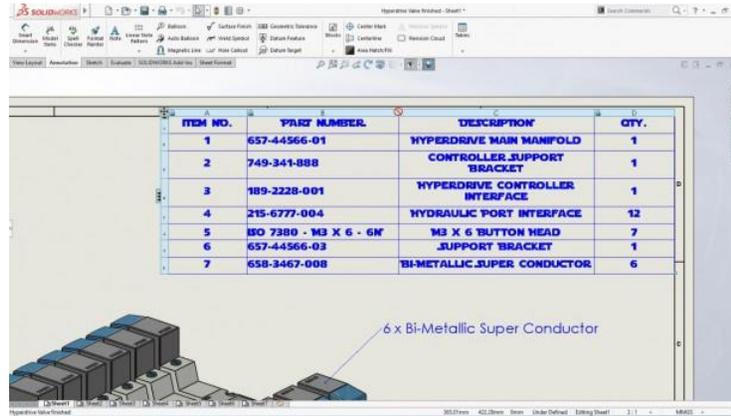


Anexo 14: Sobre-escritura sobre última versión de SOLIDWORKS PDM

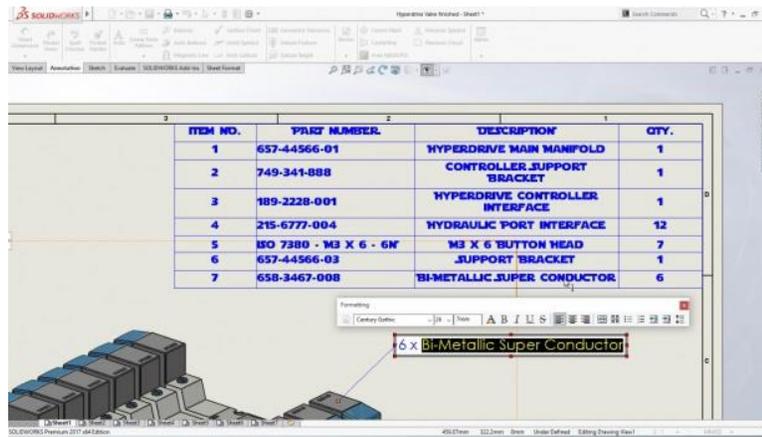




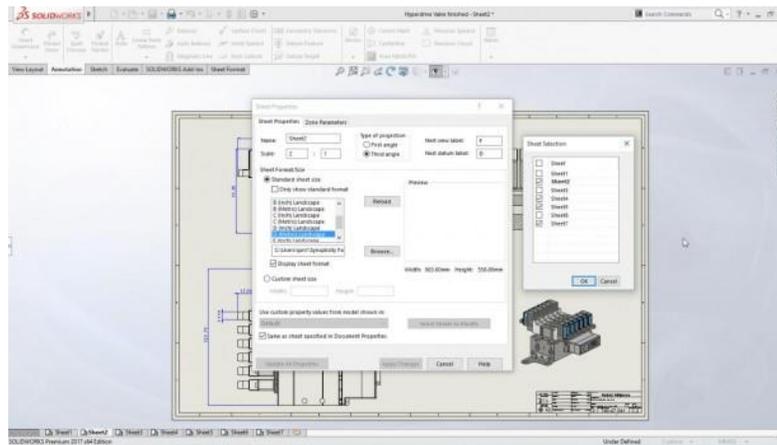
Anexo 15: Bloqueo de listas de materiales desde plantillas



Anexo 16: Anotaciones referenciadas a celdas de listas de materiales.

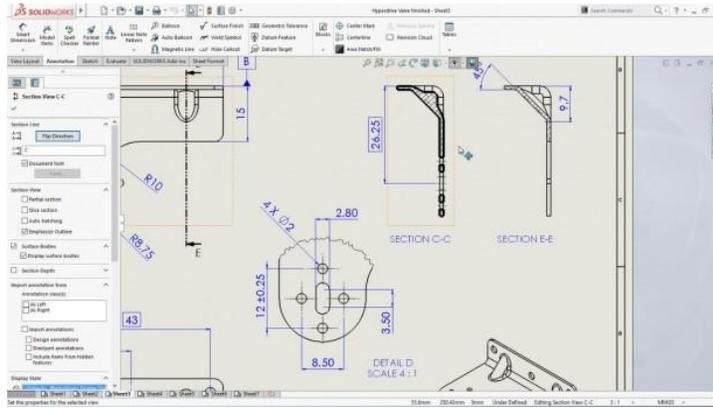


Anexo 17: Edición de propiedades multi-hoja

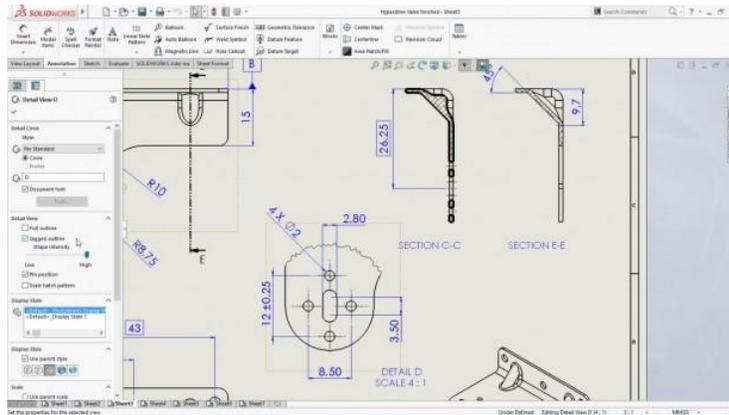




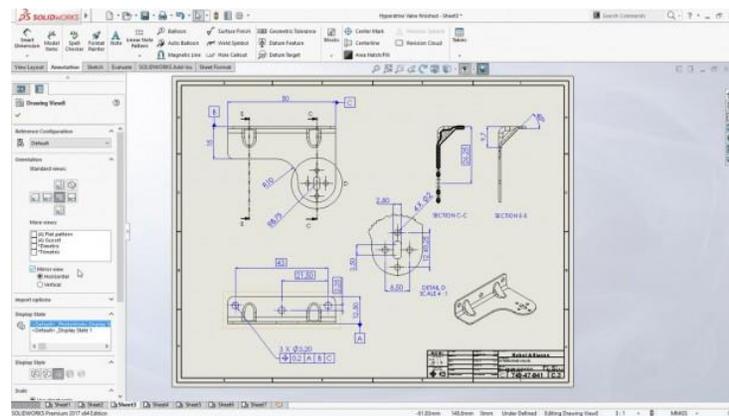
Anexo 18: Líneas de sección enfatizadas



Anexo 19: Vistas de detalle con líneas externas quebradas

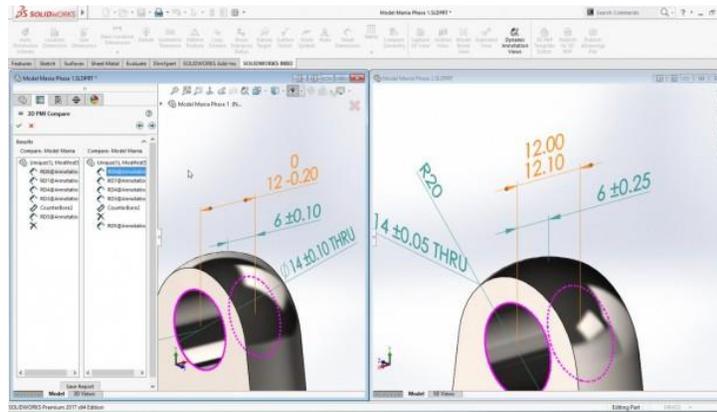


Anexo 20: Simetría de vistas 2D

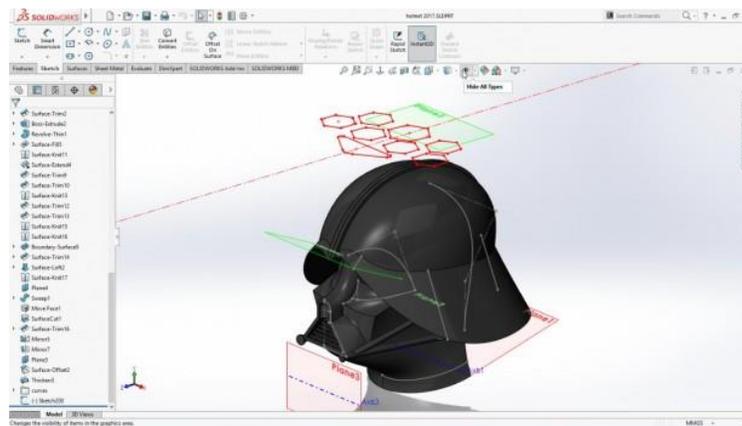




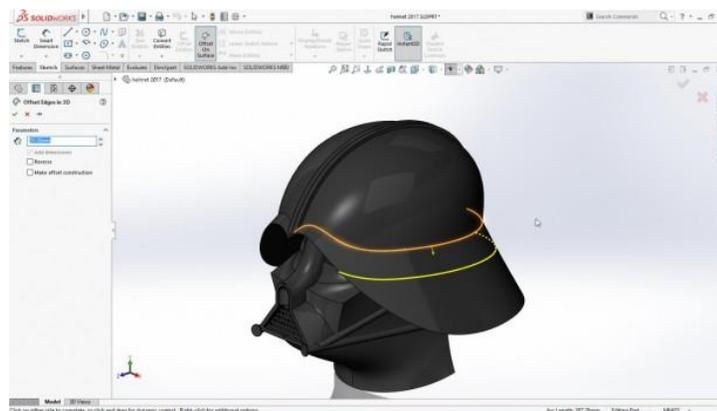
Anexo 24:Herramienta de comparación de anotaciones 3D en SOLIDWORKD MBD



Anexo 25:Ocultar todas las referencias

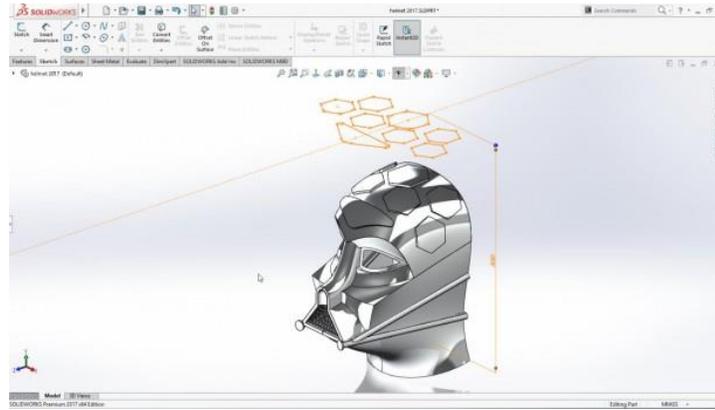


Anexo 26:Paralela a curva sobre superficie

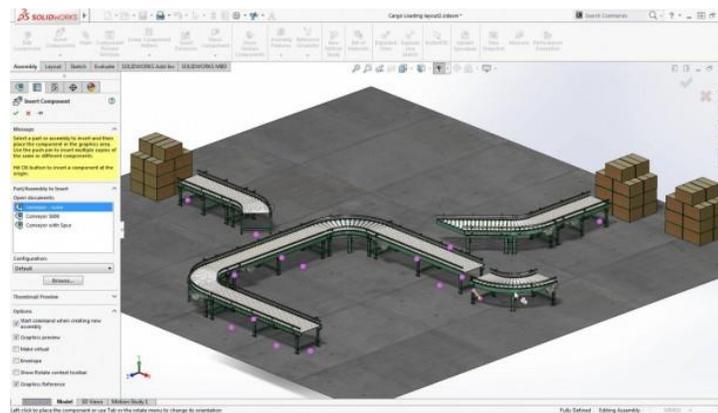




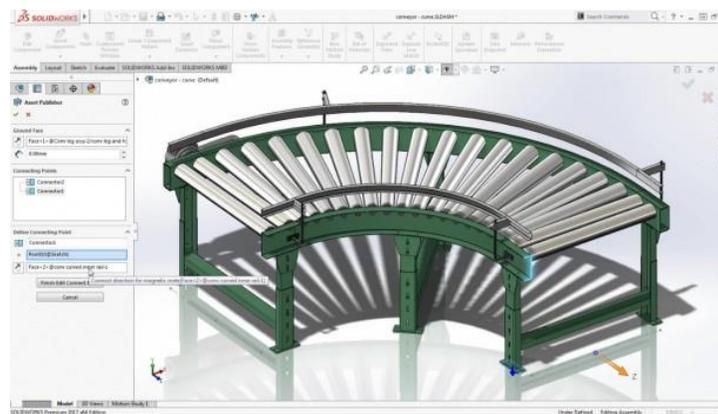
Anexo 27: Abatimiento de croquis sobre multi-superficies



Anexo 28: Relaciones de posición magnéticas



Anexo 29: Editor de relaciones de posición magnéticas

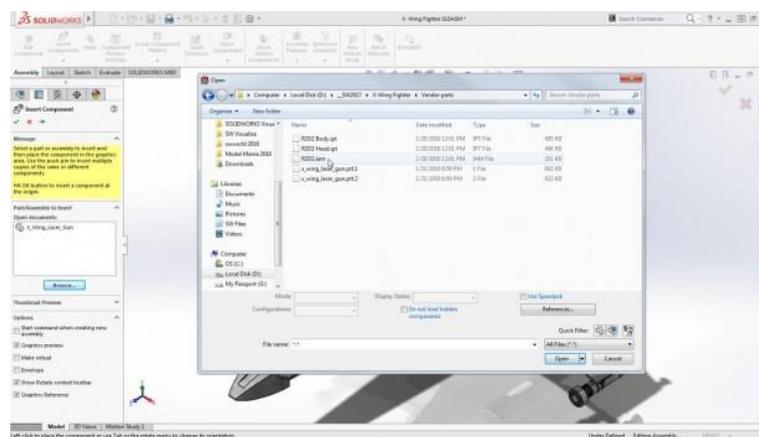




Anexo 30:eDrawings soporta muchos más formatos



Anexo 31:Apertura y reutilización de nuevos formatos CAD



Anexo 32:Mantiene operaciones y relaciones de posición cuando se modifican modelos CAD importados.

