

**PLANTEAMIENTO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO EN EL ÁREA DE
PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNA EMPRESA DEL SECTOR
METALMECÁNICO DE SANTIAGO DE CALI – VALLE DEL CAUCA**

**ELIZABETH ESCOBAR RUIZ
ELIMELED LEÓN**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
PALMIRA
2017**

**PLANTEAMIENTO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO EN EL ÁREA DE
PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNA EMPRESA DEL SECTOR
METALMECÁNICO DE SANTIAGO DE CALI – VALLE DEL CAUCA**

**ELIZABETH ESCOBAR RUIZ
ELIMELED LEÓN**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
Administradores de empresas**

**TUTOR
DIEGO FERNANDO VIVAS**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
PALMIRA**

2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Palmira, 25 de mayo de 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre hermosa que me inculco principios, valores y hoy puedo decir con gran orgullo que soy una persona íntegra, gracias por su apoyo incondicional, palabras de aliento, consejos, por confiar y creer en mí y en mi expectativa, por cuidar de mi hijo mientras pasaba largas horas de traspasnocho estudiando, sé que sin ti el camino hubiera sido muy complejo y tal vez nada de esto hubiera sido posible, te amo.

A Dios por regalarme a un maravilloso hijo durante esta etapa universitaria lo cual no fue fácil pero se convirtió en el motor y la razón de vivir, gracias por permitirme cumplir esta meta y ser ejemplo a seguir.

A mis hermanas por estar conmigo apoyándome en los momentos que necesite en todos los aspectos de mi vida, y a mis compañeros por explicarme cualquier tema en los momentos que pedí ayuda.

Elizabeth Escobar Ruiz

A Dios por ser mi guía y fortaleza en cada momento de mi vida.

A mi padres, hermanos y esposa por creer en mí y brindarme su apoyo durante el desarrollo de la carrera, especialmente a mi madre a quien admiro por su carisma y don de servicio, quien con sus conocimientos nos guio y acompaño durante su vida.

Elimeled León

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por darnos salud, entendimiento y fortaleza para seguir adelante y alcanzar esta meta, por regalarnos una familia hermosa que se convirtió en el motivo para salir adelante y en nuestro apoyo incondicional.

Al profesor Diego Vivas director de este trabajo, por su apoyo, por creer en nuestras capacidades, por sus enseñanzas y la paciencia que tuvo para guiarnos durante el desarrollo de la tesis, que Dios lo bendiga.

A la empresa que participo en el estudio, damos gracias por permitir el desarrollo de este trabajo y brindarnos toda la información requerida.

Finalmente agradecemos a la universidad del Valle, profesores, y directivos por transmitir su conocimiento durante el tiempo de formación que hizo posible realizar este trabajo, así como sus experiencias en la parte laboral las cuales fueron compartidas con amor y servirán de guía para nuestra vida profesional.

CONTENIDO

CONTENIDO	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	10
INDICE DE TABLAS	11
INTRODUCCION	12
1. GLOSARIO	13
2. RESUMEN	14
3. ABSTRACT	16
4. PROBLEMA DE INVESTIGACION	18
4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
4.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
4.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	19
5. JUSTIFICACIÓN	20
6. OBJETIVOS	23
6.1. OBJETIVO GENERAL	23
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
7. MARCO DE REFERENCIA	24
7.1. MARCO TEÓRICO	24
7.1.1. La industria metalmecánica	24
7.1.2. Plan de mejoramiento	25
7.1.2.1. Ventajas del mejoramiento continuo	26
7.1.3. Ciclo de Deming o PHVA (PDCA)	28
7.1.4. Administración Clásica	29
7.1.5. El proceso	30

7.1.5.1. Características de los Procesos	30
7.1.5.2. Revisión del Proceso.....	31
7.1.6. Planeación Estratégica.....	31
7.1.7. Análisis DOFA.....	32
7.2. MARCO CONCEPTUAL.....	33
7.3. MARCO CONTEXTUAL	36
7.4. MARCO LEGAL	37
8. DISEÑO METODOLÓGICO.....	40
8.1. TIPO DE INVESTIGACION	40
8.2. POBLACIÓN	40
8.3. MUESTRA.....	41
8.4. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
8.4.1. Fuentes primarias.....	42
8.4.2. Fuentes secundarias	42
8.4.3. Análisis de la información.....	43
9. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE PLANEACIÓN Y DISEÑO DE LA EMPRESA	44
9.1. CADENA DE VALOR DE LA EMPRESA	44
9.2. ELABORACION DE ORDENES DE TRABAJO	47
9.3. FUNDAMENTO TEÓRICO E INVESTIGACIÓN DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.....	54
9.3.1. SELECCIÓN DEL TRABAJO PARA ESTUDIO.	55
9.3.1.1. Consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos:.....	56
9.3.1.2. Consideraciones técnicas.....	56
9.3.1.3. Consideraciones humanas.	57
9.3.2. LIMITACIÓN DEL ALCANCE DEL TRABAJO EN ESTUDIO.....	57
9.3.3. REGISTRAR LOS HECHOS	58

9.3.4. GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA DE PRODUCTOS	67
9.3.5. REUTILIZACION DE DISEÑOS UTILIZANDO INGENIERÍA ASISTIDA CON CAE y PDM	70
9.3.6. TIEMPOS DE PROCESO DE INGENIERIA	74
9.3.7. HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA PARA EL DISEÑO	83
9.3.8. ADMINISTRACIÓN DE DATOS DE PRODUCTO (PDM)	84
10. FALENCIAS Y DEBILIDADES ENCONTRADAS EN EL ÁREA DE INGENIERIA DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.	89
11. ESTRUCTURACIÓN DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO QUE PROPENDA POR EL INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN EL ÁREA DE PLANEACIÓN Y DISEÑO.	94
11.1. ALTERNATIVA 1: IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE	94
11.1.1. SOFTWARE A EVALUAR	94
11.1.2. SOFTWARES DE ACUERDO A LAS EXIGENCIAS DEL ÁREA	104
11.1.2.1. Software SOLUCIÓN CIM- TEAM	104
11.1.2.2. EPLAN Software and Service	105
11.1.2.3. Software Tracesoftware	108
11.1.3. EVALUACIÓN DE LOS SOFTWARE PROPUESTO	110
11.1.3.5. Etapas de implementación Software de plataforma eléctrica Eplan	116
11.1.4. EVALUACION FINANCIERA	121
11.2. ALTERNATIVA 2: REESTRUCTURACIÓN DE ACTIVIDADES EN EL ÁREA...	128
11.2.1. PTC Creo Parametric PDM Anbindung	129
11.2.2. ANALISIS DEL PROCESO	130
11.2.3. PROGRAMACION DE PROYECTO IMPLEMENTACION MODELO PDM	131
11.2.3.6. ANALISIS FINANCIERO DE REESTRUCTURACIÓN DE ACTIVIDADES ..	141
11.3. EVALUACION ENTRE LA IMPLEMETACION DE SOFTWARE Y REESTRUCTURACIÓN DE ACTIVIDADES	144
11.3.1. EVALUACION DE CALIDAD DE SOFTWARE	145

11.3.2. ANALISIS DE AHORRO GENERADO POR LA ADQUISICION DEL SOFTWARE EPLAN	148
12. CONCLUSIONES	152
13. RECOMENDACIONES	154
BIBLIOGRAFÍA	157
ANEXOS	159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ciclo de Deming (PHVA)	29
Ilustración 2. Mapa de Santiago de Cali.....	37
Ilustración 3. Símbolos del estudio de métodos	61
Ilustración 4. Gestión del ciclo de vida de productos.....	68
Ilustración 5. Integración de Sistemas	71
Ilustración 6. Días asignados vs Días utilizados en ingeniería	75
Ilustración 7. Ventajas del uso de biblioteca CAD de dispositivos eléctricos	84
Ilustración 8. Proceso productivo actual de la empresa	114
Ilustración 9. Proceso productivo esperado de la empresa.....	114
Ilustración 12. Análisis de proceso de proyectos por mes.....	130
Ilustración 13. Cronograma de implementación estandarización bajo PDM	137
Ilustración 16. Productividad del diseño durante la implementación del sistema.....	149

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tiempos según órdenes de trabajo	74
Tabla 2. Falencias y debilidades del área de ingeniería de la empresa.	89
Tabla 3. Cotización Software E3 SERIES.....	105
Tabla 4. Cotización Software EPLAN	107
Tabla 5. Cotización Software ELECWORKS.....	109
Tabla 6. Comparativo de los software según requerimientos y funcionalidad dentro de las actividades desarrolladas en el área de ingeniería de la empresa.	110
Tabla 7. Costos de implementación del Software	118
Tabla 8. Información Financiera de la empresa metalmecánica.	125
Tabla 9. Fijación de tasa de oportunidad	125
Tabla 10. Análisis de tiempo situación actual vs software de diseño	126
Tabla 11. Comparación situación actual vs implementación software	128
Tabla 12. Proceso de proyectos por mes.	130
Tabla 13. Cronograma por actividades (continúa en la próxima página)	138
Tabla 14. Distribución porcentual de etapas de reestructuración	141
Tabla 15. Costos de etapas de reestructuración	142
Tabla 16. Resultados – Integración de la producción ajustada con el sistema de la calidad.	143
Tabla 17. Comparación situación actual vs reestructuración.....	144
Tabla 18. Comparativo entre estados del departamento de diseño	144

INTRODUCCION

A partir de la primera revolución industrial, se inició un desarrollo tecnológico acelerado, un incremento notable de la producción y por esto la necesidad apremiante de coordinar actividades personales y organizacionales, con el fin de mejorar los rendimientos y maximizar las utilidades, por lo cual surgieron cantidad de estudios, modelos, teorías, técnicas y estrategias que buscaban mejorar los procesos, hacerlos más efectivos optimizando los recursos al máximo.

En la actualidad no es diferente, las empresas luchan lo anterior sumado al mejoramiento continuo y la búsqueda del desarrollo constante a nivel técnico, tecnológico y humano con el ánimo de alcanzar los objetivos estratégicos.

El presente trabajo se permite ingresar en una empresa del sector metalmecánico en la ciudad de Santiago de Cali-valle del Cauca con el objetivo de diagnosticar sus debilidades a nivel productivo por lo cual se ejecutan procesos de análisis y se evalúan proyectos pasados donde se precisan toma de tiempos en procesos de producción, análisis de órdenes de trabajo, tiempos en cambio de procesos, eficiencia en el tiempo de entregas entre otras.

Se indica la falencia mayor y se elaboran las propuestas como alternativa de solución: la implementación de un software, y la reestructuración de personal.

Se dará a conocer como se implementaran en cada etapa del proceso, el capital para su implementación, el punto de retorno, así como la opción más apropiada de acuerdo al diagnóstico de los estudios implementados la cual quedara a disposición de la empresa del sector metalmecánico para su elección.

1. GLOSARIO

CAD: Computer Aided Design.

CAE: Computer Aided Engineering.

CAM: Computer Aided Manufacturing.

PDM: Product Data Management.

PLM: Product Lifecycle Management.

2. RESUMEN

En la búsqueda de mejorar los tiempos de ingeniería para el desarrollo de productos, para alcanzar los objetivos estratégicos de la compañía se busca la adaptación, el aprovechamiento y la reutilización de diseños existentes lo que puede permitir ahorrar tiempo y reducir costos. También es una ayuda para comercializar nuevos productos con más rapidez, mejorar la rentabilidad de la empresa y obtener nuevos negocios.

Teniendo como base el mejoramiento continuo de las organizaciones y la búsqueda del desarrollo técnico, tecnológico, humano y la eficacia en procesos de producción nos adentramos en una empresa del sector metalmecánico en la ciudad de Santiago de Cali-valle del Cauca dedicada a realizar proyectos eléctricos, actividades de manufactura, ensambles, transformación y reparación de equipos, el objetivo inicial consiste en diagnosticar las debilidades que se pueden mejorar en la organización y elaborar las propuestas de gestión para poner a disposición al administrador o equipo gerencial.

Iniciamos a través de una serie de métodos donde se ejecutaron procesos de análisis a través de la realización de una encuesta semi-estructurada a algunos colaboradores del área de ingeniería y se evaluaron tiempos de proyectos pasados realizando así un diagnóstico completo donde se precisan toma de tiempos en procesos de producción, análisis de órdenes de trabajo, tiempos en cambio de procesos, eficiencia en el tiempo de entregas entre otras evidenciando que el mayor problema radica en el área de ingeniería en los procesos de planeación y diseño ya que no cumple con la condición de tiempo establecida para cada proyecto, generando sobrecostos que disminuyen el margen de utilidad de cada proyecto.

De acuerdo con los planteamientos anteriores durante el desarrollo del proyecto con la realización de la encuesta semi-estructurada se evidencia que las actividades del área no están estandarizadas y no se pueden realizar actividades en series, y además una de las políticas de la empresa es asignar el 20% del tiempo total de entrega de un proyecto al área de ingeniería, lo que evidentemente no se está cumpliendo, afectando gravemente a la organización a nivel económico, en su imagen corporativa y en su sentido de responsabilidad y cumplimiento con el cliente por falta de garantizar un producto y/o servicio entregado a tiempo justo y con calidad.

Como mecanismo de diagnóstico se presenta mediante la matriz DOFA, algunas debilidades y falencias que presenta la organización las cuales se evidenciarán en la primera parte de este trabajo.

Se generará un diagnóstico con el fin de identificar la oportunidad de mejorar los tiempos de ingeniería para el desarrollo de productos, alcanzar objetivos estratégicos con eficiencia, y garantizar productos con calidad al consumidor.

También se pondrá a disposición dos alternativas, para su implementación que pretenden mejorar la eficiencia en el desarrollo de las actividades del área de ingeniería, fortalecer el proceso productivo y mejorar la imagen de esta empresa hacia los consumidores, inversionistas, colaboradores y sociedad en general, se presentan dos alternativas; la implementación de un software, y la reestructuración de personal. Se dará a conocer como se implementarán en cada etapa del proceso, el capital para su implementación, el punto de retorno, así como la opción más apropiada de acuerdo al diagnóstico de los estudios implementados la cual quedará a disposición de la empresa del sector metalmecánico para su elección.

3. ABSTRACT

In the search to improve the product development in engineering to achieve the strategic objectives of the company, you must seek the adaptation, exploitation, and reutilization of preexisting methods, which can both save time and reduce cost. It is also a help to market new products faster, improve the profitability of the company, and get new business.

Making the foundation the betterment of an organization, the search for improving the technological, human development, and efficiency in production, we delve into a company within the metal-mechanic sector in Santiago de Cali-Valle del Cauca dedicated in producing electronics, manufacturing, assemblies, transformation and repairing of equipment. The initial objective is to identify the weaknesses that can be improved in the organization and to elaborate the management proposals to make it available to the manager and management team.

We started through a series of methods where we performed an analysis processes by using a semi-structured survey to some collaborators of the engineering department. We evaluated the times of past projects, thus performing a complete diagnosis in which timed the production processes, analysis of work orders, times in process change, efficiency in the deliveries among others, evidencing that the biggest problem lies in the engineering area of the planning and design processes since it does not comply with the condition of established time for each project. This has generated overcharges that decrease the profit margin of each project.

According to previous approaches during the development of the project with the completion of the semi-structured survey, it has become evident that the activities of the area are not standardized and activities cannot be performed in series. Also one of the policies of the company is to assign 20% of the total time of delivery of a project to the engineering area, which is obviously not being met. This is seriously affecting the organization at an economic level, damaging its corporate image and responsibility to the compliance with the customer by the lack of guarantee of fair and quality timed product and / or service.

As a diagnostic mechanism is presented through the DOFA matrix, some weaknesses and shortcomings presented by the organization which will be evidenced in the first part of this work.

A diagnosis will be generated in order to identify the opportunity to improve engineering times for product development, to achieve strategic objectives with efficiency, and to guarantee products with quality to the consumer.

Two alternatives will also be made available for implementation, which aim to improve efficiency in the development of engineering activities, strengthen the production process and improve the company's image towards consumers, investors, employees and society in general. The two alternatives presented are: the implementation of software and the restructuring of personnel. It will be discussed how these alternative strategies will be implemented in each stage of the process, how much capital it'll for its implementation, the point of return, and the most appropriate option according to the diagnosis of the implemented studies, which will be available to the company of the metal-mechanic sector for your choice.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACION

4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, las empresas y organizaciones buscan que el desarrollo de sus actividades se encuentre orientadas al mejoramiento continuo y permanente en la búsqueda del alcance efectivo de sus objetivos de calidad y/o empresariales mediante el planteamiento de estrategias que le permitan el cumplimiento de su misión y el alcance de su visión.

Existen algunas empresas que presentan problemas de planificación y organización dentro de sus procesos de producción se reflejan en distintos eventos y fenómenos que afectan directamente la productividad y la rentabilidad de las mismas, de aquí que surja la necesidad administrativa de propender y mantener mejoras continuas dentro de un mercado potencialmente creciente y cada vez más competitivo que les dirija al sostenimiento y éxito en el mercado.

Bajo estas premisas, resulta oportuno y necesario contar con un conjunto de herramientas tecnológicas y /o mecánicas dentro de sus procesos productivos que se interrelacionen y retroalimenten entre sí para brindar productos y servicios de calidad garantizada para los consumidores.

Dentro de los procesos productivos de una empresa del sector metalmecánico de Santiago de Cali – Valle del Cauca, se presenta un alto porcentaje de tiempo de sus pedidos en labores previas a las de producción. El área que presenta los mayores inconvenientes en las actividades es la planeación y diseño según estudios internos en la empresa, retrasando el resto de las actividades de producción que deben ajustarse al tiempo restante que les deja esta área.

Este hecho dentro del proceso productivo en general, es una de las causas que evidencia una problemática de sobrecostos en las obras, con un mayor consumo de tiempo extra, en la adquisición de materiales a última hora, transporte expreso, entre otros.

Por ello, es necesario establecer estrategias y actividades como parte de un plan de mejoramiento que permitan la estandarización de tiempos y actividades, así como centralizar y ajustar los tiempos del proceso de diseño en ingeniería, que minimicen o supriman sus efectos directos en el área de producción.

De esta manera, se propende por el rendimiento y eficiencia dentro del proceso de planeación y diseño, como también por aprovechamiento de los recursos, optimización de los tiempos, estandarización de las actividades, crecimiento empresarial y garantizar la calidad y cumplimiento oportuno de los productos y servicios.

4.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles deben ser las estrategias y actividades que deben desarrollarse para diseñar un plan de mejoramiento en el área de planeación y diseño de una empresa del sector metalmecánico de Santiago de Cali – Valle del Cauca?

4.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el panorama actual del área de planeación y diseño de la empresa?

¿Cuáles son las falencias y debilidades en el área objeto de estudio?

¿Cuál debe ser la estructura del plan de mejoramiento que propenda por el incremento de la eficiencia en el área de planeación y diseño?

5. JUSTIFICACIÓN

La Industria Metalmecánica comprende un diverso conjunto de actividades manufactureras que, en mayor o menor medida, utilizan entre sus insumos principales productos de la siderurgia y/o sus derivados, aplicándoles a los mismos algún tipo de transformación, ensamble o reparación¹.

Asimismo, forman parte de esta industria las ramas electromecánicas y electrónicas, que han cobrado un dinamismo singular en los últimos años con el avance de la tecnología. Como puede intuirse por su alcance y difusión, la Industria Metalmecánica constituye un eslabón fundamental en el entramado productivo de una nación. No sólo por su contenido tecnológico y valor agregado, sino también por su articulación con distintos sectores industriales. Prácticamente todos los países con un desarrollo industrial avanzado cuentan con sectores metalmecánicos consolidados².

El objetivo de toda empresa en cualquier sector económico es la rentabilidad en indicadores económicos que permitan el libre crecimiento de la misma aportando desarrollo para la sociedad y en especial, a quienes son participantes activos en la operación de ella. Por lo tanto, se seleccionó una empresa del sector metalmecánico ubicada en la ciudad Santiago de Cali – Capital del Valle del Cauca dedicada especialmente al diseño e implementación de proyectos metal-mecánicos para el sector industrial. Dicha empresa está constituida bajo unas

¹ HUICI, Néstor. Plan Estratégico para la Industria Metalmecánica. Máquinas. Herramienta. CESP-ADIMRA. Argentina. 2005.

² Ibíd.

políticas administrativas previamente definidas y aplican, en lo que se ha logrado conocer de ella, un sistema de gestión de calidad.

Con el siguiente trabajo se espera contribuir en la mejora de la productividad de la empresa, la cual tendrá dos alternativas que permiten maximizar la eficiencia de algunos de sus procesos internos a través de la estandarización e implementación de tácticas de control y seguimiento que validen y garanticen el desarrollo normal de su actividad económica.

Para desarrollo de esta propuesta: en primera medida, se realizara un diagnóstico del área de planeación y diseño de la empresa. En segundo lugar, se analizaran las falencias y debilidades identificadas en el área de estudio, que en este caso es el área de ingeniería. Y en tercera medida, se estructura un plan de mejoramiento que incentive al incremento en cuanto a la eficiencia en el área de ingeniería que comprende planeación y diseño. Durante este proceso metodológico se desarrollaran las dos alternativas propuestas, las cuales son: la adaptación de un software y la reestructuración, estas a su vez se estudiaran detalladamente para evaluar cuál es la más apta, más viable y sobretodo la que le brinde a la empresa mejores resultados.

Cumpliendo con alguna de las dos alternativas la empresa lograra ventajas competitivas tales como precisión en sus tiempos de entrega, seguimiento y apoyo en cada una de las actividades de producción, imagen corporativa y confiabilidad lo que genera alta demanda y expansión.

Desde la perspectiva empresarial, la importancia de esta investigación radica en brindar a dicha empresa herramientas analíticas, reales y concisas con el fin de fortalecer las actividades en el área de ingeniería (planeación y diseño) mediante la implementación de un plan de mejoramiento que permita una óptima organización y gestión de la actividades productivas en el área objeto de estudio con el fin de maximizar sus resultados y productividad, así como el afianzamiento

de las funciones administrativas en la toma de decisiones y estandarización de sus áreas mediante la inserción de estrategias necesarias.

Con respecto a la institución, esta investigación constituye una carta de presentación de los fundamentos académicos y el crecimiento profesional y personal que brinda a sus integrantes, denotando conocimientos y habilidades investigativas de sus estudiantes como aporte a través de la reflexión ante las distintas problemáticas que percibe en el entorno de su conocimiento.

Además constituye parte de su legado investigativo respaldado por su cuerpo metodológico y especialista en las distintas áreas que apoya, en este caso, la administración de empresas, y aunque es el primer producto publicado por los estudiantes como resultado de la dedicación y entrega en el área del conocimiento evidencia así mismo la cooperación y apoyo cognoscitivo, académico y ocupacional de la universidad en la realización del mismo.

El alcance de esta investigación tendrá impacto en el campo profesional de sus autores como parte integral de su profesión como administrador de empresas en la inserción, manejo e implementación de conceptos, teorías y actividades prácticas que evidencien el ejercicio de sus conocimientos y habilidades.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de mejoramiento en el área de planeación y diseño de una empresa del sector metalmecánico de Santiago de Cali – Valle del Cauca

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico del área de planeación y diseño de la empresa.
- Analizar las falencias y debilidades encontradas en el área objeto de estudio.
- Estructurar un plan de mejoramiento que propenda por el incremento de la eficiencia en el área de planeación y diseño.

7. MARCO DE REFERENCIA

7.1. MARCO TEÓRICO

7.1.1. La industria metalmecánica

Considerada por algunos como una “industria de industrias”. Provee de maquinarias e insumos claves a la mayoría de actividades económicas para su reproducción, entre ellas, la industria manufacturera, la construcción, el complejo automotriz, la minería y la agricultura, entre otros. Asimismo, produce bienes de consumo durables que son esenciales para la vida cotidiana, como heladeras, cocinas, estufas, artefactos de iluminación, equipos de refrigeración y electrónicos, entre otros. La gran parte de ellos son fabricados con una sustancial participación de insumos nacionales, siendo de esta manera también un sector clave para otras actividades económicas.³

En este sentido, la Industria Metalmecánica opera de manera decisiva sobre la generación de empleo en la industria, requiriendo la utilización de diversas especialidades de operarios, mecánicos, técnicos, herreros, soldadores, electricistas, torneros, ingenieros, profesionales. Adicionalmente, la producción de otras industrias, tanto aquellas que son manos de obra intensivas como aquellas que no lo son, como la industria siderúrgica⁴.

Otro punto importante es que genera la necesidad de integrar las cadenas de valor, dando lugar a la difusión del conocimiento conjuntamente con universidades e institutos públicos, dando lugar a que se den importantes espacios de integración nacional, tanto a nivel de la producción como del sistema de innovación nacional.

³ SALVAGNO, Silvia. Introducción a la Historia Industrial de Villa Mercedes. San Luis. 2006

⁴ Ibíd.

De esta manera, el sector gravita en forma determinante sobre el proceso de reproducción material de la economía: la inversión y el conocimiento. En consecuencia, su desempeño no sólo define las trayectorias de crecimiento sino también su sustentabilidad en el largo plazo, constituyendo un sector estratégico para el desarrollo⁵.

El comercio internacional de productos metalmecánicos supera los 4.000 billones de dólares, representando más del 30% del total mundial. Dentro de esta industria, casi un 40% corresponde al sector de bienes de capital, un 20% a la industria automotriz y otro tanto al sector componentes electrónicos y artefactos eléctricos, completando el resto los demás sectores metalmecánicos. Como puede inferirse, la industria local representa una porción casi nula en el total de comercio mundial. En este sentido, las economías exportadoras más importantes son los países de la Unión Europea (Alemania, Francia, Italia), China, Estados Unidos, Japón y los países del sudeste asiático (principalmente Corea del Sur)⁶.

7.1.2. Plan de mejoramiento

Existen varias definiciones con respecto al concepto, sin embargo, se puede referenciar que el más acertado es el cambio de un proceso para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso⁷ o también como según la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado

⁵ Centro de Desarrollo Empresarial (Rafaela. Esperanza. Sunchales. San Francisco). Diagnóstico Tecnológico Sector Metalmecánico General. Argentina.

⁶ Instituto de Desarrollo Industrial Tecnológico y de Servicios (IDITS). "Plan Estratégico Sector metalmecánico Mendoza 2005".

⁷ HARRINGTON, H. James. Mejoramiento de los procesos de la empresa. Editorial Mc. Graw Hill Interamericana, S.A. México. 1997.

Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca⁸.

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización. A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica se pueden generar oportunidades de crecimiento de las organizaciones en el mercado, logrando una diferenciación que permita una mejor posición dentro del sector.

7.1.2.1. Ventajas del mejoramiento continuo⁹

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles
- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

⁸ DEMING, E. Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis. Thomson Editores. Madrid. 1996

⁹ Guía de Planeación del Proceso de Mejoramiento Continuo. Programa de desarrollo empresarial y proceso de mejoramiento continuo. Nacional Financiera, S.N.C., México. 1992

7.1.2.2. Desventajas del mejoramiento continuo¹⁰

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.
- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el mejoramiento continuo se hace un proceso muy largo.
- Hay que hacer inversiones importantes.

7.1.2.3. Implementación del plan de mejoramiento

La mejora continua se basa en el ciclo de Deming, compuesto por cuatro fases:

1. Estudiar la situación y proponer las mejoras.
2. Poner en marcha las propuestas seleccionadas.
3. Comprobar si la mejora está resultando de la manera esperada.
4. Implementar las propuestas con las mejoras necesarias. Existen muchas maneras de implantar la mejora continua en las empresas¹¹.

Las formas de implantar la mejora continua son muy diversas y existen muchas maneras de realizarla. Diversos autores afirman que los mejores resultados se dan cuando las ideas y las mejoras se originan en grupo, ya que se aprovechan mucho mejor las experiencias de los trabajadores y además, es un elemento clave para implicar y motivar a los empleados. Esto se puede dar, a través de equipos de trabajo multifuncionales o auto-regulados que incorporan las actividades de mejora

¹⁰ Guía de Planeación del Proceso de Mejoramiento Continuo. Programa de desarrollo empresarial y proceso de mejoramiento continuo. Nacional Financiera, S.N.C., México. 1992

¹¹ VECIANA, J. Función directiva. Servei Publicacions. Bellaterra – Barcelona. 1999.

continua entre sus responsabilidades; bien, a través de grupos permanentes como son los círculos de calidad; o bien, mediante equipos de mejora de una cierta duración de tiempo¹².

7.1.3. Ciclo de Deming o PHVA (PDCA)¹³

El ciclo PDCA, también conocido como "Círculo de Deming" (de Edwards Deming), es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, también se denomina espiral de mejora continua. Las siglas PDCA son el acrónimo de plan, do, check, act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). (Ver Fig. 1).

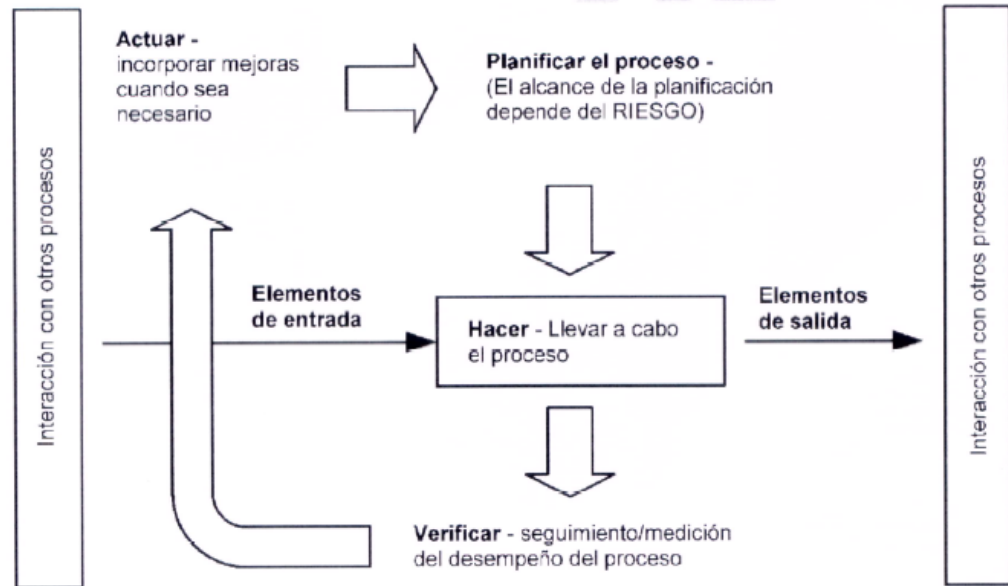
- Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener los resultados de acuerdo con lo esperado. Al tomar como foco el resultado esperado, difiere de otras técnicas en las que el logro o la precisión de la especificación es también parte de la mejora.
- Hacer: implementar los nuevos procesos. Si es posible, en una pequeña escala.
- Verificar: pasado un periodo de tiempo previsto de antemano, volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora esperada. Documentar las conclusiones
- Actuar: modificar los procesos según las conclusiones del paso anterior para alcanzar los objetivos con las especificaciones iniciales, si fuese necesario. Aplicar nuevas mejoras, si se han detectado errores en el paso anterior. Documentar el proceso.

Las posiciones anteriormente enunciadas en torno a la gestión de la calidad, son las asumidas en esta investigación.

¹² MARIN García, J. A. et al. La mejora continua como innovación incremental. El caso de una empresa industrial española. Economía Industrial nº. 368, pp. 155-169. 2008

¹³ DEMING, W. Edwards. Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis. Díaz de Santos, S.A. Madrid. 412 p. 1989

Ilustración 1. Ciclo de Deming (PHVA)



Fuente: ISO/DIS 9001:2015.

7.1.4. Administración Clásica

Años posteriores siguen apareciendo nuevas teorías administrativas y se van dando a conocer postulados teóricos que aun hoy se consideran imprescindibles en las escuelas de administración.

Henry Fayol define el acto de administrar como planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. Las funciones administrativas engloban los elementos de la administración; estos mismos elementos constituyen el proceso administrativo que pueden ser encontrados en cualquier área de la empresa, es decir, que cada cual desempeña actividades de planeación, organización, etc. como actividades administrativas esenciales¹⁴.

¹⁴ CHIAVENATO, I. Administración de los nuevos tiempos. Editorial MCGRAWW-HILL Interamericana, S.A, Bogotá Colombia, 2002. Pág. 361

- Planeación: para lo cual es necesario desarrollar un esquema general de las actividades para lograr así el propósito que se ha fijado.
- Organización: para establecer la estructura de autoridad formal a través de la cual se disponen la subdivisión del trabajo definida y coordinada para el objetivo de la empresa.
- Dirección: Como tarea continua de tomar decisiones, incorporar las órdenes e instrucciones específicas y generales y de servir como líder de la empresa.
- Coordinación: Para establecer la correlación de las distintas entidades y procesos.
- Controlar: Controlar la ejecución del trabajo, para mantenerlos en niveles deseados, perfeccionarlo, corregirlo y premiarlo.

7.1.5. El proceso¹⁵

El proceso es la agrupación de varias actividades realizadas con la intervención del hombre y de sus conocimientos y/o maquinaria, cuyo resultado es la entrega de un producto o servicio a un cliente final. Es una relación entre proceso y un producto. No existe producto y/o servicio sin un proceso de la misma manera, no existe proceso sin un producto o servicio.

7.1.5.1. Características de los Procesos¹⁶

Los procesos documentados permiten que sean identificados con mayor claridad las actividades que se están realizando, los factores que intervienen tales como costos y tiempos utilizados. Se puede realizar un análisis entre lo que está documentado y lo que se realiza en la práctica, para hacer comparativos, buscar mejoras en los programas o cambiarlos, aporta nuevas ideas y actividades. Este proceso documentado debe contener ciertas características tales como:

¹⁵ H.J., H. Mejoramiento de los procesos de las Empresas. Bogotá: McGraw Hill. 1993

¹⁶ Ibíd.

- a. Flujos: los métodos para transformar las entradas en salidas.
- b. Efectividad: Cuan bien se satisfacen las expectativas del cliente
- c. Eficiencia: Cuan acertadamente se utilizan los recursos para generar un output.
- d. Tiempo del ciclo: el lapso necesario para transformar el input en output
- e. Costos: los gastos correspondientes a la totalidad del proceso.

7.1.5.2. Revisión del Proceso¹⁷

Para mejorar los procesos de la empresa debe haber un seguimiento de estos, controlando y verificando lo que está documentado con la realidad, para ello se debe realizar una revisión del proceso que consiste en la única manera de comprender realmente lo que sucede en los procesos de la empresa a través de un seguimiento personal del flujo de trabajo, analizando y observando su desarrollo.

7.1.6. Planeación Estratégica

La planeación estratégica es el proceso mediante el cual quienes toman decisiones en una organización obtienen, procesan y analizan información pertinente, interna y externa, con el fin de evaluar la situación presente de la empresa, así como su nivel de competitividad con el propósito de anticipar y decidir sobre el direccionamiento hacia el futuro¹⁸. El análisis de oportunidades y amenazas conduce a un análisis DOFA, el cual permitirá a la organización definir estrategias para aprovechar sus fortalezas, revisar y prevenir el efecto de sus debilidades, anticiparse y prepararse para aprovechar las oportunidades y prevenir oportunamente el efecto de las amenazas.

¹⁷ Ibíd.

¹⁸ SERNA, H. Gerencia estratégica. 3R editores. 10 edición. Bogotá. 2010

7.1.7. Análisis DOFA¹⁹

La conocida matriz debilidades-oportunidades-fortalezas-amenazas o DOFA identifica tanto factores externos (amenazas y oportunidades) como los internos (fortalezas y debilidades). Se define como una herramienta de auditoría de la organización, para detectar el impacto presente y el futuro entorno, como los problemas propios de la organización. En ambos casos, plantea un procedimiento inductivo de gestión. El procedimiento para construir un DOFA es el siguiente:

Auditoría Externa: Los miembros de la organización hacen una lista de amenazas y oportunidades provenientes del entorno: aquí se analiza políticas económicas, sociales, tecnológicas, culturales etc. De acuerdo con el sector económico al que pertenece la organización se le asigna un peso relativo a cada fuerza, para calificar la organización con respecto a dicho factor. El resultado de esta evaluación se pone en una matriz de evaluación.

Auditoría Interna: Los participantes generalmente efectúan un examen de las fortalezas y debilidades de la organización por áreas funcionales (financiera, humana, planeación etc.) o en forma general de la organización. De acuerdo con el sector económico al que pertenece la organización se le asigna un peso relativo a cada fuerza, para calificar la organización con respecto a dicho factor.

El resultado de esta evaluación se pone en una matriz de evaluación. Realizando este examen se procede a cruzar cada una de las cuatro variables; de dicho análisis se obtiene la siguiente estrategia:

- Estrategias FO: Usar las fortalezas para aprovechar las oportunidades
- Estrategias FA: Usar las fortalezas para evitar las amenazas.
- Estrategias DO: Superar las debilidades aprovechando las oportunidades.

¹⁹ VIDAL, E. Diagnóstico Organizacional. Bogotá: Ecoe. 2004

- Estrategias DA: Reducir las debilidades y evitar las amenazas.

El aporte del análisis DOFA tiene que ver principalmente con identificar los problemas desde dos perspectivas: como obstáculos evitables y como oportunidades. El análisis DOFA presta gran contribución a los directivos que desean planificar sin mayor complejidad y a un ritmo mayor de velocidad. No todas las debilidades se superan usando las fortalezas, ni aprovechando las oportunidades se superan todas las amenazas.

7.2. MARCO CONCEPTUAL

AMEF (Analysis Mode Effect Failure): Análisis de Modo y Efecto de Fallos es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales errores y sus posibles efectos en un sistema.

ERP (*enterprise resource planning*): son los sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía en la producción de bienes o servicios.

CAD (Computer Aided Design): es el uso de programas computacionales para crear representaciones gráficas de objetos físicos ya sea en segunda o tercera dimensión.

CAE (Computer Aided Engineering): Ingeniería asistida por ordenador, son los sistemas que proveen la información necesaria para el soporte de los equipos de diseño en la toma de decisiones.

CAM (Computer Aided Manufacturing): Fabricación asistida por ordenador, Técnicamente, no es considerado un sistema para programas de ingeniería, sino una variedad de máquinas de fabricación. CAM es un proceso asistido por computadora posterior a CAD y, algunas veces, ocurre después de CAE, pues un modelo generado en CAD y verificado en CAE puede introducirse en un programa CAM.

PDM (Product Data Management): La Administración de datos de Producto es el uso del software para administrar los datos y procesos relacionados con la información de los productos, en un sistema único central.

PLM (Product Lifecycle Management): Gestión del Ciclo de Vida del Producto es una estrategia empresarial basada en una tecnología la cual permite gestionar toda la información relacionada con el producto. Este proceso va desde la concepción de la idea, pasando por su diseño y fabricación, hasta su servicio y eliminación.

SAMMI: Es un Software de presupuestos, programación de obra y control de costos de obras y proyectos desarrollado por la compañía internamente.

SIESA: Es una solución de software ERP utilizada por el departamento contable, diseñada para ajustarse a las plataformas de grandes empresas. Integra de manera efectiva todas las áreas de la empresa.

Administración estratégica: Se define administrar como planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. Las funciones administrativas engloban los elementos de la administración; estos mismos elementos constituyen el proceso administrativo que pueden ser encontrados en cualquier área de la empresa, es

decir, que cada cual desempeña actividades de planeación, organización, etc. como actividades administrativas esenciales²⁰.

Análisis DOFA: La conocida matriz debilidades-oportunidades-fortalezas-amenazas o DOFA identifica tanto factores externos (amenazas y oportunidades) como los internos (fortalezas y debilidades). Se define como una herramienta de auditoría de la organización, para detectar el impacto presente y el futuro entorno, como los problemas propios de la organización. En ambos casos, plantea un procedimiento inductivo de gestión²¹.

Ciclo de Deming o PHVA (PDCA): El ciclo PDCA, también conocido como "Círculo de Deming" (de Edwards Deming), es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, también se denomina espiral de mejora continua. Las siglas PDCA son el acrónimo de plan, do, check, act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)²².

El proceso: es la agrupación de varias actividades realizadas con la intervención del hombre y de sus conocimientos y/o maquinaria, cuyo resultado es la entrega de un producto o servicio a un cliente final. Es una relación entre proceso y un producto. No existe producto y/o servicio sin un proceso de la misma manera, no existe proceso sin un producto o servicio²³.

Plan de mejoramiento: Existen varias concepciones con respecto al concepto, sin embargo, se pueden referenciar la que la concibe como el cambio de un

²⁰ Ibíd. CHIAVENATO, 2002.

²¹ Ibíd. VIDAL, 2004.

²² Ibíd. DEMING, 1989

²³ Ibíd. HJ, 1993

proceso para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso²⁴.

7.3. MARCO CONTEXTUAL

Esta investigación se lleva a cabo en Santiago de Cali, es la capital del departamento del Valle del Cauca, es la tercera ciudad más poblada de Colombia. Está situada en la región Sur del Valle del Cauca, entre la cordillera occidental y la cordillera central de los Andes. La ciudad forma parte del Área Metropolitana de Cali, junto con los municipios aledaños a ésta. Fue fundada el 25 de julio de 1536 por Sebastián de Belalcázar, lo que la convierte en una de las ciudades más antiguas de América.

Está ubicada en las coordenadas 3°27'00"N 76°32'00"O, en el departamento del Valle del Cauca. Geográficamente Cali está en el valle del río Cauca, el segundo en importancia del país. A la altura de Cali este valle tiene 35 km de ancho y la zona urbana esta sobre el costado occidental del río. La parte occidental de la ciudad se encuentra custodiada por los célebres Farallones de Cali, que hacen parte de la Cordillera Occidental de los Andes colombianos.

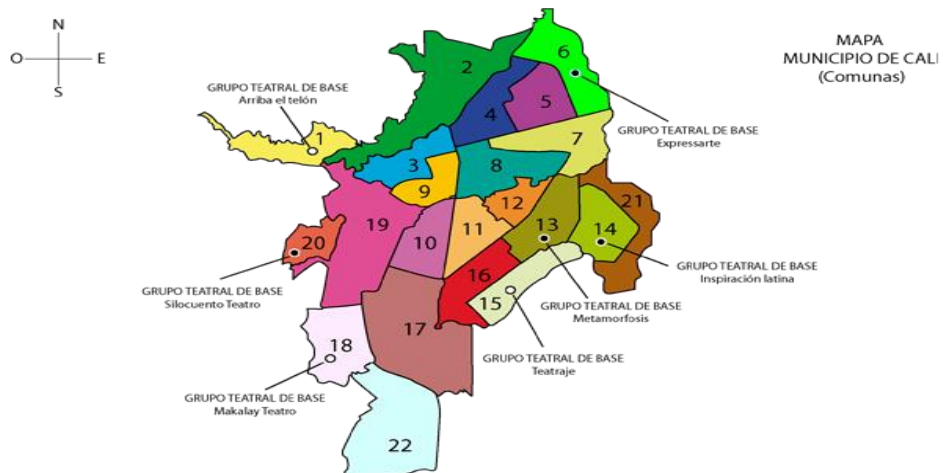
La ciudad es uno de los principales centros económicos e industriales de Colombia, además de ser el principal centro urbano, cultural, económico, industrial y agrario más importante del suroccidente del país y el tercero a nivel nacional. Como capital departamental, alberga las sedes de la Gobernación del Valle del Cauca, la Asamblea Departamental, el Tribunal Departamental, la Fiscalía

²⁴ Ibíd. HARRINGTON, 1997.

General, Instituciones y Organismos del Estado, también es la sede de empresas oficiales como la municipal EMCALI.

Es el principal centro deportivo de Colombia, destacándose la organización de importantes eventos deportivos como los Juegos Panamericanos de 1971 y los Juegos Mundiales de 2013. Es a su vez conocida como «la capital mundial de la salsa.

Ilustración 2. Mapa de Santiago de Cali



Fuente: <http://micaliesasi.blogspot.com.co/2012/02/parques-santiago-de-cali.html#>

7.4. MARCO LEGAL

Ley 1672 de 2013: por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.

Ley 223 de 1995: Artículo 40. Quedan excluidos del impuesto sobre las ventas los siguientes bienes: Los equipos y elementos nacionales o importados que se destinen a la construcción, instalación, montaje y operación de sistemas de control

y monitoreo, necesarios para el cumplimiento de las disposiciones, regulaciones y estándares ambientales vigentes, para lo cual deberá acreditarse tal condición ante el Ministerio del Medio Ambiente.

Ley 223 de 1995: Artículo 60. Importaciones que no causan impuesto: La importación de maquinaria o equipo, siempre y cuando dicha maquinaria o equipo no se produzcan en el país, destinados a reciclar y procesar basuras o desperdicios (la maquinaria comprende lavado, separado, reciclado y extrusión), y los destinados a la depuración o tratamiento de aguas residuales, emisiones atmosféricas o residuos sólidos, para recuperación de los ríos o el saneamiento básico para lograr el mejoramiento del medio ambiente, siempre y cuando hagan parte de un programa que se apruebe por el Ministerio del Medio Ambiente. Cuando se trate de contratos ya celebrados, esta exención deberá reflejarse en un menor valor del contrato. Así mismo, los equipos para el control y monitoreo ambiental, incluidos aquellos para cumplir con los compromisos del protocolo de Montreal.

Ley 788 de 2002: Artículo 18. Son rentas exentas las generadas por los siguientes conceptos, con los requisitos y controles que establezca el reglamento:

- Venta de energía eléctrica generada con base en los recursos eólicos, biomasa o residuos agrícolas, realizada únicamente por las empresas generadoras, por un término de quince (15) años, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:
- Tramitar, obtener y vender certificados de emisión de bióxido de carbono, de acuerdo con los términos del Protocolo de Kyoto
- Que al menos el cincuenta por ciento (50%) de los recursos obtenidos por la venta de dichos certificados sean invertidos en obras de beneficio social en la región donde opera el generador.

- Servicio de ecoturismo certificado por el Ministerio del Medio Ambiente o autoridad competente conforme con la reglamentación que para el efecto se expida, por un término de veinte (20) años a partir de la vigencia de la presente Ley.
- Aprovechamiento de nuevas plantaciones forestales, incluida la guadua, según la calificación que para el efecto expida la corporación autónoma regional o la entidad competente.
- En las mismas condiciones, gozarán de la exención los contribuyentes que a partir de la fecha de entrada en vigencia de la presente Ley realicen inversiones en nuevos aserríos vinculados directamente al aprovechamiento a que se refiere este numeral.

Pero en el sector metalmecánico existen algunas normas o entidades nacionales que realizan eventos con el fin de beneficiar la economía y el desarrollo del sector como por ejemplo el decreto 098 de 1998, ley MIPYME 590 del año 2000 que busca fomentar la compra de repuestos nacionales para beneficiar al sector metalmecánico, otra entidad que apoya el desarrollo del sector es el SENA que por medio de una mesa sectorial, determino las necesidades de asesoría y consultoría del sector metalmecánico en aspectos como salud ocupacional, seguridad industrial, atención al cliente, comercio exterior, gestión de calidad, entre otros. Ecopetrol es otra entidad que por medio de un estudio realizado al sector metalmecánico por la UISCER en el año 2003 determino la falta de capacitación gerencial, la falta del control del mantenimiento y la baja capacidad de trabajo.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. TIPO DE INVESTIGACION

Cuantitativa, descriptiva y observacional de corte transversal.

Cuantitativa ya que concibe el objeto de estudio como externo en un intento de lograr la máxima objetividad. Su concepción de la realidad coincide con la perspectiva positivista. Es una investigación normativa, cuyo objetivo está en conseguir leyes generales relativas al grupo (Smith, 1983).

Los estudios descriptivos buscan identificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Muñoz Razo, 1998).

Observacional transversal. Según Roberto (2003) ya que el investigador no interferirá con el fenómeno estudiado y es transversal porque recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

8.2. POBLACIÓN

La población de estudio está conformada por los trabajadores del área de planeación y diseño de la empresa del sector metalmecánico de Santiago de Cali – Valle del Cauca, la cual se encuentra conformada por un director de ingeniería, tres ingenieros de proyecto y un dibujante.

8.3. MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra se tiene en cuenta la accesibilidad para llevar a cabo la aplicación del instrumento para la recolección de datos y los distintos perfiles requeridos para la investigación con el ánimo de indagar desde distintos ángulos ocupacionales las condiciones de la estructura organizacional actual de la empresa, lo que derivó en un muestreo no probabilístico por conveniencia dado la selectividad del personal a entrevistar, definido por (Kinear y Taylor, 1998, p.405) como “la selección de un elemento de la población que va a formar parte de la muestra se basa hasta cierto punto en el criterio del investigador o entrevistador de campo”, por lo cual se entrevistará a la gerente de operaciones como encargada del proceso productivo y supervisión del área de ingeniería de la empresa.

Además se realizó la entrevista en su totalidad a cinco colaboradores de la empresa.

8.4. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Con el objetivo de diseñar un plan de mejoramiento en el área de ingeniería (planeación y diseño) de una empresa del sector metalmecánico en Santiago de Cali – Valle del cauca se llevará a cabo una entrevista semi-estructurada (Anexo No. 1) y toma de tiempos en la misma área (Anexo No. 2)

Para este estudio se utilizará la técnica de entrevistas semi-estructuradas, por su carácter conversacional que desde el interaccionismo simbólico se recomienda a fin de no oprimir a las personas participantes, generando un ámbito coloquial que facilita la comunicación entre quienes interactúan, sabiendo que no hay nada en contra de investigar asuntos en los que se esté involucrada emocionalmente (Díaz Martínez: 2004).

De esta forma, el material relevado se constituye en discurso manifiesto que refiere cuestiones que permiten reflejar los nexos y relaciones complejas de la realidad, no solo desde la perspectiva de quien habla sino también de quien realiza la entrevista, en tanto dicho discurso les aúna en términos de constituirse ambos en sus prácticas profesionales cotidianas en participantes de la dinámica institucional, en un escenario que les es común.

Además de ello se llevará a cabo la toma de tiempos de las operaciones en el área objeto de estudio con el fin de establecer los efectos tardíos de la producción debido a la mora en los procesos de planeación y diseño.

8.4.1. Fuentes primarias

Esta investigación se apoya en la realización y aplicación de entrevista semi-estructurada a la gerente de operaciones de la empresa encargada del área de ingeniería de la empresa de metalmecánica de Santiago de Cali y toma de tiempos de las actividades.

8.4.2. Fuentes secundarias

Se toma en cuenta la implementación de búsqueda en libros, documentos, información de la empresa, se toma como guía otras tesis.

8.4.3. Análisis de la información

Desde el análisis del contenido revelado en las entrevistas que se realizaran en la investigación, se pone en consideración que por contenido entender "el proceso comunicativo de transmisión de la información, que requiere la participación de quien habla y quien escucha" (Luria, 1980:80).

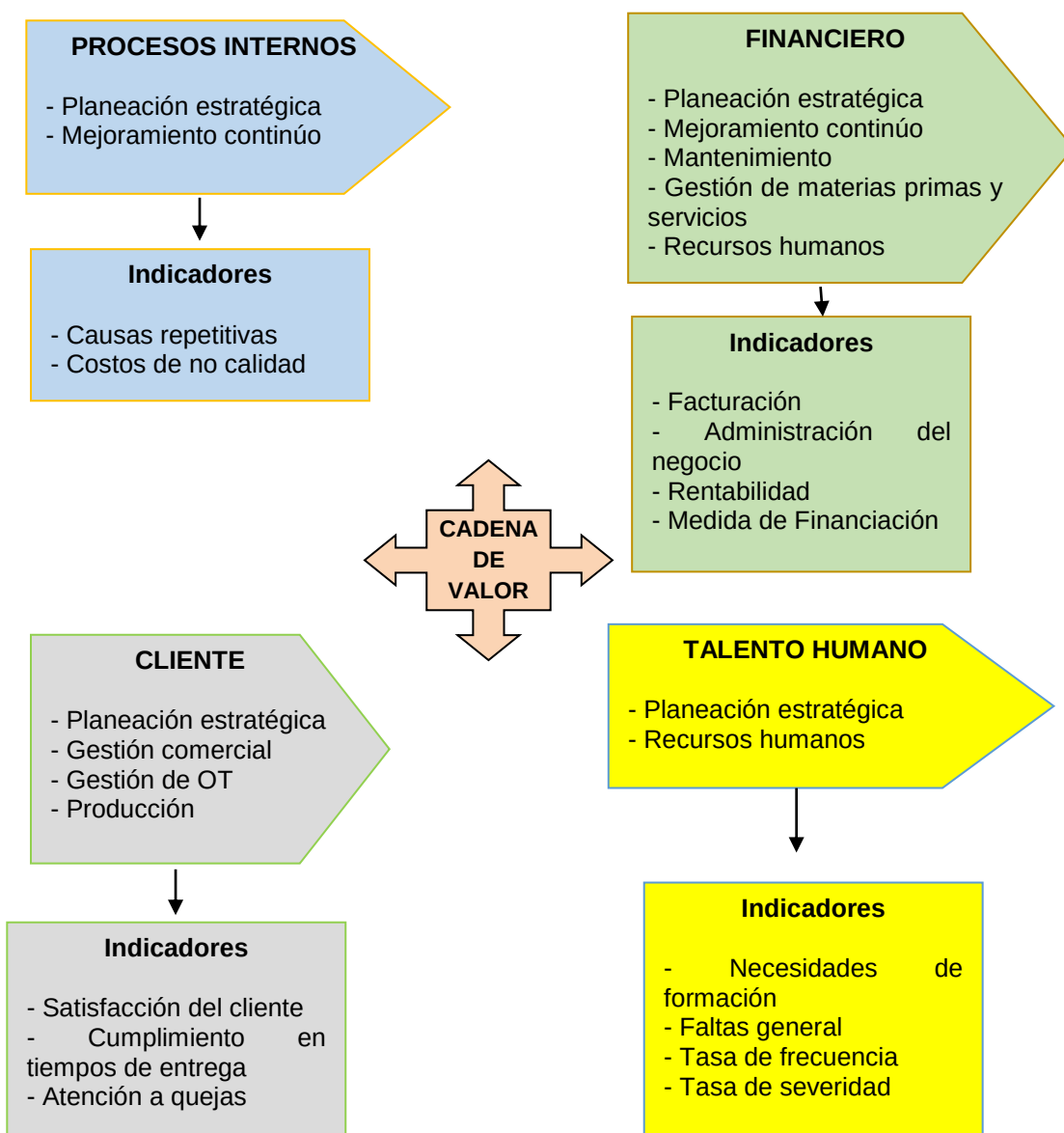
Una vez aplicada la entrevista se procederá a su respectivo análisis y consideraciones respectivas que constituyan la base para diseñar el plan de mejoramiento acorde a las necesidades reales de la empresa y la perspectiva de sus integrantes.

Con los datos obtenidos en la toma de tiempos operacionales en el área de ingeniería se llevara a cabo un estudio de diferentes variables y tiempos respectivos.

9. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE PLANEACIÓN Y DISEÑO DE LA EMPRESA

9.1. CADENA DE VALOR DE LA EMPRESA

OBJETIVOS ESTRATEGICOS: desarrollar proyectos en el 2013 por valor de 5907 SMMLV, obtener una rentabilidad antes de gastos del 18%, estandarizar los productos de mayor rotación en la empresa, optimizar sistema de información para ingeniería y producción.



El diagrama ilustra el flujo de procesos de la OT (Operación Total) en un ciclo de mejora continua. El ciclo está dividido en tres niveles principales:

- PROCESOS GERENCIALES** (encabezado gris):
 - PLANEACION ESTRATEGICA
 - MEJORAMIENTO CONTINUO
- PROCESOS OPERATIVOS** (encabezado azul):
 - GESTION COMERCIAL
 - GESTION DE LA OT** (área de análisis central, resaltada en verde)
 - PRODUCCION
- PROCESOS DE APOYO** (encabezado verde):
 - RECURSOS HUMANOS
 - MANTENIMIENTO
 - GESTION DE MATERIAS PRIMAS Y SERVICIOS

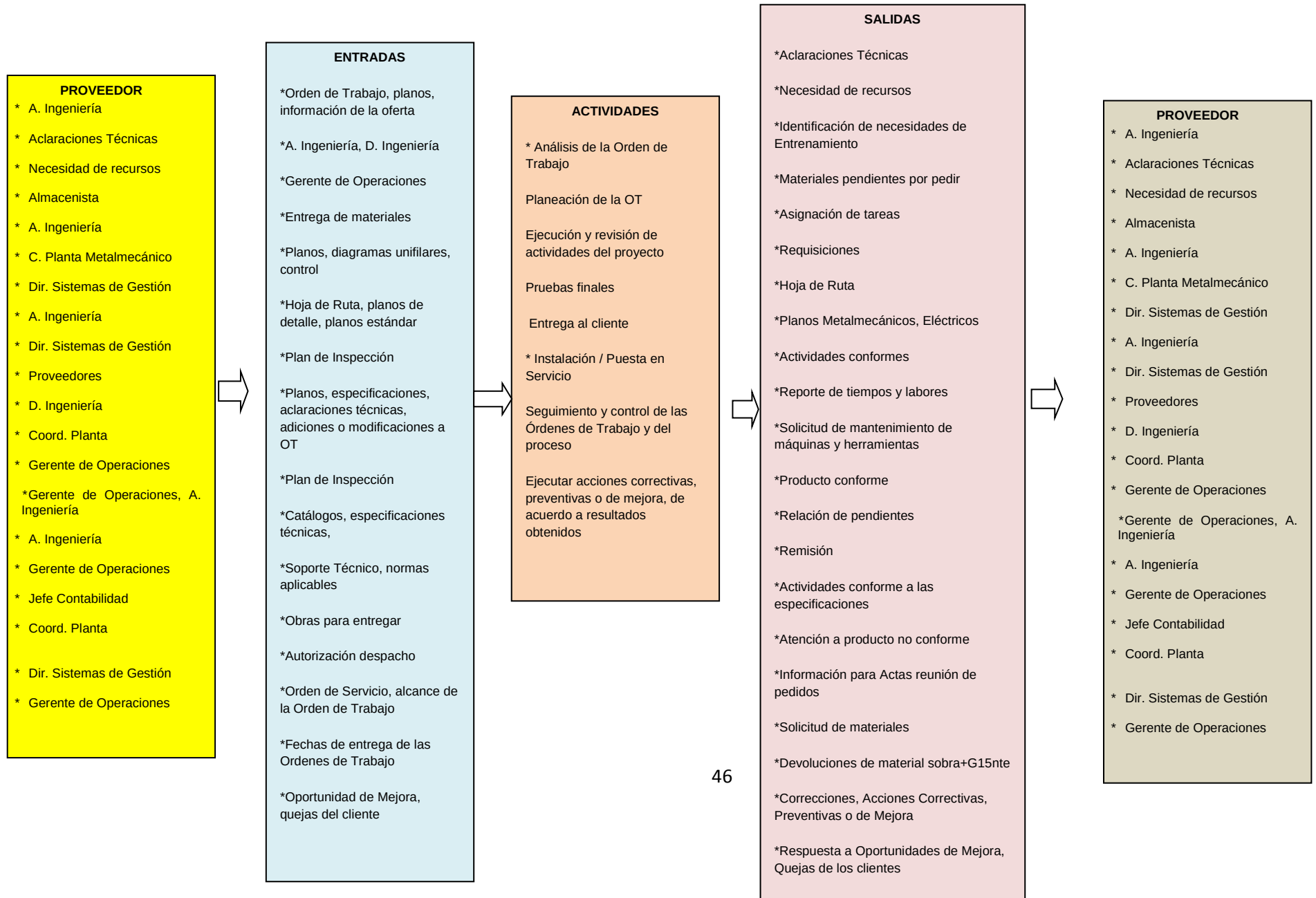
Las flechas indican el flujo de información y materiales entre estos procesos. Un ciclo de mejora continua se completa a través de la retroalimentación desde la producción y los procesos de apoyo hacia la planeación estratégica y el mejoramiento continuo.

El diagrama también muestra la influencia externa:

- Ley, cliente, organización** (encabezado gris): Influencia externa que afecta los procesos operativos.
- Satisfacción del cliente interno y externo y mejora continua de la organización** (encabezado gris): Resultado del ciclo de mejora continua.
- (*) Proveedor**: Fuente de insumos para los procesos operativos.

El **Área de análisis** (resaltada en verde) es el núcleo central del proceso, donde se concentra la gestión de la OT.

PROCESO DE PRODUCCIÓN



**PROCESOS QUE
SUMINISTRAN LAS
ENTRADAS**

- * Gestión Comercial
- * Gestión de Materias primas y Servicios
- * Gestión de la OT (orden de trabajo)
- * Mejoramiento Continuo

**PROCESOS QUE RECIBEN
LAS SALIDAS**

- * Gestión de Materias primas y Servicios
- * Recursos Humanos
- * Gestión de la OT
- * Gestión Comercial
- * Mantenimiento
- * Mejoramiento Continuo

9.2. ELABORACION DE ORDENES DE TRABAJO

ACTIVIDADES POR CARGO

Las actividades necesarias para generar una orden de trabajo, se definen para cada cargo, de la siguiente forma:

GERENTE DE OPERACIONES:

1. La OT se inicia cuando llega el contrato a la empresa, por los diferentes medios disponibles, físico, fax, e-mail, etc. Todos los contratos se entregan al Gerente de Operaciones.
2. Revisa que el contrato, corresponda a la cotización en cuanto a Equipo solicitado, Precio, Condiciones de pago. Tiempo de entrega, Especificaciones técnicas generales, entre otros.
Si se presentan inconsistencias las trata directamente con el cliente o a través del Encargado de Ventas asignado al mismo.
3. Una vez verificada la información del contrato:

- Informa al director de ingeniería del nuevo proyecto a desarrollar, el director asigna a un ingeniero de proyectos de acuerdo a su carga de trabajo y le entrega contrato, cotizaciones e información técnica asociada al proyecto.
- Si el contrato maneja anticipo:
 - ✓ Solicita a la Secretaria General la elaboración de la cuenta de cobro.
 - ✓ Define el manejo del anticipo y entrega esta información a Gerencia Administrativa y Compras.
- 4. En caso de negociaciones o descuentos especiales, informa al Director de Compras para su aplicación.
- 5. Elabora cronograma de actividades, cuando se requiera, según las características del proyecto y se valida con Ingeniería y Producción.
- 6. Autoriza facturación y despacho de tableros, cuando tienen negociaciones especiales.
- 7. Autoriza las adiciones o modificaciones que se presenten en la OT, realizadas a través del sistema sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP).

SECRETARIA GENERAL

1. Abre la hoja de vida del cliente y solicita la información definida en el procedimiento de Facturación.
2. Si el proyecto tiene anticipo, elabora la cuenta de cobro respectiva y la envía al cliente.
3. Envía dossier técnico al cliente.

INGENIERO DE PROYECTOS

1. Verificar los ítems de la cotización que fueron comprados.
2. Traslada a la carpeta de la OT el historial de cotizaciones y de información técnica asociada al proyecto.

3. Revisa información y si se presentan inconsistencias se aclaran con el Director de Ingeniería, Gerente de Operaciones o con el cliente, según sea el caso.
4. Crea cotización en ERP de acuerdo a los ítems que aparezcan en la O.C. y se guarda la cotizaciones en el ERP en estado de aceptada.
5. Diligenciar la información de la O.T. en el archivo en Excel “REQ POR SISTEMA”.²⁵
6. Diligencia en el ERP los datos básicos de la OT en el ítem “cotizaciones de obras” del menú “Cotizaciones de OT” y entrega la Orden de Compra o contrato al Jefe de Contabilidad para validar la creación de la obra en el SAMMI y confirmar el número de la OT.

Se debe prestar especial atención al tipo de contrato, los tipos de contrato se establecen según su objeto:

- a) Honorarios: cuando se trate de asesorías.
 - b) Fabricación: cuando se trate de la transformación de materias primas en productos.
 - c) Suministro: cuando se trate de venta de materiales que involucre la instalación.
 - d) Servicio: cuando se trate de un mantenimiento y utilizar en lo posible la misma descripción de la OC del cliente, la cual por lo general debe coincidir con lo definido en la cotización.
7. Si el cliente es nuevo, el Ingeniero informa a Contabilidad entregando RUT para la creación del tercero en el sistema SIESA y paralelamente informa a la Secretaria General de la creación del tercero para que a su vez proceda a la autorización y verificación de tipo de política de pago.

²⁵ “REQ POR SISTEMA”, documento en Excel en donde se consigna la información de los proyectos como cliente, valor de la obra, dirección de despacho, tiempo de entrega y otra información relevante.

8. Elabora la requisición de todos los materiales que no se cotizan como producto compuesto. Los materiales que pide la Dirección de Planta son los asociados con el tablero (metalmecánico), barrajes y el cableado global, todos los demás son responsabilidad de Ingeniería.
9. Cuando algún material no se encuentra en el sistema o no tiene código definitivo, se envía la información al Director de Compras, para que cree el material en el sistema.
10. Conseguir con antelación los manuales de montaje o puesta en servicio de equipos que no se hayan instalado previamente en la empresa, para su respectivo análisis. El análisis lo debe hacer Ingeniería (encargado de la OT) y Producción. El criterio para establecer si un producto no se ha usado en TABLESA, es la solicitud de creación de código a Compras. Los mecanismos de búsqueda de los manuales de los equipos son: Páginas web de los fabricantes, solicitud directa al proveedor, entre otros. Esta información se debe enviar al Coordinador General de Planta para su conocimiento y al Director de Sistemas de Gestión, para que incluya esta información en la página de Calidad.
11. Se reúne con el Director de Ingeniería para planificar la elaboración de los planos de la Ingeniería básica de vistas metalmecánicas y diagramas unifilares en AUTOCAD. Para la elaboración de estos planos se cuenta con la base de planos estandarizados y los planos de proyectos similares desarrollados previamente. Los planos se elaboran de acuerdo a lo definido en el procedimiento "Control de Planos".
12. Diligenciar el formato "Orden de Trabajo", el cual es revisado por el Director de Ingeniería.
13. Verifica que los materiales solicitados sean los requeridos para el desarrollo del proyecto. En caso de que se requieran materiales que no fueron cotizados, pide autorización al Gerente de Operaciones, para la compra de los mismos.
14. Diligenciar el formato "Producto Suministrado por el Cliente", si aplica.

15. Entrega al Coordinador General de Planta, el formato Orden de Trabajo y la información asociada al mismo. Para la documentación de la OT y las copias respectivas, se puede apoyar en el Dibujante o en la Secretaria General.
16. Paralelo a la entrega de planos a Producción, el Ingeniero envía al cliente los planos para aprobación, para clientes definidos por el Gerente de Operaciones. El comunicado para aprobación de planos debe ser personalizado, indicando las principales características del proyecto que deben ser tenidas en cuenta y/o aprobadas por el cliente para garantizar que el producto fabricado se ajuste a sus requerimientos. En este comunicado se debe indicar claramente la fecha límite que se tiene para emitir observaciones. En caso que el cliente no genere observaciones el proyecto se construirán según lo definido. La persona que envía los planos para aprobación debe confirmar con el cliente que haya recibido dicha información.
17. Solicitar junto con la aprobación de planos, la confirmación de los datos de las cargas. Si el cliente no envía información de cargas, Ingeniería las saca de acuerdo a la información de la oferta. Respecto a las fechas para aprobación y la confirmación del recibo de la información, aplican las mismas características del ítem anterior.
18. Si el cliente define cambios o realiza observaciones en la aprobación de los planos realizar los cambios que se requieran e informar a las áreas involucradas.
19. Dar respuesta a las aclaraciones técnicas que se presenten.
20. Realizar Ingeniería de detalle (Planos de control y automatismos) y ajustes técnicos requeridos para el normal desarrollo del proyecto.
21. Después de tener listos todos los planos, se solicitan los materiales asociados al control y las placas de identificación del proyecto.

22. Hacer seguimiento a la obra.
23. Realizar Adiciones y Modificaciones a la OT.
24. Participa de las pruebas al proyecto, cuando se hacen en presencia del cliente.
25. En el caso de transferencias, documentar y entregar a Producción y al cliente, los datos básicos para parametrizar los equipos de control, aclarando que son solo para pruebas y deben ser ajustados en el sitio por el cliente.
26. Elabora el dossier con información técnica al final del proyecto, que incluye: Manuales de los equipos, Planos As Built, Protocolos de pruebas, Certificado de las pruebas, Instructivo de montaje, embalaje y mantenimiento.
27. Genera el resumen de “Adiciones y Modificaciones a OT”.

DIRECTOR DE INGENIERIA

1. Aprueba y firma el formato diligenciado “Orden de Trabajo”.
2. Aprueba con la firma en la Portada del juego de planos elaborados en Autocad.
3. Apoya al Ingeniero de Proyectos en la respuesta a las aclaraciones técnicas que se presenten.
4. Aprueba desviaciones o alternativas en materiales en caso de demoras en las entregas u otras eventualidades.
5. Planifica con el Ingeniero la ejecución de los planos y eventualmente elabora los planos de la Ingeniería básica en borrador para ser transcritos por el Dibujante en formato DWG con el programa de Autocad. Para la elaboración de estos planos se cuenta con la base de planos estandarizados y los planos de proyecto similares desarrollados previamente, cuando se requiera. Los planos se elaboran de acuerdo a lo definido en el procedimiento “Control de Planos”.

6. Realiza los planos en borrador de la Ingeniería de detalle (Planos de control y automatismos) para ser transcritos por el Dibujante en formato DWG con el programa de Autocad.
7. Es responsable directo de todas las actualizaciones y modificaciones que se deban realizar a los planos con el apoyo del Dibujante para su transcripción en DWG.
8. Participa en las pruebas del proyecto, cuando se requiera.
9. Da soporte a Producción, cuando se presenten eventualidades en el proceso de fabricación y/o pruebas.

DIBUJANTE

1. Elabora los planos que le asigne el Ingeniero de Proyectos o el Director de Ingeniería, con base en la biblioteca de planos, planos estándar y planos elaborados en proyectos anteriores u obras del mismo cliente.
2. Apoya en la elaboración del dossier técnico.
3. Realiza los planos "AS BUILT"

DIRECTOR DE COMPRAS

1. Codificar materiales requeridos que no se encuentran en el ERP.

JEFE DE CONTABILIDAD

1. Realizar la apertura de la obra en SIESA.

9.3. FUNDAMENTO TEÓRICO E INVESTIGACIÓN DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.

De los resultados de la entrevista (Anexo No. 2) se analiza el proceso del área de ingeniería concluyendo:

En el área de ingeniería de la empresa de metalmecánica de Santiago de Cali todas las actividades dentro de ella inician con la solicitud de pedidos realizados directamente por los clientes, cada orden de trabajo constituye un proyecto mediante una orden de compra indicando bajo las consideraciones técnicas y los requerimientos la fecha de entrega. En el área de ingeniería solo debe emplearse el 20% del tiempo que se consideró para la entrega, porcentaje que, a su vez, se subdivide en el desarrollo de planos eléctricos, mecánicos y de control, según indicaciones del director del área, los planos se realizan en AutoCAD y la solicitud de materiales y diligenciamiento de formatos se envían al departamento de producción.

La empresa considera que un plan de mejoramiento en el área de ingeniería permitirá a esta contar con una alta competitividad bajo garantías de calidad y entregas a menor tiempo. Se evidencia su urgencia por que los retrasos en los tiempos de entrega obedecen principalmente porque el área de ingeniería ocupa mucho más del tiempo que le corresponde (20%) sumado a ello, el área de producción debe hacer ajustes y realizar actividades que le corresponden netamente al área de ingeniería.

La productividad de la empresa está directamente relacionada con la maquinaria, herramientas, materiales y los métodos de trabajo usados por los empleados. El objetivo primordial de estos métodos es el de aumentar la productividad incrementando la capacidad de producción de las diferentes operaciones a realizar. Para que el proceso resulte exitoso se debe encontrar las razones por las

cuales un trabajo se lleva a cabo de cierta forma y con sus componentes específicos, así como la manera de mejorarlo²⁶.

Una de las técnicas utilizadas para el mejoramiento o rediseño de puesto de trabajo es el estudio de métodos, definido según la OIT como “el registro y examen crítico y sistemático de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras”²⁷; este estudio ofrece no solo mejorar los procesos productivos de la empresa sino que además permiten un mejoramiento continuo de las actividades o procesos ya que siempre se podrá llevar a cabo sin importar cuán mejor se conciba que están las actividades.

Dentro del estudio de métodos para la realización de mejoras pertinentes a llevarse a cabo dentro de un proceso, se encuentran las siguientes etapas, definidas por la OIT²⁸, como son:

9.3.1. SELECCIÓN DEL TRABAJO PARA ESTUDIO.

Prácticamente toda actividad efectuada en un entorno de trabajo puede ser objeto de una investigación con miras a mejorar la manera en que se realiza. Ese argumento colocaría sobre las espaldas del especialista en el estudio del trabajo una carga ilimitada, que en parte podría no resultar muy productiva.

Sin embargo, concentrando la atención en algunas operaciones esenciales, en el estudio del trabajo se pueden conseguir resultados de gran alcance en un periodo relativamente breve de tiempo. Son tres los factores que se deben tener presentes al elegir una tarea:

²⁶ FRAZIER, Greg. Administración de producción y operaciones. Cuarta edición. Thompson editores. 1999. Pág. 594

²⁷ OIT. Introducción al estudio de trabajo. Cuarta edición revisada. Editorial Limusa, México, 1988. Pág. 77

²⁸ Ibid., Pág. 78

9.3.1.1. Consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos:

Constituye obviamente una pérdida de tiempo comenzar o proseguir una larga investigación si la importancia económica de un trabajo es reducida, o si no se espera que dure mucho tiempo. Es preciso hacerse siempre preguntas como si se compensaría hacer un estudio de los métodos con respecto a este cometido, o continuar con el estudio.

Entre otras opciones evidentes del estudio cabe mencionar las siguientes:

- A. Operaciones esenciales generadoras de beneficios o costosas, u operaciones con los máximos índices de desechos.
- B. Cuellos de botella que están entorpeciendo las actividades de producción u operaciones que requieren mucho tiempo.
- C. Actividades que implican un trabajo repetitivo con un gran empleo de mano de obra o actividades que es probable duren mucho tiempo.
- D. Movimientos de materiales que recorren largas distancias entre los lugares de trabajo o que implican la utilización de una proporción relativamente grande de mano de obra o requieren una manipulación repetida del material.

9.3.1.2. Consideraciones técnicas

Una de las consideraciones importantes es el deseo de la dirección de adquirir una tecnología más avanzada, sea en equipo o en procedimientos. En este sentido, es posible que la dirección desee computarizar su trabajo de oficina o su sistema de inventarios, o introducir la automatización en las actividades de producción. Antes de adoptar esas medidas, el estudio de los métodos puede

señalar las necesidades más importantes de la empresa a este respecto. El estudio de los métodos actúa, por consiguiente, como una actividad de exploración antes de la introducción de una tecnología más avanzada. La introducción de nueva tecnología debería constituir, por lo tanto, un factor importante en la elección de los métodos de trabajo que se han de investigar.

9.3.1.3. Consideraciones humanas.

Ciertas actividades causan frecuentemente la insatisfacción de los trabajadores. Pueden provocar fatiga o monotonía o resultar poco seguras o desatinadas. El nivel de satisfacción debe apuntar a una necesidad del estudio de los métodos.

9.3.2. LIMITACIÓN DEL ALCANCE DEL TRABAJO EN ESTUDIO

Una de las primeras decisiones que ha de adoptar un especialista en el estudio del trabajo es la de definir exactamente el tipo de trabajo que se va a estudiar, fijar sus límites y señalar que abarcaría exactamente.

La cuestión lógica que se ha de decidir es la del alcance de la investigación con respecto a cada producto o proceso. Es decir, si se pretende examinar toda la secuencia de la operación que desemboca en ese producto o algunas partes de ella y en este caso ¿cuáles? O si tal vez sería más oportuno concentrarse únicamente en el movimiento de los materiales o de los operarios, o en la manipulación de los materiales.

Para poder adoptar con mayor facilidad esas decisiones, conviene entender cabalmente el problema que se plantea o la situación actual antes de examinar las soluciones o las mejoras. El conocimiento de la situación sea a través de la experiencia o mediante conversaciones con las diversas personas participantes

proporcionará al investigador en el estudio del trabajo un indicio de los límites de su investigación, por lo menos en la etapa inicial. Una vez que se haya adoptado la decisión habrá que atenerse a ella. El investigador puede sentir la tentación de analizar con más detalle ciertas cuestiones.

Es necesario resistirse a esa tentación, aunque esas indicaciones deben anotarse y abordarse por separado. En otras palabras, el especialista en el estudio del trabajo no debe dedicarse primero a un pequeño cometido de un operario que puede requerir un estudio detallado de los movimientos del trabajador y producir un ahorro de unos pocos segundos por operación, a menos que el trabajo sea repetitivo.

9.3.3. REGISTRAR LOS HECHOS

Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del procedimiento básico es la dedicada a registrar todos los hechos relativos al método existente. El éxito del procedimiento integro, depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado. Por consiguiente, es esencial que las anotaciones sean claras y concisas.

El registro constituye esencialmente una base para efectuar el análisis y el examen subsiguientes; no es un fin en sí mismo. Puede hacerse en dos etapas: primero, un croquis o un gráfico rudimentarios, para determinar si los datos reunidos son útiles; después un diagrama o un gráfico mas elaborados y precisos que podrían servir para un informe o una presentación.

La forma corriente de registrar los hechos consiste en anotarlos por escrito, pero, desgraciadamente, este método no se presta para registrar las técnicas

complicadas que son tan frecuentes en la industria moderna. Así es, especialmente, cuando tiene que constar fielmente cada detalle ínfimo de un proceso u operación. Para describir exactamente todo lo que se hace, incluso en un trabajo muy sencillo que tal vez se cumpla en unos minutos, probablemente se necesitarían varias páginas de escritura menuda, que requerirían atentos estudios antes de que el lector pueda tener total seguridad de que asimiló todos los detalles.

Para evitar esa dificultad se idearon otras técnicas o instrumentos de anotación, de modo que se pudieran consignar informaciones detalladas con precisión y al mismo tiempo en forma estandarizada, a fin de que todos los interesados las comprendan de inmediato, aunque trabajen en fábricas o países muy distintos²⁹.

Entre tales técnicas, las más corrientes son los gráficos y diagramas, de los cuales hay varios tipos uniformes, cada uno con su respectivo propósito, los cuales se dividen en dos categorías: los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala; o los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurren, pero indicando su escala en el tiempo, de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí.

Dentro de las partes correspondientes a las clases de la actividad como tal, se encuentran:

➤ Operación: indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.

²⁹ GARCÍA, Roberto. "Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo". 2da. Edición. Editorial Mc Graw Hill. 459pp.

- Inspección: indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad. No contribuye a la conversión del material en producto acabado. Pero sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad. Si los seres humanos fueran infalibles, la mayoría de las inspecciones serían innecesarias.
- Transporte: indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
- Espera: indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
- Almacenamiento: indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

En la figura No. 3 se aprecia su simbología³⁰ y descripción:

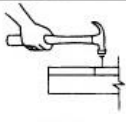
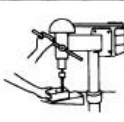
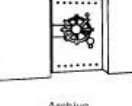
Actividad	Ejemplo		
OPERACION 	 Clavar	 Agujerear	 Mecanografiar
TRANSPORTE 	 Por carro	 Por aparejo	 A mano
INSPECCION 	 Control de cantidad y/o de calidad	 Lectura de indicador	 Lectura de un documento
ESPERA 	 Material en espera de ser procesado	 Trabajador en espera de ascensor	 Documentos en espera de clasificación
Almacenamiento 	 Almacenamiento a granel	 Depósito de productos terminados	 Archivo

Ilustración 3. Símbolos del estudio de métodos

Otra situación que se evidenció es que las actividades del área de ingeniería no están estandarizadas, por lo cual, no es posible llevar a cabo producción en serie.

Dicha estandarización, deberá estar fundamentada en un sistema de gestión de la calidad que le permita la optimización continua de los recursos de la organización, con la participación de los trabajadores y directivos en la realización, seguimiento y control de las actividades desarrolladas por la empresa.

³⁰ Los símbolos utilizados en esta obra son los recomendados por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos y adoptados en BSI: Glossary of terms used in management services, BSI 3138 (Londres, 84 1991).

La gestión de la calidad es de todos los niveles, pero debe ser conducida por la alta dirección. Es una herramienta fundamental para la competitividad de las organizaciones y les reporta grandes beneficios. Para la Norma ISO 9000:2000, la gestión de la calidad está presente en todas las etapas del proceso de producción de bienes y servicios, en ella se incluyen, en el marco del sistema de calidad, las siguientes actividades³¹:

- La política de la calidad y los objetivos de la calidad: se establecen para proporcionar un punto de referencia para dirigir la organización. Ambos determinan los resultados deseados y ayudan a la organización a aplicar sus recursos para alcanzar dichos resultados. La política de la calidad proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad.

Los objetivos de la calidad tienen que ser coherentes con la política de la calidad y el compromiso de mejora continua, y su logro debe poder medirse. El logro de los objetivos de la calidad puede tener un impacto positivo sobre la calidad del producto, la eficacia operativa y el desempeño financiero y, en consecuencia, sobre la satisfacción y la confianza de las partes interesadas.

- La planificación de la calidad: es el instrumento de dirección que coordina e integra los objetivos de la calidad de la empresa, con los aspectos productivos o de servicios, tecnológicos, administrativos y económico, potenciando al máximo la satisfacción de las necesidades del cliente. El plan de calidad se integra al plan anual de la empresa y debe especificar los procedimientos y recursos asociados que deben aplicarse, quien debe aplicarlos y cuando deben aplicarse al proceso, producto o servicio específico.

³¹ ICONTEC. Draft International Standard ISO/DIS 9001:2015. Bogota. 2015.

- El control de la calidad: es la parte de la gestión de la calidad. Orientada al análisis del comportamiento de los parámetros del producto o servicio previamente establecidos por el cliente.

- El aseguramiento de la calidad: es la parte de la gestión. Dirigida a garantizarle al cliente que se cumplirán sus requisitos de calidad del producto o servicio previamente pactado.

- El mejoramiento de la calidad: es la parte de la gestión de la calidad. Encaminada a aumentar la capacidad de cumplir con las expectativas y necesidades de los clientes.

El sistema de gestión de la calidad (SGC) es aquella parte del sistema de gestión de la organización enfocada en el logro de resultados, en relación con los objetivos de la calidad, para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas, según corresponda.

Según ISO 9000:2005 es un sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.

En cuanto a la estandarización como tal, es la recolección y documentación de información acerca del funcionamiento (quién, cómo y cuándo) de los procesos de una manera precisa, clara, exacta y de fácil comprensión.

Esta estandarización permite llevar un control de los procesos de manera que se pueda evaluar su gestión para generar un mejoramiento en cuanto a los recursos, las metodologías y la calidad del mismo y del producto o salidas.

Las técnicas más utilizadas en la estandarización de los procesos se realizan por lo general por medio de diagramas que permiten una mejor comprensión, como:

A. *Flujograma integrado*: es una representación gráfica de los pasos que se siguen para realizar un proceso; partiendo de una entrada, y después de realizar una serie de acciones, llegamos a una salida. Cada paso se apoya en el anterior y sirve de sustento al siguiente.

El diagrama de flujo tiene las siguientes características y ventajas:

- Es una representación gráfica de las secuencias de un proceso, presenta información clara, ordenada y concisa.
- Permite visualizar las frecuencias y relaciones entre las etapas indicadas.
- Se pueden detectar problemas, desconexiones, pasos de escaso valor añadido etc.
- Compara y contrasta el flujo actual del proceso contra el flujo ideal, para identificar oportunidades de mejora.
- Identifica los lugares y posiciones donde los datos adicionales pueden ser recopilados e investigados.
- Ayuda a entender el proceso completo.
- Permite comprender de forma rápida y amena los procesos.
- Para representar la información, se necesita una serie de símbolos básicos que se emplean en la confección de diagramas de flujo³².

B. *Ficha de procesos*: La ficha de procesos es un soporte de información de los diagramas que permite estandarizar las características más relevantes para el control de actividades de los procesos y su gestión. Se compone de:

³² FORSYTHE, Alexandra I. y Nieto Ramirez, José Antonio. Lenguajes de diagramas de flujo. Editorial Limusa. México, 1973.

- Objetivo
- Clientes/alcance
- Normativa
- Responsable
- Descripción del proceso
- Diagrama de flujo
- Documentos relacionados
- Sistema de seguimiento

C. DIPP: Es un documento que describe esquemáticamente la secuencia de actividades que se deben seguir por las personas de las áreas involucradas en el desarrollo de un proceso.

Las caracterizaciones incluyen diagrama de flujo de acuerdo con el tipo establecido por la organización y remiten a los formatos, instructivos y registros. El DIPP equivale a la caracterización del proceso que contiene las siguientes características: objetivo, responsable, alcance, insumo, productos, recursos.

La realización del plan de mejoramiento una vez realizado cuenta con el aval para implementarse en la empresa debido a que se cuenta con un fondo para la investigación y el desarrollo. En cuanto al recurso humano, estarían dispuestos a ser parte del plan cumpliendo con nuevas exigencias o cambios dentro de los procesos de ingeniería y producción debido a que deben realizar un reporte diario de sus labores junto con los tiempos invertidos, lo cual, al ajustarse al plan de mejoramiento, estos tiempos disminuirán por actividad al estandarizarse y para ellos y la empresa resultara mucho más productivos y eficientes.

La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles. El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Asimismo, este proceso implica la inversión en nuevas maquinarias y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

En el mercado de los compradores de hoy el cliente es el rey, es decir, que los clientes son las personas más importantes en el negocio y por lo tanto los empleados deben trabajar en función de satisfacer las necesidades y deseos de éstos. Son parte fundamental del negocio, es decir, es la razón por la cual éste existe, por lo tanto, merecen el mejor trato y toda la atención necesaria³³.

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización. A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte, las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

³³ Óp. Cit. Harrington. 1987

Se carece de un manual de procedimientos y funciones en el área de ingeniería debido a que cada proyecto exige tiempos de entrega, diseños, formas y especificaciones distintas, sin embargo, cada variación que se lleve a cabo se actualiza y notifica al departamento de calidad realizando instructivos actualizados con procedimientos efectivos, útiles y según las necesidades del cliente.

En el diagnostico se hace relevancia desarrollar un plan de mejoramiento para asegurar el incremento y ordenamiento de la producción gracias a que se aumentaría la precisión y exactitud de los diseños, estandarización de ciertos productos, disminución de tiempos de entrega, integración con las otras áreas productivas y disminución de costos de diseño.

Las competencias y desempeño de las actividades del área de ingeniería no deben ser mayores al 20% del tiempo destinado para el proyecto y trimestralmente se llevan a cabo la evaluación de desempeño de los trabajadores de esta área.

9.3.4. GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA DE PRODUCTOS

La Gestión del Ciclo de Vida de Productos (*PLM – Product Lifecycle Management*) es un proceso de integración que administra el ciclo de vida completo de un producto desde su concepción, pasando por su diseño y fabricación, hasta su servicio y eliminación.

Es un enfoque estratégico que utiliza soluciones integradas de software, desde la concepción del producto con soluciones CAD (*Computer Aided Design*), pasando por el análisis y la optimización del producto con soluciones CAE (*Computer Aided Engineering*) y CAM (*Computer Aided Manufacturing*), llegando al análisis de cómo se va a producir y dar mantenimiento a este producto con soluciones de Fabricación digital DMF (*Digital Manufacturing*) y capturando, reutilizando y

compartiendo con cada uno de los actores del ciclo productivo toda la información generada en cada una de las etapas antes mencionadas con soluciones PDM (*Product Data Management*). (Immonen & Sääksvuori, 2008)

Ilustración 4. Gestión del ciclo de vida de productos



Fuente: <http://satogames.es/2016/03/05/gestion-del-ciclo-de-vida-de-productos/>

PLM puede usarse para centralizar toda la información requerida para fabricar un producto ya sea en Fabricación discreta (por ejemplo una máquina de coser), por Procesos (por ejemplo, pinturas), por Pedidos (Máquina-herramienta) o Moda y complementos (por ejemplo, un Bolso). Se usa en múltiples sectores: automotriz, aeronáutica, maquinaria y bienes de equipo, sistemas de transporte, equipos electrónicos, textil, calzado, farmacia, química fina, alimentación, etc. y también para la gestión de grandes proyectos como centrales de energía, petroquímicas, infraestructuras y construcción naval. (Hartmann, 2015)

9.3.4.1. Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE)

La Ingeniería Asistida por Ordenador o CAE es un paso más en los sistemas CAD tradicionales, formando no solo el diseño del modelo, sino también sus

propiedades, condiciones a las que está sometido, materiales, etc. Dejando todo preparado para un análisis numérico.

Se dispone de diferentes programas que permiten calcular cómo va a comportarse la pieza o la estructura en la realidad, en aspectos tan diversos como deformaciones, resistencia, características térmicas, vibraciones, etc.

Los sistemas CAE proporcionan una posibilidad de prueba de los productos diseñados previa a su fabricación, lo que conlleva un enorme ahorro en costos. (Tecnalia, 2001)

9.3.4.2. Herramientas de control de la información de productos (PDM)

Las herramientas PDM (Product Data Management) proporcionan los medios necesarios para gestionar toda la información relativa tanto al producto en sí como a los procesos utilizados a través de su ciclo de vida del producto.

El tipo de información que pueden gestionar las herramientas PDM abarca desde información sobre la configuración del producto (la estructura de piezas y componentes, versiones, revisiones, etc.), así como datos o documentos que sirven para describir el producto (planos, ficheros de CAD, documentos de especificación) y sus procesos de fabricación (hojas de proceso, programas de control numérico).

En cuanto a la gestión de los procesos, las herramientas PDM dan soporte a los diversos flujos y procedimientos de trabajo vigentes durante el ciclo de vida de un producto, contemplando a su vez la definición de las personas que realizan dichas tareas, sus funciones y responsabilidades en los mencionados procesos. (Company, Vergara, & Mondragon, 2007)

9.3.5. REUTILIZACION DE DISEÑOS UTILIZANDO INGENIERÍA ASISTIDA CON CAE y PDM

La utilización de un sistema integrado puede maximizar la eficacia de la reutilización de diseños afrontando con eficiencia los retos de nuevos proyectos. Bajo este concepto se busca obtener beneficios en los siguientes puntos:

9.3.5.1. Reducir los tiempos de diseño en ingeniería

Desarrollar un nuevo proyecto con más rapidez que los competidores es un requisito fundamental para el éxito en el competitivo mercado actual. Debido a las presiones en los plazos de entrega, no tiene sentido comenzar un diseño de cada nuevo proyecto desde cero, especialmente cuando la experiencia indica que hasta un 85% de los proyectos contienen propiedad intelectual de diseños anteriores. Es mucho más rápido adaptar componentes o elementos de diseño existentes para utilizarlos en un nuevo diseño que empezar de la nada, en esencia la reutilización de diseños consiste en aprovechar los diseños existentes de alguna manera, ya sea reutilizándolos en su totalidad o bien modificándolos o actualizándolos.

Con esto no solo se busca la reducción en el tiempo de modelado, la reutilización de diseños tiene el potencial de ofrecer ahorros significativos en tiempo y costo en las operaciones derivadas de ingeniería, fabricación, compras y ensamblaje.

9.3.5.2. Aprovechar conceptos probados

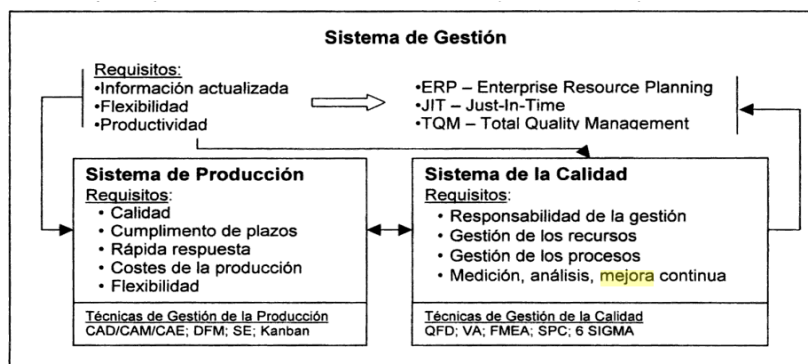
Trabajar a partir de un diseño existente, hace que un diseñador pueda obtener más confianza en que el diseño se comportará según lo previsto.

Desde el punto de vista de la satisfacción del cliente y la perspectiva de fallo en el campo, es menos arriesgado aprovechar un concepto probado y validado que avanzar en una dirección totalmente nueva. Al trabajar a partir de un diseño anterior, el diseñador puede mantener la intención del diseño agregando al mismo tiempo mejoras estéticas. La reutilización de diseños también puede ofrecer ideas innovadoras y posibles mejoras que un diseño completamente nuevo generalmente no puede brindar.

9.3.5.3. Aumentar la precisión y la velocidad de las cotizaciones

Para ganar la adjudicación de futuros proyectos, es necesario presentar una cotización ajustada en precio y con buen tiempo de entrega. Los diseños y las propuestas existentes generalmente incluyen estimaciones precisas sobre los costos y los plazos de entrega vigentes en dicha ocasión. El acceso a la información sobre componentes de diseño utilizados anteriormente y la actualización de dicha información en propuestas permite ahorrar tiempo y aumentar la exactitud de estimar los nuevos proyectos.

9.3.5.4. Comparación de requisitos ISO 9001 – Producción Ajustada



Fuente: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642004000600010

Ilustración 5. Integración de Sistemas

Punto 1.

ISO 9001: Planificación de la realización del producto.

Producción Ajustada: En el diseño del producto deberán estar involucrados desde las prácticas iniciales, los clientes y los proveedores, si es posible formando parte de los equipos de trabajo (la integración del proveedor en el equipo permitirá converger más rápidamente hacia las soluciones técnicas finales, ya que es este quien conoce mejor sus habilidades).

Punto 2.

ISO 9001: Procesos relacionados con el Cliente (Identificación y revisión de los requisitos del Cliente).

Producción Ajustada: La gestión de los proveedores deberá realizarse en una base de confianza, a través de un programa de entregas acordado en función de la curva de aprendizaje (en la fase inicial se esperan más dificultades y costo añadido); el precio deberá ser establecido en función de la productividad lograda a través de la experiencia hasta régimen de cruce.

Punto 3.

ISO 9001: Diseño y Desarrollo (inputs, outputs, revisión, verificación y validación y control de cambios).

Producción Ajustada: El diseño de los productos tendrá implicaciones lógicas en los procesos de producción y por tanto, deberá seguir una filosofía de proyecto para fabricación y montaje (Design For Manufacturing / Design For Assembly – DFM/DFA), garantizando así que los requisitos de fabricación y de montaje estén salvaguardados a través de la existencia de procedimientos específicos que permitan recoger sus buenas prácticas de fabricación y dinámicamente, promover procesos de mejora, evitando desperdicio de tiempo, herramientas o materiales inadecuados que sean ocasionados por errores del proyecto .

Punto 4.

ISO 9001: Compras (información de proveedores, verificación de productos y servicios comprados).

Producción Ajustada: La gestión de la información del producto (PDM) deberá proveer datos necesario a la integración de los sistemas de Diseño Asistido por Computador (CAD) con los sistemas de planeación de la producción posibilitando el acceso a la infraestructura tecnológica y de bases de datos de ingeniería; la

disciplina e integridad de estos datos necesita procedimientos adecuados para utilización consistente en toda organización.

Punto 5.

ISO 9001: Producción y suministro de servicio (identificación y trazabilidad, artículos entregados por el cliente, manejo, embalaje, almacenamiento, preservación y expedición y validación de los procesos).

Producción Ajustada: La práctica y definición de procedimientos de Ingeniería Competidora, deberá ser igualmente promovida con vista a la reducción de los tiempos del ciclo de proyecto, producción y montaje, posibilitando la realización de tareas en paralelo y que tradicionalmente serian realizadas de forma secuencial.

Punto 6.

ISO 9001: Control de los dispositivos de monitorización y medición

Producción Ajustada: La utilización de herramientas de análisis de modo de fallo o sus efectos en el desarrollo de nuevos productos permitirá obtener productos mejores y más fiables.

9.3.6. TIEMPOS DE PROCESO DE INGENIERIA

Según los resultados de la toma de tiempos se obtiene:

Tabla 1. Tiempos según órdenes de trabajo

ORDEN DE TRABAJO	INICIO DE LA ORDEN DE TRABAJO	INICIO PARTE OPERATIVA (CORTE)	FECHA DE ENTREGA	TOTAL DIAS PROYECTO	DIAS ACTIVIADES PREVIAS DE OPERACIÓN}	% ACTIVIDADES PREVIAS A LA OPERACIÓN	TIEMPO REAL OPERATIVO	% TIEMPO REAL OPERATIVO
765	25-ene-16	28-ene-16	17-feb-16	23	3	13%	20	87%
766	09-feb-16	22-feb-16	30-mar-16	50	13	26%	37	74%
767	10-feb-16	25-feb-16	10-abr-16	60	15	25%	45	75%
770	15-feb-16	10-mar-16	15-mar-16	29	24	83%	5	17%
771	16-feb-16	25-feb-16	01-mar-16	14	9	64%	5	36%
772	15-feb-16	07-mar-16	14-mar-16	28	21	75%	7	25%
775	29-feb-16	04-mar-16	11-abr-16	42	4	10%	38	90%
776	29-feb-16	05-mar-16	17-may-16	78	5	6%	73	94%
777	25-feb-16	02-abr-16	22-abr-16	57	37	65%	20	35%
778	01-mar-16	22-abr-16	26-abr-16	56	52	93%	4	7%
779	05-mar-16	05-abr-16	18-abr-16	44	31	70%	13	30%
780	10-mar-16	31-mar-16	10-abr-16	31	21	68%	10	32%
782	15-mar-16	20-abr-16	30-abr-16	46	36	78%	10	22%
783	18-mar-16	19-abr-16	13-may-16	56	32	57%	24	43%
787	25-abr-16	25-may-16	06-jun-16	42	30	71%	12	29%
788	16-may-16	04-jun-16	13-jun-16	28	19	68%	9	32%
789	16-may-16	23-may-16	16-sep-16	123	7	6%	116	94%
791	17-may-16	09-jun-16	28-jun-16	42	23	55%	19	45%
792	20-may-16	07-jun-16	10-jun-16	21	18	86%	3	14%
793	23-may-16	08-jun-16	27-jun-16	35	16	46%	19	54%
798	20-jun-16	08-jul-16	20-jul-16	30	18	60%	12	40%

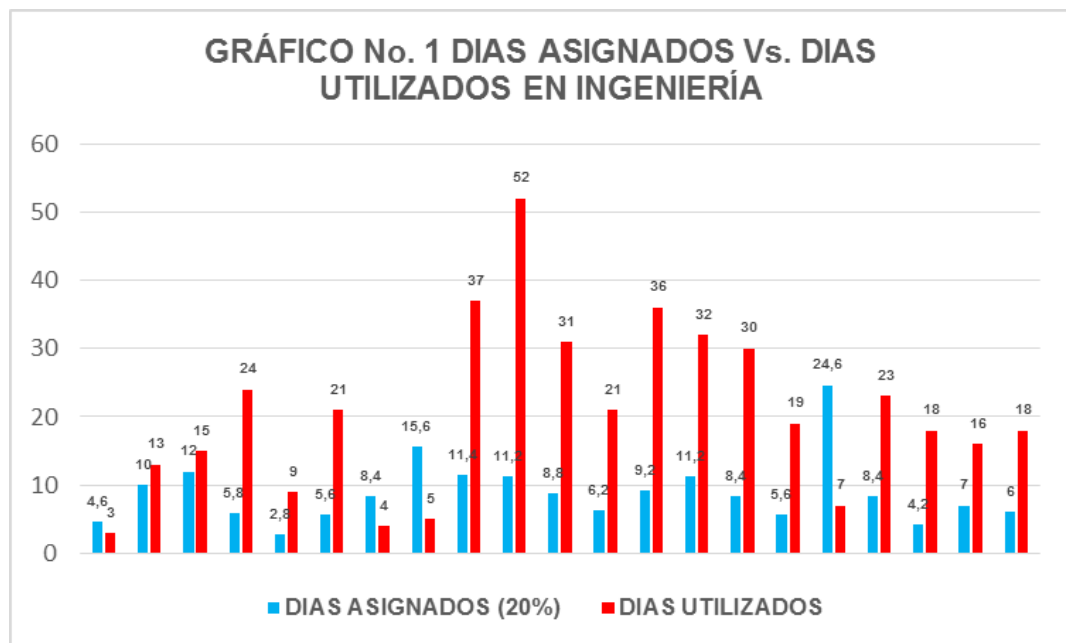


Ilustración 6. Días asignados vs Días utilizados en ingeniería

La Ilustración 6. **Días asignados vs Días utilizados en ingeniería** muestra que durante en el proceso de ingeniería se utilizan más días de los que se asignan correspondiente al 20% del tiempo de entrega de los proyectos, evidenciando la necesidad de crear un plan de mejoramiento que minimice y optimice los tiempos y actividades del área de ingeniería puesto que es esta la fase previa a la producción. Además, los constantes cambios hacen que la empresa tenga cada vez una mayor conciencia y preocupación por implementar procesos especializados y producir bienes y servicios con altos estándares de calidad, ya que estos se han convertido en factores determinantes para que la empresa pueda mantenerse vigente y competitiva en el mercado.

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario

para ejecutar una tarea definida y actualizada con base a una norma de rendimiento preestablecida³⁴.

A. Seleccionar el trabajo que va a ser objeto de estudio.

Motivos principales para seleccionar un trabajo:

- Novedad de la tarea (nuevos el producto, componentes o serie de actividades).
- Cambios de métodos: se requiere nuevo tiempo tipo.
- Quejas de los trabajadores: sobre tiempo asignado a una operación.
- Retrasos en una operación (cuello de botella).
- Cambio de criterio de la dirección (como, por ejemplo: aplicación de inmune ración por rendimiento).

B. Como se hace un estudio de tiempos.

Etapas del Estudio de Tiempos: una vez elegido el trabajo el estudio de tiempos suele constar de las siguientes etapas:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones existentes que pueda influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método y descomponer la operación en elementos.
3. Medir el tiempo por medio de un instrumento apropiado y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada "elemento" de la operación.
4. Determinar al mismo tiempo la velocidad de trabajo efectiva del operario con relación a la velocidad "normal" preestablecida (valoración).

³⁴ NIEBEL, BENJAMIN W. Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos. México, Alfa omega 1990

5. Convertir los tiempos observados en "tiempos normalizados".
6. Determinar los suplementos para cada elemento según las condiciones en que se desarrolle el trabajo.
7. Determinar el "tiempo asignado" para la operación.

C. Normalización del trabajo.

La base sobre la cual se trabajará durante toda la medición es la práctica para normalizar la tarea.

El registrar en un formato todos los pormenores del oficio ya normalizado con sus respectivas especificaciones constituye un peso de mucha importancia en el oficio próximo a medir. Maquinaria, equipos, instalaciones, materiales y Operario son aspectos que deben quedar muy claros y perfectamente definidos.

Para cumplir con lo anterior se debe organizar la forma de llevarlos a la práctica de la manera más funcional posible.

Esta práctica se puede realizar en tres partes así:

a) Descripción del oficio ¿Qué es?

Recopilación de toda la "información posible para el conocimiento del oficio.

b) Descripción del método ¿Cómo se hace?

Se analiza el mejor método, se registra y se divide en elementos, indicando los puntos inicial y final para cada uno.

c) Observaciones:

Todas las obligaciones concernientes al efectivo cumplimiento del oficio deben quedar registradas.

D. División del trabajo en elementos.

Después de registrar toda la información necesaria sobre la operación y el operario, para su debida identificación en el futuro y de comprobar que el método que se utiliza es adecuado o el mejor en las circunstancias existentes, el especialista en estudio del trabajo deberá descomponer la tarea en elementos.

Un elemento es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta de uno o más movimientos fundamentales del operario y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje.

E. Razones para la división del trabajo en elementos.

La descomposición en elementos se hace para:

- Separar el trabajo productivo de las actividades Improductivas.
- Evaluar el rendimiento con más exactitud de la que es posible valorando un ciclo completo.
- Aislar los elementos causantes de un alto grado de fatiga y fijar con mayor exactitud los suplementos de descanso.
- Hacer una especificación detallada del trabajo.
- Fijar los tiempos tipo de elementos que se repiten con frecuencia.

9.3.6.1. Tipos de elementos

Los elementos se clasifican en:

1. Según su presentación en un ciclo de trabajo.

- Repetitivos: son los que aparecen en cada ciclo del trabajo estudiado. (Los elementos que consisten en recoger una pieza antes de la operación de montaje, en colocar el objeto que se trabaja en la plantilla).

- Casuales: Son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos regulares o irregulares. (Limpiar la viruta que cae sobre la máquina o puesto de trabajo, recibir instrucciones del supervisor; los elementos casuales forman parte del trabajo provechoso y se incorporan en el tiempo tipo definitivo de la tarea).
- Extraños: Son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo. (Limar el borde de una lámina de acero no acabada debido al microyoing; desmontar una pieza no acabada de trabajar a máquina).

2. Según quien los ejecute.

- Mecánicos: Son los realizados automáticamente por una máquina a base de fuerza motriz. (Templar tubos; cocer baldosas; dar forma a botellas de vidrio; prensar una chapa de carrocería de automóvil).
- Manuales: Son los que realiza el trabajador.

3. Según la cantidad de tiempo en todos los ciclos.

- Constantes: Son aquellos cuyos tiempos de ejecución es siempre igual. (Encender una luz: medir el calibre, atornillar y apretar una tuerca: colocar la broca en el mandril).
- Variables: Son aquellos cuyo tiempo de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc. (Aserrar madera a mano (el tiempo varía según la duración o dureza y el diámetro); barrer el piso (depende de la superficie); llevar una carretilla con piezas a otro taller (depende de la distancia).

- Dominantes: Son los que duran más tiempo que cualquiera de los elementos cumplidos mientras tanto. (Mandrilar una pieza, mientras se calibrarla de vez en cuando).

Existen dos procedimientos principales para computar el tiempo por medio del cronómetro:

a. Repetitivo o con vuelta a cero: en el cronometraje de vuelta a cero se pone en marcha el reloj al comienzo del primer elemento del primer ciclo; simultáneamente se hace la lectura del cronómetro y se vuelven las manecillas a cero al término de cada elemento. El mecanismo del reloj no se detiene un momento y la manecilla comienza a registrar inmediatamente el tiempo del nuevo elemento. Esto se repite durante todo el estudio

b. Acumulativo o Continuo: en este procedimiento se pone en marcha el cronómetro cuando empieza el primer elemento, permitiendo la continuación del estudio completo. Al final de cada elemento se leen y registran los valores.

Los tiempos de duración de cada elemento se obtienen por diferencia entre lecturas consecutivas.

La medición del trabajo sigue siendo una práctica útil, pero polémica. Puesto que, la medición del trabajo con frecuencia es un punto de fricción entre la mano de obra y la administración. Si los estándares son demasiados apretados, pueden resultar en un motivo de queja, huelgas o malas relaciones de trabajo. Por otro lado, si los estándares son demasiados holgados, pueden resultar en una planeación y control pobre, altos costos y bajas ganancias.

Otra herramienta vital es el AMEF, que puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.

Aunque el método del AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, éste es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, ya sea que estos se encuentren en operación o en fase de proyecto; así como también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios.

Requerimientos del AMEF.

Para hacer un AMEF se requiere los siguientes:

- Un equipo de personas con el compromiso de mejorar la capacidad de diseño para satisfacer las necesidades del cliente.
- Diagramas esquemáticos y de bloque de cada nivel del sistema, desde sub-ensambles hasta el sistema completo.
- Especificaciones de los componentes, lista de piezas y datos del diseño.
- Especificaciones funcionales de módulos, sub-ensambles, etc.

- Requerimientos de manufactura y detalles de los procesos que se van a utilizar.
- Formas de AMEF (en papel o electrónicas) y una lista de consideraciones especiales que se apliquen al producto.

Beneficios del AMEF.

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro.

El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

Por ello, resulta de vital importancia en la estandarización de tiempos que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar, que el método a estudiar se estandarice como tal, que el empleado sepa que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato, que el analista esté capacitado y cuente con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación y que el equipamiento del analista comprenda al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora.

De esta manera se logrará minimizar tiempo, conservar recursos y minimizar costos, efectuar la producción y proporcionar un producto cada vez más confiable y de alta calidad.

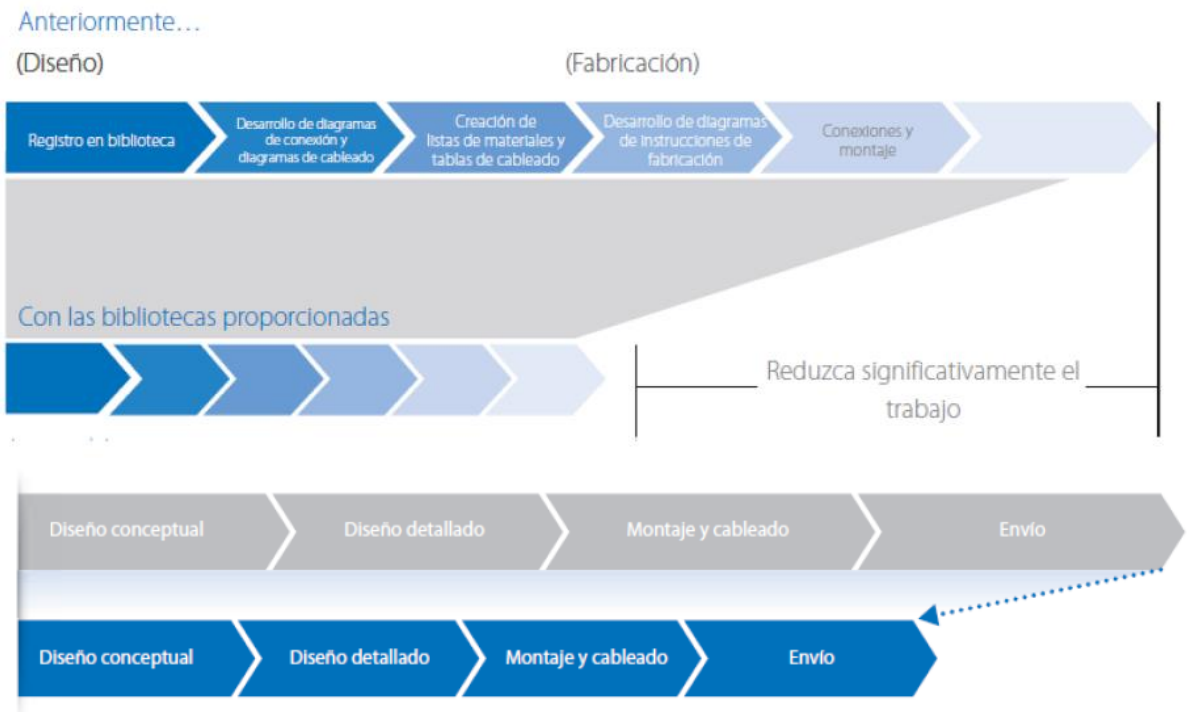
9.3.7. HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA PARA EL DISEÑO³⁵

En la actualidad, los ordenadores y el potente software CAD/CAE son herramientas indispensables para desarrollar cuadros eléctricos, ya que facilitan en gran medida el trabajo de los diseñadores. Sin embargo, hasta el mejor programa puede verse afectado por las limitaciones de la base de datos que le corresponda. Aunque el enfoque actual es suministrar una gran cantidad de manuales que describan las dimensiones y características de un producto, esta situación está empezando a cambiar con la introducción de los datos de eCAD a diferente software de diseño.

Los desarrolladores pueden descargar un registro de datos digital desde diferentes portales online con toda la información fundamental sobre un producto en formato electrónico y que puede utilizarse para integrar fácilmente en el programa CAD/CAE los esquemas (datos de las piezas), documentos, etc. que se encuentran en el registro de datos. De esta forma se ahorra tiempo, se evitan errores y se reduce el tiempo de comercialización de los productos. Además de los datos de piezas de EPLAN y Zuken, se pueden descargar archivos CAD en 2D y 3D desde diferentes biblioteca CAD.

Con el uso de las bibliotecas de componentes no solo se reduce el trabajo desde el diseño a la fabricación, así como el registro en la biblioteca, sino que también se mejora la calidad.

³⁵ OMRON, Guía para fabricantes de cuadros eléctricos, Pag 4 -8, 2016.



Fuente: Y209-ES2-04+PanelBuilderGuide2016

Ilustración 7. Ventajas del uso de biblioteca CAD de dispositivos eléctricos

9.3.8. ADMINISTRACIÓN DE DATOS DE PRODUCTO (PDM)

La Administración de datos de Producto (PDM) es el uso del software para administrar los datos y procesos relacionados con la información de los productos, en un sistema único central. Esta información incluye diseño asistido por computadora (CAD) datos, modelos, información de partes, instrucciones de manufactura, requerimientos, notas y documentos. El sistema PDM ideal es accesible por medio de múltiples aplicaciones y múltiples equipos a través de toda la organización y apoya las necesidades específicas del negocio. Elegir el software PDM correcto puede proporcionar a una empresa de cualquier sector de la industria una base sólida que se pueda ampliar fácilmente dentro de una plataforma de administración del ciclo de vida del producto (PLM).

En esencia, un sistema PDM brinda soluciones para la administración segura de datos, la habilitación de procesos y administración de la configuración.

9.3.8.1. Administración segura de Datos

El sistema PDM captura y administra información de producto, asegurándose que la información sea entregada a los usuarios en todo el ciclo de vida del producto en el contexto correcto. Los archivos de propiedad, el control de las versiones (check-in y check-out de archivos), la gestión de revisión, y el estado de liberación, todos son administrados por el sistema PDM. Las funcionalidades administrativas y de seguridad protegen los derechos de propiedad intelectual a través de la administración de funciones, la seguridad basada en proyectos y los privilegios de acceso asociados.

9.3.8.2. Habilitación de Procesos

Las capacidades de los procesos y el flujo de trabajo permiten que ambos equipos de producto internos y socios externos participen en el ciclo de vida del producto. El sistema PDM te ayudará a establecer, administrar y ejecutar automáticamente los procesos del flujo de trabajo que reflejan las mejores prácticas específicas de la empresa para la planificación del cambio, la incorporación del cambio (ejecución) y la verificación del cambio y comunicación. El sistema PDM también puede apoyar otros procesos incluyendo procesos estandarizados.

9.3.8.3. Administración de la Configuración

Un sistema PDM provee la visibilidad necesaria para administrar y presentar una lista completa de materiales (BOM). Facilita la alineación y sincronización de todas las fuentes de datos BOM así como todas las fases del ciclo de vida, incluyendo los estados el cómo diseñar, como planear, como construir y como mantener. Igual de importante, es que el sistema PDM brinde las capacidades de administración del cambio que te permitan ver los datos BOM antes y después de hacer cambios.

La visualización del ciclo de vida, permite entregar sobre-demanda y compartir las representaciones del producto y sus ensambles base y de partes, sin la necesidad de una herramienta de edición de CAD o conocimientos técnicos especiales. Las capacidades de maqueta digital puede reducir la necesidad de costosos prototipos físicos. El formato de datos en el lenguaje 3D más común para visualización de PLM y el análisis de conjuntos multi-CAD.

9.3.8.4. Beneficios de PDM

Las personas se benefician de la administración de conocimientos y de los sistemas PDM con la capacidad de generar informes, incluyendo los jefes de proyectos, ingenieros, vendedores, compradores y los equipos de control de calidad. Los sistemas PDM permiten a las compañías:

- Encontrar los datos correctos rápidamente
- Mejorar la productividad y reducir los ciclos de tiempo
- Reducir los errores de desarrollo y los costos
- Mejorar la cadena de valor de la organización
- Conoce a las empresas y los requisitos reglamentarios
- Optimizar los recursos de operación
- Facilitar la colaboración entre los equipos globales
- Proporcionar la visibilidad necesaria para una mejor toma de decisiones en los negocios

9.3.8.5. Funciones del software PDM y PLM

Originalmente, los datos de ingeniería eran relativamente simples: archivos de diseño, listas de piezas y especificaciones. En ese momento, el software de gestión de datos de ingeniería (EDMS) y posteriormente PDM permitió a los usuarios organizar sus datos de producto y aplicar reglas para la identificación de artículos y el control de revisiones. Una biblioteca de datos electrónica asociada contenía archivos CAD 2D y otros archivos de diseño.

Sin embargo, con la complejidad añadida en el diseño del producto, la gestión de datos de ingeniería se ha desarrollado ahora en dos soluciones independientes:

La gestión de datos de producto, cuando se combina con software CAE / CAD como SolidWorks, Autodesk Inventor o Creo Parametric, es un "entorno de diseño" especializado. El objeto de diseño básico es un archivo CAD. La herramienta PDM gestiona conjuntos de archivos vinculados - modelos CAD - en carpetas jerárquicas.

La gestión del ciclo de vida del producto es una herramienta transversal para recopilar, controlar y publicar las configuraciones de producto aprobadas. En PLM, los objetos de pieza y de documento se representan en una base de datos y se gestionan mediante formularios de cambio. A diferencia de PDM, los registros de piezas y documentos existen independientemente de los archivos.

Hay buenas razones técnicas y operativas por qué estas soluciones se han hecho distintas.

9.3.8.6. Diferencias técnicas entre PDM y PLM

PDM: Un sistema basado en archivos para la gestión de modelos 3D de objetos físicos.

Los archivos de computadora son los bloques de construcción de un modelo CAD en 3D. Se pueden combinar varios archivos para modelar un ensamblaje de piezas o, a veces, una sola pieza. Un solo archivo controlado por parámetros también puede representar varias partes con números de pieza distintos.

El software CAD generalmente requiere un formato de archivo propietario que a menudo contiene enlaces entre archivos CAD relacionados. La información de la parte se puede adjuntar a los registros del archivo ("anotaciones del modelo"). La documentación de apoyo que no está incluida en el modelo (requisitos, procedimientos, fuentes calificadas, etc.) puede necesitar ser administrada en otro

lugar. Los flujos de trabajo de cambio operan en archivos individuales, no necesariamente completan objetos de pieza.

Puede que no exista una relación uno a uno entre un archivo CAD y una parte, y un archivo CAD generalmente no puede representar información no mecánica requerida para la producción.

En resumen, el sistema de carpetas / archivos de computadora es el entorno natural de datos para trabajar con archivos CAD. Los modelos CAD mecánicos requieren de gestores de archivos especializados - una herramienta de gestión de datos de producto (PDM) - para crear, editar y mover relaciones de archivos. La reutilización de artículos requiere a menudo copiar el archivo físico de un modelo a otro, o coordinar varios modelos. La mayoría de los proveedores de CAD ofrecen su propia herramienta PDM para estos propósitos.

10. FALENCIAS Y DEBILIDADES ENCONTRADAS EN EL ÁREA DE INGENIERIA DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.

Mediante la aplicación de los instrumentos del diagnóstico a la empresa objeto de estudio se evidenciaron algunas falencias y debilidades que se consignan a continuación en la Tabla 2. **Falencias y debilidades del área de ingeniería de la empresa.**

Tabla 2. Falencias y debilidades del área de ingeniería de la empresa.

FALENCIA O DEBILIDAD	INDICADOR	UNIDAD	PRIORIDAD	ESTADO DE LA FALENCIA O DEBILIDAD	CAUSAS	CONSECUENCIAS
USO SUPERIOR AL 20% DEL TIEMPO QUE LE CORRESPONDE EN ACTIVIDADES	Tiempo	Horas	Urgente	En curso	Ausencia de planificación, control y supervisión de las actividades.	Desorganización en la producción, carencia de producción lineal
DISMINUCIÓN AL TIEMPO DE PRODUCCIÓN	Tiempo	Horas	Urgente	En curso	Retraso de requerimientos en el área de ingeniería.	Se detiene el ciclo productivo complementario.
RETRASOS DE LAS ENTREGAS	Tiempo	Días	Urgente	En curso	No se tienen en el tiempo dispuesto y acordado algunos pedidos.	Inconformidad, quejas y reclamos del cliente. Presión en la producción.
INCUMPLIMIENTO AL CLIENTE	Cumplimiento de solicitudes	Artículos	Urgente	En curso	Retraso de las entregas e incumplimiento de las especificaciones	Posible desertión y poca fidelización del cliente. Mala imagen corporativa.
CARENCIA DE MANUAL DE FUNCIONES	Normatividad	Manual	Importante	Previsto	Inexistencia de protocolos de las actividades	Empirismo productivo, aumento de costos de materia prima y recurso humano.
NO EXISTE ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PLANEACIÓN Y DISEÑO.	Estandarización	Gestión de la calidad	Urgente	Previsto	Gestión de calidad en proceso	Carencia de calidad en las actividades, servicio y productos.

Fuente: elaboración propia

La Tabla 2 evidencia las falencias que se presentan en el área de ingeniería de la empresa, que obedecen a múltiples factores o causas, que, para efectos de este caso en particular, varían entre un mal diseño, mala selección del material, imperfecciones del material, del proceso y/o de su fabricación. De igual manera, se pueden encontrar errores en el servicio y en el montaje, errores en el control de Calidad, mantenimiento y reparación, factores ambientales o sobrecargas.

En cuanto a la deficiencia en el diseño, puede deberse a errores al no considerar adecuadamente los efectos de plantillas bosquejadas, insuficientes criterios de diseño por no tener la información suficiente sobre los tipos y magnitudes de las cargas especialmente en piezas complejas (No se conocen los esfuerzos a los que están sometidos los elementos) o cambios al diseño sin tener en cuenta los factores elevadores de los esfuerzos.

Con respecto a la selección del material, se puede encontrar datos poco exactos del material, empleo de criterios erróneos en la selección del material, darle mayor importancia al costo del material que a su calidad e imperfecciones en el material.

Estas falencias pueden estar soportadas por la teoría de fallas³⁶ que presenta tres etapas:

- Fallos iniciales: esta etapa se caracteriza por tener una elevada tasa de fallos que descende rápidamente con el tiempo. Estos fallos pueden deberse a diferentes razones como equipos defectuosos, instalaciones incorrectas, errores de diseño del equipo, desconocimiento del equipo por parte de los operarios o desconocimiento del procedimiento adecuado.

³⁶ IRESO, G. Et. Al. Handbook of Reliability Engineering and Management. New York. Editorial Mc. Graw-Hill.1996.

- Fallos normales: etapa con una tasa de errores menor y constante.

Los fallos no se producen debido a causas inherentes al equipo, sino por causas aleatorias externas. Estas causas pueden ser accidentes fortuitos, mala operación, condiciones inadecuadas u otros.

- Fallos de desgaste: etapa caracterizada por una tasa de errores rápidamente creciente. Los fallos se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo.

Por ende, una manera eficiente de minimizarlos o evitarlos, entre otras opciones, es llevar a cabo un análisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF)³⁷, que se caracteriza por ser un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

Otra de las formas para hacer más eficiente los tiempos asignados al área de ingeniería es el uso de un software que permita optimizar los procesos.

Este hecho lo fundamenta el estudio de la evolución de la tecnología informática que revela el protagonismo que ha tenido el desarrollo de sistemas de diseño asistidos por computador (CAD), técnicas tales como el diseño vectorial, la organización por capas, la automatización de tareas, el manejo de diseño en 3D, etc., tienen su origen en el desarrollo de programas CAD. Aunque en un principio este tipo de programas estuvo limitado por las capacidades inherentes al hardware, cuando aparecen los circuitos electrónicos que permite la integración de funciones a gran escala y los lenguajes de alto nivel, el CAD adquiere su

³⁷ Charles, E. An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Boston, Massachusetts. Editorial Mc. Graw-Hill. 1997

verdadera dimensión, convirtiéndose en instrumento estratégico a nivel productivo industrial con altos índices de utilización.

Un buen programa CAD no sólo dispone de herramientas de creación de superficies, sino también de posibilidades de análisis y verificación de las mismas, entendiendo por superficies correctas aquéllas cuyos enlaces entre ellas son continuos en cuanto a tangencia y curvatura, y sin contener zonas donde se ha perdido continuidad de curvatura.

No obstante, al no ser posible detectar todos los defectos, en muchos casos es aconsejable fabricar un modelo real de la pieza a fin de poder analizar mejor el resultado obtenido, sobre todo en aquellos casos en que a partir de las superficies creadas en el CAD se diseña el molde. Para fabricar dichos modelos se utilizan tecnologías de fabricación rápida de prototipos.

Además de la verificación de las superficies, un programa CAD avanzado permite trazar superficies paralelas a las creadas, por ejemplo generando la superficie interna de la pieza a partir de la superficie externa en el caso de piezas con un espesor uniforme conocido y debe tener los elementos necesarios para conseguir realizar sobre el modelo CAD todas las actividades de ingeniería de diseño necesarias.

Ventajas de gestionar un proyecto a través de CAM

Los beneficios de un modelo CAD incluyen un plan de producción bien definido que ofrece los resultados esperados en la producción.

Los sistemas CAD pueden maximizar la utilización de una gama completa de equipos de producción, incluidos los de alta velocidad, de múltiples funciones y las

máquinas de torneado, mecanizado de descarga eléctrica (EDM) y equipo de inspección de control numérico.

Los sistemas CAD pueden ayudar en la creación, verificación y optimización de programas para la productividad de mecanizado óptimo, así como automatizar la creación de la documentación.

Los sistemas avanzados CAD con la integración de la gestión del ciclo de vida del producto (PLM), pueden proporcionar servicios de planificación de fabricación y de producción con los datos y gestión de procesos para asegurar el uso correcto de los datos y los recursos estándar.

11. ESTRUCTURACIÓN DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO QUE PROPENDA POR EL INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN EL ÁREA DE PLANEACIÓN Y DISEÑO.

Dado los antecedentes expuestos en el Capítulo I y las falencias y debilidades encontradas en el capítulo II resulta necesario brindar herramientas que permitan mejorar la eficiencia en el desarrollo de las actividades del área de ingeniería de la empresa objeto de estudio, que fortalezcan su proceso productivo, su sistema operativo y reduzca al máximo los tiempos de las funciones a cargo en el tiempo designado por cada proyecto, por ello, se presentan las siguientes alternativas:

- Implementación de un software de diseño
- Reestructuración bajo la estandarización de productos.

Estas alternativas se llevarán a cabo de la siguiente forma:

11.1. ALTERNATIVA 1: IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE

11.1.1. SOFTWARE A EVALUAR

11.1.1.1. SOLUCIÓN CIM- TEAM Con E3. Series



Fuente: <http://www.harting.com/en/service/download-cad-data/product-data-zuken-e3series/>

Con base en el análisis de las necesidades y desafíos de actuales, y con nuestra la experiencia en soluciones para proyectos eléctricos, E3 series se encuentra en condiciones de ofrecer una solución para aumentar la productividad y la calidad de los proyectos de ingeniería eléctrica.

Con E3 series, se aumentaría la calidad de los proyectos, puesto que el software cuenta con los recursos de verificación y automatización de tareas.

Todos los componentes del proyecto son provenientes de una biblioteca “base de datos” conforme a normas internacionales y de fabricantes tales como ABB, AMP, Moeller, Siemens, Schneider, Telemecanique, Wago, entre otros.

Los componentes de la base de datos del software cuentan con todos los atributos necesarios para una documentación 100% correcta, puesto que el sistema automáticamente hace una identificación de los componentes seguido de la secuencia lógica asociada y definida por el usuario.

Las herramientas de verificación impiden que los usuarios cometan errores como conexiones en corto-circuito el uso de componentes incompatibles.

11.1.1.1.1 ATRIBUTOS OFRECIDOS POR E3 SERIES

Subscription plan

Subscription Plan es un conjunto de servicios prestados por CIM-TEAM, lo que garantiza una mayor productividad del trabajo:

- Soporte para los usuarios
- Corrección de errores en el programa
- Nuevas versiones de software
- Consejos para el uso del software
- Otros: Las actualizaciones de software que reciben estarán disponibles durante toda la duración del contrato

11.1.1.1.2 *BENEFICIOS SUBSCRIPTION PLAN*

Soporte Técnico

Se obtendría acceso a red mundial de soporte técnico CIM-TEAM, donde podrá aclarar dudas técnicas vía telefónica, e-mail, sin costo adicional, garantizando que los recursos de E3.series serán bien utilizados y así obtener los mejores resultados en la documentación de los proyectos eléctricos. A través del soporte técnico, puede resolver rápidamente problemas eventuales, evitando atrasos en los proyectos que podría resultar un perjuicio. CIM-TEAM cuenta con un equipo técnico altamente calificado y capacitado en Brasil, manteniendo constante contacto con su matriz en Alemania y proporcionando un soporte técnico ágil y preciso.

Actualizaciones de E³.series

Periódicamente se encuentran disponibles los service packs con actualizaciones y correcciones de E3.series. La empresa recibirá automáticamente todas estas actualizaciones de service packs que se encuentran disponibles anualmente. Cada año se realizan lanzamiento de nuevas versiones del E3.series que traen nuevas funcionalidades y recursos que ayudan a ampliar la productividad y calidad de los proyectos. La empresa que adquiere el programa recibe automáticamente estas actualizaciones y garantiza el uso de tecnología más reciente y más productiva.

Participación en el desarrollo

Como usuario de E3.series con Subscription Plan activo la empresa cliente puede contribuir con el desarrollo del software a través de las sugerencias de nuevas funcionalidades. En las nuevas versiones de E3.series, las funcionalidades adicionales corresponden un 80% de las requisiciones que los usuarios realizan.

Con eso, el cliente podrá recibir nuevas versiones que agregan recursos importantes para sus necesidades específicas.

Productividad

Con los nuevos recursos que se encuentran disponibles en las actualizaciones de service packs y de nuevas versiones, además de apoyo del soporte técnico, tendrá condiciones de usar E3.series con la máxima productividad, aprovechando todas las ventajas y beneficios que el software proporciona.

Reducción de costos

El desarrollo de proyectos eléctricos con productividad optimizada representa una reducción de costos para la empresa que adquiera el software.

11.1.1.1.3 POLÍTICA DE RENOVACIÓN DEL SUBSCRIPTION PLAN

CIM-TEAM aplica la siguiente política para renovaciones del Subscription Plan:

- Hasta el plazo final de validez del Subscription Plan activo, el mismo puede ser renovado por más de 12 meses por el valor de lista.
- Después del término del plazo del Subscription Plan, el mismo puede ser renovado conforme una de las alternativas que sigue:
 - Hasta 03 (tres) meses después del plazo,
 - Por el valor de lista hasta el mes de referencia del plazo final en el año siguiente. Ejemplo.: si el Subscription Plan expiró en el mes de agosto, será válido hasta el mes de agosto del año siguiente.
- Por el valor de lista añadido de forma proporcional desde la expiración hasta el mes de renovación. Ejemplo.: si el Subscription Plan espiró en

el mes de agosto y está siendo renovado en octubre será válido hasta el mes de noviembre del próximo año pagando un valor de penalidad por tres meses.

- Después de tres meses de la expiración: es necesario comprar la actualización del software (equivale a 35% del valor del software) además da renovación del Subscription Plan y el mismo será válido por 12 meses.

11.1.1.1.4 REQUISITOS DE CONFIGURACIÓN

Version: 2016 version 17.00

Sistema operativo: Windows 7.1/8.1/10

Plataforma: 64 bits

Tamaño: 5.42 GB

Idioma: English

11.1.1.2. SOLUCIÓN TRACESOFTWARE Con Elecworks



Fuente: <http://www.dsi.com.mx/productos/elecworks.php>

Trace Software International, como empresa desarrolladora y comercializadora de soluciones eléctricas de CAD desde hace más de 25 años, cuenta con una extensa gama de soluciones de software innovadores, como elecworks, que se

inspiran en la plataforma Windows, para garantizar un acceso natural a los comandos.

Entre sus principales prestaciones podemos citar: La gestión automática de referencias cruzadas, borneros, nomenclaturas personalizadas, cartas de E/S de autómatas programables, diseño de armarios, identificación de cableado, o la interconexión a ERP, entre muchas otras prestaciones.

Elecworks funciona sobre una base de datos SQL Server, tanto en modo cliente/servidor como en modo monopuesto. Garantizando en modo cliente/servidor la posibilidad de trabajar varios usuarios concurrentemente sobre el mismo proyecto. Así también permite la personalización de documentación, la importación y exportación de ficheros EXCEL, PDF y TXT, y generar hojas en formato DWG. elecworks es una solución es 100% Unicode que garantiza la correcta traducción en cada lengua.

11.1.1.2.1 LICENCIAS & MÓDULOS

elecworks Software para el diseño eléctrico es un Software de alta gama para la realización de instalación eléctricas y de automatización, en el que se incluyen todas las prestaciones necesarias para la realización, gestión y mantenimiento de sus proyectos eléctricos.

Todos los módulos se encuentran integrados en elecworks: Borneros, Cableado, Referencias cruzadas, Nomenclatura, Diseño del armario, Autómatas programables, Gestión de entradas/salidas, Informes, Conexión a ERP.

11.1.1.2.2 PDM Link

El enlace elecworks PDM permite controlar el acceso a los datos, gestionar y controlar las revisiones, así como la documentación completa del proyecto, ofreciendo nuevas posibilidades de automatización.

Elecworks utiliza un motor gráfico propio, 100% compatible con el formato DWG. Sin necesidad de la utilización de terceras plataformas, como Autocad.

Eleccalc Software para cálculo eléctrico Elecworks Facility Software que integra los aplicativos Elecworks y eleccalc.

11.1.1.2.3 REQUISITOS DE CONFIGURACIÓN

Requisitos informáticos para la instalación de elecworks.

Servidor: Elecworks se suministra con la versión SQL Server 2005 Express.

Requisitos informáticos de usuario:

Windows®: 7 ó 8 (64 bits).

Memoria: 2 Gbytes RAM y 3 Gbytes a partir de Vista,

Disco Duro: 3 Gbytes libres (para los datos en servidor o en instalación Mono puesto + 200 Mbytes para la aplicación.

11.1.1.2.4 CONDICIONES DE FORMACIÓN

Nuestra formación es teórico práctica, permitiendo adquirir rápidamente la metodología de trabajo necesaria para la realización de proyectos eléctricos efectivos con elecworks.

11.1.1.3. SOLUCIÓN RITTAL SERVICIOS CON EPLAN SOFTWARE & SERVICE MEXICO



Fuente: <http://www.taringa.net/posts/imagenes/18859111/Instala-Eplan-P8-2-4-en-windows-7-64-bits.html>

11.1.1.3.1 EPLAN Software and Service

EPLAN Software and Service México en América Latina distribuye en régimen de exclusividad y como único cometido los productos de la plataforma EPLAN. EPLAN ofrece asesoría en la optimización de procesos de ingeniería, desarrollo de soluciones de documentación basadas en software de ingeniería mecatrónica, eléctrica, Fluidos, instrumentación, representación 3D y de arneses, las cuales pueden conectarse con sistemas ERP, PDM, PLM, con el fin de acelerar los procesos de desarrollo de productos y reducir los costos de ingeniería.

11.1.1.3.2 El SWS (Servicio de Soporte y Actualización)

EPLAN como software CAE es una plataforma en continuo desarrollo lo que nos permite poder ofrecer herramientas que ayudan a que su proceso de ingeniería sea más eficiente, **mantener el software de ingeniería actualizado** es muy importante para la compatibilidad con nuevos sistemas operativos como lo es Microsoft Windows, además para que la base de datos de componentes, librerías, símbolos, y macros sean siempre las más recientes mismas que son creadas por el fabricante en el momento en que usted las descarga de **EPLAN DATA PORTAL**, de esta forma siempre contará con información de datos de dispositivos de alta calidad y confiabilidad; por esta razón EPLAN pone a su disposición el Servicio de Soporte el cual tiene 3 principales características:

1.- Mantener Actualizada su Licencia EPLAN, quiere decir que las nuevas versiones que pudieran liberarse durante el año en curso pueden descargarse sin costo adicional, de esa forma el software se mantendrá en la última versión del mercado, teniendo acceso a las nuevas mejoras que se hayan desarrollado y lo más importante; compatibilidad con otros sistemas.

2-. **EPLAN DATA PORTAL**, acceso al portal de datos en el cual podrá encontrar más de 517,000 datos de diferentes artículos, o dispositivos de Control de alrededor de 79 fabricantes mismos que podrá descargar de manera On-Line, listado que sigue en crecimiento mes con mes.

3-. *Servicio de soporte global*, ofrece asesoría personalizada en cualquier parte del mundo con nuestros asesores técnicos certificados, además del ingreso a un portal especializado llamado *Solution Center* para consultas técnicas online.

11.1.1.3.3 CAPACITACIÓN

La mejor forma de explotar todas la capacidades del software EPLAN es participando en los cursos de capacitación preparados especialmente para que de forma rápida pueda aprender a desarrollar su ingeniería bajo plataforma EPLAN y su inversión sea recuperada en menor tiempo, EPLAN cuenta con personal certificado bajo **EPLAN Certified Partner** establecido para garantizar un estándar global de calidad para soporte, capacitación y consultoría.

11.1.1.3.4 REQUISITOS DE CONFIGURACIÓN

Sistemas operativos

La plataforma EPLAN admite las variantes de 64 bits de los sistemas operativos Microsoft Windows 7 y Windows 8 / 8.1.

El idioma de EPLAN instalado debe ser compatible con el sistema operativo.

La plataforma EPLAN está homologada para los siguientes sistemas operativos:

Estación de trabajo

- Microsoft Windows 7 SP1 (64 bits) Professional, Enterprise, Ultimate

- Microsoft Windows 8 (64 bits) Pro, Enterprise
- Microsoft Windows 8.1 (64 bits) Pro, Enterprise

Servidor

- Microsoft Windows Server 2008 R2 (64 bits)
- Microsoft Windows Server 2012 (64 bits)
- Microsoft Windows Server 2012 R2 (64 bits)
- Terminal Server con Citrix XenApp 7.6 y Citrix Desktop 7.6

Requisitos de hardware

Ordenadores de trabajo

La plataforma de computación es un PC con un procesador Intel Core i5 o i7 o compatible. Dé preferencia a un ordenador sincronizado rápidamente con pocos núcleos CPU frente a un ordenador sincronizado lentamente con más núcleos CPU.

Configuración recomendada del ordenador de trabajo

Procesador	CPU multinúcleo de antigüedad inferior a 3 años
Memoria	8 GB ^{*1}
Disko duro	500 GB
Monitor / resolución gráfica	Solución de pantalla doble de 21" o sistema gráfico de 16:10 con una resolución de 1.680 x 1.050
Representación 3D	Tarjeta gráfica ATI o Nvidia con controlador OpenGL actual ^{*2}

11.1.2. SOFTWARES DE ACUERDO A LAS EXIGENCIAS DEL ÁREA

11.1.2.1. Software SOLUCIÓN CIM- TEAM

Con **E3**. series aumentara la calidad de los proyectos de tableros eléctricos puesto que el software cuenta con los recursos de verificación y automatización de tareas. Todos los componentes del proyecto son provenientes de una biblioteca “base de datos” conforme a normas internacionales y de fabricantes tales como ABB, AMP, Moeller, Siemens, Schneider, Telemecanique, Wago, entre otros.

Los componentes de la base de datos del software cuentan con todos los atributos necesarios para una documentación 100% correcta, puesto que el sistema automáticamente hace una identificación de los componentes seguido de la secuencia lógica asociada y definida por el usuario.

Las herramientas de verificación impiden que los usuarios cometan errores como conexiones en corto-circuito o el uso de componentes incompatibles.

Tabla 3. Cotización Software E3 SERIES

1 PRODUCTOS

Cantidad.	Descripción	VI Unit. Tabla	VI Total Tabla	Valor Total
3	• E ³ .panel+ incl. routing option Floating	USD 6.302,00	USD 18.906,00	USD 18.906,00
3	• E ³ .schematic Small Project 80 pag. Floating	USD 3.427,00	USD 10.281,00	USD 10.281,00
Subtotal de los Productos				USD 29.187,00
Valor total de los Impuestos				USD 0,00
Total Productos + Impuestos				USD 29.187,00

2 SERVICIOS

Cantidad.	Descripción	VI Unit. Tabla	VI Total Tabla	Valor Total
3	• Subscription Plan E ³ .panel+ incl. routing option Floating	USD 945,30	USD 2.835,90	USD 2.835,90
3	• Subscription Plan E ³ .schematic Small Project 80 pag. Floating	USD 514,05	USD 1.542,15	USD 1.542,15
Subtotal de los Servicios				USD 4.378,05
Valor total de los Impuestos				USD 0,00
Total Servicios + Impuestos				USD 4.378,05

Utilizando una Tasa de cambio representativa del mercado (TRM) promedio de \$ 3.028³⁸. Se obtiene un valor total de: **\$101.634.971 COP**.

11.1.2.2. EPLAN Software and Service

EPLAN Software and Service México en América Latina distribuye en régimen de exclusividad y como único cometido los productos de la plataforma EPLAN. EPLAN ofrece asesoría en la optimización de procesos de ingeniería, desarrollo de soluciones de documentación basadas en software de ingeniería mecatrónica, eléctrica, Fluidos, instrumentación, representación 3D y de arneses, las cuales pueden conectarse con sistemas ERP, PDM, PLM, con el fin de acelerar los procesos de desarrollo de productos y reducir los costos de ingeniería.

El SWS (Servicio de Soporte y Actualización).

³⁸ Tasa de cambio promedio del año 2016 y 2017. (Banco de la República - Gerencia Técnica - información extraída de la bodega de datos -Serankua- el 20/03/2017 22:51:43)

EPLAN como software CAE es una plataforma en continuo desarrollo lo que nos permite poder ofrecer herramientas que ayudan a que su proceso de ingeniería sea más eficiente, mantener el software de ingeniería actualizado es muy importante para la compatibilidad con nuevos sistemas operativos como lo es Microsoft Windows, además para que la base de datos de componentes, librerías, símbolos, y macros sean siempre las más recientes mismas que son creadas por el fabricante en el momento en que usted las descarga de EPLAN DATA PORTAL, de esta forma siempre contará con información de datos de dispositivos de alta calidad y confiabilidad; por esta razón EPLAN pone a su disposición el Servicio de Soporte el cual tiene 3 principales características:

1.- Mantener Actualizada su Licencia EPLAN, quiere decir que las nuevas versiones que pudieran liberarse durante el año en curso pueden descargarse sin costo adicional, de esa forma el software se mantendrá en la última versión del mercado, teniendo acceso a las nuevas mejoras que se hayan desarrollado y lo más importante; compatibilidad con otros sistemas.

2-. EPLAN DATA PORTAL, acceso al portal de datos en el cual podrá encontrar más de 517,000 datos de diferentes artículos, o dispositivos de Control de alrededor de 79 fabricantes mismos que podrá descargar de manera On-Line, listado que sigue en crecimiento mes con mes.

3-. Servicio de soporte global, ofrece asesoría personalizada en cualquier parte del mundo con nuestros asesores técnicos certificados, además del ingreso a un portal especializado llamado Solution Center para consultas técnicas online.

Tabla 4. Cotización Software EPLAN

LICENCIA EPLAN ELECTRIC P8 SELECT NETWORK LICENSE, v2.5 CON MODULO SINGLE LINE

Ítem	No. Parte	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total
1	14972	EPLAN Electric P8 Select Network license	1	5,346	5,346
2	14978	SWS Basic, EPLAN Electric P8 Select Network license License	1	855	855
3	XEP21708	eXgrade EPLAN Electric P8 Select Network License	1	-1,336	-1,336
4	14974	EPLAN Single Line Network	1	713	713
5	14980	SWS Basic, EPLAN Single Line Network	1	114	114
6	XEP10930	Transportation Charges	1	160	160
				Total en EUR antes de impuestos	5,852

LICENCIA EPLAN PRO PANEL PROFESSIONAL STAND ALONE NETWORK LICENSE CON PROCESS WIRING ADD-ON

Ítem	No. Parte	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total
7	XEP19304	EPLAN Pro Panel Professional Stand-Alone Network license	1	5,949	5,949
8	XEP19331	SWS Basic, EPLAN Pro Panel Professional Stand-Alone Network license	1	952	952
				Total en EUR antes de impuestos	6,901

CAPACITACION EPLAN

Ítem	No. Parte	Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total
13	10418	Capacitación EPLAN Electric P8	1	1,000	1,000
14	10418	Capacitación EPLAN Pro Panel	1	1,000	1,000
15	10418	Capacitación EPLAN Pro Panel Copper	1	600	600
				Total en EUR antes de impuestos	2,600

**Capacitación EPLAN Electric P8: 5 días, 8 horas por día. 1 Usuario

**Capacitación EPLAN Pro Panel: 5 días, 8 horas por día. 1 Usuario (*Diseño de Panel en 3D*)

**Capacitación EPLAN Pro Panel Copper: 3 días, 8 horas por día. 1 Usuario (*Diseño de Barras de Cobre para Panel en 3D*)

**El curso es totalmente práctico

**Al finalizar el entrenamiento se les expide un diploma a los participantes con validez Mundial

**Todos nuestros cursos están sujetos a cambio de fecha en dado caso de que no se completen los usuarios necesarios para impartir el mismo

**Las fechas de impartición del curso serán en mutuo acuerdo entre ambas partes, pendiente a definir con el envío de la OC

**Lugar de realización del curso: Oficinas de la Ciudad de México

**En función al Número de usuarios a capacitar, la capacitación puede ser en las instalaciones del Cliente quien pague los viáticos del Instructor (*Mínimo de usuarios pagados: 4*)

**También se puede manejar un esquema de capacitación vía WEBEX, es decir, vía REMOTA. No es muy recomendable ya que no es el mismo rendimiento, pero en determinado caso si se puede contemplar.

Como se necesitan tres licencias

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Licencia EPLAN Electric P8	3	5.852	17.556
Licencia EPLAN PRO Panel Stand-Alone	1	6.901	6.901
Capacitación EPLAN	3	2.600	7.800
		Total	32.257

Utilizando una Tasa de conversión promedio de \$ 3.109³⁹. Se obtiene un valor total de: **\$100.287.013 COP.**

11.1.2.3. Software Tracesoftware

Elecworks Software para el diseño eléctrico es un software de alta gama para la realización de instalación eléctricas y de automatización, en el que se incluyen todas las prestaciones necesarias para la realización, gestión y mantenimiento de sus proyectos eléctricos.

Todos los módulos se encuentran integrados en elecworks: Borneros, Cableado, Referencias cruzadas, Nomenclatura, Diseño del armario, Autómatas programables, Gestión de entradas/salidas, Informes, Conexión a ERP.

PDM Link

El enlace elecworks™ PDM permite controlar el acceso a los datos, gestionar y controlar las revisiones, así como la documentación completa del proyecto, ofreciendo nuevas posibilidades de automatización. Elecworks™ utiliza un motor gráfico propio, 100% compatible con el formato DWG. Sin necesidad de la utilización de terceras plataformas, como AutoCAD.

³⁹ Valor histórico promedio de euro del año 2017. (<http://dolar.wilkinsonpc.com.co/divisas/euro.html>)

Tabla 5. Cotización Software ELECWORKS

Pos.	Product Name	Descripción	Precio	Cantidad	%	Total
1	elecworks 40	Software de diseño eléctricos y automatización (40 planos/proyecto)	8.771.690,40	3	0	26.315.071,20
2	Gold Subscription	11 webinars de Capacitación al año. . elecworks content portal (catálogos, 2D). . soporte técnico (tickets, hotline, remoto). . actualizaciones y nuevas versiones.	2.923.896,80	3	100	0,00
3	elecworks	Software de diseño eléctrico y automatización.	11.695.587,20	1	0	11.695.587,20
4	elec calc (IEC, NF C15 100, REBT)	Software de cálculo eléctrico BT: Desde una fuente AT, simulando el tiempo de disparo de su protección, coordinándolo con la alimentación del secundario del TR para verificación de su comportamiento térmico. Directamente desde una fuente de BT (Caja general de protección, etc.).	6.911.028,80	1	0	6.911.028,80
5	Gold Subscription	11 webinars de Capacitación al año. . elecworks content portal (catálogos, 2D). . soporte técnico (tickets, hotline, remoto). . actualizaciones y nuevas versiones.	2.923.896,80	1	100	0,00

La suscripción tiene un descuento del 100% por el primer año, si la compra se efectúa durante el año.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Elecworks	3	11.695.587	35.086.761
Elec calc	3	6.911.028	20.733.084
Gold Subscription	3	0	0
		Total	55.819.845

11.1.3. EVALUACIÓN DE LOS SOFTWARE PROPUESTO

Tabla 6. Comparativo de los software según requerimientos y funcionalidad dentro de las actividades desarrolladas en el área de ingeniería de la empresa.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA	SOFTWARES		
	EPLAN	ELECWORKS	E3 SERIES
Diseña diagramas unifilares	5	5	5
Acceso a diferentes Librerías de los proveedores	5	3	3
Genera cotizaciones a partir de un prototipo inicial del diagrama unifilar.	3	3	3
Exporta a Diferentes formatos el diagrama Unifilar (Ej: DWG o PDF o JPG)	5	5	5
Realiza esquemas unifilares prototipos para responder a una cotización inmediata.	-	-	-
Actualiza las listas de precios de los proveedores de manera manual (Bill of Materials).	-	-	-
El Sistema debe actualizar las listas de precios de manera masiva a partir de una integración con otro Sistema (Bill of Materials).	-	-	-
El Sistema puede tener descuentos en los precios de los materiales y estos no deben ser manipulados solo por una persona autorizada.	-	-	-
Reconoce los estándares o normas eléctricas ANSI y IEEE.	5	5	5
Guarda diferentes diseños que se han realizado para tener una librería Estándar	5	5	5
Realiza diseño de barrajes y determina cantidades	5	1	1
Realiza diseños para metalmecánica para diseño de piezas y ensamblaje en 2D.	1	1	1
Realiza diseños para metalmecánica para diseño de piezas y ensamblaje en 3D.	1	1	1
Sincronización entre diagrama unifilar y ubicación física de los elementos en el tablero (vista 3D) manteniendo correlación (Sincronización) permanente y en línea entre los dos entornos.	5	3	5
Identificar en forma automática las diferencias (elementos sobrantes o faltantes) entre diagrama unifilar y vista 3D en tablero	5	3	3
Detección automática de colisiones entre elementos	5	3	3
Detección de falta de conexiones mínimas en elementos de acuerdo a reglas predefinidas.	-	-	-
Detección de errores de conexión (Corto circuitos) neutros a tierra	-	-	-

(Continúa en la siguiente página)

Dispone de librerías o macros para los circuitos de control, evitando que se tengan que diseñar todas las veces. La remuneración de elementos y cableado debe ser automática.	5	3	5
Realiza numeración automática de elementos y cableados	5	5	5
Realiza automáticamente rutas óptimas y conectorización gráfica del cableado a partir del diagrama unifilar utilizando las canaletas portacables definidas. Debe arrojar la lista de materiales de cableado BOM incluidas distancias.	5	3	5
Genera listas de conexión	5	5	5
Comprueba automáticamente la capacidad de los ductos de cableado respecto a la norma	5	5	5
El Sistema debe tener alineación y colocación de elementos según reglas. Ej. si un elemento requiere un riel DIN debe exigir previamente el riel	5	5	5
Valida separaciones mínimas, ej. si un interruptor requiere una separación mínima no debe permitir la ubicación de elementos dentro de la zona de separación mínima.	5	3	3
Valida reglas de conexión del fabricante de ciertos elementos ej. tierras.	-	-	-
Realiza la distribución exacta de cada uno de los equipos que integran el diseño metalmecánico para los tableros eléctricos.	-	-	-
Simula totalmente cada uno de los componentes eléctricos de los tableros y realizar informes de pruebas para su verificación en el funcionamiento de cada uno de los componentes y su entorno tanto en incrementos de temperatura de los tableros como distribución para analizar el correcto funcionamiento con las distancias de aislamiento necesario.	3	1	1
Genera una orden de trabajo (OT), después de ser entregada la cotización inicial y sea aprobado el proyecto.	-	-	-
Trabaja en cualquier escala sin que se distorsione los diagramas y diseños generados.	-	-	-
Permite realizar diseños de barrajes y calcula cantidades de cobre	5	1	1
Entrega Diseños metalmecánicos en formato CNC para maquinas CNC.	5	1	1
genera impresión por pantalla y físico de Planos unifilares para entrega.	5	5	5
genera impresión por pantalla y físico de catálogos de los diseños metalmecánicos en 2D para entrega.	5	3	5
genera impresión por pantalla y físico de catálogos de los diseños metalmecánicos en 3D para entrega.	5	3	5
Calificación Técnica	3,2	2,3	2,6
Costo	\$ 100.287.013	55.819.845	\$101.634.971
Calificación Financiera	1,1	5,0	1,0
CALIFICACIÓN TOTAL	2.9	2.7	2.4

Criterios de la calificación

CALIFICACION FINANCIERA	15%
CALIFICACION TECNICA	85%
1	NO CUMPLE
3	CUMPLE INSATISFACTORIAMENTE
5	CUMPLE SATISFACTORIAMENTE

De acuerdo a los resultados de la tabla No. 4 el software EPLAN presenta mayor calificación total, por esta razón se adoptará el software EPlan ya que técnicamente cumple con todas las condiciones que requiere el área de ingeniería.

Su respectivo proyecto de implementación se llevará a cabo de la siguiente forma:

11.1.3.1. Objetivo general.

Implementar software de diseño eléctrico que reduzca tiempo de ingeniería y optimice las interfaces con los procesos de compras y producción.

11.1.3.2. Objetivos específicos.

- Verificación de proceso de ingeniería actual y proceso con nueva herramienta de software.
- Selección de software según características técnicas.
- Verificación de librería de dispositivos.
- Análisis económico y compra de software.

- Capacitación externa de software.
- Implementación de software en el proceso de ingeniería.
- Capacitación interna.
- Implementación de software en proyecto piloto.
- Socialización de proyecto piloto
- Desarrollo y estandarización de reporte, (listado de partes, listado de bornes, listado de conexión etc.)
- Integración de reportes de ingeniería con las demás áreas.
- Elaboración de planos bases para productos estándar.
- Implementación final.

11.1.3.3. Contexto.

Debido a las exigencias del mercado y a nuestro mejoramiento continuo en pro de tener un producto de mayor calidad y con menos tiempo de entrega, surge la necesidad de mejorar y actualizar las herramientas técnicas de nuestro proceso de ingeniería.

Actualmente en la compañía se desarrolla la ingeniería básica y detallada con el programa de dibujo AutoCAD, dejando la integración entre las diferentes áreas (comercial, ingeniería compras y producción) de forma manual y con pocos filtros, lo anteriormente expuesto hace que se introduzcan inconsistencia y se tengan algún reproceso.

A continuación, se presentan los diagramas de flujos de los procesos que integran la producción:

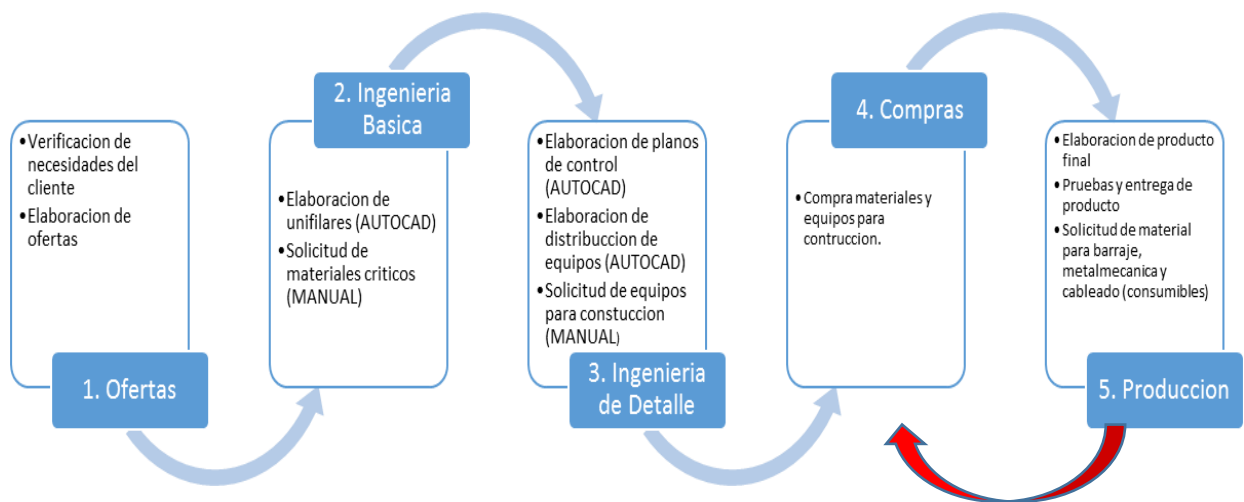


Ilustración 8. Proceso productivo actual de la empresa

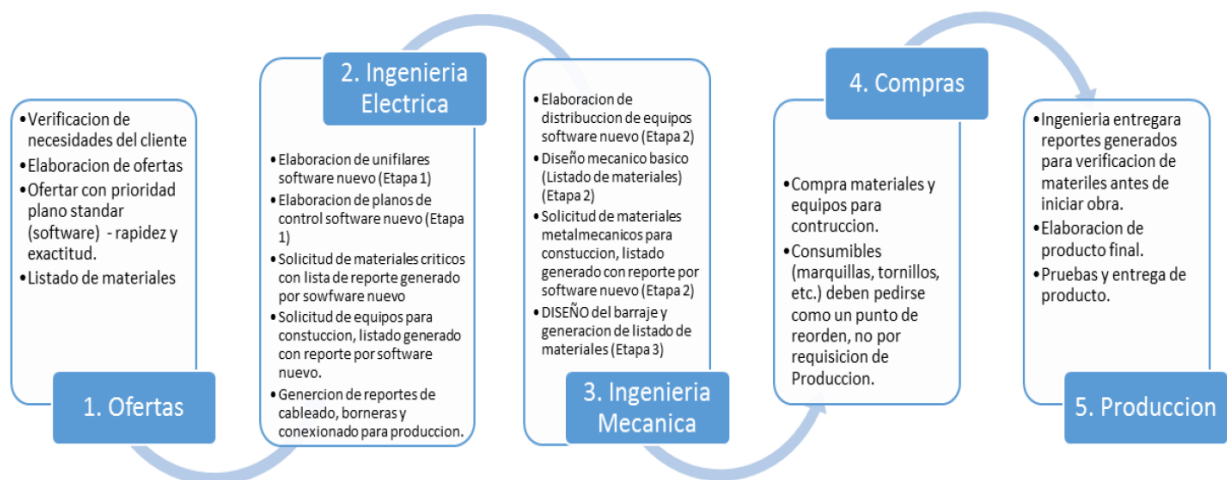


Ilustración 9. Proceso productivo esperado de la empresa

11.1.3.4. Resultados esperados.

De la implementación del nuevo software se esperan los siguientes resultados en los siguientes procesos.

1. Ofertas, con el desarrollo de las plantillas bases para el control de los diferentes productos, (arrancadores, transferencias, banco de condensadores etc.) se agilizará el listado de los dispositivos para el conjunto del tablero que se quiera ofertar.

2. Ingeniería, se cambia el concepto por Ingeniería Eléctrica y Mecánica.

3. Ingeniería eléctrica, se desarrollarán plantillas bases, las ventajas prácticas de la herramienta reducen el tiempo de ejecución de la ingeniería. Se tendrá una plataforma especializada en diseño eléctrico, se generan reportes en tiempo real, estos reportes clasifican y relacionan los dispositivos requeridos para la elaboración de nuestros productos, optimizando la integración con los demás procesos.

4. Ingeniería mecánica, se estandarizarán nuestros productos más comerciales, se verificará con una buena aproximación los materiales para la construcción metalmecánica y de barrajes, logrando incluir este proceso en ingeniería (actualmente lo hace producción)

5. Compras, se tendrá actualizaciones en tiempo real de adicionales generados por el cliente.

6. Producción, se tendrá planos y reportes actualizados en tiempo real para inicio de obra, además con los reportes se podrá verificar rápidamente los dispositivos requeridos para el inicio de obra.

Para la implementación de la nueva herramienta software para ingeniería se debe tener en cuenta las siguientes condiciones y adicionales:

- Actualización en documentación y formatos del sistema de calidad.
- Ajustes en formatos y cajetín de planos.
- Implementación o desarrollo por medio del área IT para integración de reportes con plataforma SAMMI.
- Actualización de algunos equipos (hardware) para el uso de la herramienta.
- Elaboración de plantillas bases para los productos de la compañía.
- Capacitación continua para optimización de la implementación de herramienta (software)
- Actualización continua de librerías de la herramienta.
- Elaboración de productos estándar, para esto se requiere software en modelado en 3D que alimente la biblioteca de la herramienta de software.
- Disponibilidad al cambio.

11.1.3.5. Etapas de implementación Software de plataforma eléctrica Eplan

ETAPA 1
Implementación de software de plataforma eléctrica (Eplan)
Se implementarán tres (3) licencias Electrical P8 y dos stand alone single line (para unifilares) , con este se migraría los planos eléctricos y de control de Autocad a Eplan que es una herramienta especializada para el área eléctrica.
Capacitación Externa e Interna (software)
Se estandarizará el control eléctrico de nuestros productos más comunes, con esto se disminuirá el tiempo de desarrollo de Ingeniería.
Para la biblioteca del Eplan, se desarrollará una verificación de los dispositivos más consumidos en nuestros productos y se generará la biblioteca propia, además se verificarán los productos que no estén en la biblioteca global de Eplan y se desarrollarán sus macros.
Se estandarizarán reportes generados por Eplan, con esto se disminuirá los posibles errores en la solicitud de materiales.

Tiempo de implementación: 6 meses

ETAPA 2
Elaboración de metalmecánica estándar e Implementación de modulo Pro-panel (Eplan)
Se implementarán dos (2) módulos stand alone Pro-Panel , además se desarrollarán por medio de un programa de modelación CAD (inventor) la biblioteca metalmecánica para alimentar plataforma Eplan.
Capacitación Interna (software)
Se verificarán procesos de fabricación de los tableros y se estandarizar de acuerdo a nueva estructura modular.
Se integrará los esquemáticos eléctricos y de control con la estructura del tablero en 3D.
Se generará ruta de cableado interno, Se generarán plantillas de reportes para listado de cableado interno, estimando la cantidad de cable.

Tiempo de implementación: 3 meses

ETAPA 3
Elaboración de bloques de barras modulares e implementación del módulo Cooper (Eplan)
Se implementarán dos (2) módulos Add On Cooper , además se desarrollarán por medio de un programa de modelación CAD (inventor) la biblioteca de bloque de barras para alimentar plataforma Eplan.
Capacitación Interna (software)
se verificarán procesos de fabricación de los barrajes y se estandarizar de acuerdo a nueva estructura modular.
Se integrará los esquemáticos eléctricos, control, estructura del tablero en 3D y bloque de barras en 3D.
Se generarán plantillas de corte y dobles de barras de cobre para fabricación.

Tiempo de implementación: 3 meses

Tabla 7. Costos de implementación del Software

RUBRO	DESCRIPCIÓN	ETAPA 1				
		Cant.	Costo (EUR)	Costo (USD)	Costo (COP)	Costo (total) (COP)
SOFTWARE	<i>Eplan Electrical P8 Select Start Network license + SWS (solo por un año)</i>	3	€ 6.361		\$ 19.776.349	\$ 59.329.047
	<i>Eplan Single Line Stand-Alone + SWS (solo por un año)</i>	2	€ 827		\$ 2.571.143	\$ 5.142.286
	<i>Inventor (costo renta por año)</i>					
	<i>Eplan Pro Panel (Stand-Alone)+SWS (solo por un año)</i>					
	<i>Eplan Cooper (Stand-Alone) + SWS (solo por un año)</i>					
EQUIPOS	<i>Actualizacion de hardware</i>	4			\$ 1.200.000	\$ 4.800.000
CAPACITACIÓN EXTERNA	<i>Capacitación externa Eplan P8</i>	1	€ 1.000		\$ 3.028.000	\$ 3.028.000
PERSONAL	<i>Director de Ingenieria</i>	1			\$ 5.400.000	\$ 5.400.000
	<i>Ingeniero de Proyectos</i>	1			\$ 5.700.000	\$ 5.700.000
	<i>Dibujante</i>	1			\$ 5.250.000	\$ 5.250.000
	<i>Dibujante (practicante SENA)</i>	1				
	<i>Analista TI</i>	1			\$ 1.950.000	\$ 1.950.000
	<i>Directora de calidad</i>	1			\$ 2.550.000	\$ 2.550.000
ADMINISTRACIÓN	<i>Administración</i>	1			\$ 737.717	\$ 737.717
	<i>Viajes</i>	1		\$ 3.000	\$ 9.084.000	\$ 9.084.000
	<i>Papeleria</i>	1			\$ 500.000	\$ 500.000
TOTAL						\$ 103.471.050
RED	<i>Actualización del sistema de Red</i>	1				\$ 7.500.000

RUBRO	DESCRIPCIÓN	ETAPA 2				
		Cant.	Costo (EUR)	Costo (USD)	Costo (COP)	Costo (total) (COP)
SOFTWARE	<i>Eplan Electrical P8 Select Start Network license + SWS (solo por un año)</i>					
	<i>Eplan Single Line Stand-Alone + SWS (solo por un año)</i>					
	<i>Inventor (costo renta por año)</i>	1		\$ 1.260,00	\$ 3.815.280	\$ 3.815.280
	<i>Eplan Pro Panel (Stand-Alone)+SWS (solo por un año)</i>	2	€ 6.901		\$ 21.455.209	\$ 42.910.418
	<i>Eplan Cooper (Stand-Alone) + SWS (solo por un año)</i>					
EQUIPOS	<i>Actualizacion de hardware</i>					
CAPACITACIÓN EXTERNA	<i>Capacitación externa Eplan P8</i>	1	€ 1.600		\$ 4.844.800	\$ 4.844.800
PERSONAL	<i>Director de Ingenieria</i>					
	<i>Ingeniero de Proyectos</i>	1			\$ 2.850.000	\$ 2.850.000
	<i>Dibujante</i>	1			\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
	<i>Dibujante (practicante SENA)</i>	1			\$ 2.377.296	\$ 2.377.296
	<i>Analista TI</i>					
	<i>Directora de calidad</i>					
ADMINISTRACIÓN	<i>Administración</i>	1			\$ 737.717	\$ 737.717
	<i>Viajes</i>	1		\$ 3.000	\$ 9.084.000	\$ 9.084.000
	<i>Papeleria</i>	1			\$ 250.000	\$ 250.000
TOTAL						\$ 68.369.511
RED	<i>Actualización del sistema de Red</i>					

RUBRO	DESCRIPCIÓN	ETAPA 3				
		Cant.	Costo (EUR)	Costo (USD)	Costo (COP)	Costo (total) (COP)
SOFTWARE	Eplan Electrical P8 Select Start Network license + SWS (solo por un año)					
	Eplan Single Line Stand-Alone + SWS (solo por un año)					
	Inventor (costo renta por año)	1		\$ 1.260,00	\$ 3.815.280	\$ 3.815.280
	Eplan Pro Panel (Stand-Alone)+SWS (solo por un año)					
	Eplan Cooper (Stand-Alone) + SWS (solo por un año)	1	€ 2.436		\$ 7.573.524	\$ 7.573.524
EQUIPOS	Actualizacion de hardware					
CAPACITACIÓN EXTERNA	Capacitación externa Eplan P8					
PERSONAL	Director de Ingenieria					
	Ingeniero de Proyectos	1			\$ 2.850.000	\$ 2.850.000
	Dibujante	1			\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
	Dibujante (practicante SENA)	1			\$ 2.377.296	\$ 2.377.296
	Analista TI					
	Directora de calidad					
ADMINISTRACIÓN	Administración					
	Viajes					
	Papeleria	1			\$ 250.000	\$ 250.000
TOTAL						\$ 18.366.100
RED	Actualización del sistema de Red					

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
ETAPA 1	\$ 110.971.050
ETAPA 2	\$ 68.369.511
ETAPA 3	\$ 18.366.100
TOTAL	\$ 197.706.661

11.1.4. EVALUACION FINANCIERA

La evaluación financiera de proyectos consiste en cuantificar los ingresos y egresos que se hacen con base en sumas de dinero que los inversionista recibe, entrega o deja de recibir (Infante Villareal, 1991). Para la valoración Financiera de un proyecto se deben determinar los costos y beneficios con el fin de crear valor, teniendo en cuenta los riesgos y la medición de la rentabilidad, esta evaluación financiera va enfocada primordialmente a identificar cual opción o alternativa es la más viable de seleccionar; para ello, su objetivo es la disminución del costo y la optimización del tiempo y recursos. Para poder entender el análisis financiero es fundamental conocer el concepto del valor del dinero en el tiempo teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

- El consumo presente es preferible al consumo futuro.
- El postergar el consumo futuro permite disponer hoy del dinero y utilizarlo para producir bienes/servicios adicionales.
- En el futuro se dispondrá del dinero que se tenía en el presente más el producido en el periodo durante en el que se postergó el consumo.
- La existencia de inflación implica que el valor del dinero se reduce con el tiempo.
- La incertidumbre asociada con el dinero en el futuro reduce su valor.

11.1.4.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto se usa para realizar la evaluación de proyectos de inversión, este método determina el valor presente de los flujos de fondos del proyecto, empleando la tasa de oportunidad o descuento del mismo e indica cuánto gana un proyecto por encima del costo de oportunidad, cuanto está por

debajo del costo de oportunidad o si cumple exactamente con el costo de oportunidad.

Está expresado por:

$$VPN = So + \sum \frac{St}{(1 + i)^n}$$

Dónde:

VPN = Valor presente neto

So = Inversión Inicial

St = Flujo de efectivo neto del periodo

n = Número de periodos de vida del proyecto

i = Tasa de oportunidad

Si el VPN = 0 (Indiferente), el inversionista realiza o no el proyecto, indica que el proyecto gana el equivalente a su tasa de oportunidad.

Si el VPN >0 (El proyecto se acepta) indica el valor que gana por encima de su Costo de oportunidad

Si el VPN < 0 (El proyecto se rechaza) indica que los costos asociados al proyecto son mayores a los beneficios que generaría si se realizara el proyecto.

11.1.4.2. La Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno representa la rentabilidad que genera un proyecto. Es un índice de gran aceptación por parte del público, porque mide la rentabilidad de una inversión.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{St}{(1 + TIR)^t} - So$$

Dónde:

So = Inversión Inicial

St = Flujo de efectivo neto del periodo

n = Número de periodos de vida del proyecto

La Tasa Interna de Retorno también permite calcular la tasa de interés que producen los dineros que están invertidos en el proyecto.

11.1.4.3. Plazo de recuperación de la inversión (PRI)

El payback o plazo de recuperación de la inversión (PRI) es un método estático de valoración de inversiones productivas. Este criterio calcula el número de periodos necesarios para que los flujos de caja acumulados igualen la inversión inicial. Su utilización lleva a seleccionar aquella inversión cuyo plazo de recuperación es menor.

$$C_0 = \sum_{t=1}^p FC_t$$

Donde:

Co = Cuantía del desembolso inicial

FCt = flujo de caja neto del periodo t

P = periodo en que se alcanza el plazo de recuperación de la inversión

11.1.4.4. ANALISIS FINANCIERO SOFTWARE EPLAN

Para el cálculo de la VPN, para fijación de la tasa de oportunidad (i), se consideró los siguiente parámetros si los inversionista realizan depósito a un plazo determinado en un banco en bonos del tesoro (TES)⁴⁰ tendrá un nivel de riesgo mucho menor a la inversión por el mismo monto en el proyecto planteado.

También se tiene en cuenta que la inversión dependerá del tiempo que tarda en generar retornos, que varía dependiendo de la complejidad y del grado de absorción de las nuevas tecnologías por parte de la empresa.

Mencionado lo anterior, para fijar la tasa de oportunidad se evaluó los siguientes puntos:

Tasa fija anual de financiamiento⁴¹: 11,22% Efectiva anual.

TES tasa fija⁴² : 6.04%

⁴⁰Los TES son títulos de deuda pública doméstica, emitidos por el gobierno y administrados por el Banco de la República. Los bonos del tesoro de los Estados Unidos son la referencia de mínimo riesgo dadas unas calificaciones emitidas por organizaciones o empresas independientes que mencionan una solvencia o capacidad de pago suficiente.

⁴¹ Dato tomado de: (<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/personas/productos-servicios/creditos/consumo/libre-inversion/>)

⁴² Dato tomado de la Curva de Rentabilidad TES Tasa Fija (<https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/renta-fija/tes/curva-rentabilidad>)

Para la fijación de la tasa de oportunidad se determinara el valor porcentual del origen por financiación y de recursos propios, teniendo en cuenta la cantidad de pasivos y patrimonio de la empresa en cuestión.

Activos	\$ 2.412.305.195	100%
Pasivos	\$ 724.235.487	30.02%
Patrimonio	\$ 1.688.069.708	69.98%

Fuente: Balance general año 2016 (Ver anexo 3)

Tabla 8. Información Financiera de la empresa metalmecánica.

Para los inversionistas una razón para determinar el ingreso de capital a un centro de inversión a recurso se determina tomado como parámetro el siguiente punto:

$$\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Activos Utilizados}}$$

Teniendo en cuenta esto, la utilidad operativa del año 2016 es de: \$ 345.827.916 (ver anexo 3), se obtiene un resultado de:

$$\frac{\$ 345.827.916}{\$ 2.412.305.195} \times 100\% = 14.34\%$$

Con los resultados obtenidos se fija la tasa de oportunidad tomando 30.02% de la tasa de financiamiento y 69.98% de la rentabilidad obtenida en la compañía.

Origen del recurso	Porcentaje	Valor
Financiamiento (11,22%)	30.02%	3,37%
Propios (14,34 %)	69.98%	10,03%
	TOTAL	13,4%

Tabla 9.Fijación de tasa de oportunidad

A continuación se presenta un análisis basado en la información recibida por parte de la empresa, en donde se muestran beneficios económicos y ahorro en tiempo que se da con el uso del software.

Tabla 10. Análisis de tiempo situación actual vs software de diseño

Etapas de proyecto			Tiempo en horas	Tiempo previsto	
Planeacion	Inicio (Etapa de planeacion)	Definicion de Etapas			
		Verificacion de versiones de proyecto			
	Proyecto	distribucion de infromacion			
		Resumenes	Verificacion de errores en el proyecto		
			Verificacion de errores y listas por proyecto		
Proyecto	Diagrama	Desarrollo de proyecto	80	68	
		Referencias cruzadas entre planos	8	3,2	
		Verificacion de proyectos			
		Referencias cruzadas entre proyectos			
		gerenciamiento de I/O PLC	0		
	Arneses	Creacion de cableado	0		
		Creacion de arneses electricos	0		
	Panel	Colocacion de items en el papel	25	5	
		cableado de panel	5	0,5	
Documentacion		Lista de materiales	0		
		Error aproximado	0%		
		Listas de conexiones	12	1,2	
		Error aproximado	20%		
		Regla de bornes	8	0,8	
		Indice	3	0,9	
		Documentacion de versiones de proyecto	5	5	
		Diseño de placa (panel)	10	2	
Registro de items ERP (compras)		Registro de items de la lista de materiales	4	4	
		Error aproximado	20%		
Configuracion de maquinas		Corte de cableado			
		fabricacion de chapa			
		placas de identificacion			
		Etiquetamiento	3	3	
Calculos / Simulaciones		Corriente continua			
		corriente alterna	1	1	
Total			167,2	94,6	

Reducción en %	43,42%
Porcentaje de horas ahorradas con el programa	

Valor de hora ingeniería	\$ 14.000
Valor total ahorrado horas de ingeniería	\$ 1.016.400
Valor medio ahorrado materiales de proyecto	\$ 0

* No se analizó con respecto a los materiales desperdiciados pues se tiene pocos datos sobre este tema

Capacidad promedio actual 6 proyectos por mes

	Costo/Hora	Horas totales de proyecto	Costo total por proyecto	Valor gasto total/mensual
Actual	\$ 14.000,00	167,2	\$ 2.340.800,00	\$ 14.044.800,00
Proyectado	\$ 14.000,00	94,6	\$ 1.324.400,00	\$ 7.946.400,00

Valor ahorrado/ mes con HH
\$ 6.098.400,00

Valor de la propuesta
\$ 197.706.661,00

Costo del departamento de ingeniería con la implementación del software

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
ETAPA 1	\$ 110.971.050
ETAPA 2	\$ 68.369.511
ETAPA 3	\$ 18.366.100
TOTAL	\$ 197.706.661

El valor total de la propuesta se define por medio de la suma del valor de cada etapa para llevar a cabo la implementación del software, esta información quedo suministrada detalladamente en la tabla número 7. **(Costos de implementación del Software)**

Comparación Situación actual Vs implementación Software

Detalle	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Situación Actual		\$337.075.200	\$353.928.960	\$371.625.408	\$390.206.678	\$409.717.012
Implementación Software		\$190.713.600	\$200.249.280	\$210.261.744	\$220.774.831	\$231.813.573
Ahorro	-\$197.706.661	\$146.361.600	\$153.679.680	\$161.363.664	\$169.431.847	\$177.903.439

CCPP	10%
VPN	\$409.780.518,08
TIR	73%
PRI	1,33

Tabla 11. Comparación situación actual vs implementación software

El costo necesario para la implementación del software será del \$197.706.661, proveniente de recursos propios a través de una reserva estatutaria o como la empresa lo llama fondo de desarrollo, cantidad equivalente a la inversión del primer año a una tasa de rendimiento interno del 10% Efectivo anual que corresponde a la tasa de oportunidad de los accionistas. Según estos datos se puede concluir que el proyecto es factible ya que el valor presente neto es mayor que cero con un valor de \$ 409.780.518 y la TIR (73%) es mayor a la financiación inicial de los inversionistas, implementando el software, demostrando que el proyecto genera beneficios y garantiza el retorno de la inversión en 1,33 años.

11.2. ALTERNATIVA 2: REESTRUCTURACIÓN DE ACTIVIDADES EN EL ÁREA

La administración de datos de producto o PDM⁴³ ayuda a las empresas actuales de desarrollo de productos en 3D, que cuentan con una gran diversidad de datos, a controlar, gestionar y compartir el creciente volumen de diferentes datos de diseño de producto que generan mediante el uso de mejores y más automatizadas herramientas de CAD. Esta eficaz solución de administración de datos de producto (PDM) se diseñó específicamente para que fuera fácil de implementar y utilizar, y que fuera accesible para los pequeños y medianos fabricantes. Gracias a programas como Creo parametric o SolidWorks Enterprise PDM, las empresas en general pueden satisfacer mejor sus objetivos de desarrollo de productos.

⁴³ Product Data Management.

11.2.1. PTC Creo Parametric PDM Anbindung

Creo Parametric es el estándar en CAD 3D, con herramientas de productividad vanguardistas que promueven prácticas recomendadas de diseño a la vez que aseguran la compatibilidad con las normas de su compañía y su sector. Creo proporciona la gama más amplia de prestaciones de diseño CAD 3D eficaces y flexibles que le ayudan a hacer frente a los desafíos de diseño más exigentes, incluida la adaptación a los cambios en las fases finales, el trabajo con datos de varios sistemas CAD y el diseño electromecánico. Una oferta escalable de soluciones CAD/CAM/CAE 3D paramétricas e integradas permite diseñar más deprisa que nunca y maximiza la innovación y la calidad para crear, en último término, productos excepcionales. Como parte de la familia de productos Creo, puede compartir datos de forma fluida con otras aplicaciones Creo. Esto significa que no se pierde tiempo con la conversión de datos y los errores resultantes se eliminan. Los usuarios pueden cambiar sin dificultades de un modo de modelado a otro y los datos de diseño 2D y 3D pueden trasladarse fácilmente entre aplicaciones conservando la intención de diseño. Esto tiene como resultado un nivel sin precedentes de interoperabilidad y proporciona innovadoras ganancias de productividad a través de muchos procesos de desarrollo.

Funciones y ventajas:

- ♣ Las eficaces y flexibles prestaciones de diseño CAD paramétrico 3D permiten una posibilidad de mecanizado y una diferenciación del producto final.
- ♣ La amplia gama de capacidades de diseño de concepto facilita una rápida introducción de nuevos productos.
- ♣ Una fluida interoperabilidad de datos y una experiencia del usuario común entre aplicaciones y extensiones permiten desarrollarlo todo, desde el concepto hasta el mecanizado, de forma más rápida y barata.

11.2.2. ANALISIS DEL PROCESO

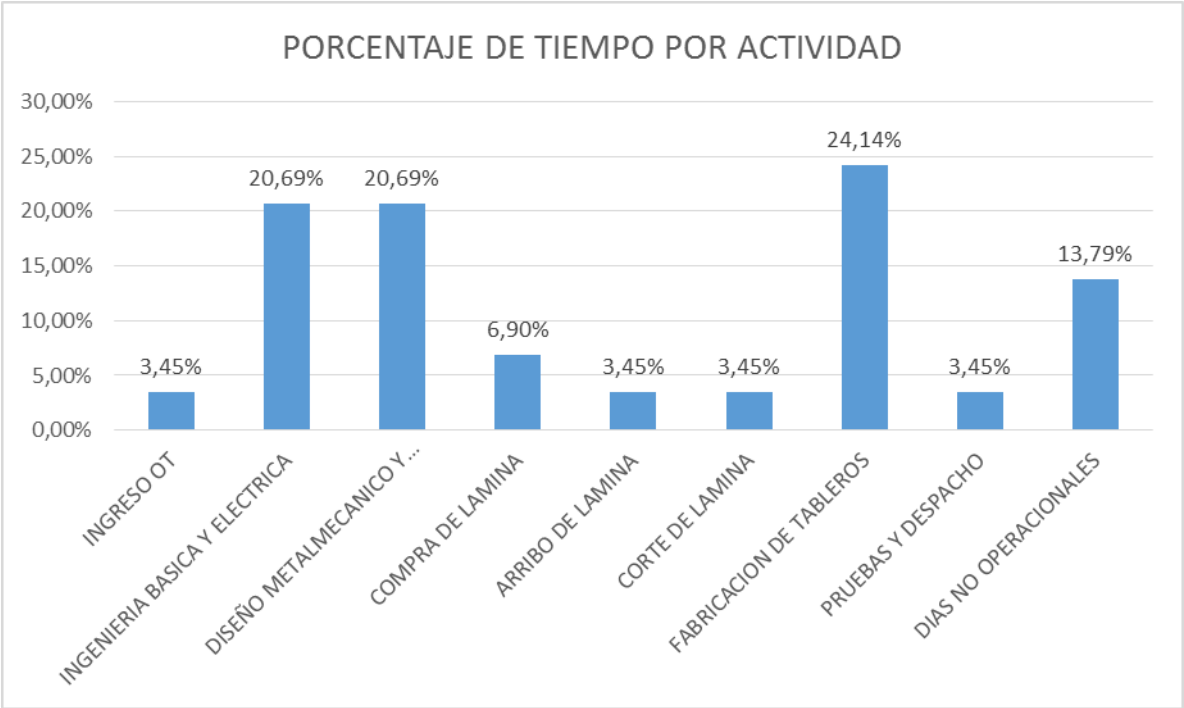


Ilustración 10. Análisis de proceso de proyectos por mes.

Etiquetas de fila	PORCENTAJE DE ACTIVIDAD	DIAS POR ACTIVIDAD
INGRESO OT	3,45%	1
INGENIERIA BASICA Y ELECTRICA	20,69%	6
DISEÑO METALMECANICO Y COMPLEMENTO ELECTRICO	20,69%	6
COMPRA DE LAMINA	6,90%	2
ARRIBO DE LAMINA	3,45%	1
CORTE DE LAMINA	3,45%	1
FABRICACION DE TABLEROS	24,14%	7
PRUEBAS Y DESPACHO	3,45%	1
DIAS NO OPERACIONALES	13,79%	4
Total general	100,00%	29

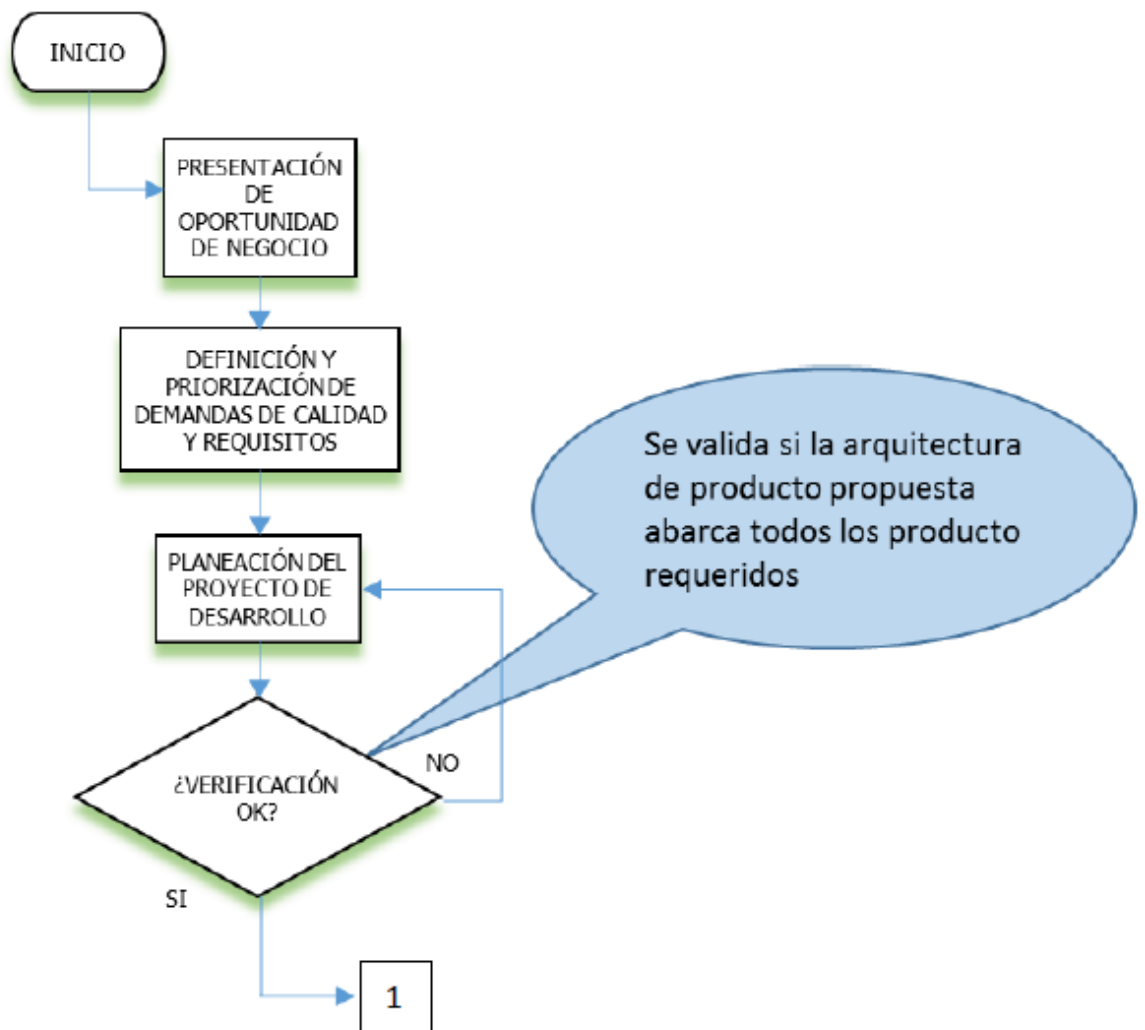
Tabla 12. Proceso de proyectos por mes.

11.2.3. PROGRAMACION DE PROYECTO IMPLEMENTACION MODELO PDM

11.2.3.1. PLANEACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO (COMERCIAL- MERCADO – LOGÍSTICA)

Especificación de características de producto

- Especificación de familias sus alternativas, accesorios y opcionales.
- Se especifican el alcance de las familias de productos dentro de la estandarización.
- Se especifica el orden de prioridad de entrega de familias con información de producto
- Se especifica el cronograma General de Actividades de Planeación de Calidad.
- Se especifican todos los requerimientos y necesidades del mercado. Normas técnicas, características de geometría, especificación de componentes.
- Se especifica la priorización de los requerimientos de calidad.

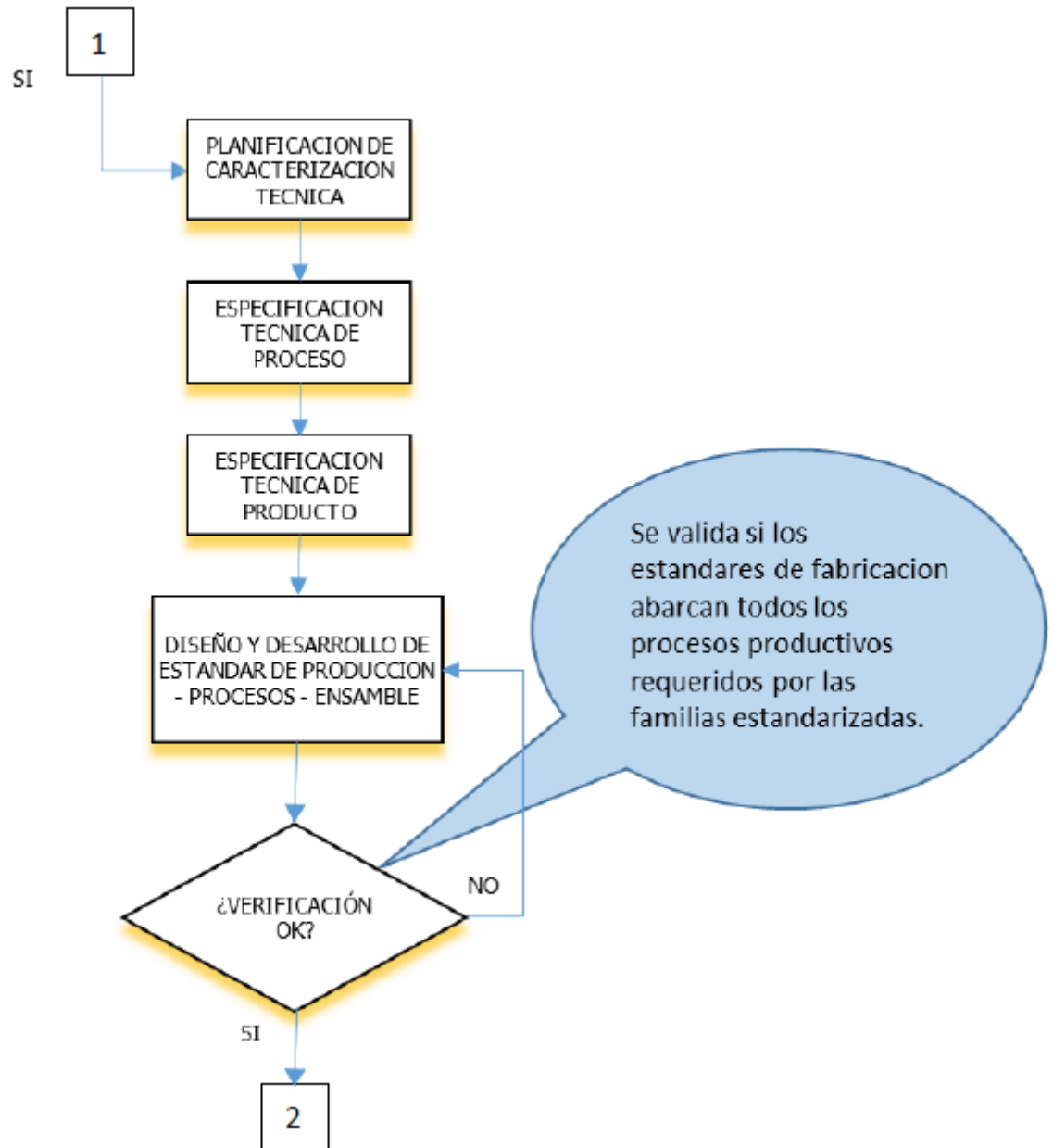


11.2.3.2. CARACTERIZACION TECNICA DEL PRODUCTO (INGENIERIA METALMECANICA – PRODUCCION)

Especificación de características técnicas del producto

- Se especifican las técnicas productivas y estándares de fabricación de partes.
- Se especifican los detalles y técnicas de fabricación de los productos.
- Se especifican los procesos productivos y rutas de proceso de partes internas, sus capacidades y limitaciones.

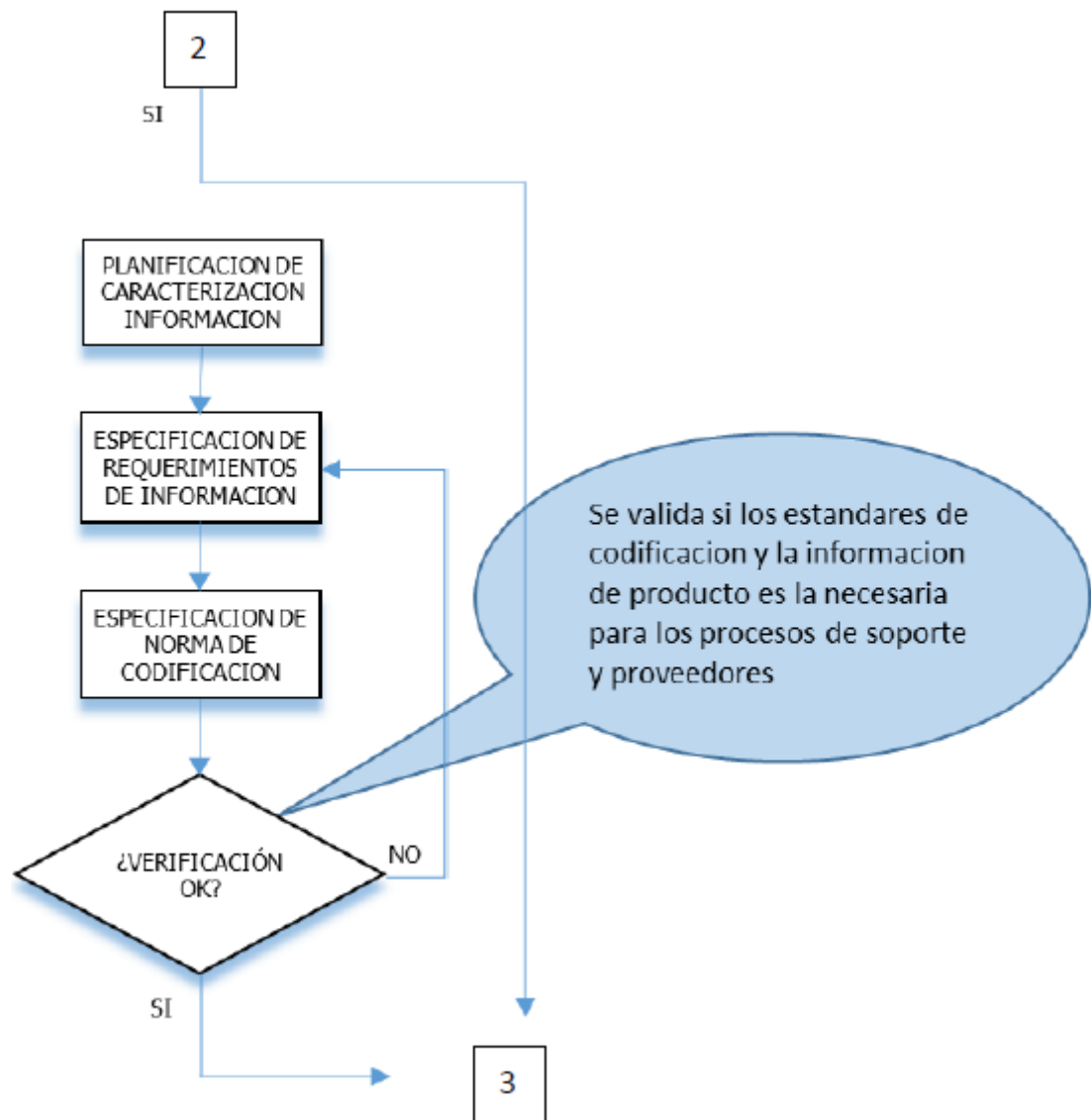
- Validación de modelación 3D respecto a arquitectura de fabricación y partes.
- Se especifican las rutas de proceso de ensamble de cada familia.
- Especificación de características de planos en función de proceso productivo (interno o externo) para garantizar suministro
- Especificación de norma para codificación / nombres de partes.



11.2.3.3. CARACTERIZACION DE MANEJO DE INFORMACION DE PRODUCTO (COMPRAS – LOGISTICA)

Especificación de características manejo de información de partes.

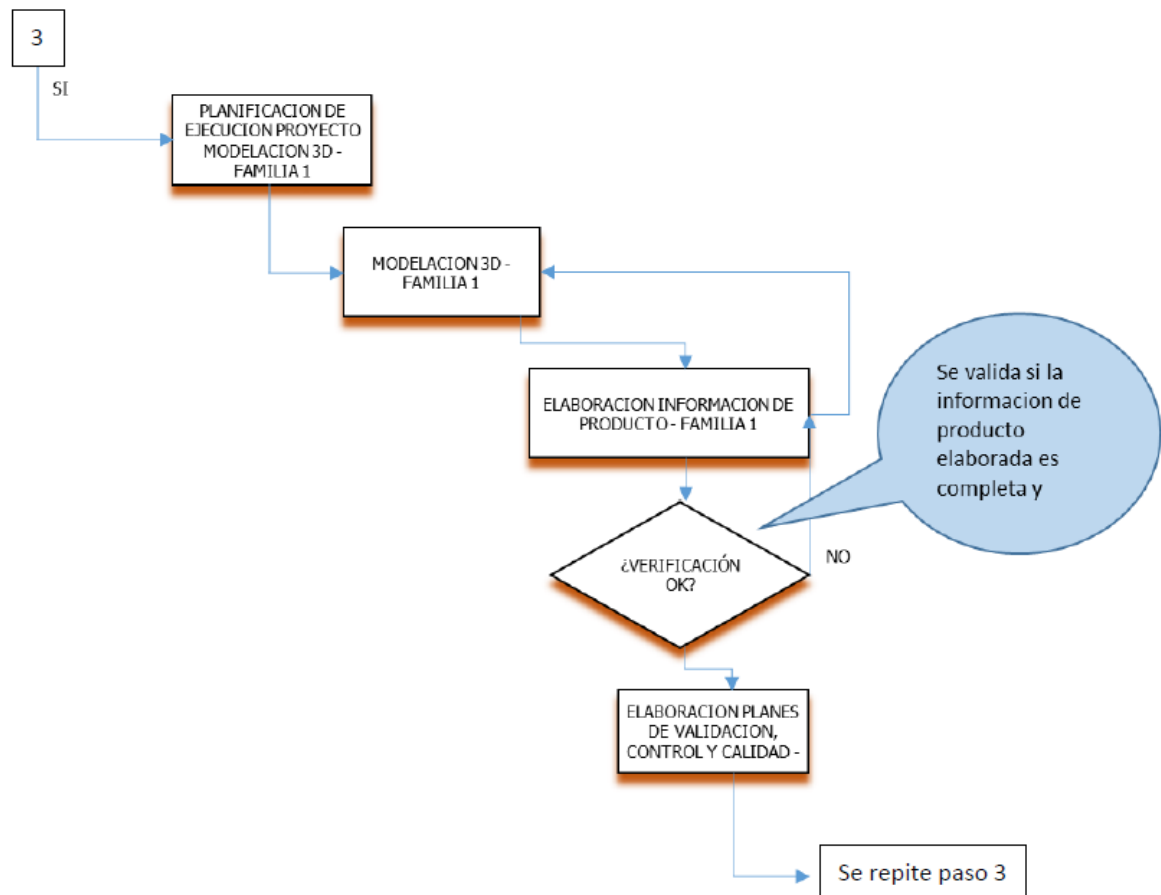
- Se especifican las codificaciones de partes fabricadas internamente y de compras
- Especificación de las características y requerimientos de información respecto a partes fabricadas internamente y compras que irán consignadas en el BOM.
- Definición de los componentes estratégicos según lo definido en la Norma interna.
- Caracterización de la especificación técnica de componentes de compra.
- Especificación de norma para codificación / nombres de partes.



11.2.3.4. EJECUCION DEL PROYECTO PDM

- Creación de estructura de codificación de componentes
- Planificación de la arquitectura de producto
- Modelación 3D familia 1
- Elaboración de estructura de producto - familia 1
- Elaboración de planos de parte - familia 1

- Elaboración de BOM - familia 1
- Elaboración de ayudas de producción (diseño plantillas y herramientas) - familia 1
- Especificación de la secuencia de construcción del producto, teniendo en cuenta las características críticas del proceso. - familia 1
- Con base en la secuencia de ensamble, definición de producto y características críticas, se define el plan de control de ensamble. – familia 1
- Definición del Plan de validación producto - proceso. Proceso de calidad. (Se adjunta: instructivo de inspección, metrologías e instructivos de medición).- familia 1
- Se repiten los pasos anteriores para cada una de las familias definidas.



11.2.3.5. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION

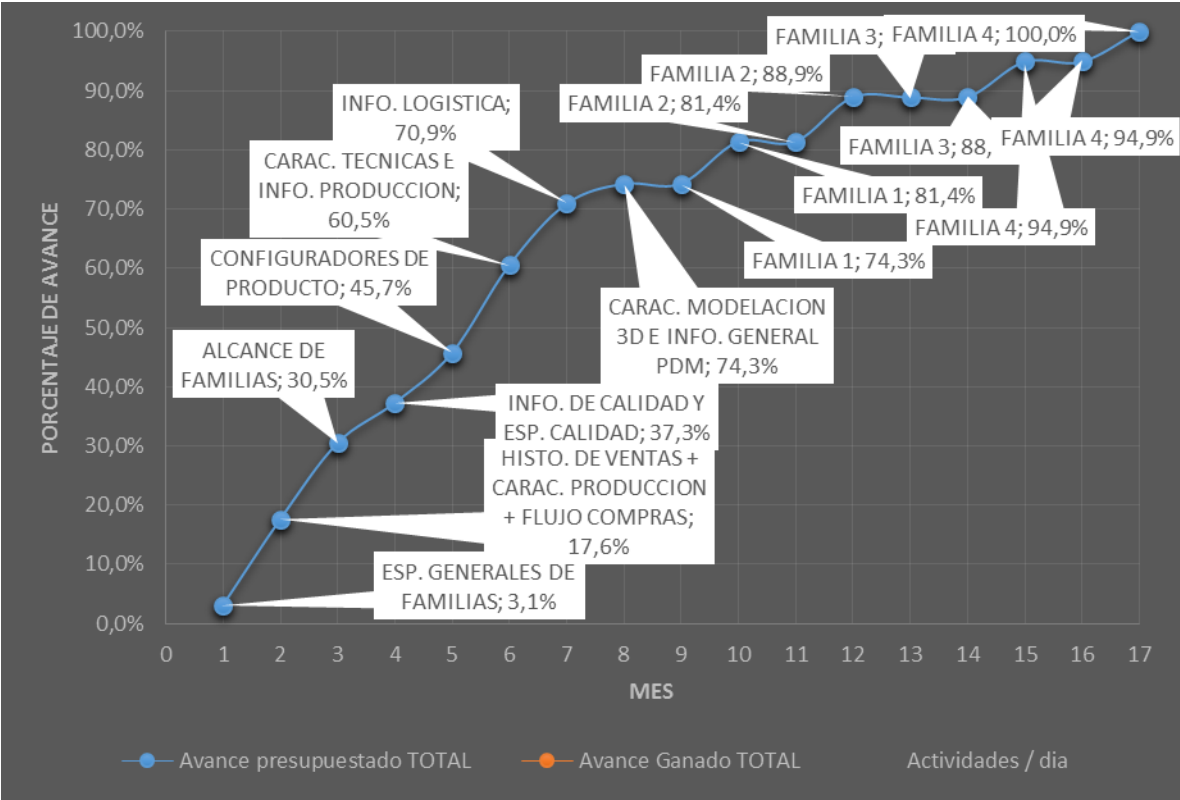


Ilustración 11. Cronograma de implementación estandarización bajo PDM

ACTIVIDADES	GERENCIA GNRL	OPERACIONES	ING. ELECTRICA	ING. MECANICA	SIST. INTEGRADOS	PRODUCCION	COMPRAS	EQUIPO PDM	PESO DE ACTIVIDAD	PESO PONDERADO
1. PLANEACION Y CARACTERIZACION DEL PROYECTO									30%	
ESPECIFICACIONES GENERALES DE CARACTERISTICAS DE PRODUCTOS	X								5%	2%
Caracterizacion de las diferentes agrupaciones de clientes y clientes potenciales futuros	X	X							25%	0,38%
Elaboracion de perfil de necesidades del cliente		X						X	25%	0,38%
Especificacion de responsables por actividad	X	X						X	25%	0,38%
Caracterizacion de grupos de personas por actividades macro	X	X						X	25%	0,38%
Especificacion de familias sus alternativas, accesorios y opcionales.									15%	5%
Especificacion de lineas de producto (baja y media tension) (reunion)	X	X	X			X		X	20%	0,90%
Fotografias de historicos de cada familia	X	X							5%	0,23%
Historiales de ventas de los ultimos 3 años		X							30%	1,35%
Caracterizacion de historiales para agrupaciones de productos similares (FAMILIAS DE PRODUCTO)		X							25%	1,13%
Divulgacion de familias seleccionadas a personal TABLESA (reunion)	X	X	X	X		X	X	X	10%	0,45%
Divulgacion de personal seleccionado para proveer informacion a PDM (reunion)	X	X	X	X		X	X	X	10%	0,45%
Se especifican el alcance de las familias de productos dentro de la estandarizacion.									40%	12%
Analisis de especificaciones de los limites operacionales de las familias (reunion)								X	5%	0,60%
Orden de prioridad de entrega de familias con informacion de producto (reunion)			X					X	5%	2%
Caracterizacion de limites operacionales (alternativas) dentro de historicos de ventas y casos atipicos		X	X						40%	4,80%
Caracterizacion (LISTADO) de los accesorios por familia		X	X			X			40%	4,80%
Caracterizacion de las configuraciones hechas en historicos de ventas		X						X	5%	0,60%
Caracterizacion de familias de componentes y accesorios usados en las familias		X				X	X		5%	0,60%
Se especifica el alcance de las familias y la modelacion 3D respecto a Planeación de Calidad.									40%	12%
Caracterizacion de Normas tecnicas sobre modelos 3D - sistemas de gestion					X	X		X	10%	1,20%
Especificacion de componentes criticos		X				X	X		20%	2,40%
Elaboracion de configurador de producto y BOM (sin compras y sin ensamble) para cada familia								X	30%	3,60%
Elaboracion de diagrama de flujo de informacion para cada familia								X	20%	2,40%
Divulgacion del configurador de producto y BOM (sin compras y sin ensamble) (reunion)								X	20%	2,40%

Tabla 13. Cronograma por actividades (continua en la próxima página)

ACTIVIDADES	GERENCIA GNRL	OPERACIONES	ING. ELECTRICA	ING. MECANICA	SIST. INTEGRADOS	PRODUCCION	COMPRAS	EQUIPO PDM	PESO DE ACTIVIDAD	PESO PONDERADO
2. CARACTERIZACION TECNICA DEL PRODUCTO									20%	
ESPECIFICACION DE CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PRODUCTO									70%	14%
Se especifican las tecnicas productivas y estandares de fabricacion de partes (capacitacion)						X		X	10%	1,4%
Se especifican los detalles y tecnicas de fabricacion de los productos (capacitacion)						X		X	25%	3,5%
Se especifican los proceso productivos y rutas de proceso para partes internamente fabricadas						X		X	25%	3,5%
Caracteristicas para validacion de modelacion 3D respecto a arquitectura de fabricacion y partes.						X		X	5%	0,7%
Se especifican las rutas de proceso de ensamble de cada familia.					X	X		X	20%	2,8%
Especificacion de tiempos estimados de produccion según los diagramas de flujo de familias		X				X		X	15%	2,1%
ESPECIFICACION DE CARACTERISTICAS DE PLANOS E INFORMACION DE PRODUCCION									30%	6%
Especificacion de norma para codificacion / nombres de partes.		X				X	X	X	5%	0,3%
Especificacion de características de planos en funcion de proceso productivo					X	X		X	30%	1,8%
Especificacion de características de nesteos de corte						X		X	25%	1,5%
Especificacion de informacion de produccion adicional requerida						X		X	10%	0,6%
Especificacion de planos de ensamble y procedimientos para ensamble					X	X		X	30%	1,8%
3. CARACTERIZACION DE MANEJO DE INFORMACION DE PRODUCTO									20%	
ESPECIFICACION DE CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE COMPRAS									80%	16%
Especificacion de ruta de flujo actual de informacion para compras - personal lider							X		20%	3,2%
Especificacion de informacion de partes que iran consignadas en el BOM para compras							X	X	20%	3,2%
Definicion de los componentes estratégicos según lo definido en la Norma interna.		X				X	X		20%	3,2%
Caracterizacion de la especificacion tecnica (FICHA TECNICA) de componentes de compra.							X	X	20%	3,2%
Caracterizacion de tiempo LEAD TIME de los componentes de compra							X		20%	3,2%
ESPECIFICACION DEL MANEJO LOGISTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO									20%	4%
Especificacion de informacion que se suministra a proveedores para insumos							X	X	20%	0,8%
Especificacion de características comerciales (FICHA TECNICA) de insumos según proveedor							X		20%	0,8%
Caracterizacion de familias de suministros (CONSUMIBLES) según familia de producto							X	X	30%	1,2%
Caracterizacion y validacion de ruta de flujo de produccion de cada familia		X					X	X	30%	1,2%

(Continúa en la próxima página)

ACTIVIDADES	GERENCIA GNRL	OPERACIONES	ING. ELECTRICA	ING. MECANICA	SIST. INTEGRADOS	PRODUCCION	COMPRAS	EQUIPO PDM	PESO DE ACTIVIDAD	PESO PONDERADO
4. EJECUCION DEL PROYECTO PDM									30%	
Planificacion y Caracterizacion de modelacion PDM-Tablasea								X	5%	1,50%
Creacion de estructura de codificacion de componentes + BOM generico (COMPLETO)		X				X	X	X	5%	1,50%
DISEÑO BAJO PDM DE ESTRUCTURA DE DATOS - FAMILIA 1									25%	8%
Planificacion de la arquitectura de producto - familia 1								X	5%	0,38%
Modelacion 3D - familia 1								X	30%	2,25%
Elaboracion de estructura de producto - familia 1								X	10%	0,75%
Elaboracion de planos de parte - familia 1								X	15%	1,13%
Elaboracion de BOM - familia 1								X	10%	0,75%
Elaboracion de informacion de produccion (informacion de corte) - familia 1								X	5%	0,38%
Elaboracion de ayudas de produccion (diseño plantillas y herramientas) - familia 1								X	5%	0,38%
Secuencia de construcción del producto @ características críticas del proceso. - familia 1								X	5%	0,38%
Definición de producto y características críticas -> se define el plan de control de ensamble. - familia 1								X	5%	0,38%
Definición del Plan de validación producto - proceso. - familia 1								X	5%	0,38%
Entrega de informacion de producto y capacitacion de su utilizacion - familia 1								X	5%	0,38%
DISEÑO BAJO PDM DE ESTRUCTURA DE DATOS - FAMILIA 2									25%	8%
Planificacion de la arquitectura de producto - familia 2								X	5%	0,38%
Modelacion 3D - familia 2								X	30%	2,25%
Elaboracion de estructura de producto - familia 2								X	10%	0,75%
Elaboracion de planos de parte - familia 2								X	15%	1,13%
Elaboracion de BOM - familia 2								X	10%	0,75%
Elaboracion de informacion de produccion (informacion de corte) - familia 2								X	5%	0,38%
Elaboracion de ayudas de produccion (diseño plantillas y herramientas) - familia 2								X	5%	0,38%
Secuencia de construcción del producto @ características críticas del proceso. - familia 2								X	5%	0,38%
Definición de producto y características críticas -> se define el plan de control de ensamble. - familia 2								X	5%	0,38%
Definición del Plan de validación producto - proceso. - familia 2								X	5%	0,38%
Entrega de informacion de producto y capacitacion de su utilizacion - familia 2								X	5%	0,38%
DISEÑO BAJO PDM DE ESTRUCTURA DE DATOS - FAMILIA 3									20%	6%
Planificacion de la arquitectura de producto - familia 3								X	5%	0,30%
Modelacion 3D - familia 3								X	30%	1,80%
Elaboracion de estructura de producto - familia 3								X	10%	0,60%
Elaboracion de planos de parte - familia 3								X	15%	0,90%
Elaboracion de BOM - familia 3								X	10%	0,60%
Elaboracion de informacion de produccion (informacion de corte) - familia 3								X	5%	0,30%
Elaboracion de ayudas de produccion (diseño plantillas y herramientas) - familia 3								X	5%	0,30%
Secuencia de construcción del producto @ características críticas del proceso. - familia 3								X	5%	0,30%
Definición de producto y características críticas -> se define el plan de control de ensamble. - familia 3								X	5%	0,30%
Definición del Plan de validación producto - proceso. - familia 3								X	5%	0,30%
Entrega de informacion de producto y capacitacion de su utilizacion - familia 3								X	5%	0,30%
DISEÑO BAJO PDM DE ESTRUCTURA DE DATOS - FAMILIA 4									20%	6%
Planificacion de la arquitectura de producto - familia 4								X	5%	0,30%
Modelacion 3D - familia 4								X	30%	1,80%
Elaboracion de estructura de producto - familia 4								X	10%	0,60%
Elaboracion de planos de parte - familia 4								X	15%	0,90%
Elaboracion de BOM - familia 4								X	10%	0,60%
Elaboracion de informacion de produccion (informacion de corte) - familia 4								X	5%	0,30%
Elaboracion de ayudas de produccion (diseño plantillas y herramientas) - familia 4								X	5%	0,30%
Secuencia de construcción del producto @ características críticas del proceso. - familia 4								X	5%	0,30%
Definición de producto y características críticas -> se define el plan de control de ensamble. - familia 4								X	5%	0,30%
Definición del Plan de validación producto - proceso. - familia 4								X	5%	0,30%
Entrega de informacion de producto y capacitacion de su utilizacion - familia 4								X	5%	0,30%

11.2.3.6. ANALISIS FINANCIERO DE REESTRUCTURACIÓN DE ACTIVIDADES

Cargo	Salario Mensual	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4
Gerente de Operaciones	\$5.250.000	10,67%	0,30%		
Gerente General	\$7.500.000	0,75%			
Equipo PDM (Ingeniero Mecánico + Diseñador Mecánico)	\$6.450.000	9,98%			30,00%
Director Ingeniería	\$5.400.000	5,00%			
Sistema Integrados TI	\$1.950.000	1,20%			
Coordinador Mecánico	\$2.550.000	2,40%	19,10%	2,40%	
Director Producción	\$3.750.000		0,60%		
Director de Compras	\$3.750.000			17,60%	
Porcentaje	100,00%	30,00%	20,00%	20,00%	30,00%
MESES	17	5,1	3,4	3,4	5,1

Tabla 14. Distribución porcentual de etapas de reestructuración

cargo	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4
Gerente de Operaciones	\$ 9.522.975	\$ 267.750		
Gerente General	\$ 956.250			
Equipo PDM (Ingeniero Mecánico + Diseñador Mecánico)	\$ 10.943.070			\$ 32.895.000
Director Ingeniería	\$ 4.590.000			
Sistema Integrados TI	\$ 397.800			
Coordinador Mecánico	\$ 1.040.400	\$ 8.279.850	\$ 1.040.400	
Director Producción		\$ 382.500		
Director de Compras			\$ 11.220.000	
	\$ 27.450.495	\$ 8.930.100	\$ 12.260.400	\$ 32.895.000
Licencia PTC (10 Piezas)	\$ 30.280.000			
Administración	\$ 3.762.357	\$ 2.508.238	\$ 2.508.238	\$ 3.762.357
Viajes	\$ 2.000.000			
Papelería	\$ 500.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 500.000

Tabla 15. Costos de etapas de reestructuración

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
ETAPA 1	\$63.992.852
ETAPA 2	\$11.638.338
ETAPA 3	\$14.968.638
ETAPA 4	\$37.157.357
TOTAL	\$127.757.184

Como se desconoce los tiempos en el cual se puede reducir el consumo actual de horas de ingeniería, se toma como referencia la implementación de un sistema similar utilizando un sistema de gestión de la calidad en apoyo a la implementación estrategia de producción ajustada.

“La implementación de un sistemas integrado de Gestión de información de producto con sistema de diseño CAD Y PDM, resulta en una reducción de los tiempos de proyecto de unos 35%; sin embargo el tiempo total del ciclo de producción permanece casis igual.” (Valderrama, 2004).

Indicadores	Reducción (%)
Horas de producción / producto	32
Tiempo del ciclo	50
Tiempo de proyecto	35
Entrega de un nuevo producto	30
Costo de la calidad	36
Número de piezas	9
N. de modificaciones de proyecto	6
Variedad de materiales	15
Tiempos de preparación	31

Tabla 16. Resultados – Integración de la producción ajustada con el sistema de la calidad.

Capacidad promedio actual 6 proyectos por mes

	Costo/Hora	Horas totales de proyecto	Costo total por proyecto	Valor gasto total/mensual
Actual	\$ 14.000,00	167,2	\$ 2.340.800,00	\$ 14.044.800,00
Proyectado	\$ 14.000,00	122,4	\$ 1.713.530,00	\$ 10.281.180,00

Valor ahorrado/ mes con HH
\$ 3.763.620,00

Valor de la propuesta
\$ 127.757.184,00

Comparación Situación actual Vs Reestructuración

Detalle	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Situación actual	0	\$337.075.200	\$353.928.960	\$371.625.408	\$390.206.678	\$409.717.012
Reestructuración		\$246.748.320	\$259.085.736	\$272.040.023	\$285.642.024	\$299.924.125
Ahorro	-\$127.757.185	\$90.326.880	\$94.843.224	\$99.585.385	\$104.564.654	\$109.792.887

CCPP	10%
VPN	\$247.152.774,21
TIR	69%
PRI	1,39

Tabla 17. Comparación situación actual vs la reestructuración del área de Diseño.

El costo necesario para la implementación de la reestructuración será del \$127.757.185, proveniente de recursos propios a través de una reserva estatutaria o como la empresa lo llama fondo de desarrollo, cantidad equivalente a la inversión del primer año a una tasa de rendimiento interno del 10% Efectivo anual que corresponde a la tasa de oportunidad de los accionistas. Según estos datos se puede concluir que el proyecto es factible ya que el valor presente neto es mayor que cero con un valor de \$ 247.152.774 y la TIR (69%) es mayor a la financiación inicial de los inversionistas, implementando la reestructuración, demostrando que el proyecto genera beneficios y garantiza el retorno de la inversión en 1,39 años.

11.3. ANALISIS Y EVALUACION DE LAS DOS ALTERNATIVAS DE MEJORA.

Detalle	Implementación Software	Reestructuración Del área
Capital a invertir	\$197.706.661	\$127.757.185
Tasa de descuento	10%	10%
Tiempo de evaluación en años	5	5
VPN	409.780.518	247.152.774
TIR	73%	69%
PRI	1,33	1,39

Tabla 18. Comparativo entre estados del departamento de diseño

Dadas la condiciones, características y valor de las alternativas, la que mejor presenta viabilidad en contenido y precio para la empresa es la alternativa uno la cual corresponde a la implementación de un software, puesto que la implementación de un software no solo beneficiaría desde el punto de vista económico de la inversión, sino que, además, fortalecería en sus procesos teniendo en cuenta que el área de ingeniería es precisamente la que se encarga de la planeación y diseño de los proyectos, de igual manera, es el área donde se encuentra actualmente el cuello de botella, debido al tiempo extra utilizado debido a la carencia de herramientas eficientes y actualizadas acordes a las actividades pertinentes, según los resultados obtenidos en la investigación.

El software de ingeniería es una base para mejorar la calidad lo que permite que los ingenieros logren realizar el desarrollo de la ingeniería con mayor productividad, efectividad, seguridad y satisfacción.

Los costos de este tipo de programas requieren de inversiones altas al principio pero al final de cada proyecto, trae beneficios a corto y largo plaza, además se generara mayor productividad y eficiencia para el desarrollo de futuros proyecto, dato que se soporta en el estudio técnico y financiero.

11.3.1. EVALUACION DE CALIDAD DE SOFTWARE

El objeto principal del software, es que posea la calidad necesaria y suficiente para que satisfaga las necesidades de los ingenieros y del cliente, con la finalidad que se vea reflejado en la eficiencia del proyecto.

Para evaluar la calidad del software, se toman en cuenta los siguientes factores de calidad (Gonzalez Rodriguez).

Calidad de Recurso, se puede especificar un software para mejorar la calidad de los recursos tecnológicos, etc, y en que se pueden influenciar en la calidad de los procesos.

Calidad de Proceso, se puede especificar un modelo de calidad de mejorar continua para medir distintos aspectos del mismo desarrollo de ingeniería.

Calidad de Producto, la propuesta de calidad de un software, se basa en la experiencia documentada y en la calidad interna y externa, expresada por el manejo de los recursos de forma interna y las opiniones, quejas.

La calidad interna se mide a través de indicadores internos dentro del grupo de diseño de ingeniería, es decir, miden aspectos como tiempo de diseño por proyecto, sin considerar su comportamiento y entorno. La calidad externa, se mide a través de opiniones del cliente y no conformidad es por parte de los clientes internos, en donde la etapa de diseño se encuentra generalmente en estado de ejecución, aquí lo importante es el conjunto de características y atributos que influyen a la vista externa del producto en un entorno de ejecución generalmente simulado.

Calidad en uso, se intenta medir las percepciones y reacciones de los usuarios, perteneciente a perfiles determinados, interactuando con el producto en escenarios específicos de uso.

11.3.1.1. SOFTWARE A IMPLEMENTAR EPLAN

Calidad de recurso:

Software EPLAN, para elaborar diagramas de control bajo la norma DIN y ANSI.

Gabinetes de E/S, Centro control de motores (CCM's) y otros gabinetes

Calidad de Proceso:

Eliminación de horas de trabajo en AUTOCAD y de las herramientas de hojas electrónicas para elaboración de diagramas eléctricos de control.

Ahorro de costos en licencia de EPLAN utilizando modalidad Stand Alone y la utilización infinita para proyectos.

Ahorro de horas – hombre para elaborar planos de bornes, índices y conexiones.

El programa se utiliza para elaborar diagramas de control para la fabricación de tableros en el desarrollo de proyecto y es útil para la ingeniería AS BUILT al finalizar la puesta en marcha.

Ayuda a crear diagramas de control como Poka-Yoques⁴⁴ para evitar de corregir errores.

Calidad de Producto

Con monitoreo individuales configurables e integrales se puede determinar que tan estrictamente EPLAN monitorea el nivel de calidad de la documentación. De este modo, las actividades posteriores en el proceso tienen toda la información que se requiere de la ingeniería en si misma aunado a la creación continua de sus

⁴⁴ Un **poka-yoke** (en japonés, literalmente *a prueba de errores*) es una técnica de calidad que se aplica con el fin de evitar errores en la operación de un sistema.

productos hasta la fabricación, instalación, puesta en marcha, servicio y mantenimiento.

Calidad en uso

Una posible reacción de los usuarios es la solicitud que en los proyectos futuros se incluyan la capacitación de la elaboración de los planos y que se proporcionen licencias demo para su uso del personal inicialmente.

1. Departamento que utilizaría el programa: Departamento de Ingeniería.
2. Fase de uso del programa: Desarrollo de ingeniería eléctrica y puesta en marcha.
3. Países donde dictan capacitaciones de EPLAN: México y Alemania

11.3.2. ANALISIS DE AHORRO GENERADO POR LA ADQUISICION DEL SOFTWARE EPLAN⁴⁵

En la mayoría de los entornos de diseño, la duración de una tarea basada en CAD se mide en las que horas empleadas por el usuario de CAD en completar la tarea desde el inicio hasta realizar las revisiones finales. La cantidad de horas se multiplica por la tarifa de trabajo del usuario de CAD para calcular un coste total del proyecto de esta manera:

Coste del proyecto = Tiempo (h) x Tarifa de trabajo (\$/h)

Esta ecuación nos permite sacar dos conclusiones:

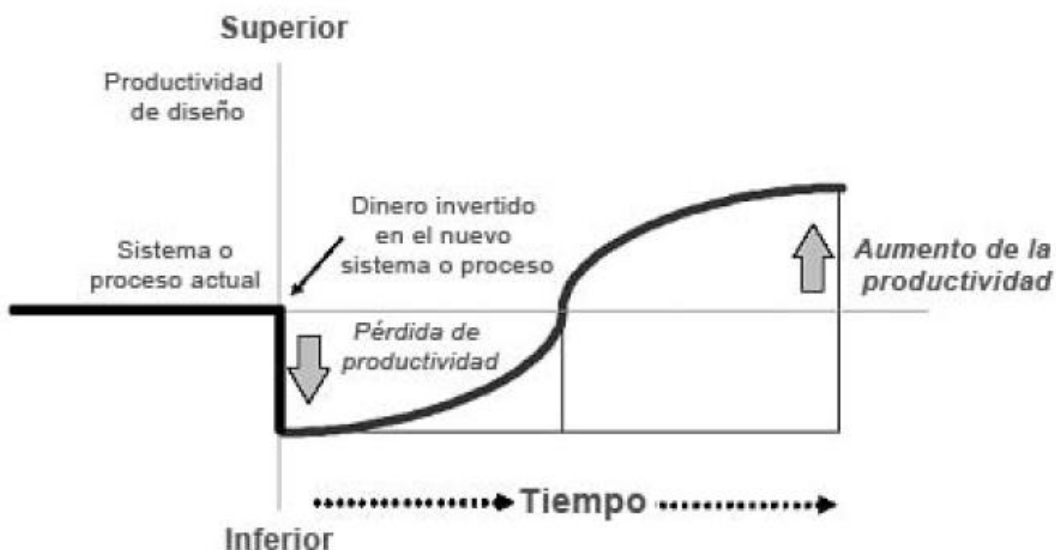
- El tiempo realmente es igual a dinero, ya que es directamente proporcional al coste del proyecto.
- Cuanto mayor es la tarifa de trabajo, más cuesta el proyecto.

⁴⁵ <http://www.autodesk.mx/campaigns/inspired-by-autocad/lt-vs-autocad>

- Si las tarifas de trabajo son fijas, la única forma de reducir el coste del proyecto consiste en reducir el tiempo.

Como la mayoría de los usuarios de CAD, desde delineantes a ingenieros, tienen tarifas de trabajo altas, la reducción del tiempo empleado se traduce en un ahorro de coste real para la empresa. Por lo tanto, si una herramienta de software más potente se puede usar para ahorrar tiempo, su precio se amortizará mediante la reducción de los costes del proyecto.

Pero se debe considerar un cambio importante en la productividad de los usuarios durante el periodo de transición. En Ilustración 12 se muestra qué ocurre tras la implementación de un nuevo sistema. Se produce una pérdida inmediata de productividad mientras los usuarios se adaptan al nuevo sistema. Con el tiempo, la productividad se recupera hasta el mismo nivel que con el sistema original y alcanza un punto más elevado a medida que se afianza la nueva tecnología.



Fuente: MODELADO DE INFORMACIÓN DE EDIFICIOS REVIT

Ilustración 12. Productividad del diseño durante la implementación del sistema.

A continuación se muestra una fórmula estándar para calcular la productividad del primer año. Esta fórmula utiliza sólo unas pocas variables fundamentales relacionadas con el costo del sistema, la formación y los ahorros de costos de productividad generales del sistema.

$$\text{Incremento productividad año 1} = \frac{\left(B - \left(\frac{B}{1+E} \right) \right) \times (12 - C)}{A + (B \times C \times D)}$$

Las variables de la formula son:

A= Costo de hardware y software	\$ 197.706.661
B= Costo mensual de mano de obra	\$ 7.946.400
C= tiempo de formación (meses)	6
D= Perdida de productividad durante la formación	50%
E= aumento de productividad después de la formación	25%

Utilizando estas cifras, la productividad calculado está algo por 4.3% mensual para total anual de 51.65% un valor cercano al calculado inicialmente de 43.2% (ver Tabla 10. **Análisis de tiempo situación actual vs software de diseño**). Es un valor muy optimista para una inversión en TI, y sería una decisión financiera fácil de tomar para la mayoría de los directores financieros.

- **Variables críticas**

Al analizar las cifras, se puede determinar que el aumento y la pérdida de productividad son las variables sensibles de la ecuación. Un ligero cambio en estos valores produce un cambio significativo en el resultado final. Intuitivamente, se puede comprender por qué la productividad es tan crítica, ya que es el resultado a largo plazo de una inversión.

La cifra de aumento de la productividad utilizada en el cálculo (25%) es un Indicador tomado de los resultados comunicados a Autodesk⁴⁶ y es una estimación conservadora.

Un cliente de un software especializado en diseño, calculó que los aumentos de productividad logrados con el uso del software es aproximadamente 20 proyectos finalizados y la empresa ha obtenido un incremento de la productividad del 30% en diseño y documentación, con una disminución del 50% de las solicitudes de información durante la construcción. Además, el tiempo destinado a formación (el tiempo que necesitaron para ser igual de productivos con el nuevo sistema que con el anterior) fue tan sólo de 14 días, frente a los 6 meses utilizados en la formula.

En la encuesta realizada en línea realizada por Autodesk, más de la mitad de las personas que respondieron experimentaron aumentos de productividad superiores al 50% con el uso de la solución de modelado de información y un 17% experimentaron aumentos de productividad superiores al 100%.

⁴⁶ Autodesk y Revit son marcas registradas de Autodesk, Inc., en Estados Unidos y otros países. La plataforma Revit es la solución de Autodesk creada específicamente para el modelado de información de edificio. Autodesk encargó una encuesta en línea entre los usuarios de su software Revit Architecture en diciembre de 2003. Aproximadamente 100 usuarios respondieron a la encuesta. Esos resultados, se recopilaron en un informe titulado Rendimiento de la inversión con Revit, se utilizan como base para las cifras de muestra. (Información disponible en Internet en www.autodesk.es/revit)

12. CONCLUSIONES

En el área de ingeniería de la empresa de metalmecánica de Santiago de Cali se se pudieron mediante la investigación identificar falencias en el desarrollo de las actividades de planeación y diseño retrasando las actividades de las otras áreas productivas, ya que emplea más tiempo del indicado según el cronograma de actividades para el cumplimiento de los tiempos de entrega, sumado a ello, las actividades no están estandarizadas por lo cual, muchas de las tareas productivas están al criterio propio de los colaboradores, este panorama se ve reflejado en las demoras de entrega a las solicitudes, inconformidades del cliente y deficiencias de calidad del servicio.

Las falencias que se presentan en el área de ingeniería de la empresa, que obedecen a múltiples factores o causas dentro de las que se pudieron identificar con base en el estudio como más relevantes: en la realización de los diseños los cuales se deban ajustar a cada una de la actividades en su respectivo tiempo, en ocasiones no se cuenta con pre diseños, diseños adecuados y oportunos, generando: retrasos en los procesos, mala selección del material, errores en el servicio y en el montaje, errores en el control de calidad y mantenimiento.

No existen plantillas bosquejadas y/o estandarizadas, carencia de una oportuna comunicación entre los departamentos cuya información sea suficiente, efectiva y optimice los procesos productivos de manera consecutiva.

De las dos alternativas analizadas en esta investigación, el software de diseño constituye una excelente opción para el mejoramiento de los procesos de planeación y diseño del área de ingeniería ya que se consigue una mayor productividad en el trazado de planos, integración con otras etapas del proceso, mayor flexibilidad, mayor facilidad de modificación de los diseños, ayudando a la estandarización, disminución de revisiones y mayor control del proceso de diseño.

Se observa la necesidad de establecer controles en toda la cadena de valor de la organización ya que al salirse de los parámetros de tiempos se incrementan costos, se alarga el tiempo de entregas y se incumple al cliente.

La segunda alternativa analizada fue la reestructuración del área de Diseño, la cual genera también un beneficio para la organización, ocasionando un cambio completo en procesos, recurso humano y políticas administrativas, estos cambios generan un impacto negativo en los procesos mientras se ajustan a los cambios y estabilizan, financieramente a pesar de su viabilidad, esta comparada con la implementación del software es menor.

13. RECOMENDACIONES

De acuerdo al planteamiento del problema en que la empresa metalmecánica desea incrementar la productividad en el departamento de diseño bajo la estandarización de tiempos y actividades, se requiere mejorar la forma en cómo se desarrollan los proyectos y proyectar una imagen de alta calidad hacia los clientes internos, esto requiere la automatización del proceso bajo un esquema de mejora continua.

Actualmente los proyectos generan baja productividad, eficiencia y traslada operaciones de diseños a otros departamento como el de producción, bajo la metodología de un software de diseño especializado, se busca es el aumento de la productividad y de la eficiencia basada en reducir los procesos o actividades que retrasan los proyecto. Es por esta razón que se sugiera que el departamento de diseño aplique el ejecución de EPLAN con el fin de aumentar la competitividad ante un mercado más exigentes y definiendo como el “*core business*” la ingeniería de alta calidad al servicio del cliente.

De acuerdo a las experiencia de proyectos pasados, es muy habitual que sucedan cambios durante la etapa de ejecución, lo que significa, que contar con los controles adecuados ayuda a tener un control absoluto, es por esto, que la implantación del software de diseño generaría una gran valor, ya que asegura que los proyectos se mantenga en una estructura sólida de control y su estructura es el pilar para diseñar un flujo de información y conlleva a tener una mejora administración de la ingeniería, compras, logística y análisis financiero de la orden de trabajo.

Los errores de ingeniería o diseño tienen repercusiones económicas que pueden ocasionar perdidas en el presupuesto del proyecto, es por esta razón que automatiza el desarrollo de la ingeniería garantiza la calidad en la construcción de

los proyectos y que el objetivo principal del departamento de diseño se basara en entregar un producto con calidad.

Una vez aprobada la ingeniería básica y de detalle que conforman la parte esencial de los proyectos y puesta en marcha, la calidad con que se hayan realizado estas ingenierías garantizara un mejor proyecto, también durante la entrega y su futuro funcionamiento se debe considerar la ingeniería de detalle al pie de la letra, para evitar errores que también puedan ser causantes de retrasos para el cliente o usuario final.

Las recomendaciones se enfocan al uso de la herramienta de software, con el fin de tener exactitud, precisión y calidad en el producto enfocado siempre a las necesidades del cliente.

Habitualmente en las empresas la mayoría de las veces no se cuenta con el tiempo para analizar el mercado tecnológico, pero se debe analizar y organizar la búsqueda de herramientas que faciliten las actividades como por ejemplo, software adecuados para las tareas determinadas con la finalidad de optimizar y aumentar la calidad.

Es importante indicar que en la empresa de estudio, se estableció como objeto principal obtener mejores resultado y rendimiento, por esta razón con la solución planteada se obtiene una mayor eficiencia en ahorro de mano de obra de ingeniería e incremento de producción, a través de la nueva tecnología de software. Este tipo de tecnología requiere de una inversión inicial alta si se compara con la reestructuración bajo la estandarización de productos, pero el rendimiento en un futuro es mucho mayor que la alternativa dos.

Este trabajo trasmite la idea que la inversión en programas especializados trae beneficios en la mejora de la productividad y calidad. La adquisición de estos software requieren capacitación del personal, lo cual es un aspecto de motivación

del personal que desarrolla la ingeniería, esto generara más valor en las personas con nuevos conocimientos generando un ambiente de calidad en la empresa.

La calidad en un producto es un factor importante para dar continuidad al trabajo a los proveedores y a la vez para impulsar la innovación de nuevos productos bajo el esquema de la mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

- HUICI, Néstor. (2005) *Plan Estratégico para la Industria Metalmeccánica. Máquinas. Herramienta*. CESPA-ADIMRA. Argentina.
- SALVAGNO, Silvia. (2006) *Introducción a la Historia Industrial de Villa Mercedes*. San Luis.
- HARRINGTON, H. James. (1997) *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Editorial Mc. Graw Hill Interamericana, S.A. México.
- MARIN García. (2008) *La mejora continua como innovación incremental. El caso de una empresa industrial española. Economía Industrial*.
- Chiavenato. (2002). *Administracion de los nuevos tiempos*. Bogota: McGraww-Hill Interamericana S.A.
- SERNA, H. (2010). *Gerencia estratégica*. Bogotá.
- VIDAL, E. (2004). *Diagnóstico Organizacional*. Bogotá.
- Company, P., Vergara, M., & Mondragon, S. (2007). *Dibujo Industrial*. Universitat Jaume.
- Deming, E. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis*. Madrid: Diaz de Santos.
- Deming, E. (1996). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Madrid: Thomson Editores.
- Forsythe, A., & Nieto Ramirez, J. A. (1973). *Lenguajes de diagramas de flujo*. Mexico: Editorial Limusa.
- Frazier, G. (s.f.). *Administracion de produccion y operaciones* (Cuarta ed.). Thompson editores.
- Garcia, M. (2008). *La mejora continua como innovación incremental. El caso de una empresa industrial española*. Economía Industrial nº 368.
- Garcia, R. (s.f.). *Estudio del trabajo, ingenieria de metodos y medicion del trabajo* (2da ed.). Mc Graw Hill.

Gonzalez Rodriguez, J. (s.f.). Hacia la medicion de calidad en uso web. Caceres, España.

Guía de Planeación del Proceso de Mejoramiento Continuo. Programa de desarrollo empresarial y proceso de mejoramiento continuo. (1992). Mexico: Nacional Financiera .

Harrington, J. H. (1987). *Mejoramiento de los procesos de la empresa.* Mexico: Mc. Graw Hill Interamericana.

Hartmann, B. (2015). *Digital manufacturing: The revolution will be virtualized.* McKinsey Digital.

Huici, N. (2005). *Plan Estratégico para la Industria Metalmeccánica. Máquinas. Herramienta.* Argentina: CESP-ADIMRA.

ICONTEC. (2015). *Draft International Standard ISO/DIS 9001:2015.* Bogota.

Immonen, A., & Sääksvuori, A. (2008). *Product Lifecyle Management.* Berlin: Heidelberg SPRINGER.

Infante Villareal, A. (1991). *Evaluación financiera de proyectos de inversión* (Séptima ed.). Bogotá, Colombia: Norma S.A.

OIT. (1988). *Introducción al estudio de trabajo* (Cuarta ed.). Mexico: Limusa.

Sunchales, E. R. (s.f.). *Diagnostico Tecnologico Sector Metalmeccanico.* (C. d. Empresarial, Ed.) Argentina.

Tecnalia, R. (2001). *Guía Básica para la aplicación de las TICs en PYMES.* Viscaya.

Valderrama, J. (2004). *Información Tecnológica Vol 15 Nº6.* (U. N. Lisboa, Ed.) Caparica, Portugal: Facultad de ciencias y tecnologia, Dpto de Ingenieria mecanica e industrial.

Vidal, E. (2004). *Diagnostico Organizacional.* Bogota: ECOE.

ANEXOS

Anexo No. 1 Entrevista

Objetivo: Diseñar un plan de mejoramiento en el área de planeación y diseño de una empresa del sector metalmecánico de Santiago de Cali – Valle del Cauca

1. ¿Cómo es un día de trabajo en la sección de ingeniería de la empresa desde que inicia la jornada hasta que termina?
2. ¿Por qué considera importante realizar un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?
3. ¿Considera que un plan de mejoramiento en el área de diseño aumentaría la productividad y efectividad y bajo qué condiciones se llevaría a cabo?
4. ¿De considerar el plan de mejoramiento una vez realizado una posibilidad viable, lo implementará la empresa y cuentan con los recursos para llevarlo a cabo?
5. ¿Cree que el personal estaría dispuesto a retomar tiempos y actividades como parte del nuevo plan de mejoramiento?
6. Cuentan con un manual de funciones y procedimientos en esta área que no haya sido efectivo?
7. ¿A quién deben responder los trabajadores de esta área y de qué manera lo hacen cuando no se encuentran sus superiores inmediatos?
8. ¿Cómo se miden las competencias y desempeño en el área de ingeniería?
9. ¿Cuáles creen que son los beneficios de un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Anexo No. 2 Resultados de la encuesta

Objetivo: Diseñar un plan de mejoramiento en el área de planeación y diseño de una empresa del sector metalmecánico de Santiago de Cali – Valle del Cauca

COLABORADOR 1.

1. ¿Cómo es un día de trabajo en la sección de ingeniería de la empresa desde que inicia la jornada hasta que termina?

En el área de proyectos de la sección de ingeniería se maneja bajo la modalidad de pedidos solicitados por los cliente, cada proyecto inicia bajo la autorización del cliente generada por una orden de compra, en donde partir de esta orden de compra se determina la fecha de entrega del proyecto del cual solo el 20% se debe consumir en departamento de ingeniería, de acuerdo al volumen de proyectos el director de ingeniería asigna a cada administrador de proyecto la obra para su respectiva ejecución la cual incluye desarrollo de planos eléctricos, mecánicos y de control, en donde los planos se desarrollan en AutoCAD, solicitud de materiales y diligenciamiento de formatos con datos claves para el departamento de producción.

2. ¿Por qué considera importante realizar un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Se requiere un plan de mejoramiento para ser más competitivos en un mercado más exigente en donde el cliente solicita mejora calidad y tiempo de entrega más cortos.

3. ¿Considera que un plan de mejoramiento en el área de diseño aumentaría la productividad y efectividad y bajo qué condiciones se llevaría a cabo?

Si, debido a que muchas actividades de ingeniería actualmente se están desarrollando en producción lo cual consume tiempo importante de los proyectos, además la función principal de producción es fabricar no realizar ingeniería.

Además al contar una ingeniera más detallada se puede lograr la estandarización y generar productos o partes en serie lo cual mejoraría tiempo de entrega, por esta razón se busca implementar la estandarización del componente mecánico con la técnica de PDM (Product Data Management) en cual nos permitiría realizar productos con varias variante amoldándose más a

los requerimientos de cliente y con el beneficio de que solo tendríamos que estandarizar un grupo de familia más pequeño de productos.

4. ¿De considerar el plan de mejoramiento una vez realizado una posibilidad viable, lo implementará la empresa y cuentan con los recursos para llevarlo a cabo?

Actualmente la empresa cuenta con un fondo para la investigación y el desarrollo en donde se podría incluir el plan de mejoramiento. Además la empresa se encuentra en la búsqueda constante de fondo de parte del estado para el mejoramiento de la pymes para fortalecerlas para la exportación, o fondo como el que ofrece bancoldex para el aumento de la capacidad de producción, la actualización del aparato productivo, la adopción de nuevas tecnologías e innovación.

De estas entidades se buscar captar recursos y además se incluiría recursos propios, claramente bajo una revisión financiera.

5. ¿Cree que el personal estaría dispuesto a retomar tiempos y actividades como parte del nuevo plan de mejoramiento?

En la actualidad cada empleado ya sea del área de ingeniería o de producción realiza un reporte de actividades en donde especifica la actividad y el tiempo de empleado, para así poder distribuir la mano de obra en el costo de cada proyecto y determinar el costo final de cada obra.

6. ¿Cuentan con un manual de funciones y procedimientos en esta área que no haya sido efectivo?

No, cada crecimiento o función que cambie en el tiempo o que se encuentra una oportunidad de mejora se va actualizando en conjunto con el departamento de calidad para de esta manera contar con instructivos y procedimiento que sean utilidad y no mera formalidades.

7. ¿A quién deben responder los trabajadores de esta área y de qué manera lo hacen cuando no se encuentran sus superiores inmediatos?

Cada administrador de proyectos debe responder al director de ingeniería, en caso de no encontrarse este reportaría a la gerencia de operación, y en ausencia de esta al gerente general.

8. ¿Cómo se miden las competencias y desempeño en el área de ingeniería?

El desempeño se mide con el tiempo de entrega de las obras a producción el cual debe ser igual o menor al 20% del tiempo de proyecto. Además se tiene en cuenta que el margen de las obras se debe ajustar a lo cotizado y el administrado de proyecto debe buscar oportunidades para optimizar los diseños y evitar la máximo reproceso para de esta forma mejora el margen de utilidad.

Además trimestralmente el director de ingeniería realizar un evaluación de desempeño de los colaboradores.

9. Cuales creen que son los beneficios de un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

- Aumentaría la precisión y exactitud de los diseños
- Se podría lograr un estandarización de ciertos productos
- Disminuir tiempos y lograr integrar con otras áreas de diseño como el que se realiza en producción en la actualidad.
- Disminuir los costos del área de diseño

COLABORADOR 2.

1. ¿Cómo es un día de trabajo en la sección de ingeniería de la empresa desde que inicia la jornada hasta que termina?

En oportunidades puede llegar a ser estresante, si no se sabe manejar la carga laboral y tiempos de entrega.

2. ¿Por qué considera importante realizar un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Es bueno realizar plan de mejoramiento, ya que se puede disminuir tiempos de entrega de trabajos, facilitar las actividades diarias.

3. ¿Considera que un plan de mejoramiento en el área de diseño aumentaría la productividad y efectividad y bajo qué condiciones se llevaría a cabo?

Si claro considero que aumentaría la productividad, con las condiciones que el desempeño aumentaría de una forma normal, y no exponencial.

4. ¿De considerar el plan de mejoramiento una vez realizado una posibilidad viable, lo implementará la empresa y cuentan con los recursos para llevarlo a cabo?

Considero que sí.

5. ¿Cree que el personal estaría dispuesto a retomar tiempos y actividades como parte del nuevo plan de mejoramiento?

Si

6. ¿Cuentan con un manual de funciones y procedimientos en esta área que no haya sido efectivo?

Si

7. ¿A quién deben responder los trabajadores de esta área y de qué manera lo hacen cuando no se encuentran sus superiores inmediatos?

En la parte técnica y algunas otras funciones no se tiene.

8. ¿Cómo se miden las competencias y desempeño en el área de ingeniería?

Evaluación de desempeños

9. Cuales creen que son los beneficios de un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Trabajar con herramientas ideales, las cuales permitirían realizar actividades laborales mas efectivas.

COLABORADOR 3.

1. ¿Cómo es un día de trabajo en la sección de ingeniería de la empresa desde que inicia la jornada hasta que termina?

En algunos momentos puede ser extenuante debido a que el jefe directo solicita las cosas como poco tiempo de planeación o entendimiento del alcance.

2. ¿Por qué considera importante realizar un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Porque se mejorarían aspectos como tiempos de entrega, planeación de actividades, productividad y condiciones de trabajo de los empleados.

3. ¿Considera que un plan de mejoramiento en el área de diseño aumentaría la productividad y efectividad y bajo qué condiciones se llevaría a cabo?

Sí, pero tendrían que garantizarse las condiciones de tiempos asignados para realizar las actividades, contar con los recursos tecnológicos para llevar a cabo esas actividades y reforzar los conocimientos de las nuevas innovaciones que salen en el mercado a todo el personal involucrado.

4. ¿De considerar el plan de mejoramiento una vez realizado una posibilidad viable, lo implementará la empresa y cuentan con los recursos para llevarlo a cabo?

Diría que SI.

5. ¿Cree que el personal estaría dispuesto a retomar tiempos y actividades como parte del nuevo plan de mejoramiento?

No

6. ¿Cuentan con un manual de funciones y procedimientos en esta área que no haya sido efectivo?
Si

7. ¿A quién deben responder los trabajadores de esta área y de qué manera lo hacen cuando no se encuentran sus superiores inmediatos?

Al jefe inmediato, cuando no se encuentra es un poco complicado debido a que no se cuenta con instrucciones a seguir o criterios para tomar decisiones en algunos aspectos.

8. ¿Cómo se miden las competencias y desempeño en el área de ingeniería?

A través de evaluaciones de desempeño que se realizan cada cierto tiempo y que son diligenciadas por el jefe inmediato.

9. Cuales creen que son los beneficios de un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Mejores tiempos de entrega, productividad, planeación y condiciones de trabajo.

COLABORADOR 4.

1. ¿Cómo es un día de trabajo en la sección de ingeniería de la empresa desde que inicia la jornada hasta que termina?

Se inicia verificando las necesidades del cliente para luego identificar la soluciones a implementar, de acuerdo a esto se planifica el trabajo.

2. ¿Por qué considera importante realizar un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

El plan de mejoramiento nos ayudaría a disminuir tiempos de ejecución, siento más efectivos en nuestro trabajo.

3. ¿Considera que un plan de mejoramiento en el área de diseño aumentaría la productividad y efectividad y bajo qué condiciones se llevaría a cabo?

Si las aumentaría, implementado nuevas tecnologías de diseño (software) y con capacitación continua para implementación de estas tecnologías.

4. ¿De considerar el plan de mejoramiento una vez realizado una posibilidad viable, lo implementará la empresa y cuentan con los recursos para llevarlo a cabo?

Actualmente con el recurso no se cuenta, se debe justificar con valores el retorno de esta inversión para así ser evaluado por la gerencia de la compañía.

5. ¿Cree que el personal estaría dispuesto a retomar tiempos y actividades como parte del nuevo plan de mejoramiento?

Sí, creo que la implementación de un plan de mejoramiento en principio se ve como una actividad adicional pero a largo plazo se ven los resultados en eficiencia y estandarización.

6. ¿Cuentan con un manual de funciones y procedimientos en esta área que no haya sido efectivo?

El manual de esta área es efectivo pero nuestras necesidades cambian y debe ser constantemente actualizado.

7. ¿A quién deben responder los trabajadores de esta área y de qué manera lo hacen cuando no se encuentran sus superiores inmediatos?

Se informa a la gerencia de ingeniería por medio escrito.

8. ¿Cómo se miden las competencias y desempeño en el área de ingeniería?

Si semestralmente se retroalimentan los resultado del personal y se evalúa su desempeño y competencia.

9. Cuales creen que son los beneficios de un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Nos mantenemos competitivo ante el mercado utilizando nuevas tecnologías y herramientas que nos hace más eficaces con mayor productividad.

COLABORADOR 5.

1. ¿Cómo es un día de trabajo en la sección de ingeniería de la empresa desde que inicia la jornada hasta que termina?

Se inicia con la actividad designada por el director de ingeniería y de acuerdo al cronograma de entrega se prioriza las actividades

2. ¿Por qué considera importante realizar un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Ya que se mejoraría la velocidad con que se desarrolla las actividades y se disminuiría los reproceso.

3. ¿Considera que un plan de mejoramiento en el área de diseño aumentaría la productividad y efectividad y bajo qué condiciones se llevaría a cabo?

Si las aumentaría, seleccionando una herramienta adecuada, se podría tomar como referencia las herramientas utilizadas por las empresas multinacionales.

4. ¿De considerar el plan de mejoramiento una vez realizado una posibilidad viable, lo implementará la empresa y cuentan con los recursos para llevarlo a cabo?

Si se implementaría en la empresa, pero se debe fortalecer el departamento ya que con el recurso actual no se dispone de mucho tiempo para una actividad adicional

5. ¿Cree que el personal estaría dispuesto a retomar tiempos y actividades como parte del nuevo plan de mejoramiento?

Si, mientras el tiempo a invertir no se demasiado extenso y comprometa las actividades diarias a realizar. O que la empresa disponga de un tiempo para la implementación.

6. ¿Cuentan con un manual de funciones y procedimientos en esta área que no haya sido efectivo?

Si se cuenta con una manual de funciones, este describe de forma macro las actividades que se desarrollan.

7. ¿A quién deben responder los trabajadores de esta área y de qué manera lo hacen cuando no se encuentran sus superiores inmediatos?

Se informa a al director de ingeniería en primer lugar.

8. ¿Cómo se miden las competencias y desempeño en el área de ingeniería?

Mediante a la evaluación de desempeño.

9. Cuales creen que son los beneficios de un plan de mejoramiento en el área de ingeniería?

Mejoraría la calidad de los diseños y sería más rápido el proceso para iniciar más prontamente la construcción.

Anexo No. 3 Balance General de la empresa metalmecánica

BALANCE GENERAL COMPARATIVO A DICIEMBRE 31 DE 2015 Y 2014



	2015	2014
<u>A C T I V O</u>		
Activo Corriente		
Disponible	92.208.880	600.556.609
Deudores	1.513.318.273	1.152.356.911
Inventarios	767.505.262	329.367.131
Gastos pagados por anticipado	2.344.561	1.640.000
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	2.375.376.976	2.083.920.651
Activo No Corriente		
Propiedad* Planta y Equipo		
Depreciable	357.098.211	304.888.259
Depreciacion acumulada	-320.169.992	-304.888.259
TOTAL PROPIEDAD PLANTA Y EQUIPO	36.928.219	-
Otros activos		
Inversiones	-	-
Intangibles	-	-
total otros activos	-	-
TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	36.928.219	-
TOTAL ACTIVOS	2.412.305.195	2.083.920.651

PASIVOS**PASIVO CORRIENTE**

Obligaciones financieras	-	-
Proveedores	138.801.309	299.938.483
Cuentas por Pagar	99.289.508	57.540.705
Impuestos, Gravámenes y Tasas	20.533.370	64.439.000
Obligaciones Laborales	43.724.925	29.372.212
Diferidos	-	-
Otros Pasivos	421.886.375	191.700.419
TOTAL PASIVO CORRIENTE	724.235.487	642.990.799
TOTAL PASIVOS	724.235.487	642.990.799

PATRIMONIO

Capital Social	30.000.000	30.000.000
Prima en Colocación de Acciones	17.400.000	17.400.000
Reservas	1.214.325.605	1.063.768.876
Revalorización del patrimonio	176.322.262	179.204.263
Resultado del Ejercicio	250.021.841	150.556.713
TOTAL PATRIMONIO	1.688.069.708	1.440.929.852
TOTAL PASIVOS Y PATRIMONIO	2.412.305.195	2.083.920.651

^

**ESTADO DE RESULTADOS COMPARATIVO
DE ENERO 1 A DICIEMBRE 31 DEL 2015 Y 2014**



	2015	2014
INGRESOS OPERACIONALES	4.954.952.036	3.022.161.522
(-) DEVOLUCIONES EN VENTAS	4.582.258	3.493.460
TOTAL INGRESOS	4.950.369.778	3.018.668.062
COSTO DE VENTAS	4.139.962.578	2.428.315.872
UTILIDAD BRUTA EN VENTAS	810.407.200	590.352.190
GASTOS ADMINISTRATIVOS	464.579.284	387.808.359
UTILIDAD OPERATIVA	345.827.916	202.543.831
INGRESOS NO OPERACIONALES	75.217.831	59.570.196
EGRESOS NO OPERACIONALES	36.066.906	28.990.298
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	384.978.841	233.123.729
IMPUESTO DE RENTA	99.233.000	60.179.000
IMPUESTO DE RENTA PARA LA EQU	35.724.000	22.388.016
UTILIDAD NETA DESPUES DE IMPUE	250.021.841	150.556.713