

Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Escuela de Ingeniería Mecánica Electricista



Proyecto Integrador

**Estudio de adaptación de la gestión del ciclo de vida del producto
(PLM) empleada en una multinacional autopartista, a la pyme
Bicicletas Enrique**

Autor:

Prado, Nicolás Sebastián

Director:

Ing. Casarín, Alejandro Odorico

Codirectores:

Ing. Caballero, Martín

Ing. Verdu, Jean Philippe

Córdoba, 2017

Prólogo

Actualmente a las industrias se les exige cumplir con normativas de calidad, cuidado de medio ambiente y responsabilidad social cada vez más exigentes. En adición a estas variables, la economía nacional y de Latinoamérica en general es sumamente fluctuante, viéndose las empresas obligadas a adaptarse al cambio y nutrirse de flexibilidad para no quedar afuera de un mercado que cada día se hace más complejo. Por otra parte, es un problema recurrente para las organizaciones que la gente capacitada decida dejar su puesto y luego es complicado transmitir ese conocimiento a otras personas de manera rápida y precisa. Debido a todos estos factores mencionados, la gestión de proyectos se está convirtiendo en un factor clave para que las firmas logren un uso eficiente de sus recursos, adoptando de esta manera un rol competitivo frente a sus pares y siendo responsables con el medio ambiente.

Existen modelos y normas internacionales que facilitan el diseño y desarrollo de un sistema de gestión que sirva para cada empresa en particular. En este contexto, es válido suponer que todas las organizaciones, grandes, medianas, pequeñas y aún las microempresas o emprendedores autónomos se benefician de establecer e implantar cada uno su propio sistema de gestión.

Algunos de los modelos y normas más aceptados a nivel internacional son los propuestos por la Organización Internacional de Estandarización (ISO - por sus siglas en inglés). La ISO ha publicado las normas 9000 relativas al sistema de gestión de calidad, 14000 para el sistema de gestión ambiental, 22000 para el sistema de gestión de seguridad alimentaria.

Establecer un sistema de gestión en la organización es tarea de todo tipo de empresas. Según las normas ISO 9001 referidas a la gestión de calidad, la gestión es *"un conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización"*. Luego, un sistema de gestión queda definido como *"un sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos"*.¹

Algunos empresarios pueden pensar que sus organizaciones son muy pequeñas como para implementar un sistema de gestión del calibre del que usaría una gran empresa. Sin embargo, es importante que comprendan que una empresa lo es sin importar el tamaño físico, el número de

¹Definición de términos ISO 9001 calidad. Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9000. Recuperado de <http://iso9001calidad.com/definicion-de-terminos-586.html>.

empleados o los ingresos que maneje. Todas las empresas tienen una estructura organizacional que puede verse como un sistema de procesos y por lo tanto es menester mejorar su gestión constantemente para garantizar la satisfacción del cliente y obtener los máximos beneficios con la venta de sus productos.

A lo largo del presente Proyecto Integrador (PI), trabajaré con el concepto de “*Product Lifecycle Management*” (PLM) - Gestión del ciclo de vida del producto, que es un sistema de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto de manera eficiente y rentable, que abarca desde la concepción, el diseño y la producción, hasta el servicio y la eliminación. Dicha gestión, se realiza a través de soluciones integradas de software, tales como “*Computer Aided Design*” (CAD) - Diseño asistido por computadora, “*Computer Aided Engineering*” (CAE) - Ingeniería asistida por computadora, “*Computer Aided Manufacturing*” (CAM) - Fabricación asistida por computadora y “*Product Data Management*” (PDM) - Gestión de datos de productos.

De esta forma, PLM presenta una serie de recursos informáticos, que le otorgan a la empresa la facilidad de administrar e innovar sus productos, a lo largo de su vida económica.

Tradicionalmente, el manejo de la información mediante paquetes de software estaba reservado exclusivamente para las grandes empresas. En la actualidad, con los avances tecnológicos que se han alcanzado y siguen apareciendo continuamente, este paradigma está cambiando. Antes, las firmas necesitaban adquirir el hardware en el que alojar el software y tener personal dedicado a su mantenimiento y a la actualización intelectual del software, una inversión a la que habría que añadir el coste del programa en sí mismo. La tecnología “*Cloud computing*”², elimina estas barreras que hacían que muchas empresas no se plantearan la implantación de una solución mediante un paquete de software. Según el “*IEEE Computer Society*”, es “*un paradigma en el que la información se almacena de manera permanente en servidores de Internet y se envía a cachés*”.³

El propósito central de este PI es indagar y construir vínculos entre el sistema de gestión PLM y los desafíos que presentan los proyectos que afrontan las industrias en la actualidad. Como objeto

² Término en inglés que en español significa computación en nube.

³ IEEE Publications on Cloud Computing and Big Data. Recuperado de <http://cloudcomputing.ieee.org/publications>.

de estudio me basé en la metodología de trabajo de la pyme⁴ Bicicletas Enrique y tomé como modelo y referencia a una empresa multinacional⁵ radicada en la provincia de Córdoba, dedicada a la producción en gran escala de automóviles.

En el marco teórico de este proyecto pretendo definir conceptos claves como empresa, ciclo de vida del producto, PLM y desarrollo de producto, para que el lector pueda comprenderlo. En segunda instancia, ayuda a contextualizar el PLM y demostrar con antecedentes su utilidad en la industria. Además, fundamenta y sirve de respaldo para entender los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas por mí en carácter de autor del proyecto.

El interrogante al que responde el presente trabajo es, teniendo en consideración las características y necesidades de Bicicletas Enrique, si PLM es una opción viable. Respaldo en el trabajo de campo que realicé y teniendo en cuenta los puntos de vista de los altos mandos de la pyme, arribo a los aspectos a tener en cuenta en la decisión de aplicación de este tipo de sistemas de gestión tanto en Bicicletas Enrique, como en otras pymes argentinas.

⁴ Nombre común que referencia a la pequeña y mediana empresa. Su plural es pymes.

⁵ Por un tema de confidencialidad a pedido expreso de la empresa multinacional, no hago mención al nombre de la misma.

Agradecimientos

A mis padres, Isabel y Néstor, que con su apoyo y amor incondicional me acompañan en cada uno de los pasos que doy, siempre motivándome a ser un mejor hombre y a perseguir mis sueños.

A mi hermana y compañera de hogar a lo largo de la carrera, Carolina. Por hacer mis días más divertidos, con peleas y abrazos.

A mis nonos, Pura y Hugo, pilares fundamentales en mi formación como Ingeniero. Imposible devolverles el cariño que me brindaron desde el primer al último día de la carrera.

A mis abuelos, Isabel y Aldo, que con su amor y enseñanzas lograron que jamás los pueda olvidar.

A mis amigos de siempre y a los que me brindó la Facultad, que hicieron que nunca me sienta solo.

A mi director y codirectores del proyecto: Ing. Casarín, Ing. Caballero e Ing. Verdu, por darme el apoyo necesario en esta última instancia de formación de grado.

A la Universidad Nacional de Córdoba, institución a la que me comprometo a representar con orgullo y dedicación a lo largo de mi carrera profesional.

Índice

Prólogo	iii
Agradecimientos.....	vi
Capítulo 1. Introducción.....	11
1.1 Contextualización y planteo del problema.....	11
1.2 Motivaciones en la elección del tema	11
1.3 Objetivos.....	14
1.4 Metodología de trabajo	14
Capítulo 2. Marco teórico.....	16
2.1 Definición de empresa y clasificación	16
2.2 Etapas en el desarrollo de un producto	18
2.2.1 Identificación del problema y definición estratégica	20
2.2.2 Estudio de viabilidad.....	21
2.2.3 Armado de los diseños	21
2.2.4 Alcance de las decisiones económicas	22
2.2.5 Selección de materiales y procesos óptimos	22
2.2.6 Cronograma y planificación de las actividades manufactureras	23
2.2.7 Estudio del mercado.....	23
2.2.8 Producción en gran escala y desarrollo del mercado	24
2.2.9 Modificaciones del producto, preparación del servicio postventa y obsolescencia.....	24
2.3 ¿Qué es el PLM?.....	25
2.3.1 Utilidad e implementación del PLM	29
2.3.2 Historia del PLM, antecedentes y proyecciones a futuro.....	33
2.3.3 Costos de implementar PLM.....	40
2.3.4 Selección y aplicación de un sistema PLM.....	42
2.4 Presentación del Centro de formación de RRHH en PLM de la UNC	43
Capítulo 3. Paquete de software de PLM usado por la multinacional tomada como referencia ...	47
3.1 Teamcenter.....	47
3.2 NX.....	49
Capítulo 4. Bicicletas Enrique	51
4.1 Presentación de la empresa	51

4.2 Producto en estudio: bicicleta urbana de dama rodado 26.....	52
4.3 Trabajo de campo en la pyme	54
4.4 Necesidad de implementación de un sistema PLM en Bicicletas Enrique	57
4.5 Estudio de viabilidad en la implementación de un sistema PLM para su aplicación en Bicicletas Enrique	57
4.5.1 Factibilidad de adaptación del PLM usado en una multinacional a la pyme Bicicletas Enrique.....	58
4.6 Metodología de trabajo propuesta empleando PLM.....	59
4.6.1 Requerimientos informáticos de aplicación	63
4.6.2 Capacitación	65
4.6.3 Costos de la implementación y condiciones comerciales	66
4.7 Decisión por parte de la pyme	69
Capítulo 5. Cumplimiento de objetivos y aprendizaje obtenido	74
Capítulo 6. Conclusiones.....	76
6.1 Problemas surgidos a lo largo del proyecto	78
Glosario	79
Anexos.....	82
Anexo 1.....	82
Anexo 2.....	85
Anexo 3.....	89
Anexo 4.....	102
Anexo 5.....	105
Anexo 6.....	106
Bibliografía.....	108

Índice de figuras

Fig. 1 Distribución de PLMCC en el mundo.....	12
Fig. 2 Etapas en el desarrollo de productos	19
Fig. 3 Integración de PLM con ERP	26
Fig. 4 Ciclo de vida de un producto	27
Fig. 5 Áreas de influencia del PLM en el ciclo de vida de un producto.....	29
Fig. 6 Proceso con PLM contra desarrollo tradicional	31
Fig. 7 Empresas más influyentes en el mercado del PLM.....	36
Fig. 8 Inversiones en PLM en el mercado	39
Fig. 9 Composición PLMCC	44
Fig. 10 Fotografía bicicleta urbana de dama rodado 26	53
Fig. 11 Arquitectura de 3DEXPERIENCE.....	64
Fig. 12 Organigrama de Bicicletas Enrique.....	105

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de las pymes según la Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa	18
Tabla 2 Costos en la implementación de un sistema PLM.....	40
Tabla 3 Propuesta técnica de Dassault Systèmes	61
Tabla 4 Condiciones comerciales de Dassault Systèmes	67
Tabla 5 Cotización de los requerimientos informáticos	68
Tabla 6 Matriz FODA de Bicicletas Enrique	71
Tabla 7 BOM de la bicicleta urbana de dama rodado 26	82

Capítulo 1. Introducción

En este primer capítulo, abordo los pilares fundamentales de este PI. Principalmente las problemáticas que intento resolver, las motivaciones en la elección del tema, los interrogantes que orientan la investigación y los propósitos de la misma. Además, defino de forma clara y precisa cuáles son los objetivos y cuál es la metodología a seguir para alcanzarlos.

1.1 Contextualización y planteo del problema

El presente proyecto surge de la decisión que toma la dirección general de la pyme Bicicletas Enrique, ante el planteo que hago como autor de intentar mejorar la gestión de su producción usando los programas que brinda PLM y de esta forma aumentar las ganancias de la empresa, por medio de una mejora en la racionalidad del uso de sus recursos.

1.2 Motivaciones en la elección del tema

"Fruto del acuerdo de cooperación bilateral entre las repúblicas de Argentina y Francia de 1964, la Universidad Nacional de Córdoba y la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación, por una parte, y el Ministerio de Educación Nacional y de Educación Superior e Investigación y la empresa Dassault Systèmes por la otra, firmaron el 7 de noviembre de 2014 una carta intención de cooperación para la creación de un centro de formación de recursos humanos para la innovación industrial en gestión del ciclo de vida del producto (Product Lifecycle Management Competency Center – PLMCC), con sede en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC".⁶

El 22 de junio de 2016, la UNC inaugura el primer centro formación de recursos humanos en PLM del país. En esta instancia, vale la pena aclarar que solo cinco países del mundo (Brasil, India, México, Sudáfrica y Vietnam) contaban con una estructura de este tipo.

⁶ Área de Comunicaciones Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2016. Recuperado de <http://www.portal.efn.uncor.edu/?p=8136>



Fig. 1 Distribución de PLMCC en el mundo⁷

En la figura 1, se encuentran marcados los centros de formación de recursos humanos en PLM de la empresa Dassault Systèmes presentes en San Pablo, Nueva Delhi, Monterrey, Johannesburgo, Hanói y Córdoba.

En el marco de este acuerdo, se definieron los objetivos del campus PLM como: *"la formación y perfeccionamiento de docentes de universidades y de institutos superiores de educación técnica, profesionales y técnicos de industrias, como así también estudiantes universitarios y técnicos superiores"*.⁸

Las primeras industrias en aplicar PLM, en la década del 80', fueron la automotriz y la aeronáutica. Actualmente, lo utilizan empresas de todos los sectores industriales. Ha sido adoptada

⁷ Imagen recuperada de la página web del PLMCC.

http://educacom.info/plmcc/Carre_web/carte_clicable.htm

⁸ Larrea Sartori. Campus PLM de Córdoba, centro de formación en gestión del ciclo de vida del producto (PLM) hacia la gestión de la industria e innovación.

por fabricantes de maquinaria, de alimentos, de equipos electrónicos, de insumos médicos, entre otros.

Por otra parte, la Escuela de Ingeniería Mecánica Electricista dentro de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba posee la política de:

"Profundizar las políticas institucionales en investigación, desarrollo tecnológico, cooperación interinstitucional, transferencia, vinculación con el medio y perfeccionamiento del personal docente y de apoyo."

"Mantener al Plan de Estudios actualizado y adecuado a las exigencias tecnológicas."

"Mejorar la dedicación de los docentes tendiendo a aumentar la cantidad de docentes que realizan actividades I+D. Afianzar el grado de compromiso y la pertenencia del docente con la UA y con la carrera y propender a una estructura básica de cátedra."⁹

Analizando las anteriores citas, se entiende que realizar un PI sobre PLM dentro de la carrera de Ingeniería Mecánica Electricista, sirve como herramienta para lograr los objetivos planteados en las políticas de la Escuela y de la Facultad, ya que como se verá a lo largo del PI, una de las metas que tiene el PLM es fomentar la innovación tecnológica y acompañar al desarrollo dentro de las industrias.

A nivel personal, tuve la posibilidad de realizar una pasantía en el área de Compras, división Desarrollo de Producto en una multinacional dedicada a la producción de automóviles radicada en Córdoba, donde pude apreciar los beneficios que brinda el PLM a este tipo de estructuras. Además, estuve en contacto con diferentes proveedores, que son empresas de menor tamaño y que trabajan en conjunto con la multinacional en el desarrollo de componentes y piezas para conformar el producto. En esta red de negocios, es fundamental gestionar la información, los tiempos técnicos y la comunicación y como se verá a lo largo de este proyecto, son facilidades que brinda el PLM. Sin embargo, me cuestioné que solo la empresa que maneja el corazón del negocio utilice este tipo de

⁹ Carrera Ingeniería Mecánica Electricista, plan de desarrollo (2011-2016). Recuperado de http://www.portal.efn.uncor.edu/archivos/pep/Plan_Desarrollo_IME_v3.pdf

sistemas para gestionar los productos y me llevó a preguntarme si puede ser provechoso para la red del negocio, que la totalidad de los integrantes utilicen el mismo sistema de gestión.

1.3 Objetivos

El propósito central de este PI es indagar y construir vínculos entre el sistema de gestión PLM y los desafíos que presentan los proyectos que afrontan las industrias en la actualidad. Como objeto de estudio me base en la pyme Bicicletas Enrique y tomé como modelo y referencia a una empresa multinacional radicada en Córdoba, dedicada a la producción de automóviles.

Algunos de los interrogantes que sostienen la temática de esta investigación son: ¿Cuánta importancia adquiere la gestión de la información en la puesta en marcha de un proyecto industrial? ¿Cuáles son las herramientas que brinda a las industrias de pequeño, mediano y gran capital el PLM? ¿Cómo aprovecha una multinacional los programas de PLM? ¿Son herramientas que también le sirven a la pyme Bicicletas Enrique? ¿Es rentable para una pyme invertir en programas de PLM? ¿Es posible reducir los tiempos técnicos, costos e inversiones de la pyme utilizando PLM?

1.4 Metodología de trabajo

La Real Academia Española define a la investigación de la siguiente manera:

*"f. que tiene por fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir, en principio, ninguna aplicación práctica."*¹⁰

Sin embargo, como se aclaró en las anteriores líneas, este proyecto no auspicia como una mera investigación teórica, sino que estudia el impacto del PLM dentro de la industria en un proyecto real, que se encuentra inmerso en un mercado cada día más competitivo y afectado por una economía sumamente fluctuante.

De esta manera, es posible definir dos grandes campos dentro del PI. El primero consiste en la realización de un marco netamente teórico, cuya principal meta es definir la aplicación, los alcances, las limitaciones, las motivaciones y los objetivos del sistema de gestión del ciclo de vida del producto.

¹⁰ Definición del diccionario de la Real Academia Española, 2017. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=M3YxV5t>).

El segundo campo abarca la identificación de necesidades de mejora que tiene la pyme Bicicletas Enrique y el estudio de viabilidad de una posible implementación de PLM en la empresa, que atienda dichas necesidades.

Para llevar a cabo los objetivos planteados dentro del PI, se trabajó en conjunto con un equipo multidisciplinario con vasta experiencia en la industria y en el campo del PLM, como son los Ing. Casarín, Ing. Caballero e Ing. Verdu.

El formato del informe respeta las condiciones solicitadas por la Escuela de Ingeniería Mecánica Electricista en su guía de presentación y confección de informes, que están basadas en las normas APA 2017 6^o edición.¹¹

¹¹ En caso de necesidad de recurrir a la norma, para el armado de este proyecto me basé en la siguiente fuente bibliográfica: <http://normasapa.net/2017-edicion-6/>

Capítulo 2. Marco teórico

En esta etapa del proyecto, desarrollo conceptos claves para entenderlo correctamente. En primera instancia, defino empresa y la clasifico según su tamaño. En segundo lugar, enumero y describo los pasos a seguir para desarrollar un producto de manera satisfactoria.

Defino el concepto de PLM y demuestro con antecedentes las ventajas que presenta el uso de este sistema en la industria. Además, realizo un repaso histórico de cómo surgió y cómo fue su evolución en el mercado. Aclaro cuáles son los costos a tener en consideración al momento de implementarlo, como así también cuáles son las opciones que se encuentran disponibles en el mercado y las variables a tener en cuenta al momento de seleccionar una empresa proveedora del sistema. Luego, expongo las proyecciones que realizan las consultoras y empresas dedicadas a la implementación de estos programas.

Como cierre del capítulo, hago una reseña sobre el centro de formación de RRHH¹² en PLM que se inauguró en la UNC. Desarrollo cómo está compuesto y cuáles son sus principales objetivos y aspiraciones.

2.1 Definición de empresa y clasificación

La Real Academia Española utiliza en una de sus acepciones para la palabra empresa la siguiente definición:

*"f. Unidad de organización dedicada a actividades industriales, mercantiles o de prestación de servicios con fines lucrativos."*¹³

Hay varias formas de clasificación de las empresas. Las más comunes son por la actividad que realicen, por la forma jurídica que adopten, por la propiedad del capital o por el tamaño que tengan. A los fines de este proyecto, me interesa en mayor medida la clasificación según el tamaño y trabajo con empresas que se dedican a la producción, dejando de lado las que brindan servicios. Según

¹² Siglas que hacen referencia al plural de recurso humano.

¹³ Definición del diccionario de la Real Academia Española, 2017. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=EsuT8Fg>

Cristian Salazar, académico investigador de la Universidad Austral de Chile, en su presentación "*Clasificación de las empresas*"¹⁴, es posible dividir las de la siguiente manera:

- Pequeñas: Micro y Pequeña
- Medianas
- Grandes

Esta clasificación sobre el tamaño es la normalmente aceptada por la mayoría de los autores y de este en particular, voy a rescatar su división con respecto a la cantidad de operarios que conforman a la empresa y no así sobre los ingresos que obtienen, ya que utiliza valores no representativos para Argentina.

El economista chileno divide a las pequeñas empresas en dos grupos; la primera es la "micro empresa" que es aquella que tiene hasta 5 trabajadores y luego habla de la "pequeña empresa", que posee entre 6 a 50.

En segunda instancia, agrupa dentro de las empresas "medianas" a las que cuentan con 50 a 400 y a las "grandes" las define con más de 400 empleados.

La "Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa" clasifica a las pymes en la última "Resolución General 103-E/2017", según los topes de facturación anual para conseguir beneficios, como se indica en la tabla número 1.

¹⁴ Salazar Cristian, 2011. Clasificación de las empresas Recuperado de <https://es.slideshare.net/csalazarc/clasificacion-de-las-empresas-8449686>

Tabla 1 Clasificación de las pymes según la Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa ¹⁵

Categoría/Sector	Construcción	Servicios	Comercio	Industria y Minería	Agropecuario
Micro	\$4.700.000	\$3.500.000	\$12.500.000	\$10.500.000	\$3.000.000
Pequeña	\$30.000.000	\$21.000.000	\$75.000.000	\$64.000.000	\$19.000.000
Mediana tramo 1	\$240.000.000	\$175.000.000	\$630.000.000	\$520.000.000	\$145.000.000
Mediana tramo 2	\$360.000.000	\$250.000.000	\$900.000.000	\$760.000.000	\$230.000.000

2.2 Etapas en el desarrollo de un producto

Al momento de introducir un nuevo producto en el mercado o de cambiar un viejo modelo, se transitan varias etapas que no siempre son idénticas y es factible encontrar diversas opiniones según el autor que se consulte. Para obtener un trabajo lo más objetivo y abarcativo posible, fueron consultadas varias fuentes como se verá a lo largo del capítulo. En la figura número 2, menciono cuáles son los hitos más importantes en el desarrollo de un producto:

¹⁵ Clasificación de las pymes. Resolución General 103-E/2017, Ministerio de Producción y Presidencia de la Nación. Recuperado de <http://faevyt.org.ar/noticias-faevyt/811-reso-103.html>

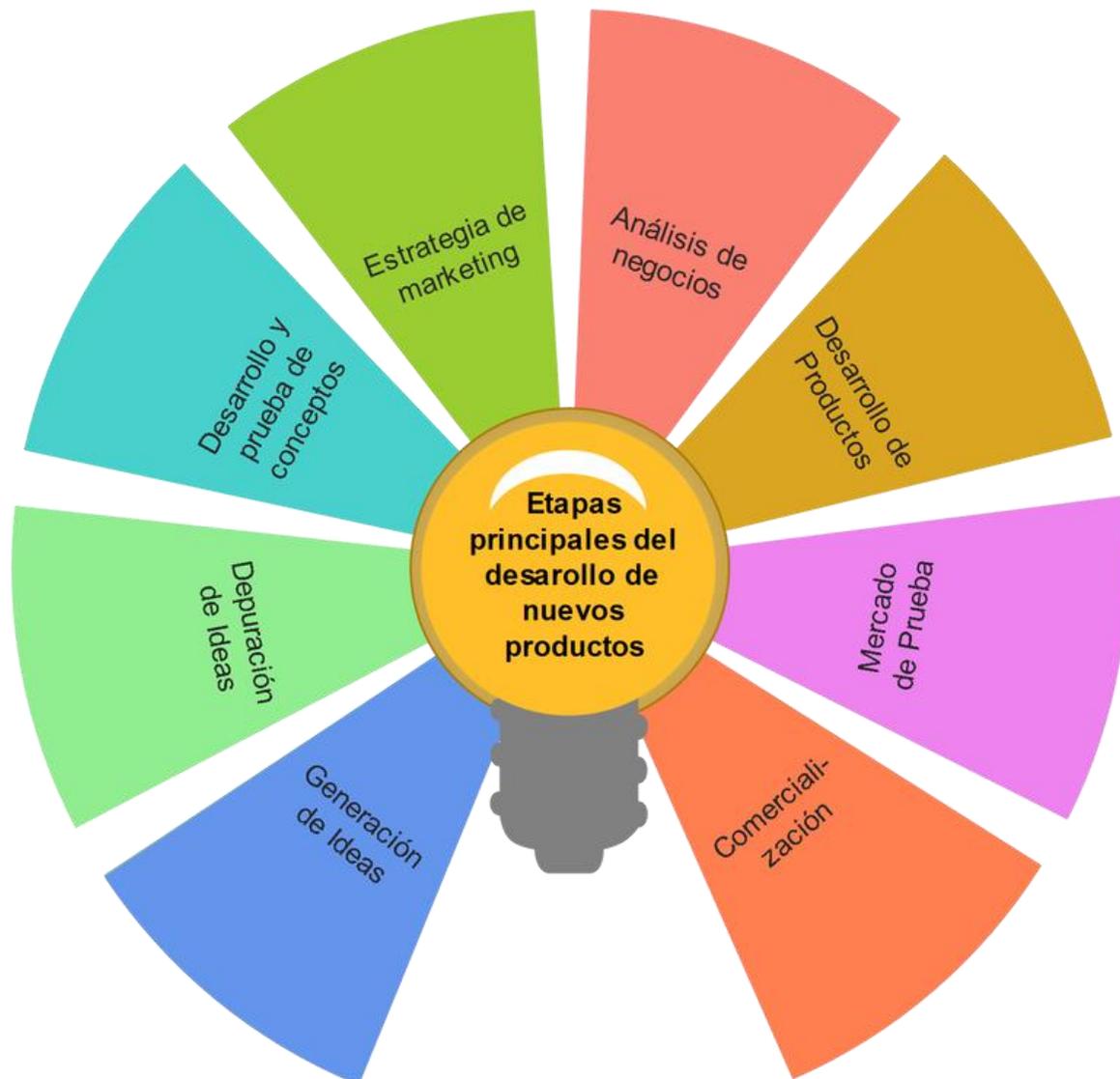


Fig. 2 Etapas en el desarrollo de productos¹⁶

Vale la pena aclarar, que la secuencia de pasos a seguir para concebir un producto depende de la naturaleza del mismo y nunca es rígida y absoluta. No obstante, a modo de orientación se

¹⁶ ¿Qué es un producto? Recuperado de <http://mezmercadotecnia.blogspot.com.ar/2016/02/que-es-un-producto-un-producto-es.html>

identifican las etapas que sugieren la mayoría de los autores sobre escritos referidos al desarrollo de productos en ingeniería:

- *Identificación del problema y definición estratégica*
- *Estudio de viabilidad*
- *Armado de los diseños*
- *Alcance de las decisiones económicas*
- *Selección de materiales y procesos óptimos*
- *Cronograma y planificación de actividades manufactureras*
- *Estudio del mercado*
- *Producción en gran escala y desarrollo del mercado*
- *Modificaciones del producto, preparación del servicio postventa y obsolescencia¹⁷*

Un punto a tener en cuenta es que dichas actividades están relacionadas unas con otras y no es correcto realizarlas de manera aislada entre sí, si se quieren obtener resultados satisfactorios. Esto se sustenta en el concepto de que para que un producto sea considerado exitoso, es necesario concebir un diseño que cumpla con requerimientos técnicos, legales, de seguridad y de cuidado con el medio ambiente. Además, preferentemente debe ser reciclable al terminar su ciclo de vida y quizás lo más importante para el empresario, debe resultar rentable.

En los próximos párrafos, defino con mayor nivel de detalle las etapas enumeradas anteriormente.

2.2.1 Identificación del problema y definición estratégica

Identificar el problema a resolver y evaluar las necesidades que se tratan de satisfacer es la primera fase dentro del desarrollo. Las principales limitaciones del diseño como el costo, la seguridad, el rendimiento y las especificaciones generales son definidas en esta etapa. Se busca obtener una

¹⁷ Recuperado de los apuntes tomados en las clases del Ing. Raúl Funes sobre diseño mecánico. Al momento de realizado este PI, es el jefe de la cátedra de Diseño Electromecánico, que se dicta en esta Facultad.

primera orientación estratégica del proyecto, delimitando los márgenes de acción. Debemos definir: ¿Qué se va a hacer? evitando avanzar en: ¿Cómo hacerlo?

2.2.2 Estudio de viabilidad

Los requerimientos funcionales y las limitaciones operacionales están directamente relacionadas a las características requeridas del producto y son especificadas como resultado de las actividades de la fase de identificación del problema tratada en el último párrafo. Es importante estudiar si el proyecto es viable tanto en cuestiones técnicas como económicas. Además, deben consultarse legislaciones relacionadas con el producto en cuestión y posibles antecedentes de proyectos similares que resulten de ayuda para el desarrollo.

No siempre es factible asignarle valores a todos los requerimientos funcionales que son precisados, sin embargo, es importante relacionarlos con propiedades de los materiales que si se puedan medir para poder comenzar a descartar opciones. Esta es, algunas veces denominada la etapa conceptual del diseño. En este punto debemos preguntarnos si: ¿La empresa tiene la capacidad de llevar a cabo la idea?

2.2.3 Armado de los diseños

Antes de armar el diseño propiamente dicho, debemos definir el concepto y realizar bosquejos y croquis definiendo formas, tamaños y pesos. El Ingeniero Funes, profesor titular de la materia Diseño Electromecánico de esta Facultad, indica en su apunte sobre diseño mecánico que: *"La definición del sistema, la formulación del concepto y el trazado preliminar son usualmente completados, en este orden, antes de la evaluación de las cargas operativas y la determinación de la forma de las diferentes componentes o miembros estructurales. Las consideraciones normalmente son hechas para cargas inciertas y mediante aproximaciones en los cálculos. Las consecuencias de las fallas de las componentes deben ser también consideradas en esta etapa"*.

Siempre resulta de ayuda consultar normas de diseño, como así también antecedentes de proyectos similares en caso de que hubiere. Con respecto a la selección de materiales, el Ingeniero de diseño cuenta con varios métodos lógicos y algoritmos computacionales en los cuales basarse. Algunos de ellos son el método de Pugh, método de ponderación de propiedades, método de

limitaciones en las propiedades, entre otros. Sin embargo, no es mi intención como autor ahondar en esta área.

El diseño preliminar continúa con la expansión del mismo en distintos subsistemas más detallados. En muchos casos, diversas soluciones para el problema de diseño pueden ser propuestas en esta etapa. Es importante consultarnos: ¿Cuáles son las características gruesas del producto?

2.2.4 Alcance de las decisiones económicas

Identificar posibles compradores y usuarios del producto, canales de distribución, logística y venta, fijar tiempos, recursos y fondos son cuestiones que requieren un análisis exhaustivo en el desarrollo de un producto, ya que nunca debe perderse de vista que el objetivo principal de cualquier empresa es ganar dinero. En esta instancia, es menester seleccionar proveedores y evaluar las diferentes ofertas que hay en el mercado. Además, debemos reconocer e identificar a la competencia en caso de que hubiere y aprovechar su aprendizaje en el rubro, tomando tanto los puntos positivos como así también las cuestiones a mejorar.

Es interesante definir la escala de producción que será necesaria, para evaluar la disponibilidad de maquinaria, espacio físico para almacenar el inventario, cantidad de operarios que serán necesarios, inversión para comenzar el proyecto, costos fijos y variables, consideraciones ambientales, niveles de ruido y emisiones de gases permitidos en la zona de trabajo. Nos preguntamos si: ¿Podemos afrontar los costos previstos? y ¿En cuánto tiempo obtendremos un retorno de la inversión?

2.2.5 Selección de materiales y procesos óptimos

En esta instancia, debemos definir formalmente al producto y demás elementos secundarios como soportes gráficos y embalaje, como así también las especificaciones técnicas necesarias para su producción. El mundo de los materiales en ingeniería es sumamente grande y hay más de una opción posible para cada caso en particular. Con lo cual, es un estudio complejo que requiere la comprensión de conjuntos y subconjuntos, sus geometrías y vínculos entre partes, cargas a las que estarán sometidas las distintas piezas, ambientes de trabajo, vida útil del producto esperada, seguridad requerida y criterios de falla mediante los cuales será definida la estructura. El lector entenderá que las variables listadas anteriormente son cuestiones técnicas, pero debemos recordar que es preciso

adoptar una posición de compromiso entre las características técnicas y la viabilidad económica. Aquí es donde entra en juego la comparación de materiales en función de su costo y es necesario realizar análisis valorativos de sus propiedades. Además, para cada producto en particular, siempre habrá un proceso de manufactura que será el más conveniente, ya sea por cuestiones de materiales, tiempos, costos, terminaciones superficiales y propiedades alcanzadas o simplemente porque la empresa cuenta con la capacidad para resolverlo de determinada forma y no es necesario invertir en nuevos procesos. Las preguntas por responder son: ¿Qué material responderá a las necesidades del producto y ¿Por medio de qué proceso de manufactura debemos obtener el producto terminado?

2.2.6 Cronograma y planificación de las actividades manufactureras

Planear consiste en lograr identificar todas las actividades a realizar y ordenarlas según una secuencia lógica para concretarlas. En este punto debemos definir el tiempo de duración del proyecto, que a su vez estará definido por un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí. Hay muchas herramientas para planificar, un ejemplo de común aplicación en la industria es el diagrama de Gantt, que es una herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

Es necesario identificar las actividades críticas o "cuellos de botella", que son las que determinarán el tiempo mínimo de realización del proyecto. No es útil gastar esfuerzos en disminuir los tiempos de otras actividades que no sean las críticas, ya que dependemos de ellas. Una vez identificadas, debemos explorar caminos alternativos y buscar una mejora en los procesos de modo que podamos disminuir la duración del proyecto, que será traducida en aumentos en las ganancias.

Nos interrogamos si: ¿Podemos acortar los tiempos? y ¿Cómo podemos disminuir la espera del retorno de la inversión?

2.2.7 Estudio del mercado

Consiste en la producción preliminar a pequeña escala, con su posterior testeo del mercado. Luego de esta etapa, el producto puede sufrir modificaciones en su diseño para lo que será la futura producción en gran escala. Se evalúan aceptación y rechazo de los clientes, problemas en la producción, fallas en la puesta en servicio y demás factores que puedan dañar el proyecto.

Debemos definir por completo la escala de la producción, para evaluar los puntos que se vieron en la sección del *Alcance de las decisiones económicas*. De esta forma, el lector entiende que no es posible realizar estas actividades de manera independiente. Por el contrario, es necesario volver a revisar puntos que pensábamos que podían estar definidos con anterioridad.

Las preguntas aquí son: ¿Es correcta la escala de producción planeada al principio del proyecto? y ¿Se obtuvieron las reacciones esperadas por parte de los clientes?

2.2.8 Producción en gran escala y desarrollo del mercado

Aún en esta instancia, el producto puede seguir sometido a modificaciones y no debemos dejar de plantear cambios para lograr la mayor aceptación posible por parte de los clientes. A lo largo de todo el desarrollo del producto, hay que adoptar la filosofía de mejora continua, para lograr un resultado óptimo. En este nivel del desarrollo se realiza la producción en gran escala y se invierte en marketing y publicidad para lograr ampliar la agenda de clientes.

Comienza la etapa del ciclo de vida del producto una vez puesto en el mercado. Es importante identificar que las ventas cubran los costos de producción y que además haya margen para recuperar las inversiones que fueron realizadas al principio. De no ser así, debemos decidir si es necesario realizar modificaciones o si tenemos que abortar el proyecto.

Este es el momento en que verificamos si se cumplen las expectativas iniciales o si, por el contrario, no es rentable.

Debemos consultar si: ¿Estamos obteniendo las ganancias esperadas? y ¿Cómo podemos lograr mayor aceptación por parte de los clientes?

2.2.9 Modificaciones del producto, preparación del servicio postventa y obsolescencia

Como fue mencionado en el párrafo anterior, es necesario introducir modificaciones en el diseño para prolongar el ciclo de vida del producto y, por lo tanto, las ganancias de la empresa. Recordemos que la etapa de madurez debe perdurar en el tiempo lo más que se pueda, ya que es el momento donde entran ganancias y se recuperan las inversiones iniciales. Además, no hay que dejar

de lado las posibles mejoras tecnológicas, ya sea en materiales o procesos de manufactura y de gestión que puedan ir apareciendo.

La postventa es un concepto que últimamente resulta fundamental en la decisión de comprar un bien o un servicio por parte del cliente. Un buen servicio de postventa puede ser un factor decisivo para que se venda el producto, ya que brinda seguridad y garantía en lo que uno ofrece. Por otro lado, cuando la aparición de nuevos modelos por parte de la competencia o avances tecnológicos superen el producto que se está ofreciendo, la producción irá hacia niveles antieconómicos a causa del decaimiento del volumen de ventas, por lo que habrá que finalizar el ciclo de vida del producto lo más rápido que se pueda para evitar pérdidas.

Las preguntas por responder son: ¿Cuánto tiempo estará el producto en el mercado? y ¿Cómo podemos brindar asistencia luego de vendido el producto?

2.3 ¿Qué es el PLM?

PLM es el proceso a través del cual se gestiona la totalidad de la información virtual utilizada en el ciclo de vida de un producto, pasando por todas las etapas a seguir en el desarrollo de un producto vistas en los párrafos anteriores, desde su concepción inicial hasta su salida del mercado. Brinda una solución en la gestión gracias a la integración de una serie de algoritmos computacionales almacenados en una única base de datos.

Es común confundir PLM con “*Enterprise Resource Planning*” (ERP) - Planificación de recursos empresariales, que es un sistema de gestión utilizado para gestionar los activos tangibles de la empresa. Ambos son necesarios para conseguir una buena gestión en el desarrollo de los productos y son totalmente complementarios entre sí. La idea de trabajo utilizando ambos sistemas, consiste en planificar por medio de los programas que brinda PLM y ejecutar con los programas de ERP. Sin embargo, no es mi intención como autor trabajar con ERP en este proyecto, así que en lo que resta del informe continuaré desarrollando las ideas solamente con PLM.

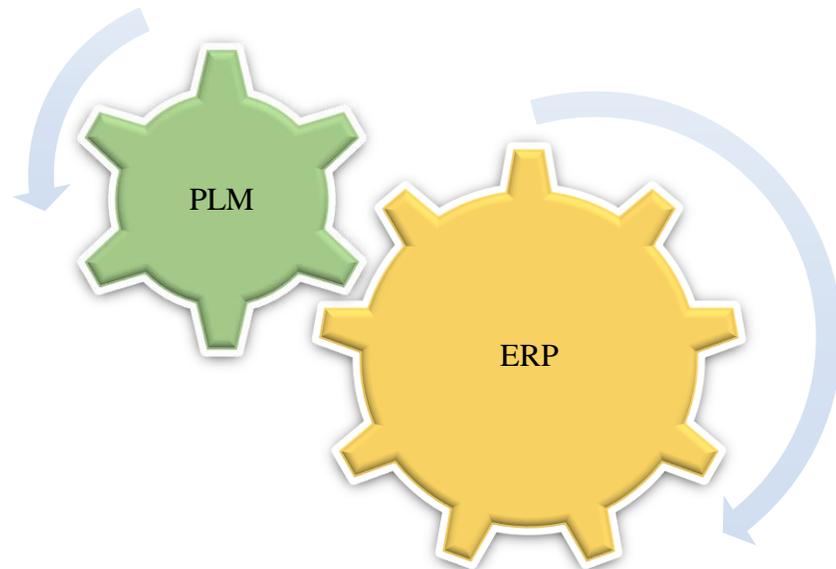


Fig. 3 Integración de PLM con ERP¹⁸

Para entender PLM es necesario definir: ¿Qué es el ciclo de vida de un producto? y ¿Cuáles son las diferentes etapas que lo componen? En esta instancia, vale la pena aclarar que PLM abarca la gestión de la información desde la primera etapa en el desarrollo del producto, hasta el fin de su vida útil. Sin embargo, la mayoría de los autores definen al ciclo de vida de un producto, a partir del momento desde que ingresa el producto al mercado y lo separan en cuatro instancias que son introducción, crecimiento, madurez y declinación. En la primera etapa introductoria del producto al mercado, se obtienen beneficios pequeños y en la mayoría de los casos nulos, debido a que se empiezan a recuperar las inversiones fuertes realizadas en las etapas previas, se compensan las ganancias obtenidas por medio de las ventas con los costos de producción y desarrollo y aún no se consigue la completa aceptación del producto por parte de los consumidores. En segunda instancia, aparece un crecimiento en las ventas debido a la aceptación conseguida por parte de los clientes y las inversiones se ven recuperadas por completo. La tercera etapa consta de un aplaque en las ventas,

¹⁸ What should I choose - ERP or PLM? Imagen recuperada de http://www.sovelia.com/news/What_is_the_role_of_PLM_vs_ERP_

debido a que se alcanzó la totalidad de los potenciales clientes que tiene el producto, pero aun así la empresa sigue teniendo ganancias y el empresario debe velar porque esta etapa se mantenga el mayor tiempo posible. Para hacerlo, una opción es renovar el producto por medio de modificaciones y volverlo a introducir en el mercado. Finalmente, en la instancia de declive del producto las ventas caen hasta darse el fenómeno de que, si el producto sigue en el mercado, comienza a significar pérdidas para la empresa, por lo que termina su vida.

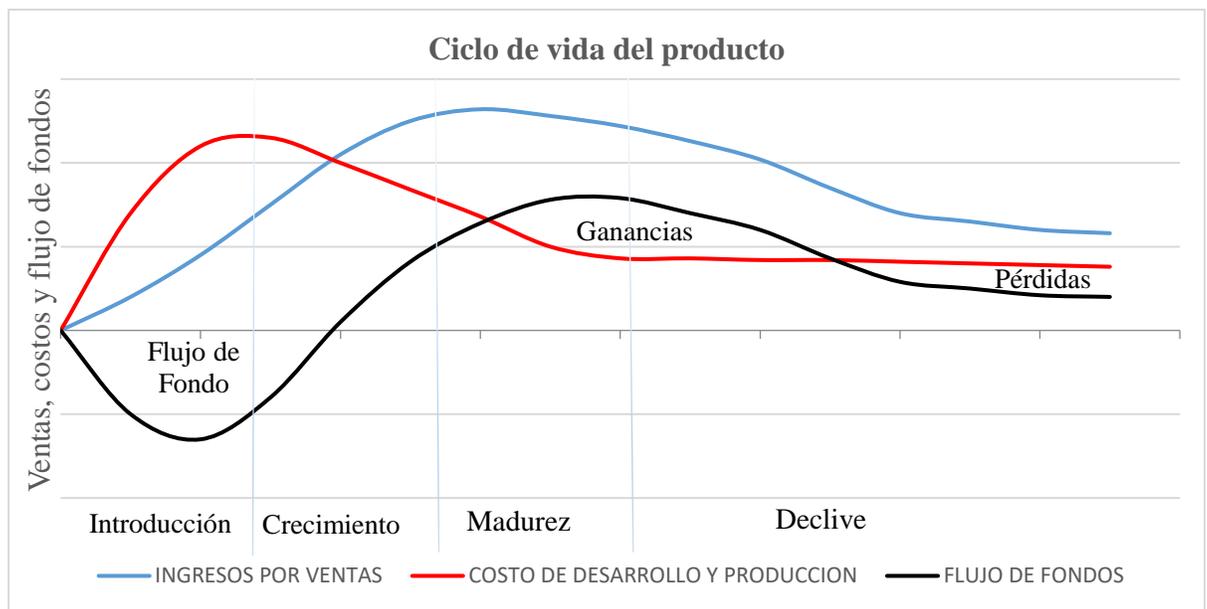


Fig. 4 Ciclo de vida de un producto¹⁹

Hasta aquí hemos desarrollado tanto el concepto de ciclo de vida de un producto, como el de PLM. Con intención de complementar los puntos tratados en los anteriores párrafos, se citan algunas definiciones sobre PLM de algunos de los fabricantes de sistemas PLM más significativos en la industria:

"La gestión del ciclo de vida del producto (PLM) es un sistema de gestión de la información que puede integrar datos, procesos, sistemas de negocio y, en última instancia, personas en una empresa extendida. El software de PLM le permite gestionar esta información en todo el ciclo de

¹⁹ Imagen recuperada de "Principio de administración de operaciones séptima edición" (2009) de Heizer and Render, pág. 44 y modificada por mí.

vida de un producto de manera eficiente y rentable, desde la concepción, el diseño y la producción, hasta el servicio y la eliminación."²⁰ Definición de PLM brindada por la firma Siemens.

*"La gestión del ciclo de vida del producto (PLM) te ayuda a gestionar procesos complejos y multifuncionales, coordinando los aportes de los diferentes equipos de trabajo para desarrollar de forma consistente y eficiente los mejores productos posibles. El sistema de software PTC de PLM gestiona todos los aspectos del ciclo de vida en el desarrollo de productos, desde el concepto hasta el servicio y su salida del mercado. Al optimizar los procesos de desarrollo de productos y utilizar una única fuente segura de información, es posible desarrollar productos competitivos, rentables y de alta calidad."*²¹ Definición de PLM dada por la empresa PTC.

Como aporte para reforzar los conceptos desarrollados anteriormente, en la figura 5 se encuentran detalladas las áreas de influencia del PLM dentro del ciclo de vida del producto.

²⁰ Administración del ciclo de vida del producto de Siemens, 2017. Recuperado de https://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/plm/

²¹ Product Lifecycle Management PTC 2017. Recuperado de <http://www.ptc.com/product-lifecycle-management> y traducido del inglés al español por mí.



Fig. 5 Áreas de influencia del PLM en el ciclo de vida de un producto²²

2.3.1 Utilidad e implementación del PLM

La respuesta a la pregunta: ¿Para qué sirve un sistema PLM? es que nos permite tener un control sobre la totalidad del proceso de diseño y desarrollo de un producto de una manera perfectamente integrada. Normalmente, los proyectos de ingeniería involucran a varios departamentos dentro de una

²² Imagen recuperada en inglés, posteriormente traducida y modificada por mí, de <https://www.nobletek.com/plm/services>

empresa. Con intención de nombrar algunas de las principales áreas que poseen la mayoría de las firmas, podemos mencionar los sectores de diseño, desarrollo de producto, producción, mantenimiento, comercialización, calidad, marketing, seguridad e higiene, compras y ventas. Además, es común que a medida que se busca realizar productos más complejos, resulta necesario involucrar a más de una empresa para concebirlos. Por este motivo, es fundamental una correcta comunicación entre todos los integrantes para lograr un producto con los resultados esperados. PLM es una poderosa herramienta de gestión, que brinda la posibilidad de organizar y facilitar la información dejándola al alcance de todos aquellos que formen parte de la laboriosa tarea de desarrollar un producto, ya sea de forma local o remota. De esta forma, se facilita la innovación, se reducen los tiempos y costes y se logra trabajar haciendo un uso racional de los recursos con los que la empresa cuenta.

Otra ventaja que brinda el PLM es la facilidad de reutilización de la información de proyectos anteriores, ya que permite tener un archivo histórico ordenado y de fácil alcance. De esta forma, además, es posible ahorrar tiempo y dinero en prototipos y pruebas que ya han sido realizadas con anterioridad.

En la figura 6, se observan los beneficios económicos que brinda el PLM con respecto a un proceso de desarrollo tradicional. Es posible identificar como impacta en la totalidad de las etapas del ciclo de vida del producto que se vieron con anterioridad. Analizando con mayor detalle el gráfico, PLM permite obtener ganancias en un tiempo menor, ya que el "*cash flow*"²³ negativo que se observa en la etapa introductoria es menor que en el desarrollo tradicional, como consecuencia de que el lanzamiento del producto se consigue en tiempos acotados.

²³ Término en inglés que significa: diferencia entre los cobros y pagos de una empresa en un período determinado. En español se utiliza el término flujo de fondos o de caja.

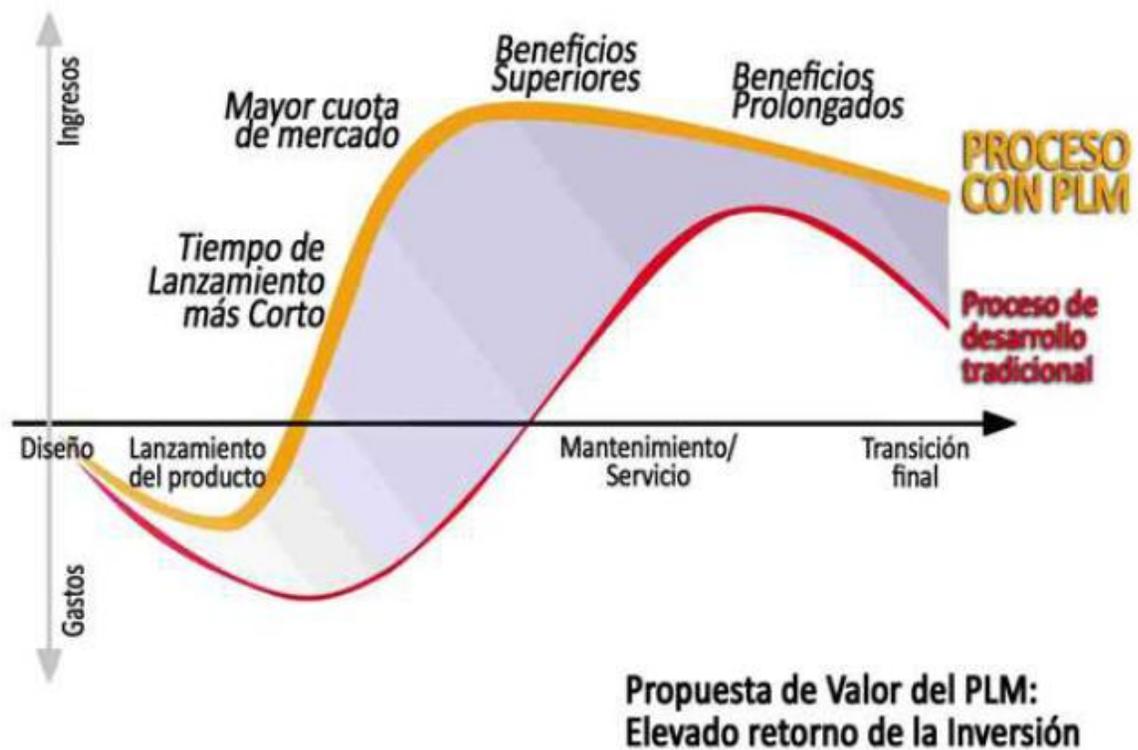


Fig. 6 Proceso con PLM contra desarrollo tradicional²⁴

No hay que perder de vista que muchos de estos beneficios se obtienen gracias a las oportunidades que brinda PLM en las etapas previas al lanzamiento del producto, ya que facilita las primeras etapas del desarrollo como diseño, selección de materiales y procesos, estudio de viabilidad y desarrollo de mercado.

Es fácil entender que otorga una mayor cuota del mercado, ya que permite obtener productos de mejor calidad, a menores costo y con un "*time to market*"²⁵ menor que sus competidores, con lo cual se obtendrá un mayor índice de aceptación por parte de los clientes.

Con intención de contar beneficios concretos que me otorgó el PLM en mi experiencia laboral, presento la siguiente lista:

²⁴ Imagen recuperada de Aryon Data Systems - <http://arion-data-systems.pymes.com/>

²⁵ Término en inglés que significa: tiempo entre los comienzos del desarrollo del producto, hasta que se consigue la primera venta del mismo en el mercado.

- Reduce la duplicación de la información, lo que implica espacios menores para su almacenamiento.
- Simplifica la búsqueda de la información y la distribución de la misma a quienes la necesitan.
- Proporciona un control de revisión, asegurando la información más actualizada.
- Gestiona la lista de materiales y conjuntos de piezas.
- Permite mantener un historial de la evolución del desarrollo del producto.
- Proporciona control de acceso y registro para asegurar la integridad de la información.
- Facilita la comunicación entre el equipo de trabajo y se definen claramente los objetivos personales y grupales.
- Permite trabajar de manera colaborativa entre distintas estaciones de trabajo.

Ahora bien, un punto crítico a tener en cuenta en la decisión del empresario en utilizar PLM en su organización, es que para aprovechar los beneficios que brinda el sistema, es menester implementarlo correctamente. De no ser así, es posible que incurramos en gastos innecesarios y en la necesidad de invertir en otro sistema que atienda a nuestros requerimientos.

La consultora española Aryon Data Systems propone la siguiente guía para implementar un sistema PLM:

- *Involucre expertos en PLM.*
- *Aproveche la experiencia de otras empresas.*
- *Asegure el soporte de la dirección y un presupuesto adecuado.*
- *Aproveche para transformar las prácticas y procesos actuales.*
- *Planifique una estrategia PLM a largo plazo.*
- *Defina sus requerimientos PLM antes de hablar con los fabricantes de software.*
- *Analice el valor aportado por el PLM antes de fijar el presupuesto.*²⁶

Otro punto de interés, que no debe ser perdido de vista en la implementación, es que el mercado ofrece una variedad de sistemas PLM y para su elección deben ser tenidos en cuenta tanto el tamaño de la organización, como así también la actividad industrial a la que se dedique.

²⁶ Guía de implementación PLM. Recuperada de <https://es.slideshare.net/xcalvo/plm-gestin-delciclodevidadelproducto>

2.3.2 Historia del PLM, antecedentes y proyecciones a futuro

Para hablar de los comienzos de aplicación del PLM en la industria, tenemos que referenciar a la ex automotriz American Motors Corporation (AMC), que con intención de agilizar su proceso en el desarrollo de productos y sacar ventaja por sobre sus competidores, comenzó a utilizar PLM. A falta de los grandes presupuestos que manejaban las multinacionales que auspiciaban como su competencia (General Motors y Ford, por nombrar algunas empresas de capital estadounidense como AMC), la firma se decidió por invertir en investigación y desarrollo, con el objetivo de mejorar el ciclo de vida de sus productos. El primer modelo que salió a la venta y que fue desarrollado con un sistema PLM fue el Jeep Cherokee XJ, que luego impulsaría el desarrollo del Jeep Grand Cherokee.

Como primera medida en el cambio de la gestión de la producción, AMC optó por invertir en programas CAD, con intención de disminuir el tiempo que lleva realizar el proceso de diseño. En segunda instancia, con el objetivo de mejorar la comunicación y disminuir los costos en la documentación, comenzaron a utilizar una única base de datos, donde se guardaban la totalidad de los planos y documentación técnica del producto.

En el año 1987, AMC fue comprada por la firma Chrysler, quien aprovechó la gestión en el desarrollo empleada por AMC y la extendió a la totalidad de los integrantes de la empresa involucrados en procesos de diseño y manufactura. Gracias a esto, a mediados de los 90', Chrysler logró convertirse en la empresa con menor costo en el desarrollo de automóviles, gastando un 50% menos que el promedio de la competencia²⁷.

Entre los principales hitos que marcan la historia del PLM se encuentran los siguientes:

1955: Se concibe el primer sistema gráfico SAGE (Semi Automatic Ground Environment) en el Lincoln Laboratory del MIT (Massachusetts Institute of Technology).

1957: El Dr. Patrick Hanratty crea el primer sistema CAM llamado PRONTO.

1962: El Dr. Ivan Sutherland desarrolla el sistema Sketchpad en el MIT, que permitía dibujar por medio de un lápiz óptico en el monitor de un ordenador.

²⁷ Información recuperada de https://en.wikipedia.org/wiki/Product_lifecycle

1965: La empresa Control Data Corporation's Digigraphics comercializa el primer programa CAD en 500.000 USD y se vendieron muy pocas unidades, que fueron compradas por importantes empresas de las industrias aeroespacial y automotriz.

1969: Se funda Computervision, dedicada a la producción de sistemas de diseño asistido y con ayuda de un programa CAD, la empresa Xerox desarrolla la primera impresora.

1970: Las empresas aeronáuticas y automotrices, tales como General Motors, Ford, Chrysler y Lockheed comienzan a trabajar intensamente con el CAD/CAM.

1972: CUED (Cambridge University Engineering Department) consigue obtener dos máquinas de control numérico de 3 ejes. Poco después en una exhibición de máquinas y herramientas, realizan la primera demostración al público de un sistema CAD/CAM 3D.

1975: Tektronix desarrolla la primera pantalla de 19". Supone un gran avance, ya que permite representar dibujos mayores que las pantallas originarias de tan sólo 11".

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). Pasan así al modelado 3D.

1979: Boeing y General Electric desarrollan un formato de archivo neutral para el intercambio de información CAD/CAM entre sistemas distintos. El formato IGES (Initial Graphic Exchange Standard), se convertirá en el formato estándar de la industria y el más ampliamente aceptado para transferir información de superficies complejas.

1982: Aparece CATIA Versión 1, producto para el diseño 3D, modelado de superficies y programación de control numérico.

1985: AMC utiliza el concepto de PLM, en el cual integra programas de CAD y gestión de la información para sus desarrollos.

1988: Se anuncia CATIA Versión 3, con funciones de AEC (Architectural Engineering and Construction). CATIA se convierte en la aplicación líder del sector automovilístico.

1998: Dassault Systèmes, Matra Datavision e IBM anuncian un propósito de cooperación. Consistente entre otras cosas en la compra por parte de Dassault Systèmes del software de Matra Datavision de superficies y modelado libre, control numérico de maquinaria, así como otros productos complementarios dedicados a la simulación de la inyección de plástico. Matra Datavision pasa a dar asistencia técnica para CATIA y a integrar sus productos en CATIA.

Siglo XXI: El mercado de programas de PLM se reparte entre más de 100 empresas, entre las que se encuentran: "*SIEMENS PLM Services, Dassault Systèmes, MindTree Limited, Infosys, Satyam Computer Services Ltd. Altair, MSC Software Corp., T-Systems, Intergraph PDM Solutions, Computer Sciences Corporation, Tata Consultancy Services, PRTM, ITC InfoTech, HCL Technologies Ltd, PRION Group, Keane, Capgemini, Wipro Technologies, Accept Software Corporation, Access Commerce Inc, Access Systems LLC, Actify, Inc., ACS Software, Inc., Active Sensing, Inc., Agile Software, AIM systems, Allegria Software Inc., Alibre, Amadeus International, Apriso Corporation, Aras Corporation, Arena Solutions, Artemis International Solutions Corporation, Assetium Assyst Bullmer Ltd., Autodesk, Auto-trol Technology Corp., Bamboo Solutions, BigMachines, Inc., Business Management Systems, CADD Solutions Pvt Ltd, Cadman Corporation, CEIMIS Enterprises, INC., CENIT, Centric Software, Inc., Cimage NovaSoft Ltd, Cimmetry Systems, CMstat, Coastal Logic, Inc., CoCreate Software Inc., Engineering PLM Solutions, Engineous Software, Inc., Enginuity , EPM Technology, eQuorum Corporation, eQ Technologic, Eurostep Commercial Solutions, Exertus, FeaturePlan, Federation Software, First Trace, Inc., Formtek, Framework Technologies, Freeborders, Inc., Fujitsus, Full Circle Systems, IBM, INCAT, Intergraph, Interneer, Orcon GmbH*".²⁸

En el párrafo anterior se nombraron las empresas que desarrollan programas de PLM; sin embargo, unas pocas manejan la mayor parte del mercado. Además, cada programa posee distintas capacidades y han sido desarrollados para atender las necesidades de los distintos tipos de clientes que se encuentran en el mercado. La siguiente figura, indica las funcionalidades que ofrecen algunos de los programas de PLM más importantes y su posición en el mercado:

²⁸ Fuente "Introduction to Product Lifecycle Management" - Lakshminadh Javvadi.

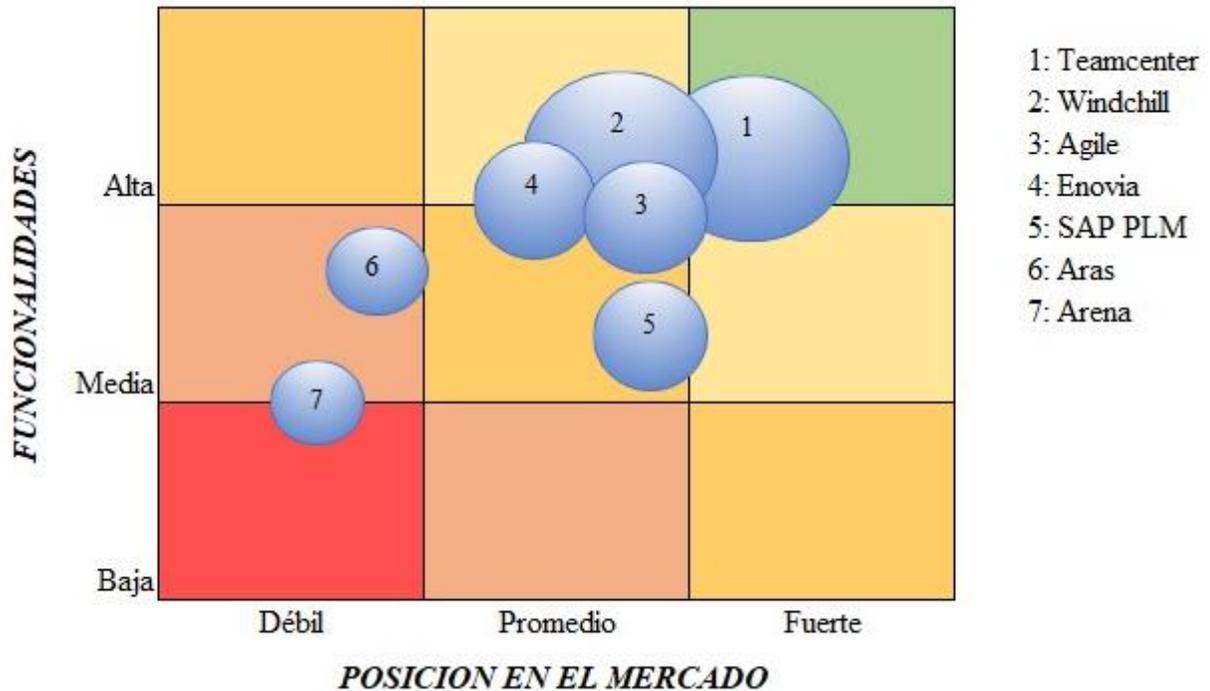


Fig. 7 Empresas más influyentes en el mercado del PLM²⁹

En la figura 7, se pueden identificar cuáles los programas de gestión más utilizados en el mercado y cuáles son las funcionalidades que presentan. Las empresas que los proveen son:

- 1) Siemens (Teamcenter).
- 2) PTC (Windchill).
- 3) Oracle (Agile).
- 4) Dassault Systèmes (Enovia).
- 5) SAP (SAP PLM).
- 6) Aras Corporation (Aras).
- 7) Arena Solutions (Arena).

²⁹ CIMdata. Teamcenter unificado 2010. Recuperado de https://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/Images/21848_tcm903-100227.pdf

En la actualidad, en casi todas las industrias se está utilizando PLM. Por nombrar algunas, puedo referenciar a las siguientes:

- Aeronáutica.
- Automotriz.
- Transporte.
- Bienes de consumo.
- Energética.
- Alimentos y bebidas.
- Electrónica.
- Industrial.
- Insumos médicos.
- Farmacéutica.

Con el transcurso de los años y cada vez en mayor medida, las pymes utilizan sistemas PLM en el desarrollo de sus productos. Es una realidad que tanto las empresas pequeñas como las grandes enfrentan desafíos similares, como son:

- La necesidad de anticiparse a los cambios del mercado y a los deseos del cliente de manera rápida.
- Requerimiento de trabajo colaborativo con los clientes y proveedores.
- Mayor complejidad en el desarrollo de productos, debido a la necesidad de cumplir estándares internacionales.

Con intención de reforzar las anteriores ideas, cito algunas declaraciones por parte de los directores y encargados de diferentes pymes, haciendo referencia a los beneficios que obtienen por medio del sistema PLM:

“El potencial de CATIA V5 es infinito; cada día descubrimos nuevas posibilidades... Sabíamos que CATIA se utilizaba mucho en la gran empresa. Nuestra experiencia con V5 ha demostrado que también es perfecto para la mediana empresa.” Michael Tranberg, director técnico de Motoman Robotics: fabricante de células robotizadas llave en mano que integran sistemas de fijación.

“Quizás lo más sorprendente es que utilizamos herramientas que hasta hace poco sólo podían permitírseles las grandes corporaciones con grandes presupuestos... Pero hemos realizado la conversión de datos existentes e implantado SMARTEAM literalmente de la noche a la mañana.” Mark Holmberg, director de procesos de ingeniería de Krebs Engineers: desarrollador y fabricante de equipos de separación ciclónica.

“Ahora ya no tenemos que desarrollar dos veces la misma cosa y podemos realizar búsquedas en trabajos ya hechos. Esto nos ayuda a ofrecer una respuesta más rápida a los clientes y también nos permite ahorrar tiempo porque no tenemos que volver a hacer las cosas...” Hans Wickström, gerente de Peltor: fabricante de auriculares de protección auditiva y equipo de seguridad deportiva.

“Gracias a esta solución hemos podido producir prácticamente toda una nueva gama de productos, y nos ha ayudado a reducir los plazos de ciclo entre un 35 y 40 por ciento. En un ciclo de desarrollo de producto de 18 meses hemos ganado cinco o seis meses...” Gianni Grazioli, director de Grand Soleil: fabricante de juguetes y muebles de jardín.

“...Necesitábamos una solución global, completa, con soporte muy accesible... Hoy la solución funciona, se cumplen todos los plazos de formación e implementación con nuestra plena satisfacción.” Jean-Philippe De Groote, director general de Automatic Systems: fabricante de control de acceso y sistemas de seguridad de peatones y vehículos, incluyendo peajes y torniquetes de autopista.

“Gracias a las herramientas de visualización, el cliente se involucra rápidamente en el proceso de producción y las herramientas de gestión de datos nos permiten recuperar información instantánea en todo momento.” Fritz Sollberger, gerente de Magerle AG: fabricante suizo de maquinaria de corte de precisión industrial.

“Nuestra velocidad en el desarrollo de productos es ahora mucho mayor, y hemos obtenido ahorros de tiempo y dinero debido a que se necesitan menos personas para manejar los documentos y datos relacionados con los productos. La mejora de nuestra gestión de datos eliminó los productos

defectuosos, los errores de producción y las reclamaciones provocadas por errores humanos durante las etapas de desarrollo y producción”. Roman Vachal, director de marketing de SEC Lighting.³⁰

Luego de repasar la historia de la evolución del PLM en el mercado y nombrar antecedentes de utilización del sistema, es normal que nos preguntemos: ¿Cuáles son las proyecciones a futuro del PLM? Para responder esa pregunta, la consultora CIMdata realizó el siguiente estudio de mercado:

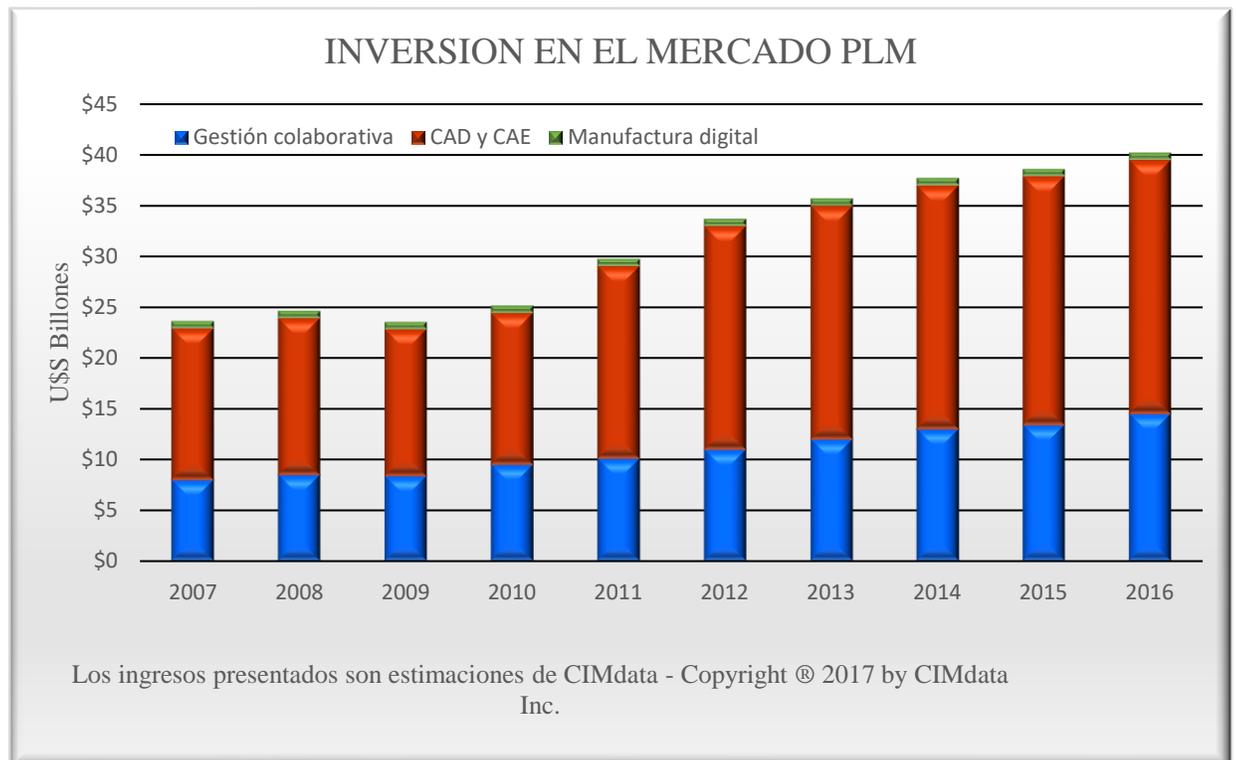


Fig. 8 Inversiones en PLM en el mercado³¹

En la figura 8, se aprecia el incremento en las inversiones en PLM por parte de las industrias a lo largo de los últimos años. Para este 2017, la consultora estima una suba en las inversiones del 5,2% sobre los 40,7 billones de dólares invertidos en el 2016. Además, en el gráfico se identifica que la mayor cantidad de capital está destinada a programas CAD y CAE, como así también a paquetes de software cPDM (collaborative Product Definition Management) - Gestión colaborativa en la

³⁰ Citas recuperadas de ibm.com/solutions/plm/express

³¹ Figura recuperada y modificada por mí, de <http://www.cimdata.com>

definición del producto. Mientras que las soluciones de manufactura digital cubren una pequeña parte de las inversiones.

2.3.3 Costos de implementar PLM

Los costos que tiene implementar PLM en una empresa dependen de cada caso en particular y será en función de cuántos usuarios lo usarán y cuántas funcionalidades se requieran. La consultora PLM advisors realizó la siguiente tabla a modo de orientación al momento de tomar la decisión de realizar la inversión:

Tabla 2 Costos en la implementación de un sistema PLM³²

ELEMENTO	TIPO DE INVERSIÓN	%	VARIABLES QUE AFECTAN AL COSTO
Sistema PLM	Inversión inicial	28	<ul style="list-style-type: none"> - Número de usuarios. - Tipo de usuarios: desarrolladores o visualizadores. - Funcionalidades y módulos necesarios. - Descuentos por cantidad de licencias.
Mantenimiento del sistema	Periódica	18	<ul style="list-style-type: none"> - Número de usuarios. - Tipo de usuario: desarrollador o visualizador. - Funcionalidades y módulos implementados. - Descuentos por cantidad de licencias. - 12% del costo de la licencia del sistema PLM por actualizaciones (suelen ser anuales).
Hardware	Inversión inicial	8	<ul style="list-style-type: none"> - Configuración requerida. - Performance deseada. - Cantidad de información que maneje y lugar en el disco. - Descuentos por cantidad de licencias.

³² PLM advisors. Recuperado de http://plmtechnologyguide.com/site/?page_id=27 y traducido al español por mí.

ELEMENTO	TIPO DE INVERSIÓN	%	VARIABLES QUE AFECTAN AL COSTO
Educación y selección del sistema	Inversión inicial	8	<ul style="list-style-type: none"> - Número de usuarios. - Conocimiento inicial de PLM. - Duración. - Exhaustividad de la evaluación. - Requerimiento de una consultora de PLM externa.
Optimización del proceso	Inversión inicial	8	<ul style="list-style-type: none"> - Número de procesos. -Tamaño de la organización. - Documentación de prácticas existentes y procesos. - Metodología. - Conocimiento inicial de PLM. - Requerimiento de una consultora de PLM externa.
Servicios de implementación	Inversión inicial	15	<ul style="list-style-type: none"> - Configuración requerida. - Términos del contrato. - Tarifa por hora.
Capacitación	Inversión inicial	5	<ul style="list-style-type: none"> - Costos del capacitador. - Material de capacitación. - Lugar de capacitación.
Migración de información	Inversión inicial	5	<ul style="list-style-type: none"> - Manual o automática. - Número de usuarios. - Tipo de información. - Calidad de información. - Cantidad de información.
Servicio post venta	Periódica	5	<ul style="list-style-type: none"> - Duración. - Nivel de apoyo.

De todas formas, aclaro que son valores únicamente estimativos y es recomendable hacer un estudio detallado de costos para cada caso en particular.

2.3.4 Selección y aplicación de un sistema PLM

Al momento de tomar la decisión de implementar un sistema PLM, hay cuestiones que no pueden pasarse por alto si es que se quieren satisfacer las necesidades que tiene la firma. Se vio a lo largo del proyecto que existe más de una empresa que brinda software de PLM, por lo que debemos tomar precaución sobre quién será el que lo implemente y qué tipo de programas usar. En función de esto, podemos conseguir un rápido retorno de la inversión y ganancias por largo tiempo. Por el contrario, hacerlo mal implica retrasos, incurrir en costes no previstos, insatisfacción por parte de los clientes, tener que volver a implementar otro sistema para enmendar los errores cometidos o en el peor de los casos, el fracaso de la empresa por invertir erróneamente.

En base a lo investigado y utilizando la experiencia de empresas que utilizan PLM, propongo la siguiente guía a modo de llevar a cabo una implementación:

- El nivel gerencial de la empresa debe tomar la decisión de cambiar la metodología actual de trabajo y transmitirlo a la totalidad de los involucrados.
- Estudiar antecedentes de otras firmas, tanto en la industria en la que se desarrollen como en otras, con el objetivo de no cometer los mismos errores y aprovechar los aciertos.
- Involucrar expertos en el tema y evaluar la contratación de consultores externos.
- Definir cuáles son los problemas que se intentan resolver y comentarlo con el proveedor de programas.
- Analizar el presupuesto, teniendo en cuenta los beneficios a mediano y largo plazo que brinda el uso del nuevo sistema.
- Considerar todos los costos que involucra la implementación: inversión inicial, capacitación del personal, mantenimiento, actualizaciones del sistema.
- Contemplar la transición desde la metodología de trabajo anterior a la nueva en cuestiones de tiempo y dinero.
- Una vez implementado el sistema en la empresa, no hay que pensar que ahí es donde terminó la gestión. Por el contrario, hay que adoptar una postura de mejora continua

que es una de las filosofías que tiene el PLM y seguir trabajando para aprovechar los beneficios del sistema.

2.4 Presentación del Centro de formación de RRHH en PLM de la UNC

El PLMCC es fruto de una asociación binacional, entre las Repúblicas de Argentina y Francia y tripartita, conformada por agentes educativos (Universidad Nacional de Córdoba, Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional, Universidad Católica de Córdoba, Instituto Universitario Aeronáutico, Universidad Nacional de Río Cuarto y Embajada de Francia en Argentina), económicos (Cámara de Industriales Metalúrgicos y de Componentes de Córdoba, Cámara de Industrias Plásticas de Córdoba, Asociación de Fabricantes de Maquinaria Agrícola de Córdoba, Asociación de Investigaciones Tecnológicas, Delegación Córdoba de la Cámara de Comercio e Industria Franco - Argentina y Dassault Systèmes) e instituciones (Ministerio de Educación de la República Argentina, Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, Fábrica Argentina de Aviones y Ministerio de Educación Nacional de Enseñanza Superior e Investigación de Francia). Es un centro de formación técnica enfocado a estudiantes, ingenieros, técnicos y docentes.

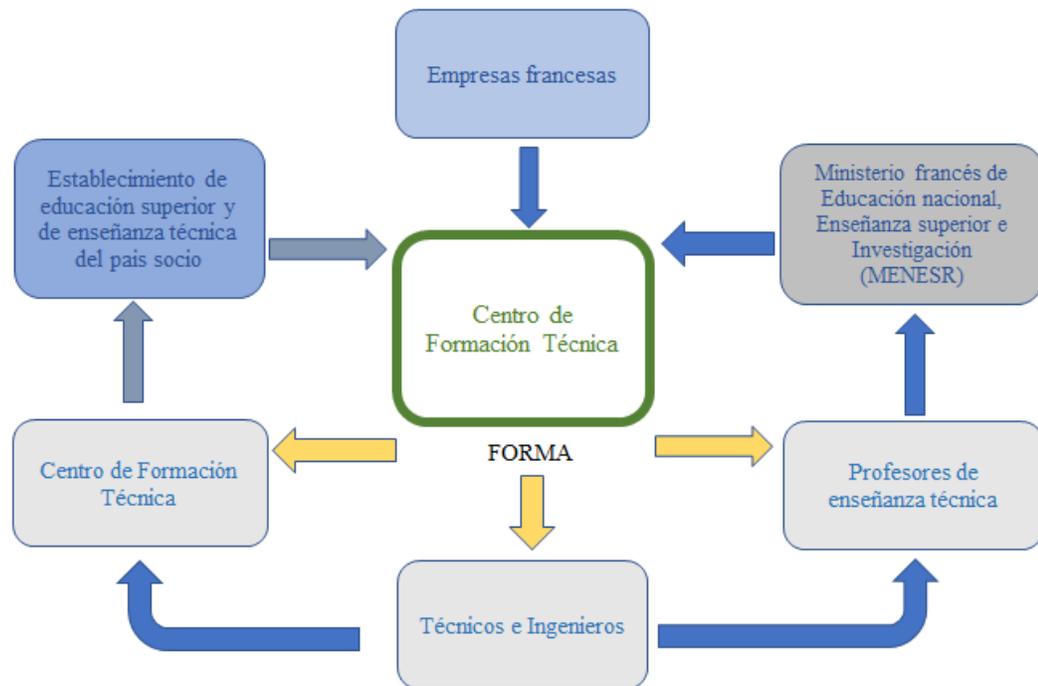


Fig. 9 Composición PLMCC³³

La misión del campus es formar mano de obra calificada en temas relacionados a la gestión del ciclo de vida del producto, atendiendo a las necesidades de la industria y fomentando la innovación en la misma. En segunda instancia, vela por formar vínculos entre los ambientes educativos y las empresas, como así también fomentar la formación de profesionales que tengan conocimientos útiles para aplicar dentro del marco de la economía local.

Los recursos con los que cuenta el PLMCC para lograr el cumplimiento de sus objetivos son:

- Software proporcionado por Dassault Systèmes y casos de estudios propuestos por las empresas.
- Espacio físico que cuenta con laboratorios y equipamientos informáticos dentro de la UNC.
- Financiamiento por parte del Ministerio Argentino de Educación.

³³ Composición PLMCC. Imagen modificada por mí y recuperada de http://www.unl.edu.ar/foroarfitec2015/wp-content/uploads/2014/12/LARREA-SARTORI_Presentacion-Campus-PLM-Cordoba-esp%C3%B1ol.pdf

- Experto en PLM brindado por el Ministerio Francés de Educación.

Los programas que se instalaron en los equipos de trabajo son: ENOVIA, SIMULIA, DELMIA y CATIA V6.³⁴

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el PLMCC, el Ingeniero Jean Philippe Verdu³⁵ se encuentra como encargado de la coordinación de las capacitaciones sobre el uso de los programas mencionados anteriormente. Puntualmente, el dicta los cursos referidos a CATIA y del resto de los recursos informáticos, vendrán especialistas de Francia el próximo año.

Hasta el momento, los cursos fueron brindados para docentes de las carreras de Ingeniería Mecánica, Industrial y Electrónica de esta Facultad, como así también para profesores de la carrera de Diseño Industrial de la Facultad de Diseño y Arquitectura de la UNC.

El programa de implementación del PLMCC está planificado para realizarse en tres años y actualmente estamos transitando el segundo. Hasta el momento, se realizó la instalación de los programas en los equipos informáticos del centro y se han dictado los primeros dos cursos de CATIA V6, de un total de cuatro. El primero fue destinado a brindarle a los docentes, que no tenían ningún conocimiento previo del programa, una introducción al mismo y tuvo una duración de veinte horas.

El segundo consistió en un curso de mayor nivel, que también tuvo una duración de veinte horas y en el mismo se vieron temas como: ensamblaje, diseño en contexto, diseño parametrizado y algunos proyectos pequeños en el cual se armaron modelos 3D, rediseños de productos existentes e ingeniería inversa.

La tercera capacitación, no estaba planificada al principio de la implementación del centro, pero debido a la diferencia de niveles de conocimiento entre las personas que asisten a la misma, el Ing. Verdu decidió destinar veinte horas más de repaso para aquellos que lo consideren necesario. Este nivel de aprendizaje se dará a fines del mes de agosto de este año.

³⁴ En el capítulo 4, referido a la empresa en estudio, explico las utilidades que brindan estas herramientas informáticas, como así también las de los otros programas que ofrece Dassault Systèmes.

³⁵ El Ingeniero Verdu es, además, uno de los codirectores de este proyecto y trabaja para el Ministerio de Educación de Francia.

Por último, como cuarta instancia de aprendizaje de CATIA, se armará un proyecto de diseño de un mini zeppelin para realizar mediciones en altura. A partir de un pliego de especificaciones, de los objetivos y limitaciones del estudio, el objetivo es diseñar, fabricar y ensayar el producto final. Todo esto trabajando de manera colaborativa, aprovechando las herramientas que brinda CATIA.

Para el año próximo están programados los cursos sobre ENOVIA, SIMULIA y DELMIA, pero aún no hay fechas previstas, ni encargados de impartir los cursos.

Pasados los tres años de la implementación, el centro quedará en manos de la UNC y la institución deberá decidir si comprar las licencias de los programas o no y que medidas serán necesarias para su aprovechamiento.

La experiencia en la implementación de los programas de PLM en este centro, se utilizarán para el análisis de la factibilidad de uso en Bicicletas Enrique, contemplando los tiempos necesarios para la capacitación del personal e instalación de los sistemas.

Capítulo 3. Paquete de software de PLM usado por la multinacional tomada como referencia

Con intención de que el lector conozca cómo se utiliza un paquete de software de PLM en la industria, en este capítulo desarrollo las soluciones que brinda la firma Siemens mediante sus programas, que son los que utiliza la empresa tomada como referencia para el desarrollo de sus automóviles. Los programas de las demás firmas que se dedican a la comercialización de este tipo de algoritmos computacionales poseen funciones muy similares.

Cabe destacar que los programas que son descritos y analizados a continuación son perfectamente compatibles entre sí, permitiendo integrar la tecnología PLM.

3.1 Teamcenter

Teamcenter permite realizar una gestión de datos de diseño mediante integraciones entre los procesos y herramientas de simulación. Tiene la capacidad de gestionar, compartir y reutilizar información a través de una fuente única de datos. Permite administrar las relaciones entre los distintos subsistemas y dominios referidos al diseño del producto, incluso a medida que se introducen cambios en ellos. También facilita la creación de montajes de piezas generadas por diferentes proveedores.

El programa proporciona una gestión de datos con soporte para CAD que permite crear, gestionar, visualizar, validar y reutilizar información en una amplia selección de sistemas CAD, que incluyen programas como NX y Solid Edge de Siemens PLM Software, AutoCAD, CATIA, Inventor, Pro/ENGINEER y SolidWorks. De esta manera, es posible crear diseños CAD integrados utilizando partes y componentes de diferentes programas. Esto es gracias al formato estándar de visualización 3D JT. Así es posible colaborar en diseños, por más que no se disponga de acceso a las herramientas CAD que los crearon.

Para entender el programa, debemos definir los siguientes conceptos:

- **Persona:** es un objeto que contiene las características personales de los individuos que están registrados en Teamcenter. Algunas de estas características son: nombre, dirección, correo electrónico y teléfono. Cada persona puede estar registrada una única vez.

- Usuario: toda persona para tener acceso a Teamcenter debe tener un usuario. El usuario es el objeto que tiene la contraseña y cada uno tiene una limitación en el acceso a la información, según lo que precise.
- Papel: es un objeto que identifica el tipo de trabajo que tiene cada usuario. En el caso de la multinacional tomada como referencia se encuentran las funciones de diseñador (interno) y de proveedor (externo).
- Grupo: es un objeto que comprende la definición de papeles y los usuarios de manera organizada. A modo de ejemplo, en la empresa, el "Grupo 310"³⁶ se divide en *310. Chassis* (grupo de personas que trabajan en el chasis del vehículo), *310. Powertrain* (grupo de personas que trabajan en la caja de velocidades del vehículo) y *310. Viewers* (grupo de personas que solo tienen acceso para visualizar los archivos publicados dentro del Grupo 310).
- Carpeta: la información se divide en carpetas para lograr una mejor organización de la misma.
- *Dataset*: es la relación entre los archivos almacenados en Teamcenter con el programa mediante el cual el archivo debe ser abierto. En la empresa, se usan los siguientes *Datasets*: UGMASTER (se abren con el programa NX y cuenta con el diseño 3D de una pieza o ensamblaje), UGPART (se abren en NX y cuenta con diseños 2D), UGALTREP (se usa para gestionar representaciones alternativas y se abren en CATIA y AutoCAD), DIRECT MODEL (contiene el archivo con extensión. jt y se abre con el visualizador de imágenes de Windows).³⁷

Todos los que participan del ciclo de vida del producto necesitan acceder a la información pertinente al diseño para tomar decisiones informadas y descubrir los problemas con tiempo. La visualización de PLM, alimentada por la tecnología JT, le permite al usuario visualizar y analizar (por ejemplo, tomar medidas, realizar cortes transversales y ver información de fabricación de productos) sus datos de diseño con facilidad. En el caso de la empresa tomada como referencia, esta es una herramienta utilizada para comunicarse con los proveedores que no cuentan con los mismos programas.

³⁶ 310 fue el código de denominación interna de un modelo de automóvil desarrollado en la empresa.

³⁷ Recuperado de Teamcenter Automotive Edición (TcAE) V8.3 (2012).

La gestión en el armado de una BOM (lista de materiales) también se realiza con Teamcenter. Al tener que desarrollar productos más innovadores con el fin de mantener la competitividad, se vuelve cada vez más difícil gestionar los productos, incluso las listas de materiales. Es necesario coordinar la planificación inicial para satisfacer las demandas de los clientes, así como comunicarse con proveedores que necesitan estar vinculados con la fabricación, el servicio y el soporte.

Además, Teamcenter es usado como una única base de datos para almacenar toda la información técnica de los desarrollos hechos por la empresa. De esta forma sirve como herramienta para reutilizar antecedentes en proyectos futuros; aquí se guardan planos, normas técnicas, memorias descriptivas, cálculos, catálogos y todo tipo de información relacionada con el desarrollo de productos.

Como mencioné al principio del capítulo, todas las empresas dedicadas a la comercialización de estos sistemas poseen estructuras informáticas similares y el equivalente de Teamcenter en los programas de Dassault Systèmes es ENOVIA.

3.2 NX

NX ofrece aplicaciones integradas y completamente asociadas CAD, CAM y CAE. El programa comprende un rango completo de procesos de desarrollo en el diseño del producto, manufactura y simulación, permitiendo a las compañías fomentar el uso de mejores prácticas al capturar y reutilizar conocimiento del producto y el proceso.

La última versión es NX11 y es posible dividirlo en tres grandes campos de aplicación como son:

- NX para diseño.

NX para diseño brinda una solución integrada para el diseño de productos que optimiza y agiliza el proceso de desarrollo de productos para los ingenieros que necesitan ofrecer productos innovadores en entornos de trabajo colaborativo.

- NX para simulación.

Las soluciones de NX para simulación incluyen CAE y NX Nastran.

NX CAE es un entorno CAE enfocado a grupos de trabajo multidisciplinarios. Permite realizar análisis sobre el comportamiento de un producto de forma virtual, con lo que ayuda al momento de tomar decisiones. No es solo una herramienta CAE para ejecutar simulaciones, sino que permite gestionar datos en un entorno.

NX Nastran es un programa basado en el método de análisis estructural de elementos finitos. Permite encontrar soluciones estructurales relacionadas con el análisis de tensiones. Sirve para analizar cargas generales como son las vibraciones, cargas dinámicas y cargas térmicas.

- NX para manufactura.

NX para manufactura brinda una solución para la simulación referida a los procesos de manufactura de partes, desde CAM hasta el controlador CNC. Sirve para mejorar la productividad en la generación de partes, lo que implica reducir la extensión de los programas de mecanizado CNC y el tiempo de maquinado, mejorar la calidad de los productos terminados y hacer un uso eficiente de los recursos de manufactura.

Su equivalente en la lista de programas de Dassault Systèmes es CATIA.

Capítulo 4. Bicicletas Enrique

Los siguientes párrafos tratan sobre la empresa a la cual le realicé el estudio de implementación. En primera instancia, presento una breve introducción de la firma, enuncio su visión, misión y valores, su compromiso con el medio ambiente y los productos que están comercializando en la actualidad, para finalmente comentar los cambios que se proponen en la gestión de su producción y su correspondiente estudio de viabilidad.

4.1 Presentación de la empresa

Es una firma familiar, dirigida por la familia Españón, quienes comenzaron atendiendo un taller de bicicletas en la localidad de Morrison, provincia de Córdoba. En ese entonces, se dedicaban a la venta de repuestos, gomería y reparación de radios.

En la actualidad, Bicicletas Enrique es una fábrica de bicicletas, radicada en la localidad de Córdoba Capital. La misma se dedica a la producción de bicicletas del tipo "*Mountain Bike*", todo terreno, playeras, de paseo, para niños, "*bmx*", "*cross*"³⁸, fijas y bicicletas especiales: tricicletas y bicicletas de reparto. Para la marca de Bicicletas Enrique propiamente dicha, la empresa fabrica los cuadros, las horquillas y los manubrios, los demás accesorios y componentes son tercerizados. En otra instancia, comercializan productos importados y trabajan con las marcas Explorer y Kunk.

Además de la producción de bicicletas, ofrecen al mercado: triciclos, kartings, accesorios, repuestos y componentes.

La visión de la empresa es "*ser referentes en el mercado por su profesionalización, calidad de producto y grado de integración, avanzando comercialmente con proyección internacional*".

Su misión es "*promover la salud física y espiritual de las personas*".

Dentro de sus valores se encuentran "*la honestidad, el respeto, la confianza y la responsabilidad social empresarial*".³⁹

³⁸ En caso de desconocimiento de términos, recomiendo ver definiciones en el glosario.

³⁹ Empresa, misión, visión y valores de Bicicletas Enrique. Recuperado de <http://www.bicicletasenrique.com/es/Empresa-mision,-vision-y-valores-42>.

La empresa destina fondos a la responsabilidad social empresarial (RSE) implementando materiales ecológicos, como la pintura en polvo para el pintado de todos sus productos (cuadros, horquillas y manubrios). Este tipo de pintura no contiene solventes y emite cantidades ínfimas de gases contaminantes a diferencia de las pinturas líquidas que requieren solventes.

En la medida que el polvo aplicado se seca, el 98% del "overspray"⁴⁰ puede ser recuperado y reutilizado. El residuo final generado es muy pequeño y puede ser dispuesto como basura en forma fácil y económica. En algunos casos de pinturas líquidas, el 50% del producto que se compra se desecha, motivo por el cual se tira gran parte de lo comprado y además se contamina el medio ambiente.

El consumo de energía para el curado⁴¹ también es menor. En los hornos donde se procesan las pinturas con solvente se requiere calentar y evaporar los solventes y calentar y eliminar grandes cantidades de aire para asegurar que los vapores de solvente no alcancen un nivel peligroso y potencialmente explosivo. La cantidad de aire que se renueva en los hornos donde se procesa pintura en polvo es mínima.

Con respecto a los locales de venta, la empresa posee centros minoristas donde ofrecen otras marcas aparte de las nombradas con anterioridad y centros de venta mayoristas, como casas de artículos para el hogar.

4.2 Producto en estudio: bicicleta urbana de dama rodado 26

Como objeto de estudio, utilicé la bicicleta urbana de dama rodado 26, ya que es la más vendida en la actualidad y la que presenta mayor continuidad en el mercado.

A continuación, adjunto una fotografía del producto:

⁴⁰ Polvo que no se fija a la pieza durante la aplicación.

⁴¹ Tratamiento que se da a las bicicletas después de la colocación de la pintura, a fin de mantener en buen estado su superficie. Esta tarea suaviza la retracción del material y evita su agrietamiento por desecación brusca.



Fig. 10 Fotografía bicicleta urbana de dama rodado 26⁴²

De este producto en particular, la empresa fabrica el cuadro, la horquilla y el manubrio. Además, realiza el montaje y el pintado. Los demás componentes son comprados a proveedores locales y externos. En Argentina se compran guardabarros y varillas, cubrecadenas, pies, llantas, cubiertas, "grips", canastos y calcomanías; los demás insumos son traídos de China e India. De parte de la empresa me comentaron que cuentan con proveedores locales para la totalidad de las piezas, pero con costos que no hacen rentable la compra a nivel nacional.

En esta instancia del proyecto, considero que vale la pena mencionar lo globalizado que se encuentra el mercado en la actualidad. No existe estructura que se salve de la necesidad de ampliar su red de negocios si no quiere quedar en desventaja con la competencia.

Las cantidades vendidas de este modelo de bicicleta son en promedio doscientas unidades mensuales. Sin embargo, su salida es fluctuante y depende de factores como son la época del año y los productos que ofrece la competencia.

El tiempo de desarrollo de este producto fue de aproximadamente seis meses. Del total del tiempo, por parte de la empresa identificaron los siguientes porcentajes, que son los que suelen

⁴² Imagen brindada por gentileza de la empresa Bicicletas Enrique.

demorar sus desarrollos de productos nuevos: 20% en la definición del producto y el diseño, 30% en armado de prototipos, 10% en ajustes para la producción a gran escala, 10% en análisis y definición de costos y el 30% restante en el armado de herramientas y matrices para la producción.

Si bien es cierto que para demostrar la utilidad del PLM aplicado a los productos de Bicicletas Enrique, lo más objetivo sería utilizar los programas y comparar los tiempos de desarrollo con el método tradicional. Por una cuestión de disponibilidad de licencias, en este proyecto voy a limitarme a explicar las ventajas teóricas que brindan. En los porcentajes de tiempos que me facilitaron desde la pyme, se observa que las etapas más extensas son las de armados de prototipos y herramientas para la producción. Esto se debe a que Bicicletas Enrique no cuenta con flexibilidad para emprender nuevos proyectos y la falta de poder de innovación se ve reflejada en altos tiempos de trabajo. Realizando los cálculos estructurales y las simulaciones de procesos de manufactura que permiten los programas de PLM de Dassault Systèmes, la empresa seguramente podrá reducir los tiempos técnicos que hoy están invirtiendo en armados de prototipos y herramientas para la producción. Ya que podrán anticiparse a posibles errores de diseño antes de comenzar a producir. Por otra parte, se reducirán los tiempos de ajustes para la producción a gran escala, ya que podrán armar los procesos de manufactura y ensayarlos de manera virtual. En cuanto a la definición del producto y el diseño, CATIA es un programa de representación asistida que permite realizar diseños complejos 2D y 3D, por lo que si Bicicletas Enrique especializa a su personal en un único sistema de representación (al momento de realizado el PI, la empresa utiliza más de uno y no está estandarizado el uso de uno u otro), sin dudas podrán optimizar tiempos de diseño, sacándole un máximo provecho a las virtudes del programa. En última instancia, la posibilidad de gestión de la documentación y la creación de antecedentes de proyectos en una única base de datos en la plataforma 3DEXPERIENCE, ayudarán a la definición de análisis y definición de costos.

El listado de materiales (BOM) del modelo en estudio se ordenó en forma de tabla y se adjunta como anexo 1.

4.3 Trabajo de campo en la pyme

En esta instancia del proyecto, realicé varias visitas a la fábrica, donde pude relevar información de interés y conversar con los encargados de la misma. Además, me contacté con el Diseñador

Industrial Carlos Serra⁴³, quién es el encargado de realizar los diseños de los productos de Bicicletas Enrique. La dirección general de la empresa optó hace ya unos años, por la opción de tercerizar sus diseños.

Dentro de la pyme hay distintos tipos de desarrollo de productos, que se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- *Restiling* ó actualización de productos existentes.
- Nuevos productos.
- Ensamble de productos importados.

A su vez, dicha clasificación impacta en el tiempo invertido en el desarrollo, ya que varía desde un mes para realizar alguna actualización menor, hasta diez meses para concebir un producto completamente nuevo y complejo, considerando la necesidad de fabricar algún dispositivo de soldadura, matriz y o la importación de productos.

Las etapas a seguir en el desarrollo de productos de la empresa en estudio son:

- Detección de la necesidad de desarrollo, que puede llegar de diferentes áreas: comercial, clientes, competencia, referentes extranjeros, pedidos particulares (por ejemplo, bicicleta pedida por la policía bajo licitación u otro pedido específico).
- Definición de estrategia de desarrollo y partes intervinientes (fijación de tiempos, etapas, costos aproximativos del producto/desarrollo).
- La realización del diseño puede comprender bocetos, planos con AutoCAD, modelos 3D con Rhino, imágenes editadas digitalmente con el programa Photoshop o Illustrator.
- Reuniones o intercambio de correos electrónicos, llamadas, videollamadas vía Skype con proveedores y encargados para ver avances y tomas de decisiones.
- Realización de prototipos y muestras.
- Ajustes sobre análisis de los prototipos y muestras.
- Ajustes finales sobre la estructura de productos y costos.
- Realización de dispositivos y herramientas para la fabricación.

⁴³ Ver cuestionario realizado al Diseñador Industrial Carlos Serra en el anexo 2.

- Preserie a baja escala, para verificar los procesos de producción y normalmente suelen ser necesarios eventuales ajustes después de esta instancia.
- Ajustes finales y lanzamiento del producto al mercado.

Con respecto a la producción, la pyme cuenta con nuevas máquinas automatizadas para realizar el armado de llantas, específicamente la colocación de rayos, que era una operación "cuello de botella" dentro del proceso. Demás operaciones son en su mayoría manuales, con la ayuda de dispositivos y herramientas especiales, así como puestos de trabajos estudiados para optimizar las tareas y hacerlas ergonómicas para el operario. Cuentan con una línea de montaje en la parte de ensamblado, con movimiento de avance.

No se realiza ningún tipo de cálculo estructural a lo largo del desarrollo, la metodología de trabajo es realizar prototipos y muestras para luego ensayarlas. En caso de que se detecte alguna falla o se intuya algún punto crítico, este se modifica o refuerza. Además, se utiliza la experiencia de la empresa y de la competencia para ayudarse en la selección de materiales y procesos de manufactura, como así también las formas y geometrías más usadas (ángulos del cuadro, distancias entre ejes, secciones de los caños y tipos de soldadura). Se suelen priorizar los materiales que se encuentran en stock, para abaratar costos. Ídem con los procesos, ya que se suelen utilizar las maquinarias y dispositivos ya existentes. En caso de que se decida utilizar otro material y o cambiar de procesos, se analiza tercerizar una solución alternativa que cumpla con las necesidades de tiempos y costos. Por ejemplo, la realización de cuadros de aleaciones de aluminio es totalmente tercerizada, ya que la soldadura es más compleja que en el caso del acero y no cuentan con instalaciones para soldar este tipo de materiales en la fábrica.

En cuanto a la verificación de tolerancias dimensionales, la empresa cuenta con cintas métricas, reglas, calibres y dispositivos de soldadura que sirven también para realizar el control de las partes.

Además, todos los productos de Bicicletas Enrique están certificados por el INTI⁴⁴ desde el año 2003 y las normas vigentes⁴⁵ son: IRAM NM 301/2004 para bicicletas infantiles, IRAM 40020/2006

⁴⁴ INTI son las siglas del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

⁴⁵ Ver entrevista a Enrique Españón realizada por el "canal doce", el día 16 de enero de 2017. Recuperada de https://eldoce.tv/el-show-tv/las-bicicletas-deberan-certificarse_33303

para bicicletas de adultos e IRAM 60020/2017 para bicicletas con asistencia eléctrica⁴⁶. Para emitir las certificaciones, el INTI toma muestras de las diferentes familias de productos y les realiza ensayos tanto a las bicicletas completas, como así también a algunos componentes aislados. Los principales ensayos son de frenos, iluminación, asiento, cadena, cubrecadena, pedales, guardabarros, cubiertas y cámaras, cierres rápidos, horquillas, masas, estenes y dirección.

4.4 Necesidad de implementación de un sistema PLM en Bicicletas Enrique

Una de las principales intenciones del PI es indagar sobre la necesidad que tienen las pymes en cambiar el desarrollo tradicional de sus productos por el desarrollo por medio del sistema PLM, utilizando la experiencia de las grandes multinacionales que lo adoptaron hace años. Para evaluar si la empresa en estudio lo precisa, realicé una encuesta⁴⁷ que ofrece la consultora PLM advisors que es especialista en PLM. En su página Web ofrecen un servicio de "Self Assessment"⁴⁸.

La encuesta entregó como resultado que Bicicletas Enrique es un potencial cliente de PLM, ya que sus capacidades en gestión están por debajo de la media de los encuestados. En esta instancia, vale la pena aclarar que la consultora que facilita la encuesta se dedica a la consultoría para firmas que usan PLM, por lo que es de esperar que esté armada para fomentar la implementación de este sistema. No obstante, es un indicador real de la necesidad que tiene la empresa de mejorar su gestión.

4.5 Estudio de viabilidad en la implementación de un sistema PLM para su aplicación en Bicicletas Enrique

Para estudiar la implementación de un sistema PLM en la empresa, se entendió que serían necesarios los siguientes recaudos en caso de que se optara por llevar a cabo la implementación:

- Decisión por parte de la dirección y concientización del personal hacia la filosofía del nuevo sistema de gestión.
- Capacitaciones sobre el modelo a implementar.
- Creación de grupos de trabajo o equipos de implementación, puede ser externo o interno, pero requiere el apoyo de especialistas.

⁴⁶ IRAM son las siglas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

⁴⁷ Se recomienda al lector ver encuesta en el anexo 3.

⁴⁸ Asesoramiento personalizado para tomar la decisión de implementar o no un PLM. Recuperada de <http://plmadvisors.com/competencias/product-lifecycle-management-2/plm-self-assessment/>

- Identificación de los procesos productivos.
- Armado de documentación de los procesos identificados en caso de que no hubiere y si existieran, hay que recopilarlos.
- Implantación y seguimiento del sistema.
- Auditorías internas, acciones correctivas y preventivas.
- Auditoría externa de certificación, reporte de no conformidades y retroalimentación.

Como se mencionó en el capítulo anterior, se trabajará con la cartera de productos de PLM de Dassault Systèmes que está formada por CATIA 3DEXPERIENCE y SolidWorks para el diseño mecánico en 3D; DELMIA para la producción virtual; SIMULIA para las pruebas virtuales; ENOVIA para la gestión global del ciclo de vida de producto; GEOVIA para simular y modelar en 3D los recursos naturales; EXALEAD para buscar y gestionar recursos informativos; 3DVIA para evaluar factores económicos al momento de comprar.

En esta instancia, como autor del proyecto me contacté con el área de ventas de Dassault Systèmes en Argentina y realicé la consulta sobre la posibilidad de armar un presupuesto de paquetes de programas PLM adaptados al uso en la pyme Bicicletas Enrique.

4.5.1 Factibilidad de adaptación del PLM usado en una multinacional a la pyme Bicicletas Enrique

Adelantando una de las tantas conclusiones obtenidas a lo largo de este PI, aseguro que no es posible adaptar la configuración de implementación de un sistema PLM de una empresa a otra, ya que cada caso requiere un estudio en particular para lograr satisfacer las necesidades propias de cada firma. Además, en este caso se trata de una multinacional y una pyme, con lo cual estamos analizando estructuras organizacionales completamente disímiles. No obstante, la experiencia del uso de PLM en la empresa tomada como referencia, me sirvió como autor para comenzar a realizar el estudio de implementación en Bicicletas Enrique.

Como vimos en la sección anterior, la autopartista utiliza dos programas de PLM para la gestión del desarrollo de sus productos (NX y Teamcenter)⁴⁹ y los utiliza para diseñar, simular, comunicarse

⁴⁹ Son los que pude conocer y utilizar en mi trayectoria por la empresa, ya que como aclaré en el capítulo 3, cada usuario está limitado a utilizar los programas que necesita.

con proveedores e internamente, almacenar información y gestionar los activos intelectuales de sus proyectos en general.

Se aclaró que las necesidades de una multinacional son distintas a las de una pyme, por lo que evidentemente no vamos a pretender que ambas utilicen las mismas herramientas de gestión ya que no sería provechoso ni rentable. Sin embargo, cada programa está compuesto por módulos y es posible solicitar a su fabricante aquellos que puedan ser de utilidad para la empresa en estudio.

Con intención de extender el alcance del proyecto y entendiendo que cada empresa en particular necesita diferentes programas, decidí consultar a la competencia de Siemens por sus sistemas de PLM. Por lo tanto, el estudio de factibilidad de implementación lo realicé con la empresa francesa Dassault Systèmes, que además es la que maneja el Centro de Formación de Recursos Humanos en PLM en la UNC.

4.6 Metodología de trabajo propuesta empleando PLM

Luego de analizar la oferta de programas que ofrece Dassault Systèmes para las pymes argentinas, aprovechando la experiencia de aplicación de PLM en la multinacional tomada como referencia y considerando el tamaño de la organización en estudio, considero que los cambios a realizar en la gestión son en cuestiones de diseño, manejo de la información y comunicación tanto con proveedores como interna.

Como mencioné en este capítulo, Bicicletas Enrique cuenta con tres tipos de desarrollos de productos y si bien los programas de PLM son aplicables a todos por igual, posiblemente en el que mayor valor agregado se pueda obtener es cuando se desarrolla un producto completamente nuevo. Este diferencial se obtiene por medio del poder de innovación que se logra con CATIA, en la posibilidad de realizar cálculos estructurales, en la simulación virtual de los procesos de manufactura y con la posibilidad de manejar la información dentro de una única base de datos. En el caso de que la pyme decida actualizar un producto ya existente, la gran ventaja que brindan los programas de PLM son la posibilidad de reutilizar información y modificarla fácilmente. Por último, CATIA tiene como herramienta la posibilidad de armar ensambles de piezas complejos y de obtener componentes normalizados por catálogo. De esta forma, es posible ahorrar tiempo en los ensambles que realiza Bicicletas Enrique de productos importados.

Para que la empresa pueda tomar una decisión lo más objetiva posible con respecto a la posibilidad de implementación del sistema, solicité una propuesta técnica/comercial a Dassault Systèmes enfocada a mejorar la gestión de Bicicletas Enrique. Con intención de atender a mi solicitud, la empresa francesa solicitó el organigrama de la pyme para poder dimensionar el sistema en función al tamaño de la estructura organizacional.⁵⁰

La propuesta de Dassault Systèmes consiste en la posibilidad de aprovechar la plataforma 3DEXPERIENCE para mejorar los procesos internos de comunicación, colaboración, control y gestión de la información, como así también la factibilidad de realizar el armado de planos y modelos 3D mediante el programa de diseño asistido CATIA. Dicha mejora surge de la integración de las distintas áreas de la empresa mediante el trabajo dentro de la plataforma 3DEXPERIENCE. Además, el programa permite realizar cálculos estructurales por medio del método de elementos finitos; esto ayudaría a la pyme a lograr optimizar los materiales, simular los procesos de manufactura, disminuir los tiempos de armado de prototipos y los posteriores ajustes que surgen luego de su realización. La multinacional francesa sugiere que todos los usuarios cuenten con la aplicación básica y luego potenciar a cada integrante con aplicaciones que contienen funciones según su rol.

A continuación, adjunto la propuesta técnica brindada por la empresa proveedora del sistema:

⁵⁰ Ver cuestionario realizado al Ingeniero Gustavo Purro en el anexo 4 y el organigrama de Bicicletas Enrique en el anexo 5.

Tabla 3 Propuesta técnica de Dassault Systèmes ⁵¹

ÁREA/FUNCIÓN	PJCX Project Contributor	DPMX Project Manager	PDEX Product Manager	CADx 3D Designer Connector	SMWX CATIA
Gerencia general	1				
Responsable armado Cuadros	1	1	1		
Encargado producción bicipartes	1				
Responsable compras	1				
Responsable planta San Carlos	1	1			
Auxiliar ingeniería				1	1
Responsable de ventas	1				
Usuarios varios	4				
TOTAL	10	2	1	1	1

Como se observa en la tabla 3, la propuesta consta de diez licencias 3DEXPERIENCE 2017x "Project Contributor PJCX", dos 3DEXPERIENCE 2017x "Project Manager DPMX", una 3DEXPERIENCE 2017x "Project Engineer PDEX", una 3DEXPERIENCE 2017x "xCAD Designer CADx" y una 3DEXPERIENCE 2016x "SMWX/MULTI-DISCIPLINE SHEET METAL DESIGNER".

Con intención de aclarar las diferencias existentes entre las distintas funciones armé la siguiente lista:

⁵¹ La propuesta fue armada por el Ingeniero Gustavo Purro, especialista en ventas de sistemas PLM de la multinacional francesa.

- Project Contributor PJCX: función dirigida a los usuarios de la plataforma 3DEXPERIENCE que requieren una funcionalidad básica para la visualización y administración de documentos a nivel gerencial. Esta licencia contiene dos aplicaciones; Platform Contributor PCS y Project Member DPJ.
 1. Platform Contributor PCS: es el punto de entrada a la plataforma, provee de capacidades para ordenar la empresa mediante el trabajo colaborativo.
 2. Project Member DPJ: útil para que los miembros del proyecto ingresen, gestionen, realicen y vean reportes de las tareas asignadas.
- Project Manager DPMX: enfocada al rol que cumple el líder del proyecto, con funcionalidades que permiten tener un seguimiento de los trabajos ya completados y los que quedan por realizar. Le ofrece a la empresa una ventaja con respecto a la competencia, radicada en la posibilidad de lanzar sus productos al mercado en menor tiempo.
- Product Engineer PDEX: permite integrar todos los diseños y documentos relacionados con el desarrollo del producto. Además de la creación y gestión de listas de materiales (BOMs).
- CATIA SMWX MULTI-DISCIPLINE SHEET METAL DESIGNER: es un programa de diseño asistido que provee herramientas variadas para realizar modelos 3D, creación de referencias avanzadas como planos y curvas, creación de ensambles, simulación cinemática, cálculos estructurales, simulación de procesos de manufactura, dibujos de planos 2D y gestión de proyectos.
- Multicad Designer CADx: brinda herramientas para la gestión de los documentos CAD. Está dividida en las siguientes tres aplicaciones:
 1. Platform Contributor PCS
 2. Project Member DPJ
 3. Collaborative Innovation CNV: útil para realizar trabajos colaborativos en la nube, enfocados a la gestión del diseño, la simulación y planificación de procesos de manufactura.

4.6.1 Requerimientos informáticos de aplicación

Desde la empresa proveedora del sistema, recomiendan instalar la plataforma 3DEXPERIENCE de forma monolítica. Esto quiere decir que todos los componentes se instalan en un único servidor. Además, consideran que para facilitar la instalación y poder realizarla de manera remota, es posible instalar todo en una máquina virtual.

Las operaciones de instalación y configuración en un único servidor son las siguientes:

- Instalación de Apache. Creación de certificados seguros SSL. Configuración.
- Instalación de base de datos SQLServer/Oracle12c.
- Instalación del componente 3DPassport.
- Instalación del componente 3DDashboard.
- Instalación del componente Federated Search.
- Instalación del componente Full Text Search.
- Instalación del componente 3DSpace.
- Instalación de todos los Centrals que integran a la solución (Engineering Central, Program Central, etc.)
- Compilación de la plataforma.

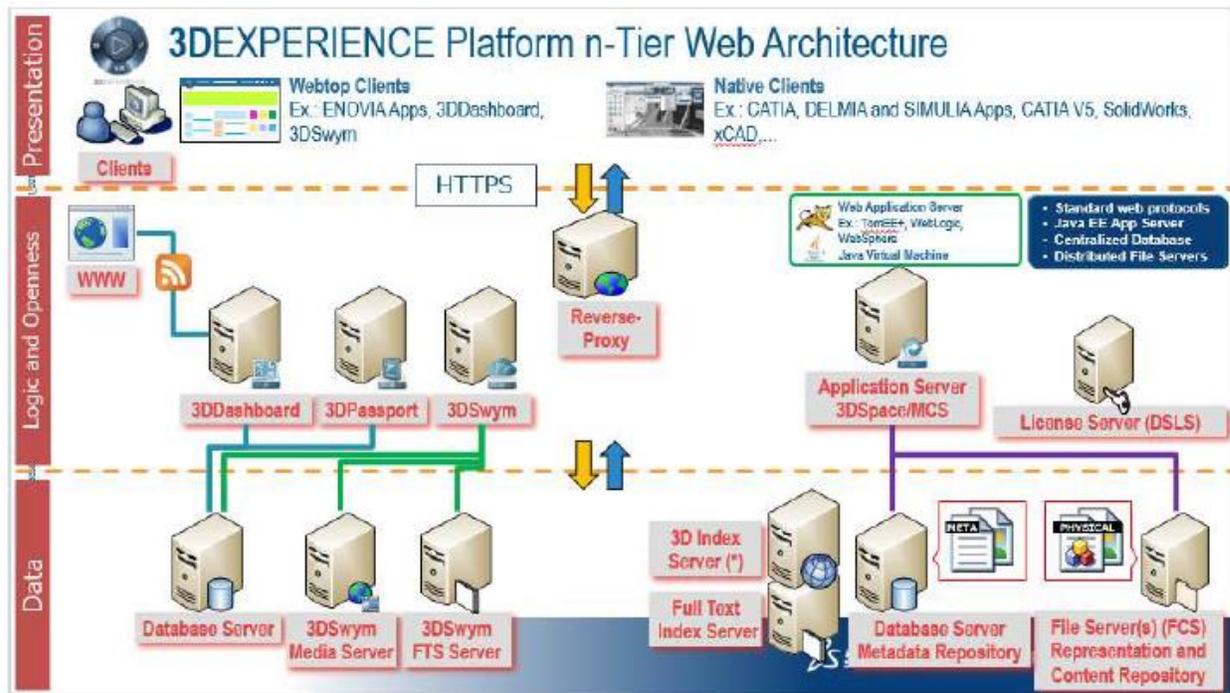


Fig. 11 Arquitectura de 3DEXPERIENCE

Por su carácter netamente colaborativo, la plataforma 3DEXPERIENCE tiene una arquitectura cliente/servidor. Esto implica que en la unidad del cliente se instala el programa CATIA y en el servidor, la base de datos donde se comparten los diseños, documentos y toda la información de los proyectos.

En cuanto a los requerimientos de hardware y software, la empresa indica los siguientes:

- Hardware servidor:
 - ✓ CPU de cuatro núcleos.
 - ✓ Memoria RAM de 16/24 GB.
 - ✓ Disco duro de 300 GB.
- Sistema operativo del servidor (cualquiera de los siguientes):
 - ✓ Red Hat Enterprise Linux 6.5.
 - ✓ Windows Server 2008 R2 SP1 Standard/Enterprise.
 - ✓ Windows Server 2012 R2 Standard/Enterprise.
- Base de datos (cualquiera de las siguientes):
 - ✓ SQL Server 2012 Standard/Enterprise.

- ✓ Oracle Database 12C Release 1Standard/Enterprise.
- Hardware de las estaciones de trabajo:
 - ✓ CPU i7.
 - ✓ Memoria RAM de 16 GB.
 - ✓ Placa de video 4 GB.
- Sistema operativo de las estaciones de trabajo:
 - ✓ Windows 7 de 64 bits.

4.6.2 Capacitación

Todos los cursos que ofrece Dassault Systèmes son a realizarse dentro de las instalaciones de Bicicletas Enrique. Hay capacitaciones dictadas para la totalidad de los usuarios, como así también individuales para cada usuario en particular. Siguiendo este criterio, es posible agruparlos de la siguiente manera:

- Para todos los usuarios:
 - ✓ Gateway to the 3DEXPERIENCE Platform: en este curso se presenta la plataforma y sus funcionalidades. Se enseñan cuestiones como el ingreso a la misma, la gestión de proyectos, la búsqueda de documentos y maneras de compartir información a otros usuarios.
 - ✓ ENOVIA Collaboration for Microsoft Essentials: aquí se aprende a utilizar ENOVIA, enfocado a la gestión de documentos en ENOVIA utilizando programas de Microsoft.
 - ✓ ENOVIA Project Execution Essentials: este curso enseña cómo usar la aplicación de Project Sharing para gestionar las tareas asignadas a los distintos usuarios.
- Para el usuario Project Manager:
 - ✓ ENOVIA Project Management Fundamentals: en esta capacitación se diserta sobre cómo crear y gestionar proyectos, asignar miembros del proyecto, crear y asignar tareas, definir derechos de acceso a las diferentes carpetas del proyecto. Se enseña cómo crear el flujo de

proceso y cómo monitorear el estado de los diferentes proyectos. Adicionalmente, se indica cómo usar el Microsoft Project Integration.

- ✓ ENOVIA Collaboration and Approvals Essentials: se aclaran las funcionalidades de las aplicaciones de ENOVIA, lo cual habilita a gestionar su contenido y colaborar con la totalidad de los miembros del equipo.
- Para el usuario Product Engineer:
 - ✓ ENOVIA Engineering BOM Management Essentials: sirve para entender las funcionalidades de ENOVIA relacionadas con la gestión de la lista de materiales, enfocado a las modificaciones del proceso de ingeniería. Además, se enseña a crear distintos tipos de reportes para mostrar a nivel gerencial y para el resto del equipo de trabajo.

4.6.3 Costos de la implementación y condiciones comerciales

El Ingeniero Gustavo Purro realizó un presupuesto para la implementación del sistema en Bicicletas Enrique y lo expongo a continuación en la tabla 4:

Tabla 4 Condiciones comerciales de Dassault Systèmes

Ítem	Tipo	Cantidad	Descripción	Precio de lista
1	Licencia	_ ⁵²	3DEXPERIENCE 2017x PJCX-DPMX-PDEX	USD 13.752 + USD 3.025
2	Licencia	1	3DEXPERIENCE 2017x CADx	USD 2.198 + USD 482
3	Licencia	1	3DEXPERIENCE 2016x SMWX/MULTI-DISCIPLINE SHEET METAL DESIGNER	USD 13.520 + USD 2.974
4	Implementación	1	Instalación y configuración de la plataforma 3DEXPERIENCE 2017x	\$36.000
5	Capacitación	1	Plataforma 3DEXPERIENCE 2017x.-Project Manager-SMWX	\$39.800

Tomando como referencia el valor del dólar vendedor en nuestro país al 17 de agosto de 2017, según el BNA (1USD=\$17,45), el presupuesto realizado por la empresa proveedora de los sistemas ronda los \$590.051,5. A este monto es necesario sumarle el IVA y los términos que figuran sumados

⁵² No se indican cantidades, porque es un paquete que incluye todas las licencias que presupuestó el Ingeniero Purro, referidas a PJCX, DPMX y PDEX, que fueron detalladas en la tabla número 3.

en los ítems 1, 2 y 3, que son los valores de mantenimiento y actualizaciones anuales que el cliente tiene que afrontar.⁵³

Ahora bien, hasta el momento detallé los costos de los programas que ofreció la empresa Dassault Systèmes. Sin embargo, para obtener un monto completo de la implementación de un sistema PLM en Bicicletas Enrique, debo contemplar, además, los costos de los requerimientos informáticos en hardware y software en el servidor y en las estaciones de trabajo. Con esa intención, pedí cotizaciones a un local de computación referente en la ciudad de Córdoba y las ordené en la tabla 5, que adjunto a continuación:

Tabla 5 Cotización de los requerimientos informáticos

Ítem	Tipo	Cantidad	Descripción	Precio de lista
1	Unidad de sistema	1	HPE ProLiant ML110 Gen9 Intel Xeon E5-2603v4 6-Core (1.7 GHz 15 MB) 8GB PC4- 2400-R DDR4 RDIMM 2TB (7.2 KRPM) Non-Hot Plug 3.5 in Dynamic Smart Array B14Di SATA DVD-RW 550 W 3yr	USD 998,89
2	Memoria servidor	1	HPE 8GB Single Rank x8 DDR4-17-17-17 Registered Memory Kit	USD 191,11

⁵³ En caso de que el cliente opte por prescindir de los servicios de mantenimiento de software y ó de recibir las actualizaciones que ofrece Dassault Systèmes, tiene que pagar un impuesto de finalización de soporte, que será acordado al momento de firmar el contrato.

Ítem	Tipo	Cantidad	Descripción	Precio de lista
3	Unidad de disco duro	1	HP 2TB (7.2 KRPM) SATA 3.5 in Non-Hot Plug Standard 1 yr	USD 286,67
4	Windows Server STD CORE	1	WinSvr STD Core 2016 SNGL OLP 16Lic NL CoreLic	USD 1.048,81
5	SQL Server Standard Edition Base de datos	1	SQLSvr5td 2016 SNGL OLP NL	USD 1.082,7
6	Estaciones de trabajo	15	WorkStation Lenovo P500 XEON E5-1620	USD 28.500
7	Memoria estaciones de trabajo	15	Memoria Kingston 8GB DDR4 2133MH ECC (para expandir a los 16 GB solicitados por DS)	USD 2.197,2

En la casa de computación, me indicaron que todos los equipos de las estaciones de trabajo vienen equipados con Windows 10 de 64 bits.

El total de los requerimientos informáticos suma \$598.628,88. Los que sumados a los \$590.051,50 por costo de las licencias de Dassault Systèmes, dan un monto total a invertir de \$1.188.680,38 más IVA.

4.7 Decisión por parte de la pyme

En esta instancia, la empresa tiene que decidir si realmente necesita implementar un sistema PLM y en caso de hacerlo, que tan significativo será para su producción.

Con intención de estudiar una decisión objetiva por parte de la empresa en estudio, realicé una matriz de análisis FODA⁵⁴, con los objetivos que me planteó Enrique España⁵⁵ que le interesarían obtener luego de implementar el nuevo sistema en su firma y analizando los recursos y la situación en la que se encuentra en la actualidad. En este análisis, es posible identificar dos tipos de factores: externos e internos. Los factores externos están relacionados con nuevos comportamientos de los clientes, competencia, cambios del mercado, tecnología, economía, incentivos gubernamentales, normas de calidad y cuidado del medio ambiente. Por ende, debemos ver estos factores como oportunidades y amenazas.

- Oportunidades: representan una ocasión de mejora para la empresa. Las oportunidades son factores positivos y con posibilidad de ser explotados por parte de la organización. Para identificar las oportunidades podemos responder a preguntas como: ¿Existen nuevas tendencias de mercado relacionadas con nuestra empresa? ¿Qué cambios tecnológicos, sociales, legales o políticos se presentan en nuestro mercado?
- Amenazas: pueden poner en peligro la supervivencia de la empresa o en menor medida afectar a nuestra cuota en el mercado. Si identificamos una amenaza con suficiente antelación podremos evitarla o convertirla en oportunidad. Para identificar las amenazas de nuestra organización, podemos responder a preguntas como: ¿Qué obstáculos podemos encontrarnos? ¿Existen problemas de financiación? ¿Cuáles son las nuevas tendencias que siguen nuestros competidores?

En otra instancia, se encuentran los factores internos y con intención de nombrar algunos contamos con financiación, marketing, producción y organización. Estas variables requieren agruparse como fortalezas y debilidades dentro de la empresa.

- Fortalezas: son todas aquellas capacidades y recursos con los que cuenta la empresa para explotar oportunidades y conseguir construir ventajas competitivas. Para identificarlas podemos preguntarnos: ¿Qué ventajas tenemos respecto de la

⁵⁴ Conocida herramienta estratégica para la toma de decisiones empresarial. Su nombre deriva del acrónimo formado por las iniciales de los términos: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

⁵⁵ Presidente de Bicicletas Enrique y actual secretario de la Cámara de Bicicleteros de Córdoba.

competencia? ¿Qué recursos tenemos disponibles? ¿Cuáles son nuestros puntos fuertes en producto, servicio, distribución o marca?

- Debilidades: son aquellos puntos de los que la empresa carece, de los que se es inferior a la competencia o simplemente de aquellos en los que se puede mejorar. Para identificar las debilidades de la empresa podemos responder a preguntas como: ¿Qué perciben nuestros clientes como debilidades? ¿En qué podemos mejorar? ¿Qué evita que nos compren?

Tabla 6 Matriz FODA de Bicicletas Enrique

FODA	FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS
FACTORES POSITIVOS	<p style="text-align: center;"><u>Fortalezas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de profesionales con alta experiencia en el rubro. • Alta fidelización de clientes. • Red de distribución asentada. • Red de proveedores familiarizados con la forma de trabajo actual. • Reconocimiento de la marca a nivel regional. • Voluntad de crecer como organización y conocer nuevas herramientas de trabajo. • Fácil identificación de los puntos a mejorar, como así también de las virtudes. • Estructura dotada de flexibilidad para el cambio. 	<p style="text-align: center;"><u>Oportunidades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rápida evolución tecnológica. • Posibilidad de establecer alianzas estratégicas. • Ayuda de especialistas en el PLMCC de la UNC. • Programas de financiación de parte del Estado Nacional para el desarrollo de las pymes. • Capacidad de realizar todas las etapas del desarrollo de productos dentro de la empresa y de forma perfectamente integrada. • Optimización de materiales y procesos de manufactura, mediante simulación virtual y análisis estructurales.

FODA	FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS
		<ul style="list-style-type: none"> • Mayor flexibilidad en el desarrollo de sus productos, pudiendo atender a pedidos especiales con facilidad.
FACTORES NEGATIVOS	<p style="text-align: center;"><u>Debilidades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cartera de productos limitada. • Poca capacidad de innovación. • Tiempos de desarrollo de productos muy extensos. • Mercado acotado a nivel regional. • Pobre comunicación entre las diferentes islas de trabajo. • Falta de estándares de manejo y gestión de la documentación. • Poca flexibilidad ante la llegada de nuevos pedidos. • Pobre planificación de actividades y definición de plazos de tareas. 	<p style="text-align: center;"><u>Amenazas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencia actual agresiva. • Globalización del mercado. • Consumidores con necesidades más exigentes. • Normas de calidad y cuidado del medio ambiente más fuertes en cuanto a penalidades e incentivos. • Grandes tiempos de implementación del sistema y necesidad de capacitación intensiva del personal. • Incertidumbre en los retornos de la inversión luego de implementar el sistema.

Todos los factores mencionados anteriormente fueron estrictamente analizados y tenidos en cuenta al momento de tomar la decisión de implementar o no el sistema PLM⁵⁶. Además, se aprovecharon las experiencias en las implementaciones de estos programas en el PLMCC en la UNC y en la multinacional tomada como referencia, rescatando tanto las virtudes como los problemas que fueron surgiendo a lo largo de las mismas.

En Bicicletas Enrique, debido a la falta de especialistas en el tema dentro de la empresa, desconfían de que puedan emprender la transición de una metodología de trabajo a la otra en un tiempo prudente.

Como se mencionó en el capítulo 2, en el PLMCC surgieron inconvenientes y demoras en la implementación por desconocimiento en el tema y al momento de la realización de este proyecto, aún no está habilitado para ejercer las funciones para las que fue creado.

En el caso de la pyme, el tiempo es un factor crítico, ya que demorar la transición de una metodología de trabajo a otra, implica dejar de producir o quitar recursos para la producción y esto conlleva a cuestiones obvias, como son la disminución en la participación en el mercado, que es sumamente competitivo. Además, es una apuesta grande, ya que, si bien es cierto que las ventajas en el uso de estos programas fueron demostradas con antecedentes en la industria, no hay registros hasta el momento de alguna pyme que los utilice en el país. Sin dudas, este es otro factor que genera incertidumbre en el pequeño empresario, ya que siempre ser el precursor conlleva una gran responsabilidad, como así también ventajas en caso de que funcione como es planificado desde un principio.

Otro punto que tuvo lugar en el análisis es la rapidez con que se actualizan estos programas y los costos que conllevan dichas actualizaciones. En muchos casos, se requieren grandes recursos en capacitaciones para mantener formado al personal, cambios en los equipos de trabajo y el simple hecho de seguir comprando las nuevas licencias de trabajo es un costo a tener en consideración. Normalmente, todos los años Dassault Systèmes saca nuevas actualizaciones al mercado y por contrato, se estima un 12% sobre el costo de las licencias iniciales.

⁵⁶ Se recomienda ver el anexo número 6, donde se encuentra el cuestionario realizado al presidente de Bicicletas Enrique.

Capítulo 5. Cumplimiento de objetivos y aprendizaje obtenido

A lo largo del trabajo, quedó demostrada la ayuda que brinda el PLM en la gestión de la información para las grandes empresas, con estructuras complejas y mercados amplios. Se entendió lo globalizado que se encuentra el mercado hoy en día, tomando como experiencia el caso de Bicicletas Enrique que opta por contratar proveedores de China e India, al brindar precios competitivos por sobre los proveedores nacionales.

Quedó en evidencia lo complejo que es desarrollar un producto y cuáles son las variables que deben ser tenidas en cuenta por un empresario en Argentina si no quiere quedar afuera del mercado. Se demostró, además, la importancia del manejo de los tiempos y lo crítico que es no contar con planificaciones que se puedan cumplir.

Por otro lado, se entendió que implementar un sistema PLM en la gestión de un producto puede resultar costoso en tiempo y dinero, ya que implica cambiar procesos de trabajo e inclusive estructuras de negocio. En otra instancia, quedó claro que decidir aplicar este tipo de metodologías implica una apuesta considerable por parte del empresario, ya que no existen ningún tipo de garantías de que funcionen para cada caso en particular, hasta que se implementan.

Si bien, a diferencia de una gran empresa, una pyme cuenta con la ventaja de poder cambiar su estructura productiva rápidamente en caso de variar las necesidades del mercado. Esto se da por cuestiones obvias, como son que la gran empresa posee un elevado número de empleados y mucho capital invertido en sus procesos, haciéndose más rígida a sus principios. También es cierto que una multinacional puede dejar de producir durante largos tiempos de transición de una metodología de trabajo a otra sin problemas, ya que tiene el respaldo para hacerlo. Para la pyme, dejar de producir implica en muchos casos y siendo fatalista, la quiebra de la misma.

El PLM saca su máximo provecho cuando se tiene que realizar un trabajo multidisciplinario y colaborativo. Si a esos factores, sumamos la posibilidad de que los integrantes del grupo de trabajo estén alejados geográficamente, para una multinacional es imprescindible contar con un sistema de esta índole, no tanto así para el caso de una pyme que tiene la producción más localizada.

La intención inicial que tuve de implementar los módulos y la configuración utilizados en una gran empresa a una de menor calibre no es viable, debido a que para que el sistema PLM funcione

correctamente hay que analizar cada estructura por separado y de esta forma adaptarlo para satisfacer las necesidades que haya en cada caso en particular. Nunca será rentable gestionar una pyme como lo hace una gran multinacional, ya que son estructuras completamente diferentes y requieren distintos análisis. No obstante, todas las grandes multinacionales incluyen en su tejido auxiliar a pequeñas y medianas empresas en la tercerización de servicios y operaciones, ya que de incluirlos en el tejido principal redundaría en un aumento de costes. Por otro lado, las pequeñas empresas no pueden destinar mucho capital a la inversión en tecnología ni a desarrollo de investigación, ya que tienen un pequeño volumen de beneficios, que va destinado en su totalidad a inversiones en la producción y salarios para sus empleados. Sin embargo, en la actualidad el Estado Nacional brinda beneficios e incentivos para el desarrollo de las pymes.

Finalmente, puedo afirmar que el propósito central del proyecto, que fue indagar y construir vínculos entre el sistema de gestión PLM y las necesidades que tienen las pymes en la actualidad se cumplió, como así también logré responder los interrogantes que planté en la presentación del proyecto.

Capítulo 6. Conclusiones

El contexto en el cual se realizó este PI es de gran importancia; una pyme argentina buscando hacer uso de las nuevas tecnologías que hay en el mercado para lograr hacer su producción más eficiente.

Los continuos avances tecnológicos y el desarrollo de los medios de comunicación traen consigo oportunidades para una empresa, ya que la misma puede crecer si dichos avances son obtenidos. Sin embargo, en caso de que no estén al alcance de uno y si de la competencia, esas oportunidades se convierten en problemas.

Luego de realizar el marco teórico, el estudio de antecedentes de empresas que mejoraron su gestión en el desarrollo de productos utilizando PLM y el estudio de la aplicación en un proyecto real, obtuve las siguientes conclusiones:

- PLM brinda un entorno que facilita la innovación de los productos y otorga flexibilidad para hacer modificaciones a lo largo de todo el proceso de desarrollo de productos.
- PLM es una herramienta de comunicación sumamente útil entre los miembros que forman parte del desarrollo de productos, ya sea dentro de una empresa o entre varias.
- El PI deja un antecedente sobre el estudio de aplicación del PLM en la industria nacional.
- Son programas que requieren una inversión inicial y costos de actualizaciones importantes.
- Requiere modificar la forma de trabajo actual y esto implica pasar por un período de transición en el cual va a haber una disminución en la producción e incluso un detenimiento. Además, hay que invertir en capacitación para el personal.
- Es algo nuevo y disruptivo para las empresas en Argentina, por lo que hay cierta incertidumbre en las herramientas que brinda el sistema.
- No hay al día de la fecha antecedentes de pymes que utilicen PLM en el país.

Una de las preguntas que me planté al comenzar este proyecto, fue: ¿Por qué en la multinacional automotriz en la cual realicé mi experiencia laboral, no tomaban la decisión de instalar PLM en toda

su red de negocios extendida? Como aclaré al principio del informe, en dicha experiencia laboral tuve la oportunidad de trabajar en una firma que utiliza el sistema PLM únicamente dentro de la misma y no así para gestionar sus productos con sus proveedores. Esto resultaba contraproducente para la gran empresa, como así también para las demás organizaciones intervinientes, debido a que redundaba en un aumento de los tiempos de trabajo a causa de las demoras en los manejos de información y comunicación. Después de realizar este PI, concluyo que en el caso de que la red de negocios esté conformada por una multinacional y varias pymes, una solución es que la decisión de invertir en este tipo de sistemas de gestión para la red de proveedores sea tomada por parte de la empresa de mayor tamaño. Para de esta forma, lograr homogeneizar las estructuras de trabajo y simplificar el intercambio de información entre los distintos integrantes del desarrollo de productos. Aprovechando además la experiencia que posee la empresa que ya está utilizando las herramientas que brinda el PLM dentro de su propia estructura.

Como soluciones alternativas para la gestión del ciclo de vida del producto en Bicicletas Enrique, propongo mejorar la comunicación dentro de las distintas islas de trabajo y el manejo de la información técnica, mediante el uso de herramientas informáticas como son One Drive de Microsoft o Dropbox, por nombrar algunas. Estas son tecnologías basadas en el paradigma de la computación en nube, que ofrecen la posibilidad de realizar trabajos de manera colaborativa y tienen la ventaja de ser, al momento de realizado este PI, sistemas libres. Además, sugiero utilizar los módulos de las herramientas de diseño que ya poseen para el estudio de cargas, simulación de procesos de manufactura y análisis de materiales. De esta forma, sin realizar inversiones importantes, la empresa puede disminuir los tiempos técnicos dentro de sus desarrollos de productos y además ganarán en poder de innovación.

En otra instancia, dejo abierta la temática para el desarrollo de futuros PI sobre PLM dentro de la carrera. Considero que la aplicación de estos sistemas en la industria argentina es un tema que precisa seguir siendo estudiado y que requiere formación de recursos humanos y fondos destinados a su divulgación y puesta en marcha.

Como desenlace de este proyecto, asevero que los programas ofrecidos por Dassault Systèmes tienen funcionalidades que pueden ser sobredimensionadas para una empresa del tamaño de Bicicletas Enrique y están enfocados al manejo de la información que tienen las grandes firmas, donde el trabajo colaborativo complejo es una exigencia. Además, poseen configuraciones complejas y

costos que son difíciles de afrontar para una pyme. Por lo tanto, sugiero investigar en otro tipo de proveedores de sistemas PLM que ofrezcan programas que hayan sido desarrollados para empresas de este tipo.

6.1 Problemas surgidos a lo largo del proyecto

Con intención de dejar un antecedente que sirva para la realización de futuros proyectos similares a este, dejo el siguiente listado con inconvenientes que surgieron a lo largo del trabajo:

- Debido a retrasos en la llegada de las licencias de software a utilizar en el PLMCC y su puesta en marcha, no pude contar con su disponibilidad. La idea inicial del proyecto era utilizar la mayor cantidad de programas de PLM posibles para hacer un estudio más amplio y poder demostrarle a la empresa ventajas concretas aplicadas sobre sus propios productos, dejando de lado la incertidumbre de no saber si sus productos pueden ser gestionados con estas herramientas y cuánto tiempo demoraría su implementación.
- Por cuestiones de confidencialidad de la multinacional tomada como referencia, no pude brindar mucha información que hubiera resultado de interés a los fines del proyecto.

Glosario

AEC “Architectural, Engineering and Construction” - Arquitectura, Ingeniería y Construcción: hace referencia a un programa de diseño asistido con funciones para el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

AMC “American Motors Corporation”: fue un fabricante de automóviles estadounidense.

“BMX”: modelo de bicicleta destinado al uso de saltos y trucos.

BOM “Bill Of Materials” - Lista de materiales: lista de las materias primas, subconjuntos, conjuntos intermedios, sub-componentes, piezas y cantidades de cada una que sean necesarias para la fabricación de un producto final.

CAD “Computer Aided Design” - Diseño asistido por computadora: uso de programas computacionales para crear representaciones gráficas de objetos físicos tanto en dos dimensiones como en tres (2D y 3D).

CAE “Computer Aided Engineering” - Ingeniería asistida por computadora: uso de programas computacionales para simular el rendimiento de productos o ayudar en la resolución de problemas de Ingeniería

“Cloud Computing” - Computación en la nube: es un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de una red, que usualmente es Internet.

CNC “Computer Numerical Control” - Control numérico computarizado: sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento.

“Cross”: modelo de bicicleta destinado al descenso.

CUED “Cambridge University Engineering Department” - Departamento de Ingeniería de la Universidad de Cambridge: el departamento de mayor tamaño dentro de dicha Institución y uno de los centros líderes de formación de ingenieros en el mundo.

“Grips”: envoltura que lleva el manubrio de la bicicleta y se utiliza para ayudar al agarre.

“Hardware” - Equipo físico: conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

IBM “International Business Machines”: empresa multinacional estadounidense de tecnología y consultoría con sede en Armonk, Nueva York.

IEEE “Computer Society” - Sociedad de computación del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos: la más grande de las sociedades organizadas en el IEEE y el organismo líder en proveer información técnica y servicios a estudiantes y profesionales de la computación, la informática y los sistemas a nivel mundial.

IGES “Initial Graphic Exchange Standard” - Especificación de Intercambio Inicial de Gráficos: es un formato de archivo informático que define un formato neutral de datos que permite el intercambio digital de información entre sistemas de diseño asistido por computadora (CAD).

ISO “International Organization for Standardization” - Organización Internacional de Normalización: organización para la creación de estándares internacionales compuesta por diversas organizaciones nacionales de estandarización.

“Jeep Cherokee XJ”: es un automóvil todo terreno producido por el fabricante estadounidense AMC desde el año 1984.

“Jeep Grand Cherokee”: es un automóvil todo terreno producido por el fabricante estadounidense Jeep desde el año 1992.

MIT “Massachusetts Institute of Technology” - Instituto de tecnología de Massachusetts: es una universidad privada localizada en Massachusetts, Estados Unidos.

“Mountain Bike”: modelo de bicicleta destinado al uso en la montaña.

PLM “Product Lifecycle Management” - Gestión del ciclo de vida del producto: sistema de gestión de la información que puede integrar datos, procesos, sistemas de negocio y, en última instancia, personas en una empresa extendida.

PLMCC “Product Lifecycle Management Competency Center” - Centro de formación en gestión del ciclo de vida del producto: centro destinado a la formación de recursos humanos en PLM.

Pyme - Pequeña y mediana empresa: empresa pequeña o mediana en cuanto a volumen de ingresos, valor del patrimonio y número de trabajadores.

SAGE “Semi Automatic Ground Environment” - Sistema semiautomático de defensa: operador ambiental utilizado durante la guerra fría por Estados Unidos.

“Software” - Equipo intelectual: conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

Anexos

En este anexo documental se incluyen los documentos necesarios para comprender mejor y complementar el presente trabajo. Se agregan cuestionarios y encuestas que fueron realizadas.

Como utilidad secundaria, los anexos auspician como material de consulta para la elaboración de proyectos similares que puedan surgir en el futuro.

Anexo 1

El listado de materiales BOM de la bicicleta estudiada en el capítulo 4 se adjunta a continuación en forma de tabla:

Tabla 7 BOM de la bicicleta urbana de dama rodado 26

PIEZAS Y COMPONENTES	CANTIDAD POR BICICLETA
Varilla de guardabarros todo terreno de chapa	2
Cámara Camel 26X1.90/1.95 (50/52-559)	2
Bolsa para bicicleta grande N°3 120X210	1
Porta farol mediano cromado Goldstar GS-60-A	1
Bulón 1/4 X 1 y 1/2 con tuerca autofrenante	1
Bulón 3/16 x 3/8 con tuerca	7
Bulón 3/16 x 5/8 con tuerca	2
Bulón 38 mm porta silla con tuerca 5/16x1 y 1/2 CA-003D	1

PIEZAS Y COMPONENTES	CANTIDAD POR BICICLETA
Arandela plana 3/16	3
Cubierta DSH 14136 26x1.95 playera lisa	2
Llanta aluminio Foxter 26x1.90 Touring	2
Freno Logan LB-900PE-300PE-1P	1
Caño para asiento Goldstar 250mmx25.4	1
Asiento Wader GW-830-1-03	1
Pedal Metalciclo MTB	2
Palanca Laurel biela KL-10 165mm	1
Engranaje Laurel 44 F.L. 903	1
Ojo de gato Maxxum para ruedas	2
Ojo de gato Maxxum para guardabarros	2
Piñón 20 dientes Jagraon JGI 123FB	1
Caja cubetas 50 mm Neco CC889	1
Juego dirección Shun Feng SF-HP01 22.2	1
Stem playero Laurel ZXL-048 22.2	1

PIEZAS Y COMPONENTES	CANTIDAD POR BICICLETA
Rayos 270mm (14G) con niple importado	2
Masa acero 36A. SF-HB03R trasera corta	1
Masa acero 36A SF-HB03F delantera	1
Cadena KMC C-410 1/2x1/8	1.34 m
Grip playero Maxxum negro	1
Pie lateral a la caja R26 Regan	1
Ojo de gato Maxxum para canasto	1
Canasto delantero plastificado	1
Cintas de llanta 26/28	2
Embalaje-Manual garantía Enrique	1
Calcomanía R26 urbana	1
Embalaje cartón corrugado 120x50 110g	1
Cuadro R26 dama con porta cantimplora	1
Cantimplora Maxxum	1

Anexo 2

Una parte importante del trabajo de campo realizado en la pyme, fueron las distintas reuniones que realicé con el Diseñador Industrial Carlos Serra, quien realiza los diseños a Bicicletas Enrique. La información más relevante que considero pude obtener de dichas reuniones, la expongo a continuación:

Nicolás Prado- ¿En qué consiste el desarrollo de productos dentro de su organización?

Diseñador Serra- Hay diferentes tipos de desarrollo de productos más simples y más complejos:

1) *Restiling* ó actualización de productos existentes (nuevos calcos, nuevos componentes, nuevos colores de cuadros, modificación de alguna parte de un cuadro)

2) Nuevos productos: Cuadros completamente nuevos que se suman o reemplazan a productos ya existentes.

Nicolás Prado- ¿Cuáles son las etapas que transitan desde la idea de realizar un nuevo producto hasta que lo introducen en el mercado? ¿Aproximadamente cuánto tiempo demora este proceso?

Diseñador Serra- El tiempo es muy relativo en función de la complejidad y va desde un mes para *restiling* o modificaciones menores a 10 meses aproximadamente para nuevos productos, en caso de que sean necesarios dispositivos para soldadura de cuadros nuevos ó productos a importar.

Las etapas no siempre son las mismas y dependen del tipo de desarrollo, pero normalmente se siguen las siguientes:

1) Detección de necesidad que puede llegar de diferentes áreas: comercial, clientes, competencia, referentes extranjeros, pedido particular (por ejemplo, alguna bicicleta pedida por la policía bajo licitación u otro pedido de específico).

2) Definición de estrategia de desarrollo y partes intervinientes (fijación de tiempos, etapas, costos aproximativos del producto/desarrollo)

3) Realización del desarrollo: puede comprender bocetos, planos 2D, modelos 3D, dibujos realizados digitalmente con Photoshop, estructura de producto en Excel, comunicaciones con proveedores, etcétera.

4) Reuniones o mails, WhatsApp, Skype para ver avances y tomar decisiones.

5) Realización de prototipos o muestras.

6) Ajustes sobre análisis de prototipos o muestras.

7) Ajuste final de estructura de producto y costos.

8) Realización de dispositivos y herramientas para fabricación (en caso de cuadros o componentes).

9) Preserie con número inicial bajo para verificar producción y producto. Suelen existir eventuales ajustes después de la preserie. Pueden comprender la realización de partes en fabrica y o tercerizar, comprando a proveedores.

10) Análisis final con reunión o comunicaciones y evaluación del lanzamiento al mercado.

Nicolás Prado- ¿Ustedes arman las matrices o las tercerizan? ¿En caso de que las tercericen, cómo las solicitan? ¿Qué información les piden los matriceros para llevarlas a cabo, planos, modelos, tolerancias dimensionales, materiales? ¿Cuánto tiempo demoran aproximadamente en brindarles las herramientas?

Diseñador Serra- Algunas matrices se hacen en fabrica, como en el caso de algún dispositivo para soldadura simple o matriz simple para punzonado, perforado u operación sencilla. Matrices complejas o que no se dispone de maquinaria para hacerlas se tercerizan, como matrices para doblado de tubos, o para punzonado, estampado y aplastado de tubo. Se las solicitan mediante plano de pieza e indicaciones de maquina en la cual se va a utilizar, ó mediante muestra de pieza realizada manualmente o muestra de pieza de otro producto de referencia. La información que se brinda normalmente son los materiales a utilizar, tratamientos térmicos, tolerancias, fijación del herramental a máquina, tiempos de entrega, etcétera. El tiempo varía de acuerdo al pedido, pero se acuerda desde un primer momento.

Nicolás Prado- ¿Cómo realizan la selección de materiales y procesos de manufactura a utilizar?

Diseñador Serra- En primera instancia, se trata de utilizar los materiales disponibles y ya utilizados en otros productos, para no complicar stock y demás. Ídem con procesos, ya que se priorizan maquinarias y dispositivos existentes.

Cuando no se puede o no conviene forzar un componente a materiales y procesos existentes, se analiza si tercerizar, adquirir maquinaria o material nuevo u otra solución alternativa que cumpla con las necesidades y tiempos y sea rentable.

Nicolás Prado- ¿Piensan en optimizar materiales, mediante reducciones de pesos o en las secciones de sus componentes?

Diseñador Serra- Si, se tienen en cuenta diámetros y espesores de tubos y chapas, piezas punzonadas o estampadas, para optimizar costos, disminuir peso del producto, permitir procesos sin complicaciones, por ejemplo, los tubos de pared fina se pueden arrugar cuando se doblan, facilitar soldaduras, por ejemplo, los espesores muy finos son más difíciles de soldar, ya que pueden quedar mal o llevar más tiempo. También se analizan materiales de componentes estándar como aleaciones o plásticos o aceros, para reducir pesos en producto.

Nicolás Prado- ¿Utilizan algún sistema de automatización en sus líneas de producción o es totalmente manual?

Diseñador Serra- Hay nuevas máquinas automatizadas para armar llantas, más que nada para colocar rayos, que era una operación "cuello de botella" dentro del proceso. Demás operaciones son en su mayoría manuales con la ayuda de dispositivos y herramientas especiales, así como puestos de trabajos estudiados para optimizar tareas y hacerlas ergonómicas para el operario. Hay línea de montaje en la parte de ensamblado con movimiento de avance. La pintura está algo automatizada para hacer más eficiente el proceso.

Nicolás Prado- ¿Realizan cálculos estructurales para verificar las piezas y componentes de sus productos? ¿Realizan ensayos y pruebas?

Diseñador Serra- Desde que yo colaboro con la empresa, hace unos dos años y medio no realizamos ningún cálculo de estructura por métodos digitales u otro. No sé si cuando se envían a

homologar los productos se les realizan ensayos estructurales. Para esto consultalo con René Monier, cuando visites la planta de armado.⁵⁷

Se hacen muestras o prototipos. Si se aprecia una falla ó intuye algún posible punto crítico se refuerza o modifica.

Nicolás Prado- ¿Cómo definen y verifican las tolerancias dimensionales de las distintas partes del producto?

Diseñador Serra- Con cintas métricas, reglas, dispositivos para medir ángulos, calibres y dispositivos de soldadura que sirven también para control de partes.

⁵⁷ Luego, Rene Monier quien es el gerente de producción me comentó que dentro de la empresa no realizan ningún tipo de cálculo estructural. No obstante, el INTI realiza distintos tipos de ensayos mecánicos a los productos de Enrique como se aclaró en el capítulo 4 de este informe.

Anexo 3

A continuación, se adjunta la encuesta utilizada en el capítulo 4 para evaluar la necesidad de Bicicletas Enrique de realizar una posible implementación de PLM y las respuestas se marcan en **negrita**.

Pregunta 1 de 30: Gestión de documentos/archivos

- A) La mayoría de los documentos y archivos son almacenados en discos duros locales.**
- B) La mayoría de los documentos y archivos son almacenados en carpetas de red compartidas
- C) Los documentos y archivos se almacenan por tipo en sistemas de trabajo separados (PDM, Share Point, DMS, etc).
- D) Los documentos y archivos internos son almacenados en sistemas PLM.
- E) Los documentos y archivos internos y externos son almacenados en sistemas PLM.

Pregunta 2 de 30: Gestión de partes/componentes

- A) La información como número de parte, nombre, material, etc., solo figura en planos y documentos.**
- B) La información es ingresada y figura en diferentes hojas de cálculo.
- C) La información es ingresada manualmente y figura en distintos sistemas de trabajo.
- D) La información es ingresada en uno o algunos sistemas (PLM, ERP).
- E) La información es ingresada una única vez en un sistema y es automáticamente transferida a otros.

Pregunta 3 de 30: Gestión de las listas de materiales (BOMs)

- A) Las BOMs se define y gestiona únicamente como información de texto en planos y documentos aislados.**

B) Las BOMs son creadas automáticamente en conjuntos CAD, se presentan planos CAD y exportan al Excel.

C) Las BOMs se crean y gestionan en un sistema PDM y se ingresan manualmente en un sistema ERP.

D) Las BOMs se sincronizan automáticamente entre sistemas CAD y PLM y se transfieren a un sistema ERP.

E) Las BOMs se sincronizan automática y bidireccionalmente entre sistemas CAD, PLM y ERP.

Pregunta 4 de 30: Gestión de la configuración

A) No se definen convenciones o reglas para las configuraciones de los productos.

B) Se definen reglas básicas y estándar y se usan generalmente para las BOMs.

C) Las configuraciones de los productos son estandarizadas a través de las diferentes líneas de productos.

D) Se definen y utilizan una o algunas plataformas como variantes, opciones y alternativas.

E) Se definen y utilizan plataformas como pilares para todos los productos a lo largo de la empresa extendida.

Pregunta 5 de 30: Gestión de la clasificación

A) No se definen categorías de piezas o documentos.

B) Se definen categorías básicas de piezas y documentos y pueden ser usados para buscar.

C) Se define y utiliza una clasificación jerárquica para todas las partes, documentos y productos.

D) Se definen detallados atributos para cada categoría, lo que facilita la búsqueda y la reutilización de partes, documentos y productos.

E) Todos los participantes internos y externos tienen acceso al sistema de clasificación.

Pregunta 6 de 30: Gestión del flujo de trabajo

- A) No se definen ni siguen procesos ni ejercicios.
- B) Se definen y generalmente utilizan ejercicios e instrucciones de trabajo básicos.
- C) Se definen procedimientos básicos y generalmente son utilizados por cada departamento.**
- D) Se definen en detalle los procedimientos y son utilizados por la totalidad de la empresa.
- E) Se definen en detalle los procedimientos y son utilizados por participantes internos y externos.

Pregunta 7 de 30: Gestión del cambio

- A) No se definen convenciones ni reglas de revisión.**
- B) Se definen y utilizan convenciones y reglas de revisión básicas.
- C) Se define, documenta y utiliza una etapa básica de cambio de proceso de ingeniería.
- D) Se define, documenta y utiliza un proceso de cambio de tres etapas en bucle cerrado.
- E) Se define, documenta y utiliza un proceso de cambio de tres etapas en bucle cerrado en toda la empresa.

Pregunta 8 de 30: Gestión de la fuente de información y carpeta de productos/proyectos

- A) No se definen convenciones ni reglas para la gestión de la fuente de información y carpetas.
- B) Se definen y utilizan reglas básicas y estándar para la creación y gestión de carpetas de productos/proyectos.**
- C) Los actuales y propuestos productos/proyectos son analizados y gestionados como carpetas a nivel departamental.

D) Los actuales y propuestos productos/proyectos son analizados y gestionados como carpetas a nivel empresarial.

E) Los actuales y propuestos productos/proyectos son analizados y gestionados como carpetas en la totalidad de la empresa.

Pregunta 9 de 30: Gestión de programas

A) No se definen convenciones o reglas para la gestión de programas.

B) Se definen y generalmente se utilizan reglas básicas y estándar para la gestión de programas.

C) Hay una oficina establecida para la gestión de programas y los gestores de programas utilizan herramientas independientes para dicha gestión.

D) Los programas internos son gestionados por una oficina de gestión de programas aplicando sistemas de PLM.

E) Los programas internos y externos son gestionados por una oficina de gestión de programas aplicando sistemas de PLM.

Pregunta 10 de 30: Gestión de proyectos

A) No se definen convenciones ni reglas para la gestión de proyectos.

B) Las tareas del proyecto y los cronogramas son gestionados manualmente en Excel o Project por gestores de proyectos.

C) Los gestores de proyectos utilizan herramientas para la gestión de proyectos como Project Server.

D) Los gestores de proyectos utilizan herramientas dentro de un sistema PLM para gestionar proyectos internos.

E) Los gestores de proyectos utilizan herramientas dentro de un sistema PLM para gestionar proyectos internos y externos.

Pregunta 11 de 30: Gestión de los recursos

- A) No se definen convenciones ni reglas para la gestión de recursos.
- B) Los recursos se gestionan manualmente en hojas de datos Excel o Project.**
- C) Los gestores de proyectos utilizan herramientas de gestión como Project Server para la gestión de recursos.
- D) Los gestores de proyectos utilizan herramientas de gestión dentro de un sistema PLM para la gestión de recursos internos.
- E) Los gestores de proyectos utilizan herramientas de gestión dentro de un sistema PLM para la gestión de recursos internos y externos.

Pregunta 12 de 30: Gestión de la calidad

- A) No se definen ni utilizan estándar de calidad.
- B) Se definen y documentan estándar básicos de calidad y evaluaciones de procesos y resultados en archivos Word y Excel.**
- C) Se documentan detallados estándar de calidad y evaluaciones de procesos y se almacenan los resultados de las evaluaciones en sistemas de gestión de calidad.
- D) Todos los estándares de calidad internos, evaluaciones de procesos, resultados e información es gestionada en un sistema PLM.
- E) Todos los estándares de calidad internos y externos, evaluaciones de procesos, resultados e información es gestionada en un sistema PLM.

Pregunta 13 de 30: Gestión de cumplimientos

- A) No existen prácticas ni procedimientos que garanticen los cumplimientos por medio de reglas regulatorias y estándar.**

B) Se definen y utilizan procedimientos básicos para garantizar los cumplimientos con las más importantes reglas de regulación.

C) Se definen y documentan detallados procedimientos y se utiliza un sistema de gestión de cumplimientos.

D) Un sistema PLM habilita a los empleados a seguir el rastro de todas las reglas y regulaciones para gestionar cumplimientos.

E) Un sistema PLM carga automáticamente las nuevas reglas regulatorias para gestionar cumplimientos.

Pregunta 14 de 30: Gestión de necesidades

A) No se utilizan prácticas ni procedimientos para gestionar necesidades.

B) Se definen y generalmente se utilizan prácticas y procedimientos básicos para gestionar necesidades en Word o Excel.

C) Las necesidades se definen, documentan y rastrean sistemáticamente usando sistemas de gestión de necesidades.

D) Las necesidades internas se definen, documentan, gestionan y asocian con información relevante del producto en PLM.

E) Las necesidades internas y externas se definen, documentan, gestionan y asocian con información relevante del producto en PLM.

Pregunta 15 de 30: Gestión del código fuente

A) No existen prácticas ni procedimientos para gestionar el software de código fuente.

B) El código fuente es almacenado en carpetas de red durante el desarrollo y luego del lanzamiento.

C) El código fuente se gestiona por medio de un sistema durante el desarrollo y luego del lanzamiento.

D) El código fuente se gestiona en un sistema PLM y los ejecutables son parte de la BOM del producto.

E) El código fuente se gestiona en un sistema PLM y los ejecutables internos y externos son parte de la BOM del producto.

Pregunta 16 de 30: Gestión de la información

A) No existen prácticas ni procedimientos para gestionar la información en documentos.

B) Existen prácticas y procedimientos básicos para usar y reutilizar información en documentos.

C) Una biblioteca está habilitada dentro de un sistema de gestión de la información.

D) Una biblioteca está habilitada dentro de un sistema PLM y se utiliza para documentos internos.

E) Una biblioteca está habilitada dentro de un sistema PLM y se utiliza para documentos internos y externos.

Pregunta 17 de 30: Gestión de fórmulas

A) No existen prácticas ni procedimientos para gestionar fórmulas.

B) Las fórmulas se almacenan en carpetas compartidas en red y se crean en Word o Excel.

C) Se utiliza un sistema para la gestión de fórmulas para su creación y almacenamiento.

D) Todas las fórmulas son creadas y gestionadas por un sistema PLM.

E) Todas las fórmulas son creadas y gestionadas por integrantes internos y externos en un sistema PLM.

Pregunta 18 de 30: Gestión de procesos de manufactura

A) No existen prácticas ni procedimientos para gestionar los procesos de manufactura.

B) Se definen y documentan procesos y procedimientos básicos de manufactura en Word o Excel.

C) Se utiliza un sistema de gestión de procesos de manufactura para crear y gestionar.

D) Se utiliza un sistema PLM para crear y gestionar los procesos de manufactura.

E) Se utiliza un sistema PLM para crear y gestionar los procesos de manufactura internos y externos.

Pregunta 19 de 30: Gestión de mantenimiento y operaciones de reparación

A) No existen prácticas ni procedimientos para gestionar mantenimiento y operaciones de reparación.

B) Se documentan prácticas y procedimientos básicos de mantenimiento y operaciones de reparación en Word o Excel y se almacenan en carpetas de red compartidas.

C) Se definen y gestionan prácticas y procedimientos en un sistema dedicado a la gestión de mantenimiento y operaciones de reparación.

D) Se gestionan los procedimientos de gestión de mantenimiento y operaciones de reparación en un sistema PLM y se asocian con su respectiva información de producto.

E) Se gestionan los procedimientos de gestión de mantenimiento y operaciones de reparación en un sistema PLM y se refleja el estado de mantenimiento actual.

Pregunta 20 de 30: Gestión de la cadena de suministro y proveedores

A) No existen prácticas, procedimientos o herramientas para la gestión de la cadena de suministro y proveedores.

B) La información de proveedores es gestionada en archivos Word, Excel, Outlook o bases de datos personalizadas.

C) Se utiliza una herramienta especializada para la gestión de la cadena de suministro y proveedores.

D) La información de compras y proveedores es gestionada por un sistema PLM y se asocia con sus respectivas partes.

E) La información de compras y proveedores es gestionada por un sistema PLM y los cambios son comunicados automáticamente con los vendedores.

Pregunta 21 de 30: Visualización

A) No existen prácticas, procedimientos o herramientas para la visualización.

B) Se visualizan documentos en herramientas básicas, compartidas via email y almacenadas en carpetas de red.

C) Se visualizan documentos en herramientas para visualizar que forman parte de un sistema PDM.

D) Se visualizan documentos en un sistema integral de visualización dentro de un sistema PLM.

E) Se visualizan documentos en un sistema integral de visualización dentro de un sistema PLM por miembros internos y externos.

Pregunta 22 de 30: Reportes y análisis

A) No existen reportes. Toda la información debe ser recolectada manualmente.

B) Se crean herramientas individuales en el lugar de trabajo para proporcionar información básica según se necesite.

C) Existen detallados reportes a nivel departamental en las herramientas de trabajo.

D) Existen detallados reportes a nivel departamental en un sistema PLM para integrantes internos.

E) Existen detallados reportes a nivel departamental en un sistema PLM para integrantes internos y externos.

Pregunta 23 de 30: Sistemas de gestión empresarial (ERP, MES, CRM)

A) No existe integración. Toda la información es ingresada manualmente en las distintas herramientas.

B) No existe integración. La información es manualmente exportada e importada utilizando archivos en Excel.

C) La información es transferida por medio de la integración entre sistemas de gestión de la información y sistemas de gestión empresarial.

D) La información es transferida por medio de la integración de un sistema PLM con otros sistemas de gestión empresarial.

E) La información es sincronizada bidireccionalmente entre un sistema PLM y otros sistemas de gestión empresarial.

Pregunta 24 de 30: Portales

A) No existe integración. Toda la información es cargada manualmente en los diferentes sistemas.

B) No existe integración. La información es importada y exportada manualmente usando archivos en Excel.

C) Los documentos y la información son automáticamente cargados en los portales.

D) Los documentos y la información son automáticamente cargados desde un sistema PLM a los portales.

E) Los documentos y la información están automáticamente sincronizados entre un sistema PLM y los portales.

Pregunta 25 de 30: Innovación/creación

A) No existen prácticas ni procedimientos para gestionar la creación.

B) Prácticas sencillas son utilizadas para gestionar la creación, mediante herramientas como Excel, Word o similares.

C) Prácticas detalladas se utilizan para gestionar la creación utilizando herramientas como Access, Lotus Notes o similares.

D) Prácticas detalladas se utilizan para gestionar la creación mediante un sistema PLM.

E) Prácticas detalladas se utilizan para gestionar la creación utilizando ideas propias como externas por medio de un sistema PLM.

Pregunta 26 de 30: Sistemas de ingeniería

A) No existen prácticas ni procedimientos basadas en sistemas de ingeniería.

B) Prácticas sencillas y procedimientos básicos son usados por medio de sistemas de ingeniería.

C) Los requerimientos de ingeniería son gestionados por sistemas a lo largo de la totalidad de la vida del producto.

D) Los requerimientos de ingeniería son gestionados por un sistema PLM a lo largo de la totalidad de la vida del producto.

E) Los requisitos tanto internos como externos de ingeniería son gestionados por un sistema PLM a lo largo de la totalidad de la vida del producto.

Pregunta 27 de 30: Gestión de los nuevos desarrollos de productos

A) No existen prácticas ni procedimientos para gestionar los nuevos desarrollos de productos.

B) Se utiliza un básico procedimiento para gestionar los nuevos desarrollos de productos.

C) Se define un procedimiento para gestionar los nuevos desarrollos de productos, incluyendo roles y responsabilidades, respaldado por un sistema de gestión.

D) Se define un procedimiento para gestionar los nuevos desarrollos de productos por medio de un sistema PLM.

E) Se define un procedimiento para gestionar los nuevos desarrollos de productos por medio de un sistema PLM, que permite realizar un trabajo colaborativo entre todos los miembros del proceso.

Pregunta 28 de 30: Desarrollo de productos virtual

A) No existen prácticas ni procedimientos para desarrollar productos virtualmente.

B) Los productos son modelados y ensamblados con CAD, analizados con CAE y su proceso de manufactura se hace virtualmente con CAM.

C) Los productos son modelados y analizados en sistemas CAx.

D) Los productos son modelados y analizados en sistemas CAx y gestionados integralmente con PLM.

E) Los productos internos y los de los proveedores son modelados y analizados en sistemas CAx y gestionados integralmente con PLM.

Pregunta 29 de 30: Colaboración

A) No existen prácticas ni procedimientos para la colaboración.

B) La colaboración y el intercambio de archivos se realiza mediante email y otras herramientas como Skype.

C) Se utilizan herramientas como SharePoint y otras dedicadas a fomentar la colaboración.

D) Se utiliza un sistema PLM para la colaboración y el intercambio de información dentro de la empresa.

E) Se utiliza un sistema PLM para la colaboración y el intercambio de información dentro de la empresa como afuera.

Pregunta 30 de 30: Configuración de los productos para los clientes

A) No existen prácticas ni procedimientos para atender las necesidades de los clientes.

B) Los productos son configurados de acuerdo a necesidades de los clientes con CAD y hojas de datos de Excel.

C) Los productos son configurados de acuerdo a las necesidades de los clientes por medio de un sistema PDM y ERP.

D) Los productos son configurados de acuerdo a las necesidades de los clientes por medio de un sistema PLM y ERP.

E) Los productos son configurados de acuerdo a las necesidades de los clientes por medio de un sistema PLM y ERP y se aseguran de que solo se trabaje con soluciones técnicamente y comercialmente posibles.

Resultados:

Se alcanzaron 57/170 puntos (33,53%). 100% indica que la empresa tiene una gestión de sus productos de excelencia.

El promedio de los encuestados alcanza 48,57%. Bicicletas Enrique, se encuentra por debajo por la media, quedando demostrada la necesidad de mejora en la gestión.

Encuesta recuperada de <http://plmadvisors.com/competencias/product-lifecycle-management-2/plm-self-assessment/>

Anexo 4

Fruto del contacto que tuve con la firma proveedora de programas de PLM elegida Dassault Systèmes, puedo adjuntar a continuación el siguiente cuestionario que le realicé a un asesor de ventas en Córdoba de la empresa, el Ingeniero Gustavo Purro. El siguiente contacto, fue vía correo electrónico:

Nicolás Prado- ¿Opina qué el sistema PLM puede ser utilizado únicamente en empresas con gran estructura organizacional o también puede ser implementado en las pymes?

Ing. Purro- Toda pyme tiene necesidades de colaboración, gestión de documentos, procesos internos de cambios y aprobaciones que son cubiertas por una solución PLM.

Nuestra solución PLM es totalmente escalable, puede ser desplegada e implementada en pequeñas organizaciones o en grandes empresas multinacionales.

Nicolás Prado- ¿Cuentan con usuarios de PLM pymes en Argentina? ¿Cuáles?

Ing. Purro- Tenemos clientes pymes, pero no tenemos autorización de ellos para su publicación.

En este link podrás encontrar usuarios mundiales que permitieron su publicación.

<https://www.3ds.com/customer-stories/all-customer-stories/>

Nicolás Prado- ¿Cree que sus productos pueden ser aprovechados por Bicicletas Enrique? ¿Cómo?

Ing. Purro- Nuestra Plataforma PLM 3DEXPERIENCE sería una gran herramienta para Bicicletas Enrique. Permite disminuir los tiempos de gestión de procesos internos, elimina duplicación de información y problemas con versiones antiguas de los documentos. Además, potencia la colaboración entre sectores impulsando la innovación al facilitar el intercambio de información.

Te recomiendo que veas en este link información del PLM: <https://www.3ds.com/products-services/enovia/>

Aquí también podés encontrar información, son los canales oficiales de Dassault Systèmes en YouTube:

<https://www.youtube.com/user/DassaultSystemes>

<https://www.youtube.com/user/3DSENOVIA>

<https://www.youtube.com/user/3dsCATIA>

Nicolás Prado- ¿Cuánto cuesta implementar sus programas en una empresa del tamaño de Bicycles Enrique?

Ing. Purro- Necesitaría un organigrama de la empresa como para poder dimensionar aproximadamente el PLM.

Nicolás Prado- ¿No existen programas de incentivos para fomentar que este tipo de clientes puedan utilizar un sistema PLM?

Ing. Purro- Sí, varias Pyme han utilizado incentivos estatales que financian hasta un 50% de la adquisición e implementación del PLM.

Podés mirar estos links:

<http://dna2.produccion.gob.ar/dna2bpm/financiamiento>

<http://www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/fondo/fontar>

Nicolás Prado- ¿Conoce el Centro de formación de RRHH en PLM que se encuentra en la UNC? ¿Cree que puede servir de soporte para que las pymes argentinas se inclinen por el uso de esta herramienta de gestión?

Ing. Purro- Lo conozco. Es una gran iniciativa de Dassault Systèmes y las universidades de la ciudad de Córdoba.

Las pymes se beneficiarán porque encontrarán profesionales capacitados en la última tecnología de PLM.

En una posterior reunión, le facilité el organigrama de Bicicletas Enrique al Ing. Purro, atento a su necesidad para poder armar el presupuesto solicitado.

Anexo 5

Anexo el organigrama de la empresa en estudio, utilizado para el armado del presupuesto y la propuesta técnica:

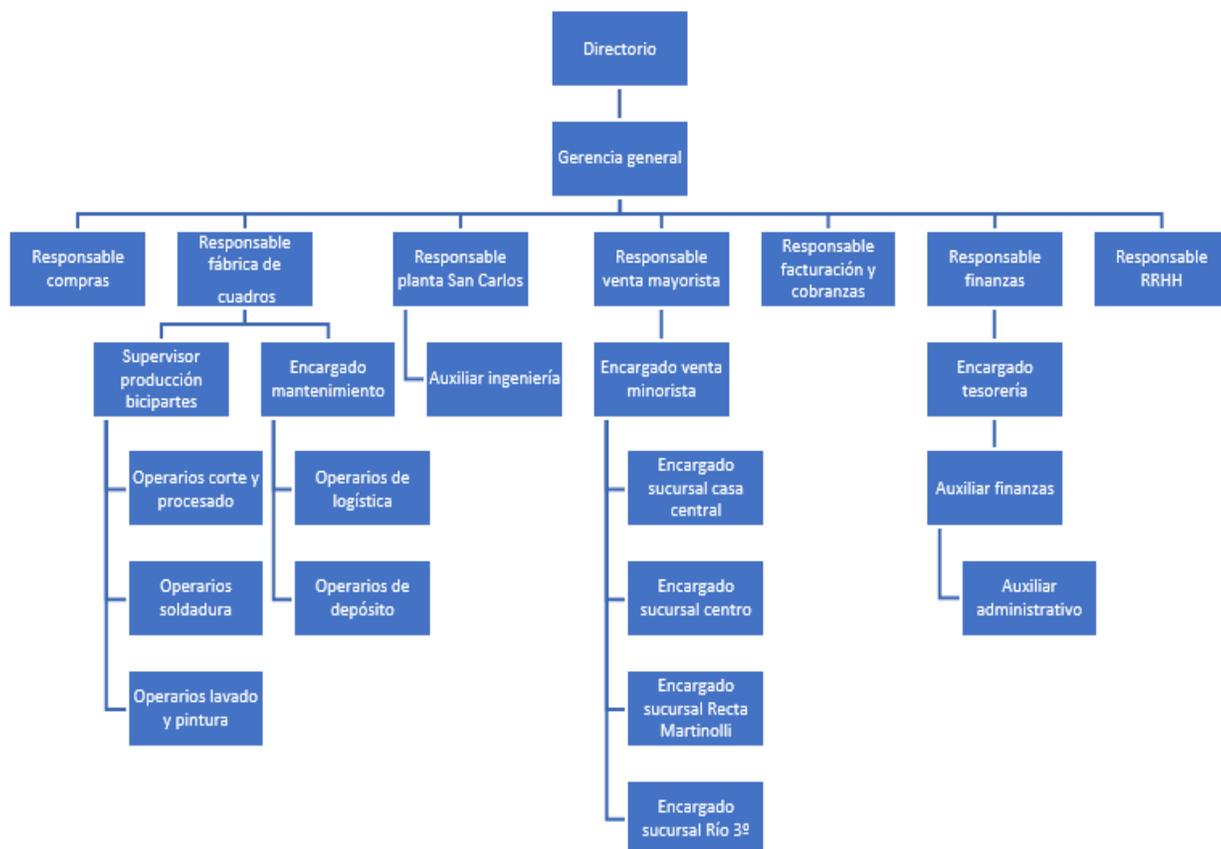


Fig. 12 Organigrama de Bicicletas Enrique

Hago notar, además, que la empresa cuenta con asesores de higiene y seguridad, comercio, legal, sistemas, impositivo contable y tercerizan el diseño de sus productos, como así también la fabricación de algunos herramientas y matrices puntuales que hagan falta para la producción.

Anexo 6

Como anexo a la decisión de la empresa con respecto a la implementación del sistema, dejo registro de la entrevista que tuve con Enrique Españañ, Presidente de Bicicletas Enrique:

Nicolás Prado- ¿Aparecen muchas modificaciones en la vida de sus productos?

Enrique Españañ- Es subjetivo, depende de que tipo de modificaciones sean. Normalmente, los colores los cambiamos todos los años y las estructuras cada tres.

Nicolás Prado- ¿El mercado en el que se desenvuelven es competitivo y les gustaría reducir el "time to market"?

Enrique Españañ- Es muy competitivo y por su puesto nos gustaría reducirlo.

Nicolás Prado- ¿Existen en la empresa diferentes "islas de información" como Diseño, Marketing, Producción, Ingeniería, Compras, Calidad, Mantenimiento, Servicios Postventa, en los que estén interesados en mejorar la comunicación?

Enrique Españañ- Totalmente con respecto a las islas y nos vendría muy bien mejorar la comunicación. Perdemos muchísimo tiempo en este aspecto, ya que como sabes hay varios involucrados en el desarrollo de nuestros productos y no tenemos muy aceitado el intercambio de información.

Nicolás Prado- ¿Utilizan diseños de proyectos anteriores en nuevos o es una tarea muy dificultosa?

Enrique Españañ- Honestamente es un tema que desconozco, ya que como te comenté actualmente estamos tercerizando los diseños. Probablemente Carlos Serra te pueda responder esta pregunta mejor.⁵⁸

Nicolás Prado- ¿Lanzan productos nuevos al mercado con frecuencia?

⁵⁸ Me contacté luego con el Diseñador Serra. La respuesta fue que si los utilizan y son la base de los diseños que realizan, sin embargo, me comentó que les sería de gran ayuda unificar los diseños en un único sistema de representación asistida para facilitar la compatibilidad entre los mismos.

Enrique Españañón- Tratamos de lanzar uno por año, pero esto depende. Hubo años que lanzamos hasta tres productos nuevos.

Nicolás Prado- ¿Retrasan los proyectos con respecto a su planificación inicial?

Enrique Españañón- Totalmente, es más, hay muchos proyectos que ni siquiera tienen una planificación bien definida.

Nicolás Prado- ¿La competencia puede vender mayor cantidad de productos al mercado y con menos tiempo de desarrollo que ustedes?

Enrique Españañón- Si en cantidad, ya que cuentan con instalaciones que les permiten trabajar a mayor escala. En cuanto al tiempo de desarrollo no lo alcanzo a percibir, entiendo que es bastante parejo.

Nicolás Prado- ¿Piensan que les puede resultar provechosa la implementación de los programas presupuestados por Dassault?

Enrique Españañón- Posiblemente, el problema más grande que veo es la transición de una forma de trabajo a la otra y la capacitación del personal. Hoy no nos podemos dar el lujo de dejar de producir, mientras esperamos la implementación. Lo que más me preocupa es cuánto tiempo puede llegar a demorar. Lo veo como una apuesta a la que hoy no tenemos respaldo para encarar.

Nicolás Prado- ¿Consideran viable la opción de invertir en programas de PLM y en capacitación para el personal ahora o en un futuro?

Enrique Españañón- En el futuro posiblemente, siempre y cuando me garanticen que va a funcionar y en cuanto tiempo. El hecho de que no exista ninguna pyme que use estos programas es un factor importante. Lo veo como una ventaja porque evidentemente hay desconocimiento en el tema, pero también puede ser contraproducente si no lo aplicamos bien.

Bibliografía

Aldana V. (2009). Importancia de la Gestión de Empresas, en las Pequeñas y Medianas Empresas - PYMES

Antecedentes de usuarios de PLM. Recuperado de <https://www.3ds.com/customer-stories/all-customer-stories/>

Área de Comunicaciones Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Inauguración del Edificio del Campus PLM en nuestra Facultad. Recuperado de

<http://www.portal.efn.uncor.edu/?p=8136>

Bovone G. (2010) Informe de presentación al premio nacional a la calidad (pp. Gestión de procesos 1-8). Córdoba, Argentina.

Buscador de créditos. Recuperado de <http://dna2.produccion.gob.ar/dna2bpm/financiamiento>

Carrera Ingeniería Mecánica Electricista, plan de desarrollo (2011-2016). Recuperado de

http://www.portal.efn.uncor.edu/archivos/pep/Plan_Desarrollo_IME_v3.pdf

CIMdata. Teamcenter unificado 2010. Recuperado de

https://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/Images/21848_tcm903-100227.pdf

Definición de Pyme. Recuperado de <https://www.gestion.org/economia-empresa/creacion-de-empresas/6001/que-son-las-pymes/>

Definición de términos. Recuperado de <http://iso9001calidad.com/definicion-de-terminos-586.html>

Empresa, misión, visión y valores de Bicicletas Enrique. Recuperado de

<http://www.bicicletasenrique.com/es/Empresa-mision,-vision-y-valores-42>

Fondo tecnológico argentino. Consolidando la producción y el desarrollo nacional a través de la innovación tecnológica. Recuperado de

<http://www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/fondo/fontar>

Funes, N. Apunte sobre Diseño Mecánico.

Gestión en Pymes. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/gestion-empresarial-de-pequenas-y-medianas-empresas-pymes/>

Heizer and Render. Principio de administración de operaciones séptima edición.

IEEE Publications on Cloud Computing and Big Data. Recuperado de

<http://cloudcomputing.ieee.org/publications>

Ingeniería Mecánica Electricista Plan 21105. Recuperado de http://www.esc.ime.efn.uncor.edu/?page_id=45

José Ricardo Guarneros Rico. Recuperado de <http://www.grandespymes.com.ar/>

Larrea Sartori. Campus PLM de Córdoba

Normas APA 2016 actualizadas. Recuperado de <http://normasapa.com/>

Presentación de CATIA. Recuperado de <https://www.youtube.com/user/3dsCATIA>

Presentación de Dassault Systemes. Recuperado de <https://www.youtube.com/user/DassaultSystemes>

Presentación de ENOVIA. Recuperado de <https://www.youtube.com/user/3DSENOVIA>

Procesos de diseño, fases para el desarrollo de productos, INTI. Recuperado de https://www.inti.gob.ar/prodiseno/pdf/n141_proceso.pdf

Proyecto Integrador, guía de presentación y confección de informes. Recuperado de <http://www.esc.ime.efn.uncor.edu/wp-content/uploads/2015/08/Guia-de-presentaci%C3%B3n-del-PI-al-052114-1.pdf>

Recuperado de <http://arion-data-systems.pymes.com/>

Reglamento de certificación de productos del INTI. Recuperado de <http://www.inti.gob.ar/certificaciones/pdf/ReglamentoCertificacion.pdf>

Reglamento de Proyecto Integrador. Recuperado de http://www.esc.ime.efn.uncor.edu/?page_id=208

Resolución General 103-E/2017, Ministerio de Producción. Presidencia de la Nación. Recuperado de <http://faevyt.org.ar/noticias-faevyt/811-reso-103.html>

Salazar Cristian, 2011. Clasificación de las empresas Recuperado de <https://es.slideshare.net/csalazarc/clasificacion-de-las-empresas-8449686>

Siemens PLM Software (2012) Teamcenter Automotive Edition (TcAE).

Sistemas de gestión para Pymes. Recuperado de <http://www.grandespymes.com.ar/2012/11/15/sistemas-de-gestion-de-calidad-para-pequenas-y-medianas-empresas-2/>

Tutorial de ENOVIA. Recuperado de <https://www.3ds.com/products-services/enovia/>

Weber Max, La Ética protestante y el espíritu del capitalismo, Premia, 9na edición.

