

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO QUE
CONTRIBUYA CON EL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MAPLE OIL TOOLS S.AS**

**LADY KATHERINE VALDERRAMA LEÓN
YERALDINE BURITICÁ SERRANO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2015**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO QUE
CONTRIBUYA CON EL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MAPLE OIL TOOLS S.A.S**

**LADY KATHERINE VALDERRAMA LEÓN
YERALDINE BURITICÁ SERRANO**

Práctica Empresarial para optar el título de ingeniería industrial

Tutor

**OSCAR ALBERTO CASTELLANOS FONSECA
Ingeniero en Mecatrónica**

Director:

**EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNÁNDEZ
Ingeniero industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

DEDICATORIA

A Lucy J. León,
Mi hermana, amiga, ejemplo y apoyo.

Lady Katherine Valderrama León

DEDICATORIA

A Bernabé Buritica Aristizabal y Aminta Serrano, por darme la oportunidad de ser quien soy, por estar siempre en el momento justo, con la palabra adecuada, con lo mejor de ustedes como amigos y padres, éste y todos los triunfos que vienen se los debo a Uds.

Yeraldine Buritica Serrano.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme e iluminar el camino, por brindarme la fortaleza y sabiduría para alcanzar mis objetivos, por permitirme compartir mi camino con personas maravillosas que lo iluminan.

A mis padres por la motivación constante que me ha permitido ser una persona soñadora.

Mis hermanos Lucy, Carolina Ingrid, Yesid, por creer siempre en mí, por estar siempre para mí, con este logro quiero retribuir con alegría y orgullo tantos sacrificios vividos.

A Elena por su constante y desinteresado apoyo para ayudarme alcanzar esta meta, su cariño y disposición fueron claves en los puntos difíciles a lo largo de este camino.

A Mis amigos Greiss, Sergio José, Yelmyn P, Laura, Melissa, Andrea por los momentos sinceros de amistad. Y a todos los que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este proyecto.

A camilo Andrés por su constante apoyo y comprensión, por llenar mi vida de felicidad y sobre todo por demostrarme que con esfuerzo y constancia todo se puede lograr.

A la universidad Industrial de Santander, por brindarme herramientas que además de ayudar a mi formación como ingeniera han fortalecido mi carácter.

Lady Katherine Valderrama León

AGRADECIMIENTOS

Al ser que me ha dado las fuerzas para seguir un largo camino de promesas cumplidas, al que hoy puedo decir: Todo te lo debo a ti señor.

A todas las personas que aportaron para que esta meta en mi vida se hiciera realidad,

A mi familia por confiar en mí, por darme todo sin esperar nada a cambio, porque sin ese amor que nos une y nos impulsa día a día, esto no fuera posible.

A Cristian Camilo Jiménez Leiva, por su paciencia, cariño, sabiduría y gran aporte en el momento justo.

A Eliana Buritica Serrano, por ser mi compañera, amiga y hermana.

Yeraldine Buritica Serrano.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	25
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.2 OBJETIVOS	26
1.2.1 Objetivo general	26
1.2.2 Objetivos específicos	27
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO	27
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	28
1.5 METODOLOGÍA	29
2. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA MAPLE OIL TOOLS S.A.S	33
2.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL SECTOR METALMECÁNICO EN COLOMBIA	33
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	34
2.2.1 Razón social de la empresa	34
2.2.2 Actividad económica	34
2.2.3 Estructura organizacional	35
2.2.4 Mapa de procesos.	35
2.2.5 Número de empleados	36
2.2.6 Marco estratégico	37
2.2.6.1 Misión	37
2.2.6.2 Visión	37
2.2.7 Productos	38
2.2.8 Proveedores	40
2.2.9 Clientes	40

2.2.10 Descripción general de los procesos productivos de la empresa Maple Oil Tools S.A.S	41
2.2.11 Descripción de la maquinaria	44
3. MARCO TEÓRICO	48
3.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	48
3.1.1 Sistema de Producción por Encargo	49
3.2 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	52
3.2.1 Determinación de las Operaciones y Secuencias	53
3.2.2 Determinación de Máquinas a Utilizar	53
3.2.3 Requerimiento De Mano De Obra	54
3.2.4 Materias Primas e Insumos	54
3.3 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	55
3.4. ESTUDIO DE TIEMPOS	56
3.4.1 Técnicas De Medición Del Trabajo	56
3.4.2 Estudio de tiempos por cronometro	57
3.4.3 División del trabajo en elementos	58
3.5 ANALISIS DE CAPACIDAD	58
3.5.1 Factores Que Afectan La Capacidad	59
3.6 PRONÓSTICOS	59
3.6.1 Descomposición De Series De Tiempo	61
3.6.2 métodos de pronósticos	62
3.7 INDICADORES DE PRODUCCION	64
3.8 SISTEMAS DE INFORMACIÓN	65
3.8.1 Análisis Y Diseño De Un Software	66
3.8.2 Actividades del desarrollo del software	66
4. ESTRUCTURA PLAN DE MEJORAMIENTO	68
5. DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO	72
5.1 OBJETIVO 1: DIAGNOSTICO	72
5.1.1 Descripción Del Proceso De Programación Y Control De La Producción	80
5.1.2 Documentación Para La Programación Y Control De La Producción	82

5.2 OBJETIVO 2: ESTUDIO DE TIEMPOS	84
5.2.1 Diagnóstico Inicial	84
5.2.2 Elección De Las Referencias Representativas Para El Estudio	84
5.2.3 La Metodología Usada Para El Desarrollo Del Estudio De Tiempos	87
5.2.4 Normalización de tareas	87
5.2.5 Calculo del número de observaciones	94
5.2.6 Selección de escala de valoración	96
5.2.7 Asignación de suplementos	96
5.2.8 Formularios para el estudio de tiempos	96
5.2.9 Captura De Datos Y Cálculo De Tiempo Normalizado	97
5.3 OBJETIVO 3: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	98
5.4 OBJETIVO 4: MODELO DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA	100
5.4.1 Técnica empleada para el pronóstico	100
5.5 OBJETIVO 5: INDICADORES DE GESTIÓN.	103
5.5.1 Indicador De Tiempo Improductivo Total	103
5.5.2 Indicador De Utilización De Horas Hombre	104
5.5.3 indicador utilización de puestos	104
5.5.4 Indicador De Trabajo En Tiempo Extra	104
5.6 OBJETIVO 6: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA LA PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN APLICADO A MAPPLE OIL TOOLS	104
5.6.1 Análisis De Requisitos	104
5.6.2 Entradas Y Salidas	108
5.6.3 Descripción Del Modelo De La Interfaz	108
5.6.4 Diseño De La Base De Datos	111
5.6.5 Descripción del prototipo de software y estandarización de los procedimientos para la programación y control de la producción aplicado a Maple Oil Tools S.A.S	113
5.7 IMPLEMENTACIÓN	132
5.7.1 Requerimientos De Hardware Y Software	132

5.7.2 Nivel de implementación	134
5.7.3 Resultados de la implementación	135
6. CONCLUSIONES	139
7. RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	142
ANEXOS	145

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Metodología del proyecto.	29
Figura 2. Mapa de procesos	36
Figura 3. Proveedores Maple Oil Tools S.A.S.	40
Figura 4. Proceso productivo Maple Oil Tools	41
Figura 5. Diagrama sistema de producción.	48
Figura 6. Proceso de fabricación bajo pedido.	49
Figura 7. Pirámide de desarrollo del Software.	66
Figura 8. Árbol del problema	75
Figura 9. Formato estudio de tiempos.	97
Figura 10. Matriz de criterios de correlación entre RC y CT	107
Figura 11. Entidad relación Ordenes de producción.	112
Figura 12. Diagrama de flujo del prototipo de MOT CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.	114
Figura 13. Inicio del programa.	115
Figura 14. Pantalla principal.	116
Figura 15. Barra de herramientas.	117
Figura 16. Nuevo proyecto	119
Figuras 17. Solicitud de producción – Detalle lleno con modificaciones y fechas y Con la ALARMA.	120
Figura 18. Impresión de solicitud de producción	121
Figura 19. Modulo orden de producción	122
Figura 20. Orden de producción - Requerimientos de materia prima.	122
Figura 21. Orden de producción - Plano	122

Figura 22. Orden de producción – Estado.	123
Figura 23. Orden de producción – Consumo.	123
Figura 24. Orden de producción – Costos	124
Figura 25. Requisición de materia prima – crear nuevo	125
Figura 26. Requisición de materia prima – Catalogo	125
Figura 27. Programación de la producción	126
Figura 28. Registro de tiempos de producción	127
Figura 29. Control – orden de producción	128
Figura 30. Indicador- Utilización Horas Hombre	129
Figura 31. Indicador- Utilización puesto de trabajo	130
Figura 32. Indicador- Tiempo Improductivo total	130
Figura 33. Indicador- cumplimiento de produccion	131
Figura 34. Indicador- cumplimiento de proveedores.	131
Figura 35. Indicador- trabajo en tiempo extra	132

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Resultado lista de chequeo.	73
Gráfica 2. Ventas de Maple Oil Tools S.A.S año 2011-2013	76
Gráfica 3. Incremento de clientes de Maple Oil Tools S.A.S año 2013.	76
Gráfica 4. Tendencia de indicadores del cumplimiento de los tiempos de entrega (año 2013)	77
Gráfica 5. Cumplimiento de tiempos de entrega materia prima nacional.	78
Gráfica 6. Cumplimiento de tiempos de entrega de importaciones	79
Gráfica 7. Diagrama programación y control Maple Oil Tools. S.A.S	81
Gráfica 8. Diagrama de Pareto de referencias.	86
Gráfica 9. Conjunto de ventas del Closing Sleeve.	101

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución del personal en las áreas de la empresa.	36
Tabla 2. Aportación dada en porcentaje de cada referencia.	85
Tabla 3. Calculo del número de observaciones de la herramienta Botton Sub en el proceso de Corte.	95
Tabla 4. Capacidad de producción para Crossover	99
Tabla 5. Capacidad de producción para Centralizador de Ruedas	99
Tabla 6. Capacidad de producción para Landing Nipple	99
Tabla 7. Capacidad de producción para Blast Joint	99
Tabla 8. Métodos de pronóstico	102
Tabla 9. Ponderación de RC y CT.	106
Tabla 10. Compatibilidad con prototipo control de la producción	133
Tabla 11. Lista de chequeo, determinación de abarque del software	137
Tabla 12. Ponderación de cubrimiento de prototipo de software a las necesidades de Maple Oil Tools.	138

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación de los productos de la línea de Completamiento	38
Cuadro 2. Clasificación de los productos de la línea de Control de arena	39
Cuadro 3. Clasificación de los productos de la línea de Protección de Tubería	39
Cuadro 4. Clasificación de los productos de la línea de Servicios Machine hop	39
Cuadro 5 clasificaciones de los productos de la línea de Corrida Casing	39
Cuadro 6. Descripción del proceso de corte en Maple Oil Tools S.A.S.	42
Cuadro 7. Descripción del proceso de pavonado en Maple Oil Tools S.A.S.	42
Cuadro 8. Descripción del proceso de Torneado interno y externo en Maple Oil Tools S.A.S.	42
Cuadro 9. Descripción del proceso de Fresado en Maple Oil Tools S.A.S.	43
Cuadro 10. Descripción del proceso de Marcado en Maple Oil Tools S.A.S.	44
Cuadro 11. Características generales del Torno	44
Cuadro 12. Características generales de la Cortadora	45
Cuadro 13. Características generales de la Marcadora	46
Cuadro 14. Características generales Pulidora	46
Cuadro 15. Características generales del montacargas	47
Cuadro 16. Características del sistema de producción por encargo.	51
Cuadro 17. Matriz marco lógico, planificación de actividades.	68
Cuadro 18. Normalización de tarea para el centro de mecanizado CNC.	88
Cuadro 19. Instructivo de uso para el centro de mecanizado CNC	91
Cuadro 20. Elementos proceso de corte.	93
Cuadro 21. Entradas y salidas del prototipo.	108

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. Organigrama	
ANEXO B. Lista de chequeo Maple Oil Tools	
ANEXO C. Formatos	
ANEXO D. VENTAS 2013	
ANEXO E. Elección de referencias representativas para el estudio de tiempos	
ANEXO F. Herramientas	
ANEXO G. Normalización de las tareas	
ANEXO H. Descripción de elementos	
ANEXO I. Calculo del número de observaciones	
ANEXO J. Escala de valoración de desempeño	
ANEXO K. Suplementos	
ANEXO L. Captura de tiempos	
ANEXO M. Capacidad de producción centro de trabajo	
ANEXO N. Comportamiento de ventas	
ANEXO O. Calculo de promedio móvil series de tiempo	
ANEXO Q. Diagrama entidad relación	
ANEXO R. Pantallazos prototipo software CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	
ANEXO S. Nivel de implementación prototipo software CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	

RESUMEN

TÍTULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO QUE CONTRIBUYA CON EL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MAPLE OIL TOOLS S.A.S¹

AUTOR:

VALDERRAMA LEÓN, Lady Katherine
BURITICÁ SERRANO, Yeraldine.²

PALABRAS CLAVE:

Programación de la producción, control de la producción, proceso productivo, herramienta ofimática.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar, desarrollar e implementar en la organización Maple Oil Tool S.A.S una herramienta que permita la programación y control en el proceso de fabricación haciendo de éste un proceso más eficaz y eficiente, dando un aporte tecnológico a la empresa, para que esta pueda tener acceso fácil, rápido y confiable a la información.

Como primera actividad en la creación del software se realizó un reconocimiento general de la empresa, una familiarización con el proceso de producción, se identificaron los puntos críticos existentes en dicho proceso, se recopiló información de formatos, lineamientos y procesos, se realizó una propuesta de mejora al proceso de programación y control de la producción, se incluyó el proceso de control de la producción y se realizaron procedimientos de las diferentes líneas de fabricación de la empresa. De igual forma se realizó un estudio de tiempos, análisis de capacidad y pronósticos de demanda que permitió mejorar el proceso productivo de la organización.

Como resultado se obtuvo el prototipo de software denominado *Control de la producción*, un software hecho a la medida de la organización, que a su vez satisface las necesidades de Maple Oil Tools S.A.S de una interface amigable y de sencillo manejo, acorde con la empresa y un desarrollo eficiente y confiable de la producción.

El cumplimiento de las entregas de los pedidos se incrementó en un 67,60% ya que se entregaron 3 pedidos a tiempo de 5 solicitudes de producción que se programaron en el prototipo, mientras que hace tres meses, sin utilizar la herramienta se entregaron a tiempo 6 pedidos de 17 solicitudes de producción; esto se debe principalmente a que el área comercial cuenta con el tiempo de procesamiento real de cada herramienta para fijar fechas de entrega.

¹ Proyecto de grado.

² Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández.

ABSTRACT

TITLE:

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN IMPROVEMENT PLAN TO CONTRIBUTE TO THE PROCESS OF PROGRAMMING AND CONTROL OF PRODUCTION IN THE COMPANY MAPLE OIL TOOLS S.A.S³

AUTOR:

VALDERRAMA LEÓN, Lady Katherine
BURITITCÁ SERRANO, Yeraldine.⁴

KEY WORDS:

Production scheduling, production control, production process, office automation tool.

The main goal in the project is to design, develop and implement in *Maple Oil Tool Company* a tool which allows programming and control in the manufacturing process, making it a more effective and efficient process, giving a technological contribution to the Company, so that it can be easy, fast and reliable access to information.

The first activity in the creation of the software was to make a general recognition company then it was possible to make a familiarization with the production process, it was identified existing critical points in this process, information formats, guidelines and processes were collected, it was performed an improvement in the process of programming and production control, process about control and production procedures were included and it was performed the procedures of the different production lines of the company. Also a time study was conducted, an analysis of capacity and demand forecasts which improved the organization's production process. As a result the software prototype called *Control de la producción* was obtained, as a software made wing of the organization, which in turn meets the needs of Maple Oil Tools S.A.S, a friendly interface and easy to use, according to the company and an efficient and reliable production development.

Compliance with the delivery increased by 67.60% since 3 of 5 orders were delivered on time production requests that were programmed in the prototype, while three months ago, without using the prototype tool were only delivered on time 6 of 17 orders requests of production; this is mainly due to the commercial area has the actual processing time of each tool to set deadlines.

³ Degree project.

⁴ Faculty of Physique Mechanics Engineering. School of Industrial and Managment Studies. Project manager: Edwin Alberto Garavito Hernández.

INTRODUCCIÓN

El cumplimiento en la entrega de los pedidos es uno de los factores competitivos que generan diferenciación entre las empresas del sector productivo.

Maple Oil Tools es una empresa que pertenece al sector metalmecánico, y se enfoca en la manufactura y distribución de herramientas para el sector de los hidrocarburos en las áreas de completamiento y levantamiento artificial. El desempeño de los productos se basa en la búsqueda constante de la innovación, un riguroso proceso de aseguramiento de la calidad y un seguimiento a las necesidades de los clientes.

El éxito de Maple Oil Tools no solo depende del cumplimiento de las especificaciones y condiciones en el producto elaborado sino también de la entrega oportuna de los pedidos y el cumplimiento de las fechas de entrega pactadas con el cliente.

Debido a factores como: el sistema de producción (tipo taller), la variabilidad en la demanda de los pedidos y el sector de desempeño de la organización, Maple Oil Tools presenta un porcentaje considerable de incumplimiento en las entregas de los productos a sus clientes, generando índices negativos que pueden llegar a afectar su participación en el mercado.

El incumplimiento está asociado a la inadecuada programación y la falta control de la producción, además de los retrasos generados por parte de los proveedores de la materia prima entre otros factores, los cuales contribuyen de manera negativa en los porcentajes de cumplimiento y en la satisfacción de las necesidades de los clientes.

La empresa también incurre en costos por subcontrataciones, debido al desconocimiento de la capacidad de reacción del área de producción e incumplimientos generados por parte de los proveedores. La mayoría de los casos de subcontratación están relacionados con el proceso de mecanizado que tiene un costo de producción para la empresa de \$ 102.471 por unidad y cuando subcontratan el valor a pagar es de \$165.000, perdiendo la oportunidad de aumentar sus ingresos en \$ 63.000 por unidad aproximadamente; como lo fue en el mes de febrero del año 2013 donde la empresa incurrió en 33 millones por subcontrataciones para este proceso.

En el presente proyecto se implementó un prototipo del software denominado *Control de la producción*, logrando de esta manera mejorar el proceso de programación y control de la producción reflejado en el aumento de la eficiencia y eficacia relacionadas con el cumplimiento de las necesidades de sus clientes.

En los capítulos de este trabajo se encontrará de manera inicial los lineamientos generales de las especificaciones del proyecto, en el capítulo dos se muestra la descripción y las generalidades de la empresa. El marco teórico está comprendido en el capítulo tres. Después en el capítulo cuatro se estructura el plan de mejoramiento a implementar en el proceso de programación y control de la producción. En el capítulo cinco se desarrolla el plan de mejoramiento planteado y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de acuerdo con los resultados obtenidos a través de la herramienta ofimática implementada.

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

A continuación se describen las generalidades, que incluye el planteamiento del problema abordado los objetivos trazados, el alcance definido y la justificación del desarrollo del presente proyecto.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Maple Oil Tools S.A.S (MOT) pertenece al sector Metalmecánico que se dedica a la manufactura de herramientas para el sector petrolero en las áreas de completamiento y levantamiento artificial. Esta organización es reconocida por cumplir los requerimientos técnicos de calidad, aplicando como base fundamental la creatividad e innovación en sus productos y servicios.

Es una empresa fundamentada en tecnología de última generación, personal competente en cada una de sus áreas, y la mejora continua de sus procesos garantizando calidad y eficacia, enmarcando sus acciones en el cumplimiento de la reglamentación legal vigente y aplicable en materia de Salud y Seguridad en el trabajo, el cumplimiento de los estándares mínimos del Sistema de Garantía de Calidad, el Sistema General de Riesgos profesionales que apliquen, cumplimiento de normas internas de desempeño, los compromisos contractuales y la satisfacción de las necesidades de sus clientes.⁵

⁵MAPLEOILTOOLS, “Política Integral Maple Oil Tools” Internet: (www.mapleoilttools.com/maple-oil-tools/politica-integral). Consultada el 13 de agosto de 2013.

Es así como MOT actualmente tiene el enfoque de mejorar continuamente para alcanzar sus objetivos a largo plazo en donde su meta es ser sinónimo de confiabilidad de los productos, audacia en el desarrollo de nuevas soluciones y adaptabilidad en la aplicación. El posicionamiento en el estratégico mercado petrolero, hará de Maple Oil Tools S.A.S una compañía de alta rentabilidad y garantizada sostenibilidad.⁶ Maple Oil Tools S.A.S actualmente presenta inconvenientes en el cumplimiento con la entrega de los pedidos, ya que no se tiene en cuenta la capacidad de producción como tampoco los pedidos pendientes por entregar, sino que se manipulan las fechas de producción priorizando los intereses de la empresa y el beneficio de clientes importantes, ocasionando incumplimiento e inconformidad en las fechas de entrega de los pedidos de otros clientes.

A raíz de esta problemática se plantea este proyecto con el fin de mejorar y/o documentar el proceso de programación de la producción, siendo necesario diseñar e implementar una herramienta ofimática que permita cumplir con los plazos de entrega establecidos, prever las pérdidas de tiempos o sobre cargas en los puestos de trabajo y mantener la mano de obra con adecuados niveles de utilización.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general. Analizar y mejorar los procesos de programación y control de la producción de MAPLE OIL TOOLS.

⁶MAPLEOILTOOLS. “Visión Maple Oil Tools” Internet: (www.mapleoilttools.com/maple-oil-tools/Vision). Consultada el 13 de agosto de 2013.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un Diagnóstico para definir las características del proceso productivo.
- Realizar la caracterización de las operaciones a partir de la toma de tiempos que intervienen en la elaboración de los productos.
- Realizar un análisis de la capacidad de producción de cada uno de los centros de trabajo.
- Realizar un modelo de estimación de la demanda que permita establecer sus principales características en un horizonte de tiempo.
- Diseñar una herramienta ofimática para programar y controlar la producción.
- Implementar y evaluar la herramienta diseñada para la programación y control de la producción.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto culminará una vez se haya diseñado e implementado una herramienta ofimática, que permita la programación y control de la producción en la empresa Maple Oil Tools S.A.S; esta herramienta será elaborada acorde con los resultados del análisis hecho al proceso productivo y los resultados de los estudios que se realizaran durante la elaboración del proyecto, permitiendo determinar con anticipación la secuencia de las actividades del área de producción en un periodo de tiempo, disminuyendo de esta manera la ocurrencia de imprevistos que causen pérdidas en el proceso.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Unos de los factores determinantes en el posicionamiento de una empresa en el mercado, indiferente a la actividad que desarrolle, es la capacidad de dar respuesta oportuna a las necesidades de los clientes. El mejor aprovechamiento que se realice de las máquinas, del espacio, del tiempo en una fábrica, contribuye a aumentar además de los niveles de productividad, la satisfacción al cliente, la disminución de los costos de producción, etc.

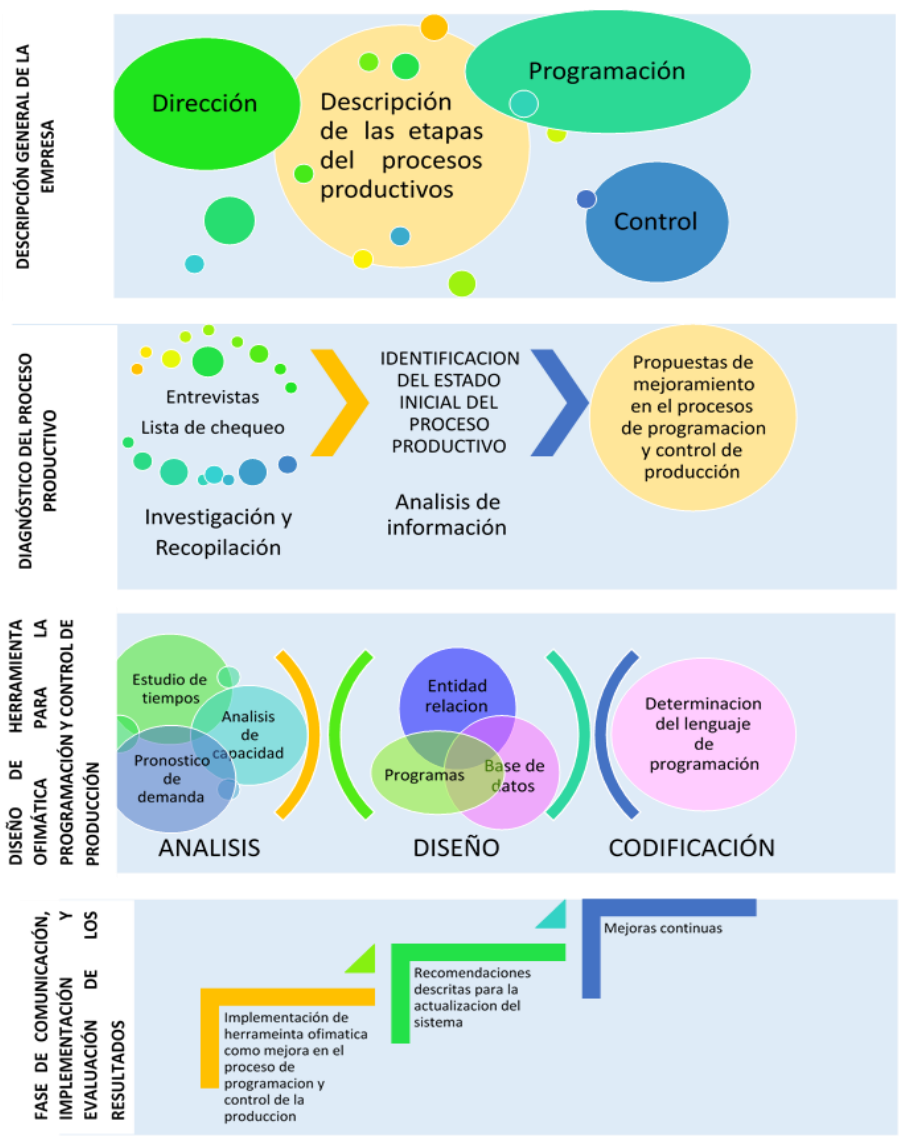
Este mejoramiento se puede lograr con la utilización de herramientas que permitan realizar el proceso de programación y control de las actividades que se llevan a cabo en el área de producción. La ausencia de este proceso causa entre otras las siguientes consecuencias: Exceso de inventario de un producto y faltantes de otro, retrasos en el proceso, paradas por imprevistos, y bajo rendimiento en la planta de producción.

Por tal motivo es necesario realizar un proyecto en donde se vincule el sistema productivo y la capacidad de cada centro de trabajo, teniendo como base un estudio de tiempos y producción, para que así, programar y controlar de forma más adecuada y menos costosa la producción, logrando que la empresa pueda hacer mejor uso del personal, la maquinaria y controlar adecuadamente las materias primas y los inventarios de producto terminado que debe tener para cumplir exitosamente con los pedidos de los clientes.

1.5 METODOLOGÍA

La metodología que se siguió en el desarrollo de este proyecto se dividió en 7 fases las cuales se describen a continuación en la figura 1.

Figura 1. Metodología del proyecto.



- Primera etapa: descripción general de la empresa.

En esta fase se describirán cada una de las etapas del proceso productivo: dirección, producción y control. La información a seleccionar será mediante entrevistas a los responsables de la realización de tareas en cada centro de trabajo, con el fin de entender y especificar las operaciones generales de la empresa.

- Segunda etapa: diagnóstico del proceso productivo.

Una vez entendidos y especificados los procesos que integran la organización, se realiza un diagnóstico para conocer el estado inicial del proceso productivo de la empresa. Se investigará, recopilará y analizará la información obtenida a través de una lista de chequeo 6M dirigida al personal de producción con el fin de documentar cada uno de los centros de trabajo utilizados en la fabricación de las herramientas; también se detallará la forma como se lleva a cabo actualmente el proceso de programación y control de la producción, mediante un diagrama de flujo.

- Tercera etapa: pronóstico de demanda

En esta etapa se realizará la recopilación de la información relacionada con los productos que vende la empresa y sus respectivas demandas, se clasificarán los productos en aquellos que realmente impacten de forma significativa los resultados de la empresa, con el objetivo de proponer pronósticos de demanda. Para esto se tendrán en cuenta los datos históricos correspondientes a las ventas reales del año 2011, 2012 y 2013, después se analizará el comportamiento de la demanda de los productos seleccionados y finalmente se elegirá el método de pronóstico que ofrezca mejor precisión en la proyección de las ventas para la empresa.

- Cuarta etapa: estudio de tiempos.

Se realizará un estudio de tiempos a los procesos que están presentes en el proceso de producción; esta medición del trabajo se efectuará utilizando el estudio de tiempos por cronómetro.

- Quinta etapa: análisis de la capacidad.

Se realizará un análisis detallado de la capacidad instalada de la planta de producción para, junto con el análisis del proceso productivo determinar el nivel de utilización de la misma.

- Sexta etapa: diseño de la herramienta ofimática para la programación y control de la producción.

La metodología aplicada para el desarrollo de la herramienta ofimática se basa según el ciclo de vida del software que se lleva a cabo en tres fases⁷:

Análisis: Esta fase consiste en determinar la información requerida para su óptimo funcionamiento y lo que se desea obtener.

El diseño es la segunda fase en donde se establecerá la plataforma donde se desarrollará la aplicación, los programas de utilidad, base de datos, las entidades, las tablas a realizar.

Codificación: Se determinará el lenguaje de programación, que consiste esencialmente en llevar a código fuente, el lenguaje de programación elegido, todo lo diseñado en la fase anterior, haciendo uso de prototipos así como pruebas y ensayos para corregir errores.

⁷ MITARITONNA, Alejandro Daniel; Trabajo de maestría en Ingeniería en Sistemas de Información; Universidad Tecnológica Nacional, Facultad regional Buenos Aires; 2010.

- Séptima etapa: implementación y evaluación de resultado.

La implementación de la herramienta se realizará mediante la capacitación a los usuarios responsables de la programación de la producción de la empresa, para garantizar que la herramienta cumpla con las funciones de apoyo a la programación y control de la producción

2. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA MAPLE OIL TOOLS S.A.S

2.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL SECTOR METALMECÁNICO EN COLOMBIA

Según el último censo económico realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), la estructura empresarial colombiana está formada básicamente por microempresas y pymes, las cuales en su conjunto son la principal fuente de empleo en Colombia. Además, de acuerdo con las cifras de la entidad, la participación de las MiPymes metalmecánicas en la industria nacional representa alrededor del 10 por ciento del total; ello muestra la relevancia de este segmento para la industria y el desarrollo socioeconómico del país.

Las MiPymes en todos los sectores, y en particular en la industria manufacturera metalmecánica, son focos generadores y distribuidores de riqueza, aportan empleo formal y son motores vivos de la economía. En su mayoría están constituidas por pequeños y medianos talleres que funcionan en los barrios de las principales ciudades, dedicados a diversas actividades metalmecánicas, entre las que se destacan fundición, forja, mecanizado, ensamble, aplicación de recubrimientos y conformación; el sector metalmecánico es la tercera industria que provee insumos para la operación de las demás industrias.⁸

La industria metalmecánica en Colombia presenta un crecimiento importante para el primer semestre del 2014; se observó que en el mes de Mayo la industria mostraba un crecimiento del 3.5%. En lo que va corrido del año la industria metalmecánica a nivel mundial presenta un comportamiento favorable en

⁸ VILLAR, Camilo. Retos y Desafíos de las MiPymes Metalmecánicas. En: La Revista Especializada de la Industria Metalmecánica en Colombia. (En línea). (21 al 27 de Nov. 2012). Disponible en: < http://www.metalactual.com/revista/15/entrevista_mipymes > (consultado el 13 de enero de 2015)

mercados como el chino y el de Estados Unidos, al igual que el mercado Colombiano que supera la tendencia para el 2014 de mercados importantes como el de Perú, España, México, Alemania entre otros.

Un factor importante que aporta al crecimiento de la industria metalmecánica en el país es la actualización de los equipos y maquinaria para la producción; el mejor ejemplo en este sector lo observamos en la soldadura robótica, los avances tecnológicos en este tipo de maquinaria permiten una excelente calidad en la aplicación de la soldadura robótica, una excelente precisión y tiempos de entrega muy cortos.⁹

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.2.1 Razón social de la empresa

Maple Oil Tools S.A.S

<i>Nit</i>	900209000-4
<i>Teléfono</i>	6762666
<i>Representante Legal</i>	GONZALO HERNANDO OLARTE JIMENEZ

2.2.2 Actividad económica. Sociedad tendrá como objetivo principal las siguientes actividades económicas:

⁹ VILLAR, Camilo. Retos y Desafíos de las. MiPymes Metalmecánicas. En: La Revista Especializada de la Industria Metalmecánica en Colombia. (En línea). (21 al 27 de Nov. 2012). Disponible en: < http://www.metalactual.com/revista/15/entrevista_mipymes> (consultado el 13 de enero de 2015)

- La importación de materiales, insumos y equipos para la industria petrolera y metalmeccánica, de toda naturaleza desde cualquier lugar del mundo a Colombia.
- La exportación de materiales, insumos y equipos para la industria petrolera y metalmeccánica, de toda naturaleza desde Colombia y a cualquier lugar del mundo.
- La importación y exportación de todo tipo de bienes, para el uso de la sociedad, los socios o su comercialización.
- La fabricación, compra, venta, distribución y comercialización de bienes y servicios, materiales, insumos y equipos para la industria petrolera metalmeccánica de cualquier naturaleza.
- La inversión en bienes muebles e inmuebles con el fin de precautelar e incrementar el patrimonio social.
- La intervención en toda clase de negocios sea con agente, comisionistas, representantes o cualquier otra forma de mandato relacionado con las actividades de las operaciones anteriores.
- La fundación o creación de cualquier entidad para la prestación de servicios para la industria petrolera y metalmeccánica de asistencia o de cualquier otra naturaleza.

2.2.3 Estructura organizacional. En la actualidad la empresa cuenta con 48 empleados directos distribuidos en tres grandes dependencias de trabajo: Gerente de Operaciones, Coordinador de RRHH y HSEQ, Gerente Comercial, como se observa en el Anexo A

2.2.4 Mapa de procesos. La figura 2 ayuda a visualizar todos los procesos que existen en la empresa así como sus interacciones.

Figura 2. Mapa de procesos



Fuente: Información suministrada por Maple Oil Tools

2.2.5 Número de empleados. Actualmente la empresa cuenta con 48 empleados directos y 3 indirectos como se ve en la tabla 1, los trabajadores del área productiva se vinculan directamente por la empresa.

Tabla 1. Distribución del personal en las áreas de la empresa.

Área	No Personas
Administrativa	7
Contable	3
Comercial	4
Compras	3
Producción	9
Operario de completamiento	19
Indirectos	3
Total	51

Fuente: Información suministrada por Maple Oil Tools.

2.2.6 Marco estratégico. Maple Oil Tools S.A.S dentro de su marco estratégico, enuncia¹⁰:

2.2.6.1 Misión. La creatividad es el pilar fundamental de nuestras acciones alrededor de la cual generamos una red de innovación en herramientas, servicios y soluciones para la industria petrolera que nos convierte en aliados de nuestros clientes. El sobresaliente desempeño de los productos y servicios que desarrollamos contribuyen al cumplimiento de las metas del sector petrolero latinoamericano.

2.2.6.2 Visión. En 2020 Maple Oil Tools S.A.S será un proveedor de soluciones para el mercado de perforación, completamiento y producción de pozos con presencia en el mercado petrolero de la región andina; pioneros y líderes en el desarrollo de producto colombiano. Maple Oil Tools S.A.S será sinónimo de confiabilidad de los productos, audacia en el desarrollo de nuevas soluciones y adaptabilidad en la aplicación. El posicionamiento en el estratégico mercado petrolero, hará de Maple Oil Tools S.A.S una compañía de alta rentabilidad y garantizada sostenibilidad. Será un lugar en el que todos puedan cumplir sus metas; les inspira el crecimiento y la construcción de país. Fomentarán la generación y puesta en marcha de nuevas ideas y emprendimientos.

2.2.6.3 Objetivos de calidad

- Aumentar el nivel de satisfacción de los clientes.
- Disminuir la ocurrencia de errores en el proceso productivo.
- Mejorar el desempeño del personal.
- Identificar y controlar el producto no conforme en la Organización.

¹⁰ MAPLEOILTOOLS, “Marco Estratégico Maple Oil Tools” Internet: (www.mapleoilttools.com/maple-oil-tools/Marco-Estrategico). Consultada el 13 de agosto de 2014.)

- Evaluar la eficacia del Sistema de Gestión Integral mediante la implementación de acciones correctivas, preventivas o de mejora.
- Otorgar al personal de la compañía conocimientos en Calidad, seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente.

2.2.7 Productos. Maple Oil Tools S.A.S, manufactura y distribuye herramientas para el sector petrolero en las áreas de completamiento y levantamiento artificial, las herramientas que produce están sujetas a los requerimientos específicos del cliente. A nivel general, los productos que se fabrican en la planta de producción ubicada en Bucaramanga están agrupados en 5 líneas de acuerdo a la función que desempeñara el producto. Que en la mayoría de los casos la materia prima utilizada en la fabricación es el acero 4140.

A continuación (ver cuadros del 1 a 5) se muestra la clasificación de los productos por líneas que presentan mayor utilidad para la empresa.

Cuadro 1. Clasificación de los productos de la línea de Completamiento

<p>LÍNEA DE COMPLETAMIENTO DE POZOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ THERMAL EXPANSIO JOIN- SPLINED 7in ✓ LANDING NIPPLE ✓ CAMISA DE ECUALIZACIÓN ✓ ENTRY GUIDE 3 12 EU ✓ CROSSOVER ✓ TELESCOPE SWIVEL 1 ✓ INTLATION CUP TOOLS ✓ SETING NIPLE ✓ SLIDING SLEEVE
--	---

Cuadro 2. Clasificación de los productos de la línea de Control de arena

LÍNEA DE CONTROL DE ARENA	<ul style="list-style-type: none">✓ MS CLOSING SLEEVE✓ TELESCÓPICA✓ INFLATION TOOL✓ PUP JOINT
----------------------------------	--

Cuadro 3. Clasificación de los productos de la línea de Protección de Tubería

LÍNEA DE PROTECCIÓN DE TUBERÍA	<ul style="list-style-type: none">✓ CENTRALIZADOR DE RUEDAS✓ BLAST JOINT✓ COUPLINGS
---------------------------------------	---

Cuadro 4. Clasificación de los productos de la línea de Servicios Machine shop

SERVICIOS MACHINE SHOP	<ul style="list-style-type: none">✓ TEST CAP✓ LIFTING PLUG✓ TAPER MILL
-------------------------------	--

Cuadro 5 clasificaciones de los productos de la línea de Corrida Casing

CORRIDA CASING	<ul style="list-style-type: none">✓ PREMIER TORQUE RING✓ PREMIERE RUNNING TOOL✓ STABBER DECK✓ PREMIERE ROTATINCEMENT HEAD
-----------------------	--

2.2.8 Proveedores. Maple Oil Tools S.A.S no está vinculado a un proveedor en particular. A la hora de comprar realiza algunas cotizaciones y decide a quien comprar, pero aun así, maneja una base de proveedores frecuentes que generalmente le ofrecen un precio competitivo. En la figura 3 se pueden observar algunos de estos proveedores.

Figura 3. Proveedores Maple Oil Tools S.A.S.



Fuente: Información suministrada por auxiliar de compras.

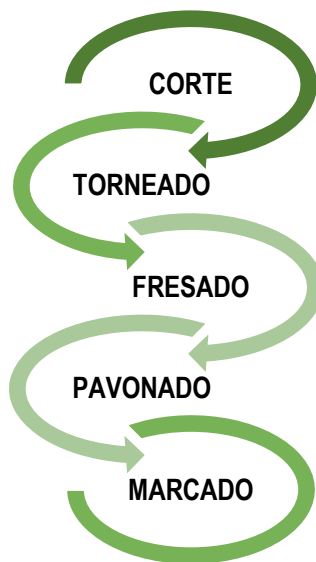
2.2.9 Clientes. Maple Oil Tools S.A.S, maneja una gran cantidad de clientes; sin embargo sus clientes principales son: Halliburton, Baker Hughes, Mansarovar Energy Colombia Ltd., Pacific Rubiales Energy, Hocol, PetroNorte y Ecopetrol S.A



Fuente: Información suministrada por la base de datos Maple Oil Tools S.A.S.

2.2.10 Descripción general de los procesos productivos de la empresa Maple Oil Tools S.A.S. El proceso productivo que se observa en la figura 4 es similar para todas las referencias de productos manejados por la empresa, Existiendo algunas variaciones en la secuencia de las actividades para la producción de algunos productos, sin embargo, para la mayoría se puede establecer un proceso general que siguen todas las referencias.

Figura 4. Proceso productivo Maple Oil Tools



A continuación del cuadro 6 hasta el cuadro 10 se describen las actividades que se realizan en cada proceso.

Cuadro 6. Descripción del proceso de corte en Maple Oil Tools S.A.S.

PROCESO	DESCRIPCIÓN
CORTE	<p>El coordinador de producción entrega a los operarios los planos exigidos para los productos que están dentro de la orden de trabajo, la cual contiene las cantidades y medidas exigidas por el cliente.</p> <p>Primero el operario se dispone a ubicar la pieza a procesar con ayuda de un montacargas (si el tamaño del material lo requiere), en la maquina sierra sin fin, después con la ayuda de un flexometro hace las marcaciones de las medidas estipuladas en la orden de trabajo, donde luego, se nivela el material para asegurar un corte exacto y así finalmente encender la máquina y realizar el corte, dejando las piezas listas a disposición de los otros puestos de trabajo</p>
Entradas	<p>Maquinaria: Sierra sin fin.</p> <p>Herramientas: Flexometro, Nivel como instrumento de medición</p> <p>Insumos: Acero 4140</p> <p>Mano de obra: Un operario</p>

Cuadro 7. Descripción del proceso de pavonado en Maple Oil Tools S.A.S.

PROCESO	DESCRIPCIÓN
PAVONADO	<p>Este procesos se terceriza debido a la implición de costos, espacio y manejo de equipos, dentro de la empresa para poder realizarse; está a cargo de REMETALES.</p>

Cuadro 8. Descripción del proceso de Torneado interno y externo en Maple Oil Tools S.A.S.

PROCESO	DESCRIPCIÓN
TORNEADO INTERNO Y EXTERNO	<p>El coordinador de producción suministra al operario los planos y el informe pre operacional necesario para los productos que están dentro de la orden de trabajo. Para dar inicio al procesamiento de la pieza se debe realizar el montaje de la materia prima de acuerdo a su tamaño, en el torno Búlgaro o convencional, por medio de un montacargas si se requiere, después la pieza es centrada por medio de un comparador de caratula, donde posteriormente el operario selecciona el tipo de inserto a utilizar para realizar el maquinado de acuerdo a las medidas del plano que se tenga, el maquinado puede ser interno o externo; para realizar el maquinado interno se utiliza la barra de alesado y para el</p>

PROCESO	DESCRIPCIÓN
	maquinado externo se hace por medio del porta externo de maquinado externo. Después de este proceso el operario realiza la comparación entre el plano de producto terminado y la pieza elaborada, para finalmente si es necesario pasar a otra máquina a sus respectivos procesos.
Entradas	Maquinaria: Torno Búlgaro, Torno Convencional Herramientas: Comparador de caratula, barra de alesado, porta externo, insertos Insumos: Acero 4140 Mano de obra: Un operario Documentación: Orden de trabajo, planos, reporte pre operacional, reporte de producto en proceso,

Cuadro 9. Descripción del proceso de fresado en Maple Oil Tools S.A.S.


PROCESO	DESCRIPCIÓN
FRESADO	El coordinador de producción suministra al operario los planos necesarios para los productos que están dentro de la orden de trabajo. Para dar inicio al procesamiento de la pieza se debe realizar el montaje de la materia prima en el torno CNC o LTC, que para algunos casos prestan las mismas funciones. Por medio de un montacargas si se requiere, después la pieza es centrada por medio de un comparador de caratula, donde posteriormente el operario selecciona el tipo de inserto a utilizar para realizar el maquinado o torneado de acuerdo a las medidas del plano que se tenga, y las especificación del programa que se utilizar para que la maquina realice el maquinado ya sea interno o externo; para realizar el maquinado interno se utiliza la barra de alesado y para el maquinado externo se hace por medio del porta herramienta de maquinado externo. Después de este proceso la herramienta pasa a otra máquina si requiere
Entradas	Maquinaria: Torno LTC, Torno CNC Herramientas: Comparador de caratula, barra de alesado, porta externo, insertos Insumos: Acero 4140 Mano de obra: Un operario Documentación: Orden de trabajo, planos, reporte pre operacional, reporte de producto en proceso.

Cuadro 10. Descripción del proceso de Marcado en Maple Oil Tools S.A.S.

PROCESO	DESCRIPCIÓN
MARCADO	La marcación de los productos se realizan de dos maneras, para las herramientas y accesorios se utiliza una maquina Marcadora donde el operario de forma manual ubica y centra la pieza y por medio del computador ingresan los datos como: nombre, código, referencia del material y lote para realizar el proceso y para tubería de trabajo debido a su tamaño se utiliza estencilados donde por medio de estos se graba de forma manual el nombre, código, referencia del material y lote.
Entradas	<p>Maquinaria: Marcadora, estencilados</p> <p>Herramientas: cincel y porra</p> <p>Insumos: herramientas a marcar.</p> <p>Mano de obra: Un operario</p> <p>Documentación: Planos y orden de trabajo.</p>


2.2.11 Descripción de la maquinaria. El proceso productivo de Maple Oil Tools S.A.S es tipo taller, por lo cual las maquinas tienden a estar agrupadas por su función. A continuación se dará una breve descripción cada una de las maquinas que intervienen en el proceso de producción. (Ver cuadro 11 a 15)

Cuadro 11. Características generales del Torno


MAQUINA	CARACTERÍSTICAS
<p>TORNO BULGARO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marca: TURRI ✓ Modelo/referencia: ZMM ✓ Serial 18103 ✓ Código: MB-P-TO-003 ✓ Proveedores: DISTRIBUIDORA TURRI ✓ Función: permite mecanizar, cortar, fisurar, trapeciar, y ranurar piezas de forma geométrica por revolución.

MAQUINA	CARACTERÍSTICAS
<p style="text-align: center;">TORNO CONVENCIONAL</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marca: DALIAN ✓ Modelo/referencia: CDL6251 ✓ Serial: 018103 ✓ Código: MB-TO-001 ✓ Proveedores: DISTRIBUIDORA MAKALUX ✓ Función: permite mecanizar, cortar, fisurar, trapeciar, y ranurar piezas de forma geométrica por revolución.
<p style="text-align: center;">CENTRO DE MECANIZADO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marca: LEAD WELL ✓ Modelo/referencia: LG-1370 ✓ Serial: 018103 ✓ Código: MB-P-CM-01 ✓ Proveedores: IMOCOM ✓ Función: Máquina-Herramienta de control numérico computarizado de 4 ejes (X, Y, Z), con cabezal vertical en la cual se pueden fabricar múltiples piezas especiales.



Cuadro 12. Características generales de la Cortadora

MAQUINA	CARACTERÍSTICAS
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marca: FELMAQ ✓ Modelo/referencia: ✓ Serial: FT-MT-12 ✓ Código: MB-P-SS-01 ✓ Proveedores: DISTRIBUIDORA FELMAQ ✓ Función Herramienta para corte de material que emplea una hoja de sierra accionada por un motor eléctrico.


Cuadro 13. Características generales de la Marcadora

MAQUINA	CARACTERÍSTICAS
<p>MARCADORA NEUMÁTICA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marca: FELMAQ ✓ Modelo/referencia: ✓ Serial: FT-MT-12 ✓ Código: MB-P-SS-01 ✓ Proveedores: DISTRIBUIDORA FELMAQ ✓ Función Herramienta para corte de material que emplea una hoja de sierra accionada por un motor eléctrico.

Cuadro 14. Características generales Pulidora

MAQUINA	CARACTERÍSTICAS
<p>PULIDORA BANCO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marca: ✓ Modelo/referencia: ✓ Serial: ✓ Código: ✓ Proveedores: ✓ Función
<p>PULIDORA MANUAL</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marca: ✓ Modelo/referencia: ✓ Serial: ✓ Código: ✓ Proveedores: ✓ Función

Cuadro 15. Características generales del montacargas

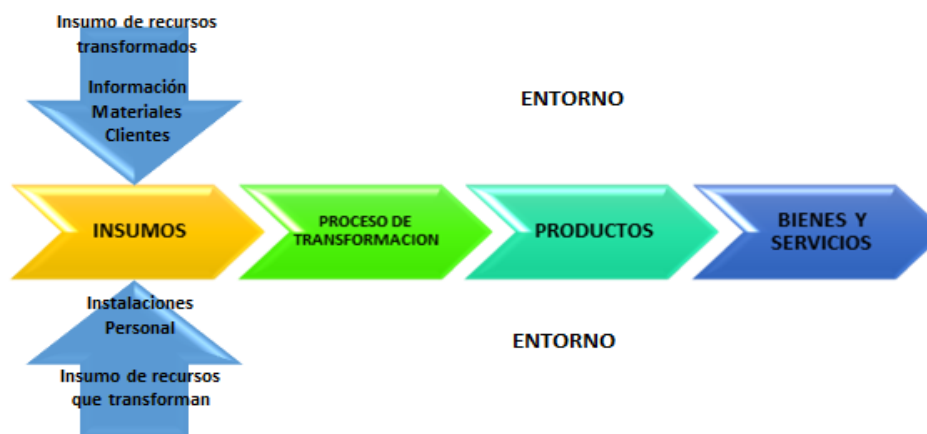
MAQUINA	CARACTERÍSTICAS
	<ul style="list-style-type: none">✓ Marca:✓ Modelo/referencia:✓ Serial:✓ Código:✓ Proveedores:✓ Función

3. MARCO TEÓRICO

3.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Un sistema de producción puede ser definido como la secuencia de actividades interrelacionadas requeridas para alcanzar un determinado objetivo¹¹. Siendo la manera por la cual la empresa ordena sus recursos y realiza sus operaciones de producción para lograr una interdependencia lógica entre todas las etapas del proceso productivo, desde el momento en que los materiales y las materias primas salen de la bodega hasta llegar al depósito como producto acabado, conforme a la figura 5.

Figura 5. Diagrama sistema de producción.



Fuente: Administración de operaciones Slack, Chambers, Harland, Harrison, Johnston; primera edición; México; 1999.

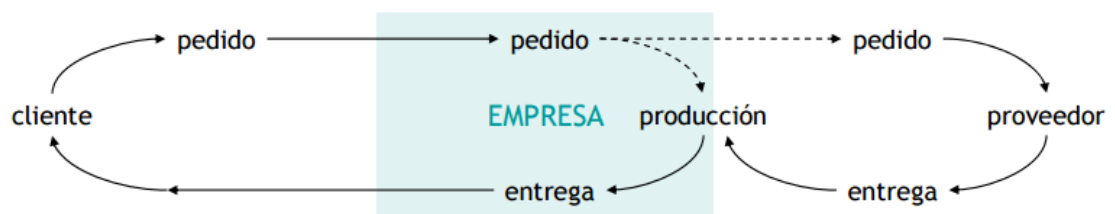
¹¹ Vaughn. R. C, Introducción a la ingeniería Industrial, Edición segunda ilustrada, editorial reverté, s.a. 1988 ISBN 8429126910

En los sistemas de producción es necesario considerar productos, clientes, materia prima, proceso de transformación, trabajadores directos e indirectos y sistemas formales que organizan y controlan todo el proceso. El alma de cualquier sistema de producción es el proceso de manufactura, un proceso de flujo con dos componentes importantes: materiales e información.

3.1.1 Sistema de producción por encargo. El sistema de producción utilizado por la empresa solamente produce después de haber recibido el pedido o encargo de sus productos. Sólo después del contrato o del encargo de un determinado producto es que la empresa lo produce para el cliente. En primer lugar, la empresa ofrece el producto o servicio al mercado. Cuando recibe el pedido o el contrato de compra, se prepara para producir. Ahí, el plan ofrecido para la cotización del cliente como el presupuesto preliminar o la cotización para la competencia pública o particular pasa a ser utilizado para planear el trabajo a ser realizado con el fin de atender al cliente.

En la figura 6, se puede ver el proceso que se realiza desde que se recibe un pedido hasta que este se envía al cliente.

Figura 6. Proceso de fabricación bajo pedido.



Fuente: www.unav.es/ocw/orgproduccionii/0809/libroOP2problemas.pdf, Organización de la producción II, planificación de procesos productivos.

La planeación en el trabajo generalmente implica los siguientes aspectos¹²:

- Relación de las materias primas necesarias: una lista o relación de todos los materiales y materias primas necesarias para hacer el trabajo encomendado.
- Relación de la mano de obra especializada: una relación completa del trabajo a realizar, dividido en número de horas para cada operario especializado.

El ejemplo más simple de producción por encargo es el del taller o de la producción unitaria. Es el sistema en cual la producción se hace por unidades o por pequeñas cantidades, cada producto a su tiempo, el cual se modifica en la medida en que el trabajo se realiza. El proceso de producción es poco estandarizado y poco automatizado. Los operarios usan una variedad de herramientas e instrumentos. La producción unitaria requiere habilidades manuales de los trabajadores y de lo que se llama operación de mano de obra Intensiva, esto es, mucha mano de obra y actividad artesanal. La empresa solamente produce después de haber efectuado un contrato o pedido de ventas de sus productos. Es el encargo o el pedido lo que definirá cómo se deberá planear y controlar la producción.

El sistema de producción por encargo presenta las siguientes características ver cuadro 16.

¹² Herramienta de Descripción general de la planificación por Janet Shapiro (email: nellshap@hexnet.co.za) Traductor: Daniel Fernández. E-mail:mailto:danifeme@hotmail.com <<http://www.civicus.org/view/media/Description%20general%20de%20la%20planificacion.pdf>>

Cuadro 16. Características del sistema de producción por encargo.

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS DE EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN POR ENCARGO
1	Cada producto es único y grande: lo cual exige mucho tiempo para su construcción; además, presenta características exclusivas solicitadas por el cliente. Cada pedido o contrato acostumbra ser considerado un producto específico, lo cual exige la identidad del producto a lo largo de toda la producción.
2	Cada producto exige una variedad de máquinas y de equipos: La elaboración del producto exige una variedad de máquinas universales, dispositivos de transporte y de equipos, así como un taller! Base en el cual se manufacturen las partes de lo que será el producto final, es decir sus componentes.
3	Cada producto exige gran variedad de operarios especializados capaces de participar en cada una de las partes que componen el producto final. Hay una demanda fluctuante de mano de obra especializada en el local donde se realizará el trabajo.
4	Cada producto tiene una fecha definida de entrega: es necesario programar la entrega de acuerdo con los pedidos individuales, lo que significa un compromiso de producción. Deben atenderse las fechas, para que cada producto se entregue al cliente en los plazos solicitados.
5	Es difícil hacer previsiones de la producción, pues cada producto exige un trabajo complejo y lento, trabajo que es diferente en cada producto. Cada producto exige un plan de producción específico.
6	El sistema de producción por encargo requiere un grupo de administradores y especialistas altamente competentes como supervisores del taller base, que sean capaces de asumir solos todas las actividades de cada contrato o pedido, como la administración de la producción, de la mano de obra y de los costos. El éxito de la producción por encargo depende mucho de la capacidad del administrador o especialista encargado de cada contrato o encargo.

3.2 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Programar la producción es determinar cuándo deberán realizarse las tareas y operaciones. En realidad, programar la producción es establecer una agenda de compromisos para las diversas secciones involucradas en el proceso productivo. Detalla y fragmenta el plan de producción, que es amplio y general para que pueda ser ejecutado cotidianamente en la empresa. Por lo tanto, la programación de la producción establece el guion (secuencia del proceso productivo) y la cronología (establecimiento de fechas de inicio y fin de cada actividad). Utiliza dos variables para detallar el plan de producción: el tiempo (definido en días, semanas o meses) y la producción (definida en cantidad de unidades, kilos, metros, etcétera). En resumen, la programación de la producción trata de establecer cronogramas detallados de la ejecución del plan de producción. Así, las técnicas de programación de la producción se resumen en cronogramas, como la gráfica de Gantt.¹³

El programa de producción es afectado por:

- Materiales: para cumplir con las fechas establecidas para la entrega.
- Capacidad del personal.
- Capacidad de producción de la maquinaria: para tener una utilización adecuada de ellas, deben observarse las condiciones ambientales, especificaciones, calidad y cantidad de los materiales, la experiencia y capacidad de las operaciones en aquellas.

¹³ GONZÁLEZ. R.M. Gestión de la producción: como aplicar y controlar la producción industrial, Editorial S.L IdeasPropias. 2005. ISBN 8498390141. Primera edición.

3.2.1 Determinación de las operaciones y secuencias. Los procesos necesarios para determinar la manufactura de una pieza específica se debe en gran parte por el material con el que se elabora cierta pieza. Una secuencia típica del procesamiento para una pieza consiste en: Un proceso básico, y uno o más procesos secundarios, operaciones para mejorar las propiedades físicas y operación de terminado.

Para determinar las operaciones y secuencias se deben evaluar tres aspectos importantes que regulan que el proceso de fabricación sea el más apropiado a la empresa.

Factor económico: costo hora máquina y costo hora operario.

Factor tecnológico: con que tecnología cuenta la empresa para suplir las especificaciones del producto.

Cliente: cumplimiento de fechas de entrega y estándares de calidad.

3.2.2 Determinación de máquinas a utilizar. Una empresa cuya actividad económica se centra en procesos de mecanizados, es fundamental para el proceso programación de la producción contar con información de las maquinas que se tienen a disposición, esto para definir claramente las secuencias de operación, los costos de las piezas a fabricar y los plazos de entrega. Es importante considerar en el momento de realizar la selección de las maquinas a utilizar el plan de mantenimiento de la máquina, para tener conocimiento de paradas programadas, y garantizar que la maquina se encuentre en óptimas condiciones en el momento de operar.

- Uno de los factores que intervienen en la selección de máquinas es la capacidad de producción en el tiempo normal de trabajo, sobrecarga posible que eventualmente se puede utilizar, y horarios de disponibilidad.

- Desde el punto de vista económico, el problema de la selección de la maquinaria consiste en examinar la influencia que la selección de un determinado equipo, puede tener sobre los costos del proyecto. No siempre la tecnología más sofisticada es la que ofrece mayores ventajas económicas.

3.2.3 Requerimiento de mano de obra. El número de personas necesarias para la elaboración de un producto debe determinarse con base: en el programa de producción y en la operación (manipulación) de equipos y está en función de los turnos de los trabajadores necesarios y las operaciones auxiliares.

El personal necesario puede clasificarse en mano de obra directa, que es la que interviene directamente en la transformación de insumos o mano de obra indirecta la cual es aquella que no tiene una relación directa con la producción del artículo, realiza tareas auxiliares como limpieza, supervisión, etc. Finalmente está el personal de administración y venta los cuales se dedican a la administración de la planta y a la venta y comercialización del producto final.

La mano de obra es un elemento muy importante, por lo tanto su correcta administración y control determinara de formar significativamente el costo final del producto o servicio.

3.2.4 Materias primas e insumos. La factibilidad de un proyecto depende, en gran parte, de la disponibilidad de las materias primas, por esta razón es de suma importancia conocer la disposición actual y su comportamiento a lo largo para determinar si la disponibilidad es constante o estacional. Además de garantizar la materia prima, hay que conocer las fuentes de adquisición de materiales secundarios o auxiliares del proceso de producción o de los servicios que se requieran para el mismo.

A través de un estudio de materia prima e insumos se analiza la disponibilidad con respecto a volúmenes existentes y periodos de producción, adicional a esto se evalúa el precio de la adquisición, la duración de la entrega por parte del proveedor, forma de pago, etc. Por esta razón, cualquier empresa debe ser estricta con la realización a detalle y profundidad de dicho estudio, y de esta manera garantizar con esto, minimización de pérdidas de tiempo de empleados y de maquinaria.

3.3 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.

La finalidad del control de la producción es acompañar, evaluar y regular las actividades productivas, para mantenerlas dentro de lo que fue planeado y asegurar que alcancen los objetivos pretendidos¹⁴

El control de la producción debe de fijar parámetros para encontrar una continua evaluación de ciertos factores como: La demanda del cliente, la situación de capital, la capacidad productiva, etc. Esta evaluación debe tomar en cuenta no solo el estado actual de estos factores sino que deberá también proyectarlo hacia el futuro.

Cualquier empresa medianamente bien dirigida, al recibir un pedido, debe saber si puede aceptarlo y ese conocimiento de la Dirección, ha de basarse en los medios disponibles en cuanto a maquinaria, utillaje, materiales y elementos humanos estando al día respecto a fabricación en curso y pedidos aceptados.

¹⁴ AMORENA Martin; GAZZANO Gerardo, Introducción a la calidad total. 1ª. Edición, Editorial: Lapsus – ISBN: 978-9974-0-0550-1

3.4. ESTUDIO DE TIEMPOS

El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada bajo condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables. Los beneficios de un estudio de tiempos son¹⁵:

- Estimar la capacidad de producción de la planta.
- Estimar los costos de producción.
- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos
- Programar eficientemente la producción.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.
- Establecer trabajos a los operarios de tal forma que se le asigne las actividades a las personas de manera equilibrada, evitando que se sobrecarguen o queden algunos con poca carga laboral.

3.4.1 Técnicas de medición del trabajo. Según Fred Meyers hay alrededor de 25 técnicas para estudiar y medir el trabajo, sin embargo para el estudio de tiempos que se desarrollará en el presente proyecto se utilizará la técnica de tiempos por cronometro¹⁶.

¹⁵ MEYERS, F.E. Estudios de tiempos y movimientos, Editorial Pearson Educación, 2000. ISBN 968444680,

¹⁶ NEIRA, C.A. Técnicas de medición del trabajo, Editorial F:C, 2006, ISBN 8496169898

3.4.2 Estudio de tiempos por cronometro. El estudio de tiempos por cronometro permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempo que han sido cronometrados. Existen dos procedimientos principales para computar el tiempo por medio del cronometro: repetitivo o con vuelta a cero, acumulativo o continuo.

Modo vuelta a cero: el reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento. Modo Acumulativo (modo continuo): El reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento hasta el último.

El registro de los datos son el resultado de la observación de alguno ciclos de trabajo un ciclo de trabajo es una sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea y durante la cual se obtiene una unidad de producción, el ciclo se inicia en un instante predefinido de la tarea.¹⁷

El proceso mediante el cual se determina el ritmo del trabajo del operario se conoce como valoración, que consiste en aplicarle un factor de corrección al tiempo observado en el cronometro, a su vez los suplementos tiene como propósito obtener un valor más real del tiempo del tiempo empleado para ejecutar una tarea, estos suplementos son un margen de tiempo adicional al registrado por el cronometro que se asignan por las condiciones a las cuales se encuentra expuesto el trabajador.

¹⁷ Informe final de práctica empresarial para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga, 2010, presentada por Manuel Andrés Acevedo, Estandarización de tiempos de trabajo e implementación del manual de funciones en la cooperativa de trabajo.

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

3.5 ANALISIS DE CAPACIDAD

Podría decirse que la capacidad es una declaración de la tasa de producción y puede verse como la salida del proceso productivo por unidad de tiempo. La capacidad se mide de maneras diferentes según el tipo de empresa; en empresas que brindan servicios especializados, como podría ser el caso de una clínica, la capacidad estaría dada por el número de camillas o cuartos.¹⁸

Es necesario conocer la capacidad que se tiene en una planta manufacturera, con esta se puede disponer de una forma eficaz los recursos necesarios para poder llevar a cabo la producción, entre ellos se encuentra la mano de obra, horas laborales, tiempo de producción etc, lo cual permite planear a largo, mediano y a corto plazo, y así conocer los requerimientos necesarios para cumplir eficientemente con una demanda específica a un nivel mínimo de costos de operación, permitiendo de esta manera tomar decisiones acertadas en la planeación.

¹⁸ CHASE, R.B y AQUILANO, N.J (1994): Dirección y administración de la producción y de las operaciones (sexta edición). Addison-Wiley Iberoamericana. Wilmington. Delawar. E.U.A

3.5.1 Factores Que Afectan La Capacidad

3.5.1.1 Factor de Utilización: Corresponde a la cantidad usada de la capacidad maxima posible, que es el numero de horas productivas del numero de horas totales que se pueden usar en un periodo. Matematicamente, el porcentaje de utilizacion esta expresado por la siguiente relacion.

$$U = \frac{\text{Numero de horas productivas desarrolladas}}{\text{Numero de horas reales}}$$

3.5.1.2 Factor de Eficiencia: Corresponde al grado de aprovechamiento de la capacidad efectiva para generar salidas del sistema

$$E = \frac{\text{Numero de horas estandar}}{\text{Numero de horas productivas}}$$

3.6 PRONÓSTICOS

Frecuentemente se presenta un tiempo de retraso entre el conocimiento de un evento inminente y la ocurrencia de dicho evento. Este intervalo de tiempo es la razón principal para planear y pronosticar. Es por esto que “El pronóstico es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro proyectando hacia el futuro datos del pasado. Los datos del pasado se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer una estimación del futuro.”¹⁹

¹⁹ EVERETTE E. Adam, y Ronald J. Ebert, Pearson Educación, 1991. Administración de la producción y operaciones. México: Prentice Hall.

La importancia del pronóstico de venta radica en brindar la base para la planeación y control de la producción, sobre el cual se pueden tomar decisiones relacionadas con estos aspectos, pues a través del pronóstico se pueden proyectar datos futuros que permiten evaluar y ajustar elementos importantes para la empresa.

El pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación.²⁰

- **Cualitativo:** Son pronósticos muy subjetivos que se basan en estimados y opiniones de los encargados de realizarlos. Entre las técnicas cualitativas de pronósticos que se pueden encontrar: Investigación de mercados, utilizada por lo general para pronosticar productos nuevos recopilando datos de varias formas como encuestas, entrevistas, entre otros; Grupos de consenso, utilizados para realizar el pronósticos mediante la discusión de ideas de un grupo de personas; Método Delfos, se realiza completando cuestionarios por parte de un grupo de expertos.
- **Análisis de series de tiempo:** Son pronósticos realizados a partir de datos históricos, usando su tendencia para proyectar datos futuros. Los métodos de series de tiempo serán la concentración de este proyecto, debido a que son por lo que los diferentes modelos se presentarán más adelante con más detalle.
- **Relaciones causales:** Son pronósticos que relaciona la demanda con algún factor subyacente que la causa. Por ejemplo, la venta de alfombras es 17 causada por la construcción de casas. Si se aumenta la construcción de estas, hay mayor venta de alfombras y por lo tanto es posible pronosticar cuántas alfombras se van a vender dependiendo del número de construcciones que se lleven a cabo. La técnica más usada para el pronóstico de relaciones causales

²⁰ CHASE, R. y JACOBS, Robert F. (2009). Administración de operaciones, producción y cadena de Suministro. México: McGraw-Hill, Edición 13

es la regresión lineal, que calcula la tendencia de la dependencia de los datos de venta con el factor del que depende, para proyectar los datos futuros.

- **Simulación:** Son pronósticos que poseen modelos dinámicos, que permiten hacer suposiciones para proyectar datos futuros, como variaciones en el precio o innovaciones en el producto, que podrían afectar la demanda. Usualmente, este proceso de pronósticos se realiza a computador.

3.6.1 Descomposición de series de tiempo. En el método de descomposición se asume que los datos se componen de la siguiente manera²¹:

La descomposición supone que los datos están conformados así:

Datos = Patrón + Error

Así, el patrón se compone de tendencia, ciclo y estacionalidad:

Patrón = Tendencia, ciclo y estacionalidad

En el análisis de series de tiempo se intenta aislar los patrones que surgen con mayor frecuencia. Estos incluyen los siguientes:

- **Tendencia:** se refiere a la proclividad de una serie de tiempo a mostrar un patrón estable de crecimiento o de declive. Distinguimos entre tendencia lineal (que es el patrón descrito en una línea recta) y la tendencia no lineal (el patrón descrito por una función no lineal, como una curva exponencial o cuadrática). Cuando no se especifica el patrón de la tendencia, generalmente se da por hecho que es lineal.
- **Estacionalidad:** Un patrón estacional es aquel que se repite en intervalos fijos. En las series de tiempo, generalmente pensamos en el patrón que se repite cada año, aunque también son comunes los patrones estacionales mensuales, semanales y diarios.

²¹ HEIZER, Jay y RENDER Barry. Principios de administración de operaciones, Pearson Educación, 2004. ISBN. 9702605253.

- **Ciclos:** La variación cíclica es similar a la estacionalidad, excepto porque la duración y la magnitud del ciclo puede variar. Los ciclos se asocian con variaciones económicas a largo plazo (esto es, los ciclos comerciales) que pueden presentarse además de las fluctuaciones estacionales.
- **Aleatoriedad:** Una serie aleatoria pura es aquella en la que no existe un patrón reconocible para los datos. Los datos pueden generarse de una forma que, aun siendo puramente aleatoria, muchas veces aparentan tener una estructura. Un ejemplo podría ser la metodología de tabuladores del mercado de valores que impone formas de patrones aleatorios en los datos de precios de mercado. Por otro lado, los datos que parecen ser aleatorios pueden tener una estructura definitiva. Los datos verdaderamente aleatorios fluctúan en torno a una media fija forman lo que se le conoce como patrón horizontal.

3.6.2 métodos de pronósticos. Uno de los factores diferenciadores de la precisión de los métodos de pronóstico son el tiempo de proyección, es decir, hay unos que ofrecen excelentes resultados al corto plazo, mientras que hay otros que funcionan mejor al largo plazo. Un pronóstico de corto plazo abarca de uno a tres meses, y uno de mediano plazo tiene un rango desde tres meses hasta dos años. Siendo consecuentes con esto, se buscó métodos que ofrezcan un buen desempeño al corto y mediano plazo y se escogió las Suavización Exponencial y Promedio Móvil Simple, ofreciendo otras ventajas como su poca complejidad, excelentes resultados y practicidad para programar en un lenguaje de programación.²²

²² HEIZER, Jay y RENDER Barry. Principios de administración de operaciones, Pearson Educación, 2004. ISBN. 9702605253.

A continuación se presenta las fórmulas utilizadas en los métodos de pronóstico²³:

- Promedio Móvil Simple

El Promedio Móvil Simple se calcula como el promedio de los N datos . Por supuesto la cantidad N debe ser igual o inferior a la cantidad de datos de inicialización.

- Suavización exponencial Simple

$$F_T = \alpha d_T + (1-\alpha)F_{T-1}$$

Ecuación 1 Suavización Exponencial Simple

F_T = Pronostico para el periodo T

F_{T-1} = Pronostico del periodo anterior

d_T = Demanda real del periodo T

α = Constante de ajuste exponencial 0 < α < 1

- Suavización Exponencial Doble

$$S_{t+1} = \alpha d_t + (1-\alpha)(S_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = (S_{t+1} - S_t) + (1 - \beta)T_t$$

$$F_{t+1} = S_{t+1} + T_{t+1}$$

Ecuación 2 Suavización Exponencial Doble

d_T = Demanda real del periodo T

F_{T+1} = Pronostico corregido con tendencia para el periodo T + 1

S_t = Pronostico Inicial para el periodo T

T_t = Tendencia para el periodo T

²³ BALLOU, Ronald H. Administración de la cadena de suministro, Pearson educación, 2004

$\beta = \text{Constante de ajuste de tendencia}$

$$0 < \beta < 1$$

- Normalización de los Coeficientes de Estacionalidad

Después de obtener los factores de estacionalidad, se deben re normalizar, para esto, se utilizaron las siguientes formulas:

$$G = L / \sum_{n=1}^n Cn$$

Ecuación 4 Factor de Normalización de los Coeficientes de Estacionalidad de Suavización Exponencial Triple Multiplicativo

$G = \text{Factor de normalización}$

$$CNt = GCt$$

Ecuación 5 Normalización del Factor de estacionalidad Suavización Exponencial Triple Multiplicativo

$CNt = \text{indice de estacionalidad normalidad para el periodo } t$

Cabe resaltar que los Coeficientes Normalizados son los que se utilizarán en las Fórmulas de la Suavización Exponencial.

Después de haber ejecutado todos los métodos, se calcula el error como se explicará más adelante y se establecerá el método que lo minimice.

3.7 INDICADORES DE PRODUCCION

Los indicadores de produccion expresan el trabajo realizado con los recursos asignados. Miden la cantidad de servicios provistos. Es igual a horas hombre/ unidades finales de la actividad. Los indicadores de produccion son instrumentos

que sirven para mostrarnos los resultados del esfuerzo productivo, nos ayudan a establecer comunicaciones en el tiempo, medir costos o gastos y presentar el aporte de cada elemento dentro de la estructura productiva. Hay una serie de indicadores relacionados a la producción que tienen que ver con las remuneraciones, productos, existencias, activo fijo, ventas, compras de materias primas, precios, etc²⁴

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto o una organización. Los indicadores de gestión suelen establecerse por líderes del proyecto u organización, y son posteriormente utilizados continuamente a lo largo del ciclo de vida, para evaluar el desempeño y los resultados. Los indicadores de gestión suelen estar ligados con resultados cuantificables, como ventas anuales o reducción de costos en manufactura.²⁵

3.8 SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Un sistema de información se define como un conjunto de funciones o procedimientos interrelacionados que forman un todo, es decir, obtiene, procesa, almacena y distribuye información (datos manipulados) para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización. Igualmente apoya la coordinación, análisis de problemas y visualización de aspectos complejos. Los sistemas de información son herramientas que están cada vez más integradas en la estrategia de las empresas y están en constante evolución.²⁶

²⁴ MONTGOMERY, Douglas c. Diseño y análisis de experimentos, Editorial Limusa Willey. 2002 ISBN. 9681861566

²⁵ CHASE, JACOB, AQUILANO. Richard, Robert y Nicolás. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial MC- Graw-Hill. Décima Edición.

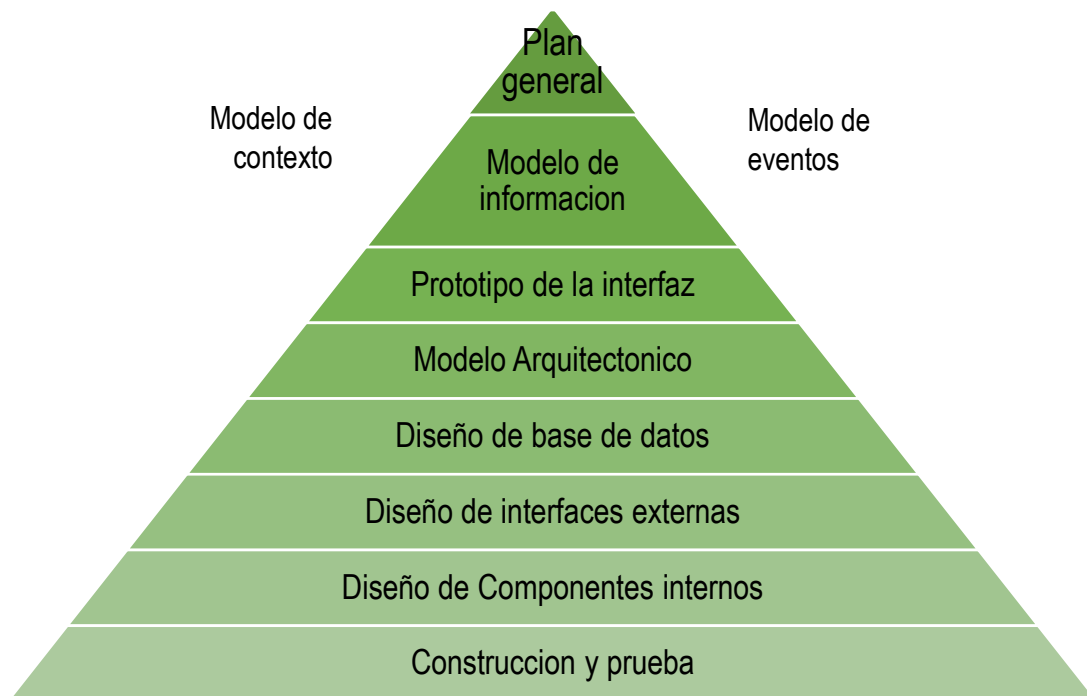
²⁶ RUBLES, David, A. Análisis y diseño práctico para sistemas cliente/servidor con gui, litografía Ingramex, S.A de C.V, Centeno No. 162-1. México D.F. ISBN 0-13-521758-X

3.8.1 Análisis y diseño de un software. El análisis es el proceso de determinar que se necesita hacer, antes de decidir cómo debe hacerse. El diseño es el proceso de determinar cuál de muchas posibles soluciones es la mejor para lograr lo que se necesita hacer, respetando las restricciones tecnológicas y de presupuesto del proyecto.

3.8.2 Actividades del desarrollo del software. La figura 7 muestra una forma de organizar las actividades de desarrollo del software.

La pirámide nunca permite que se olvide que el código que se construye es simplemente la base de una estructura que esta especificada para que alcance un conjunto de objetivos del negocio.

Figura 7. Pirámide de desarrollo del Software.



Fuente: CHASE, JACOB, AQUILANO. Richard, Robert y Nicolás. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial MC- Graw-Hill. Décima Edición. Capítulo 1, Figura 1-8. Plan general del proyecto.

En la parte superior de la pirámide está el plan general del proyecto, esto incluye el tema del proyecto y los objetivos que la soportan. El modelo de contexto define las fronteras del sistema y muestra la manera en que está situado dentro del ambiente del negocio. El modelo de eventos define el comportamiento del sistema mostrando la manera que se espera que responda ese para cada evento no solamente mapea las entradas y salidas, sino que también incluye la especificación de procesamiento para cada evento. El modelo de información contiene el mapa estático de los datos que quiere recordar el sistema. El prototipo de la interfaz pone una cara para los modelos abstractos mostrando como se podrían ver las ventanas y reportes del nuevo sistema. El modelo arquitectónico es el proceso de mapear los requerimientos del negocio articulados en los modelos de análisis hacia una diversidad de configuraciones de hardware y la selección más adecuada o la menos restrictiva. El diseño de la base de datos transforma el modelo de información a un esquema físico de base de datos. El diseño de la interfaz externa esto incluye la diagramación de la navegación por las ventanas. El diseño de componentes internos del sistema incluye modelos que mapean directamente hacia el paradigma del lenguaje de codificación de destino.

4. ESTRUCTURA PLAN DE MEJORAMIENTO

En el plan de mejoramiento mostrado a través de la matriz del marco lógico (Cuadro 17), se ven plasmadas las actividades necesarias para estandarizar el proceso de programación y control de la producción en Maple Oil Tools S.A.S, para garantizar que los procesos desarrollados dentro de la empresa sean ejecutados de manera uniforme por todos los involucrados, y así asegurar la satisfacción de los requerimientos del cliente y la calidad de los productos.

Cuadro 17. Matriz marco lógico, planificación de actividades.

MATRIZ DEL MARCO LÓGICO	INDICADORES		VERIFICADORES	SUPUESTOS	
	Enunciado	Formula de calculo			
OBJETIVO GENERAL	MEJORAR EL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN				
OBJETIVO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO	ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.				
OBJETIVO ESPECIFICO 1	Diagnóstico para definir las características del proceso productivo	% de cumplimiento de las actividades	Actividades realizadas/ Actividades planeadas	Informe de avance aprobado	Acceso a la empresa y disponibilidad de los materiales y personal necesario
ACTIVIDADES	Visitar la planta de la empresa MOT	Fecha del	Visita realizadas/ Visitas planeadas	Informe de visita	Entrada disponible a estudiantes

MATRIZ DEL MARCO LÓGICO		INDICADORES		VERIFICADORES	SUPUESTOS
		Enunciado	Formula de calculo		
OBJETIVO GENERAL	MEJORAR EL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN				
OBJETIVO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO	ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.				
		cronograma		de la empresa	ejecutores de proyectos
	Identificar las características del proceso productivo de la empresa	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Informe de visita de la empresa	Disponibilidad del personal para brindar la información
	Descripción actual de la programación y control de la producción en MOT	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Informe de visita de la empresa	Disponibilidad del personal para brindar la información
	Descripción de la documentación para la programación y control de la producción	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Informe de visita de la empresa	Disponibilidad del personal para brindar la documentación pertinente al proceso
OBJETIVO ESPECIFICO 2	ESTUDIO DE TIEMPOS	% de cumplimiento de las actividades	Actividades realizadas/ Actividades planeadas	Informe de avance aprobado	Acceso a la empresa y disponibilidad de los materiales y personal necesario
ACTIVIDADES	Elección de las referencias representativas para el estudio de tiempos	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Documento con la selección de las herramientas	Disponibilidad del personal para brindar la información
	Normalización de tareas	Fecha del cronograma		Documento de estudio de tiempos	Disponibilidad de tiempo para ejecución del proyecto
	Captura de datos	Fecha del cronograma		Documento de estudio de	Disponibilidad de herramientas adecuadas para la toma de tiempos

MATRIZ DEL MARCO LÓGICO		INDICADORES		VERIFICADORES	SUPUESTOS
		Enunciado	Formula de calculo		
OBJETIVO GENERAL	MEJORAR EL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN				
OBJETIVO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO	ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.				
	Calculo de tiempos asignados	Fecha del cronograma		tiempos Anexos	Disponibilidad de tiempo para ejecución del proyecto
OBJETIVO ESPECIFICO 3	ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CADA CENTRO DE TRABAJO	% de cumplimiento de las actividades	Actividades realizadas/ Actividades planeadas	Informe de avance aprobado	Acceso a la empresa y disponibilidad de los materiales y personal necesario
ACTIVIDADES	Análisis de la capacidad de producción de cada uno de los centros de trabajo	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Documento de análisis de capacidad	Disponibilidad del personal para brindar la información
OBJETIVO ESPECIFICO 4	MODELO DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA	% de cumplimiento de las actividades	Actividades realizadas/ Actividades planeadas	Informe de avance aprobado	Acceso a la empresa y disponibilidad de los materiales y personal necesario
ACTIVIDADES	Análisis del comportamiento de las ventas registradas en los últimos 3 años.	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Documento de análisis de las ventas	Disponibilidad del personal para brindar la información
OBJETIVO ESPECIFICO 5	DEFINICIÓN DE INDICADORES	% de cumplimiento de las actividades	Actividades realizadas/ Actividades planeadas	Informe de avance aprobado	Disponibilidad de tiempo para ejecución del proyecto
ACTIVIDADES	Importancia dentro de las actividades de la planta de producción.	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Hoja de vida de indicadores	Disponibilidad de tiempo para ejecución del proyecto
OBJETIVO ESPECIFICO 6	DISEÑO DE PROTOTIPO DE SOFTWARE	% de cumplimiento de las actividades	Actividades realizadas/ Actividades planeadas	Informe de avance aprobado	Disponibilidad de tiempo para ejecución del proyecto

MATRIZ DEL MARCO LÓGICO		INDICADORES		VERIFICADORES	SUPUESTOS
		Enunciado	Formula de calculo		
OBJETIVO GENERAL	MEJORAR EL PROCESO DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN				
OBJETIVO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO	ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.				
ACTIVIDADES	recolección de requerimientos posibles de cada uno de los usuarios del software a diseñar	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Informe de avance al jefe de base	Disponibilidad del personal para brindar la información
	organizar toda la información recolectada en los requerimientos para convertirla en entradas y salidas del software	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Informe de avance aprobado al jefe de base	Disponibilidad de tiempo para ejecución del proyecto
	Proponer el diseño del software a partir de los requerimientos establecidos por cada usuario	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Documento de diseño del software	Disponibilidad de tiempo para ejecución del proyecto
OBJETIVO ESPECIFICO 7	IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO DE SOFTWARE	% de cumplimiento de las actividades	Actividades realizadas/ Actividades planeadas	Informe de avance aprobado	Acceso a la empresa y disponibilidad de los materiales y personal necesario
ACTIVIDADES	Prueba piloto	Fecha del cronograma	Tiempo real de la actividades / Tiempo planeado de la actividad	Documento de diseño del software	Acceso a la empresa y disponibilidad de los materiales y personal necesario

5. DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO

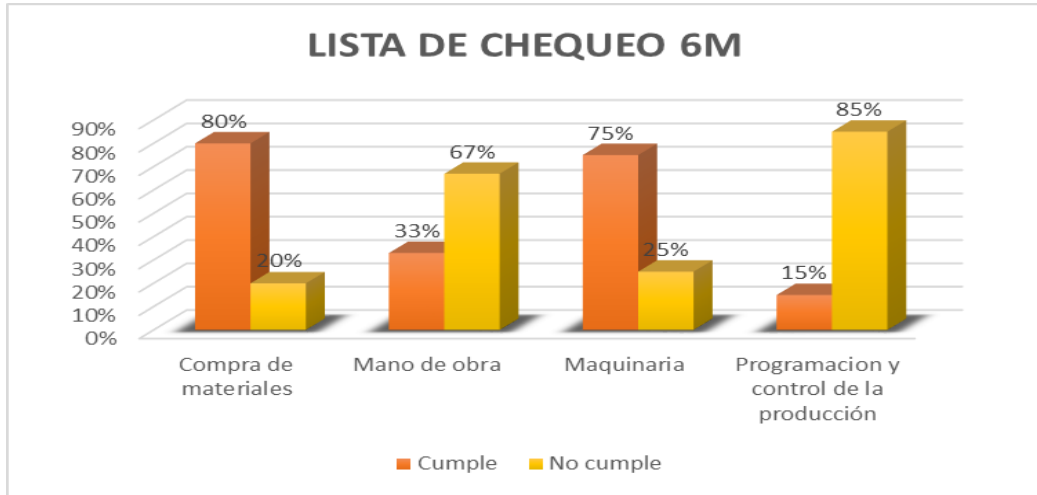
5.1 OBJETIVO 1: DIAGNOSTICO

Con el propósito de conocer el estado actual de MOT en el área de producción, se realizó un estudio que facilitara poner en evidencia las fortalezas y debilidades de la empresa. Se diseñó un formato de lista de chequeo (Ver anexo B) para identificar problemas y falencias presentes en el área de producción, y así detectar oportunidades de mejora, la cual fue diligenciada por el jefe de base y el coordinador de producción, el día 15 de agosto de 2014 en horas de la mañana.

Esta lista permitió tener ciertos parámetros a la hora de observar sus procesos. Cada parámetro fue evaluado con 1 y 0, donde 1 representa la inexistencia del parámetro y 0 una aplicación adecuada y eficaz de los temas evaluados, asignando respectivamente criterios de NC (No cumple) y C (Cumple).

Posteriormente; se realizó un análisis de los resultados para cada proceso y con esto se eligió el proceso con mayor impacto para la empresa, como se puede ver en la gráfica 1.

Gráfica 1. Resultado lista de chequeo.



Fuente: Resultados lista de chequeo.

Después de la aplicación de la lista de chequeo y con los parámetros evaluados mencionados en la misma, se evidencian problemas en la programación y control de la producción, con un 85% de incumplimiento y un 15% de aprobación en sus criterios, como se pueden observar en la gráfica 1.

Debido a que existen falencias en la programación y control de la producción, se optó por analizar a fondo los problemas presentes en la misma, mediante una herramienta visual (árbol del problema) multipropósito para identificar y priorizar problemas, objetivos o decisiones. El problema principal es representado como el tronco de un árbol y los factores relevantes, influencias y resultados se reflejan como raíces y ramas.

Para la elaboración del árbol del problema se realizó una reunión con el jefe de base y el coordinador de producción en donde se siguió la siguiente metodología:

- Analizar e identificar a través de lluvia de ideas los principales problemas que estaban presentes en el proceso de programación y control de la producción.
- A partir de esta primera “lluvia de ideas”, junto con el jefe de base y el coordinador de producción establecer el problema central que afecta el proceso de programación y control de la producción.
- A partir del problema central establecido en el paso anterior definir los efectos más importantes a los que con lleva dicho problema.
- Una vez analizado los efectos que tiene el problema central, establecer las causas de estos efectos.
- Con la información obtenida anteriormente diagramar el árbol de causas y efectos asociados al problema.
- Por último se revisa la validez e integridad del árbol dibujado.

A continuación En la figura 8 se observa el esquema de lo descrito anteriormente.

Figura 8. Árbol del problema



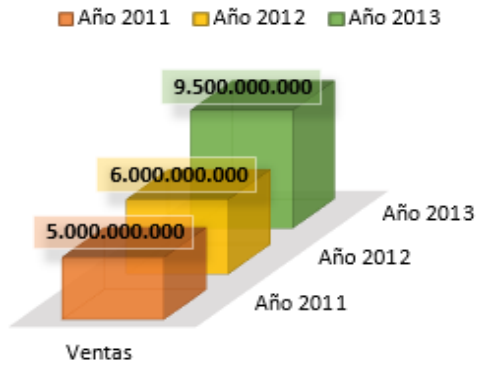
De acuerdo al árbol del problema se puede decir que los aspectos negativos en el proceso productivo son:

- Mala programación y control de la producción
- Fijación de fechas de entregas inadecuadas.
- Retraso en el inicio de producción de las órdenes de trabajo.

Maple Oil Tools S.A.S ha presentado un incremento significativo en las ventas del 2013 como se puede observar en la gráfica 2 pasando de \$ 6.875.000.000 a \$10.129.914.604, esto se debe principalmente a que sus clientes aumentaron en un 11% comparados con el año 2012 (ver gráfica 3)

Gráfica 2. Ventas de Maple Oil Tools S.A.S año 2011-2013

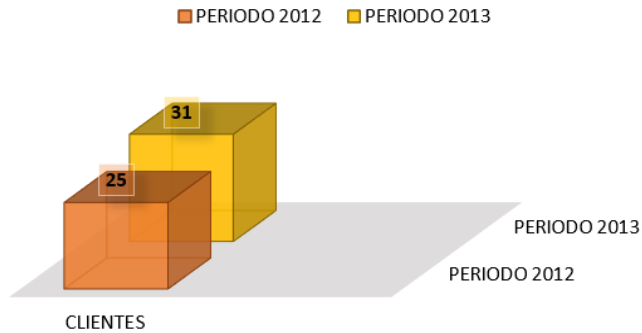
VENTAS ANUALES MAPLE OIL TOOLS



Fuente: Información suministrada por el área de contabilidad en Maple Oil Tools.

Gráfica 3. Incremento de clientes de Maple Oil Tools S.A.S año 2013.

INCREMENTO DE CLIENTES MAPLE OIL TOOLS

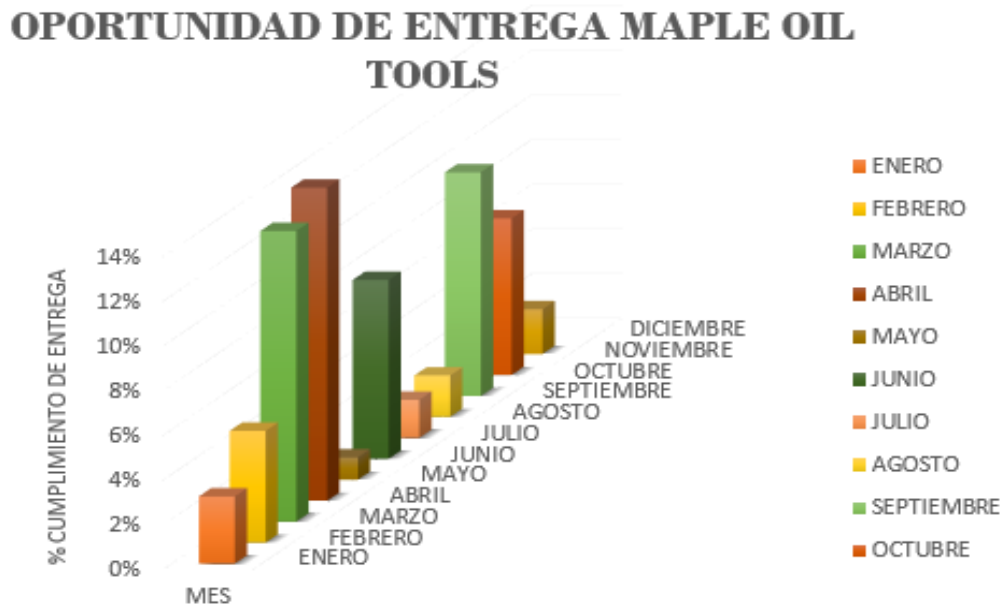


Fuente: Información suministrada por el área de contabilidad en Maple Oil Tools.

Actualmente la empresa presenta problemas en la entrega oportuna de los pedidos; esto se debe a que no se tiene en cuenta la capacidad de producción como tampoco las fechas de los pedidos pendientes por entregar, sino que se

manipulan las fechas de producción priorizando los intereses de la empresa y el beneficio de clientes importantes, ocasionando incumplimiento e inconformidad en las fechas de entrega de los pedidos de otros clientes, como se puede evidenciar en la gráfica 4 donde se muestra la tendencia del indicador del cumplimiento en el tiempo de entrega.

Gráfica 4. Tendencia de indicadores del cumplimiento de los tiempos de entrega (año 2013)



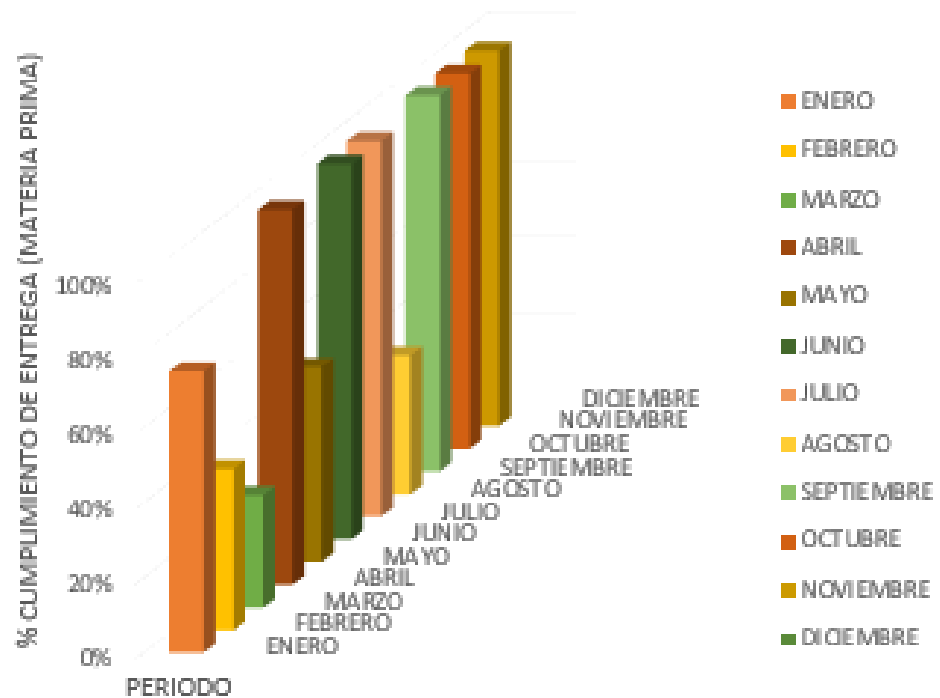
Fuente: Gestión de indicadores de Maple Oil Tools S.A.S.

Para la empresa, el cumplimiento con los tiempos de entrega de la materia prima es fundamental, ya que con las demoras de estos se pueden generar retrasos en el proceso productivo. En el grafico 5 y 6 se puede apreciar el cumplimiento con respecto a las fechas de entrega de materia prima nacional e internacional por parte de los proveedores, donde se presentan incumplimientos significativos en los meses Marzo, Abril, Junio y Septiembre. El indicador no alcanza a sobrepasar el

porcentaje meta ya que los proveedores no cumplen satisfactoriamente con el criterio debido a que no se hacen entregas completas e incumplen con los tiempos establecidos.

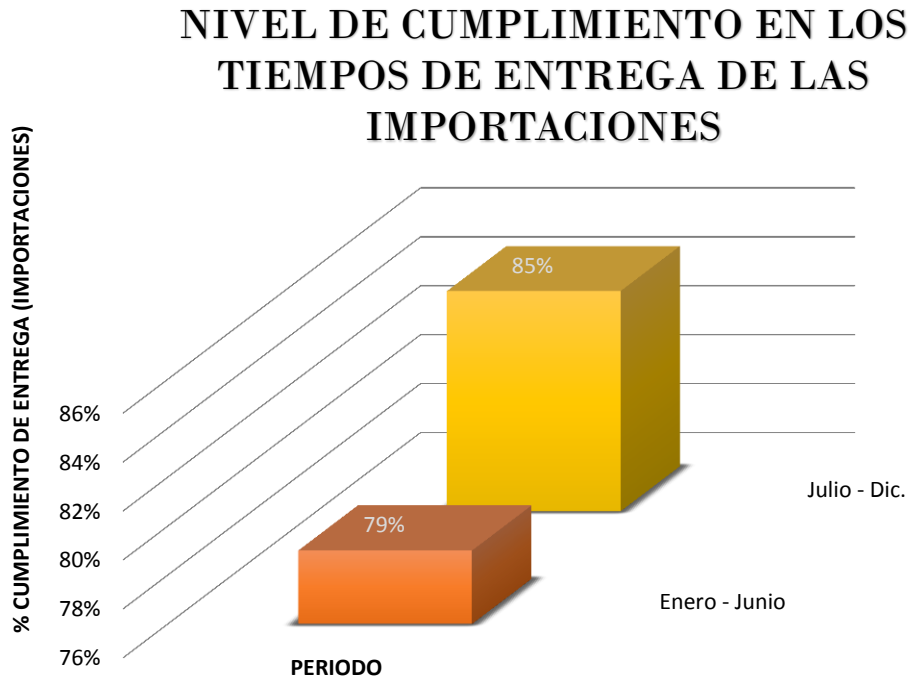
Gráfica 5. Cumplimiento de tiempos de entrega materia prima nacional.

CUMPLIMIENTOS TIEMPOS DE ENTREGA MAPLE OIL TOOLS



Fuente: Gestión de indicadores de Maple Oil Tools S.A.S.

Gráfica 6. Cumplimiento de tiempos de entrega de importaciones



Fuente: Gestión de indicadores de Maple Oil Tools S.A.S.

La empresa también incurre en costos por subcontrataciones, debido al desconocimiento de la capacidad de reacción del área de producción e incumplimientos generados por parte de los proveedores. La mayoría de los casos de subcontratación están relacionados con el proceso de mecanizado²⁷ que tiene un costo de producción para la empresa de \$ 102.471 por unidad y cuando subcontratan el valor a pagar es de \$165.000, perdiendo la oportunidad de aumentar sus ingresos en \$ 63.000 por unidad aproximadamente; como lo fue en el mes de febrero del año 2013 donde la empresa incurrió en 33 millones por subcontrataciones para este proceso.²⁸

²⁷CENTRO EDUCATIVO SALESIANOS TALCA. Proceso de mecanizado: conjunto de operaciones que partiendo de una pieza en bruto, y eliminando parte del material que la compone se obtiene una pieza de la forma y dimensiones deseadas.[en línea] disponible en: <http://www.salesianostalca.cl/files/m2---el-mecanizado.pdf>

²⁸ Información suministrada por el jefe de base en Maple Oil Tools S.A.S.

5.1.1 Descripción del proceso de programación y control de la producción. El proceso de producción en Maple Oil Tools S.A.S, empieza con la orden de trabajo, la cual es realizada con base a la cotización y la orden de compra expedida por el departamento comercial, este es un documento primordial en la programación de la producción, ya que en este formato se definen las respectivas especificaciones técnicas y logísticas como: los datos del cliente que lo solicita, geometrías, material, procesos, información de despacho y fecha de entrega.

Tan pronto como se recibe la orden de trabajo, se realiza la solicitud de materias primas a través de una requisición al departamento de compras, quienes deben proveer los materiales lo antes posible para iniciar con el proceso de elaboración de los productos.

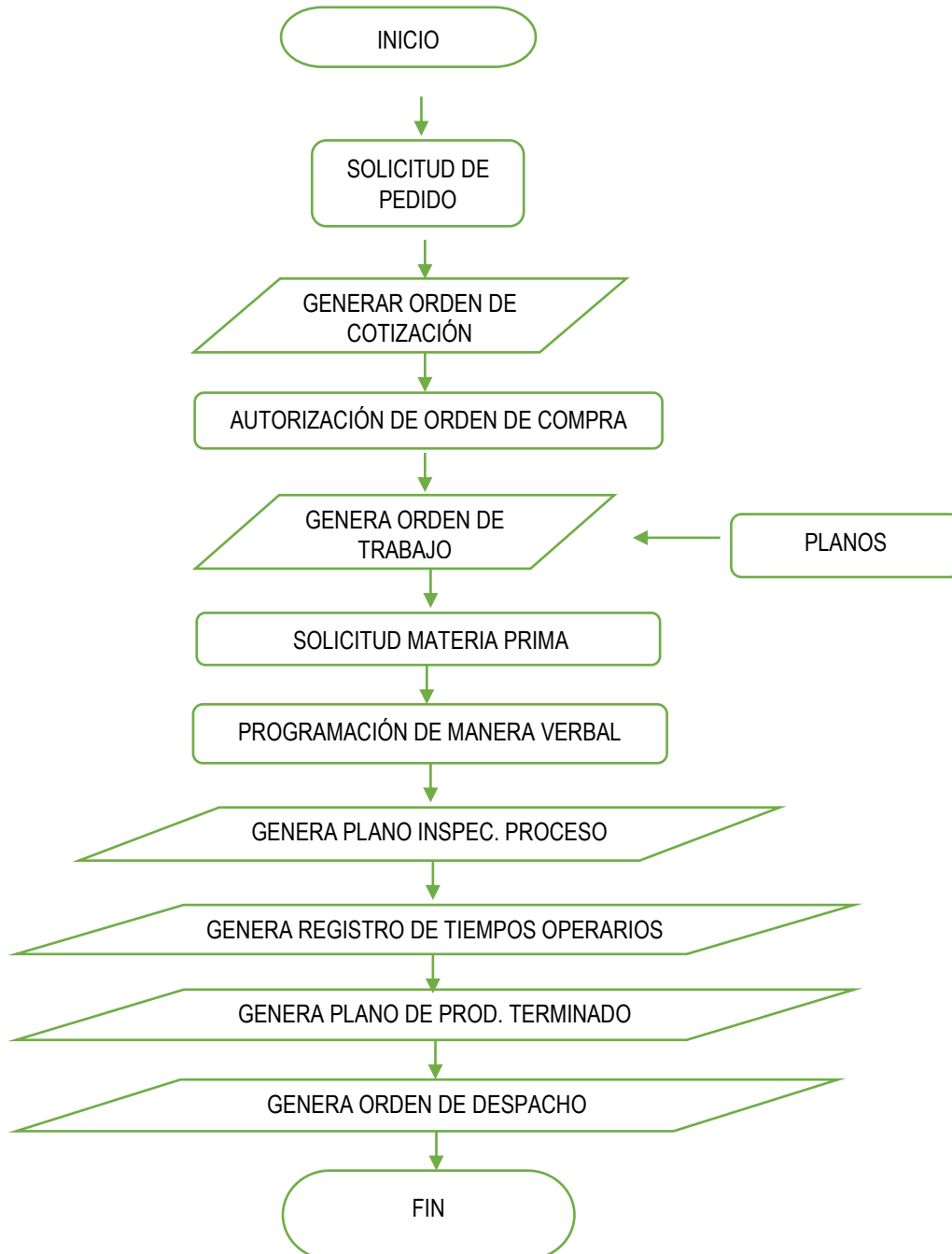
Con las especificaciones suministradas en la orden de trabajo, se genera el plano de producción, en donde se diligencian todas las características que debe poseer el producto, adicionalmente se adjuntan los planos de inspección en proceso, y el plano de verificación de producto terminado siguiendo las especificaciones técnicas de acuerdo a las normas, para que sean diligenciados por operarios y coordinador de producción.

Con los datos suministrados en la orden de trabajo el coordinador de producción basado en su conocimiento y experiencia, determina el personal y los equipos de producción que se involucran en la fabricación del producto.

Al finalizar la jornada laboral los operarios deben diligenciar de manera manual el reporte diario de trabajo en el que deben incluir fecha, relacionar la orden de trabajo, ítem y descripción específica de la actividad. De igual forma deben diligenciar el plano de inspección en proceso con la información correspondiente a las medidas de cada uno de los productos terminados.

Una vez finalizado el proceso de fabricación de los productos por parte del operario, el coordinador de producción realiza la verificación del producto terminado para luego diligenciar la remisión y enviar el pedido.

Grafica 7. Diagrama programación y control Maple Oil Tools. S.A.S



5.1.2 Documentación para la programación y control de la producción. La documentación es el soporte del sistema de gestión la calidad, pues en ella se plasman no solo las formas de operar en Maple Oil Tools, sino toda la información que permite el desarrollo de todos los procesos y la toma de decisiones.

A continuación se describen los formatos utilizados en el proceso de programación manual de la producción. Los formatos que se mencionan a continuación se mostrarán en el Anexo C.

Orden trabajo: Con este formato utilizado para tomar las necesidades de los clientes, se da inicio al proceso de producción en Maple Oil Tools S.A.S, contiene información como Fecha de digitación del formato, Fecha de solicitud del pedido, Cliente, Cantidades solicitadas, Materiales requeridos y fecha de entrega entre otros. Es un formato sencillo donde se dan las pautas necesarias para iniciar la programación de la producción.

Plano de Producción. En el instante que se recibe la solicitud de producción donde se encuentran todas las necesidades del cliente, también se reciben los planos del producto o como constantemente sucede, se utilizan los planos que se encuentran archivados en la planoteca. Este formato es el utilizado para diseñar los planos, aquí se define toda la información técnica del producto como Longitud, OD, ID, dureza, peso, lote, etc.

Requisición de materiales de producción: Este formato es fundamental para la programación de la producción, ya que con éste, se soporta al departamento de compras todos los requerimientos en materia prima solicitados para iniciar la producción. Aunque es un formato sencillo, algunas casillas son innecesarias por lo tanto no se tienen en cuenta a la hora de ser digitado, haciendo uso erróneo del formato.

Orden de Compra: Una vez se realiza el requerimiento de material por parte del área de producción, el Asistente de compras es el encargado de montar la requisición de materiales, para que el gerente de MOT apruebe y finalmente se digite la orden de compra y así enviar al proveedor seleccionado para hacer efectiva dicha compra.

Programación de Producción: Después de recibir la orden de producción, el jefe de base es el encargado de programar los recursos utilizados para la realización de dicha orden como lo es el recurso humano, maquinarias y tiempo.

Reportes diarios de trabajo. Se maneja el reporte diario de producción de los operarios, donde se especifica en qué orden de producción trabajo, las cantidades realizadas diarias y el tiempo en que las realizo, en este formato la empresa ha encontrado poco compromiso por parte de los operarios ya que no se hace el uso adecuado, dejando espacios libre o en ocasiones no lo llenan diariamente sino que al siguiente día lo digitan olvidando horas exactas de producción.

En el proceso de producción además de contar con los formatos principales, se hace uso de otros formatos como se pueden ver en el Anexo C, algunos de ellos son:

- Plano de inspección del proceso
- Verificación de producto terminado
- Certificado de calidad
- Verificación de galgas. Entre otro.

5.2 OBJETIVO 2: ESTUDIO DE TIEMPOS

5.2.1 Diagnóstico Inicial. Según lo analizado en la empresa y como mejora al proceso productivo, se encontró necesario realizar un estudio de tiempos para establecer el tiempo de procesamiento de las órdenes de producción, con el propósito de realizar mejoras en la programación de la producción

Las operaciones a las cuales se realizó el estudio de tiempos fueron: Corte, Torneado, Fresado, y Marcado.

5.2.2 Elección de las referencias representativas para el estudio. Maple Oil Tools S.A.S maneja 5 líneas de producción, y dentro de cada línea existen distintas y variadas referencias, dado que el proyecto se debe focalizar en los productos representativos del proceso productivo, se procedió a identificar los productos que presentan mayor cantidad de ventas en cada línea de producción mediante la recolección de datos históricos de ventas del año 2013. Una vez conseguida la información se obtuvo para las 5 líneas de producción un total de 15 productos, en el anexo D se pueden observar las ventas registradas para el año 2013 de los productos elegidos.

Con el fin de focalizar y ahondar más el estudio y bajo la supervisión del jefe de base se escogió la referencia que más se vendía; es decir, la de mayor rotación para cada producto seleccionado anteriormente y se graficó un Diagrama de Pareto, que es una herramienta que ayuda a identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema, en el anexo E se muestran las líneas de producción con sus productos y sus respectivas referencias; de igual forma las referencias que son más representativas dentro de cada producto. En la tabla 2 se dará a conocer la participación porcentual de cada referencia que facilitara aún más la elección de las referencias a estudiar.

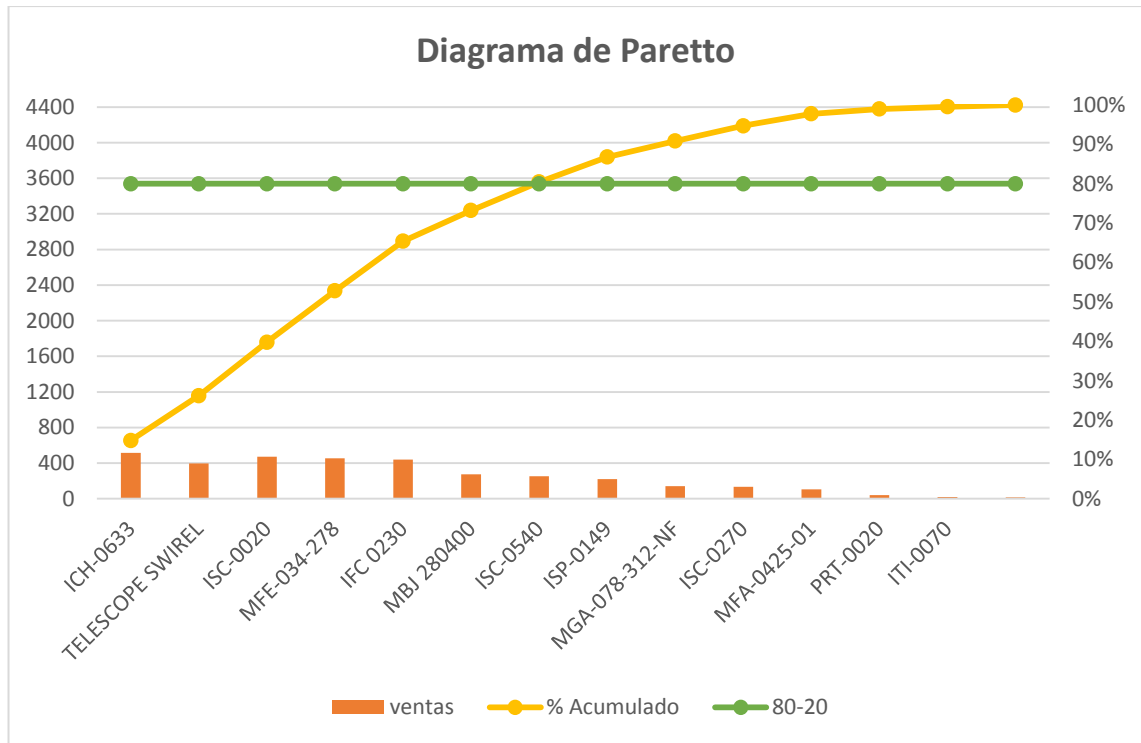
Tabla 2. Aportación dada en porcentaje de cada referencia.

Producto	ventas	Frecuencia acumulada	% Acumulado
ICH-0633	516	516,00	15%
TELESCOPE SWIREL	396	912,00	26%
ISC-0020	473	1385,00	40%
MFE-034-278	454	1839,00	53%
IFC 0230	439	2278,00	65%
MBJ 280400	273	2551,00	73%
ISC-0540	252	2803,00	80%
ISP-0149	221	3024,00	87%
MGA-078-312-NF	141	3165,00	91%
ISC-0270	135	3300,00	95%
MFA-0425-01	106	3406,00	98%
PRT-0020	42	3448,00	99%
ITI-0070	20	3468,00	100%
ICH-0270	16	3484,00	100%

Fuente: Información suministrada por el departamento de Contabilidad Maple Oil Tools S.A.S.

A Continuación se muestra la gráfica de Pareto que permitió encontrar las referencias representativas del proceso productivo.

Grafica 8. Diagrama de Pareto de referencias.



Fuente: Información suministrada por el departamento de Contabilidad Maple Oil Tools S.A.S.

De acuerdo a los resultados arrojados en el análisis Pareto, se observa que de las 15 referencias seleccionadas de las 5 líneas de producción, 7 representan el mayor volumen del porcentaje en las ventas que corresponden a:

- Inflation Cup Tool
- Telescope Swirel
- Ms Closing Sleeve 7"X4" Nitrile 6.5 Ksi 5-
- Centralizador 3-4 X 2-78
- Model "F" Landing Nipple 3-1/2"*2.75
- Blast Joint 2-78x4 Ft
- Crossover 3-1/2" N U Box X 2-7/8" Eue

En el anexo F se puede observar el diseño de cada referencia seleccionada y sus respectivas partes, las cuales serán objeto de estudio a lo largo de este proyecto. A partir de la definición de las referencias de productos a medir se desarrolló el estudio de tiempos.


5.2.3 La Metodología usada para el desarrollo del estudio de tiempos. Para el desarrollo del estudio de tiempo se llevó a cabo la siguiente metodología que inicia con:

5.2.4 Normalización de tareas. Debido a que la empresa no cuenta con un estudio de métodos, se optó por estandarizar o normalizar el trabajo, con el fin de garantizar que el operario opere la maquina bajo las mismas condiciones y que este sea capaz de ejecutarla haciendo una cantidad definida de productos.

Para estandarizar el trabajo se obtuvo y registró toda la información posible acerca de la tarea del operario, a través de entrevistas realizadas a los mismos, una vez registrada toda la información acerca de la operación y el operario, se creó un formato donde se estableció el método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la planta de producción, en este formato se especifica el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que requiere para ejecutar dicha operación y un instructivo de uso de cada máquina presente en el proceso productivo.

A manera de ejemplo se mostrara el formato (ver cuadro 18) de normalización para el centro de mecanizado CNC y su respectivo instructivo de uso (ver cuadro 19), los demás formatos se podrán visualizar en el anexo G.

Cuadro 18. Normalización de tarea para el centro de mecanizado CNC.

 <p style="text-align: center;">MAPLE OIL TOOLS S.A.S</p> <p style="text-align: center;">FORMATO DE NORMALIZACIÓN DE TAREAS</p>		
CENTRO DE TRABAJO:	Centro de mecanizado Torno convencional	COD: 1-MT-011
OPERARIO 1:	Omar Mancipe	VE:00
OPERARIO 2:	Jefferson Mayorga	
APROBADO POR:	Oscar Castellanos, Manuela F. Suarez.	FECHA:15/01/2015
ESPECIFICACIONES CENTRO DE MECANIZADO CNC		
OPERARIO		
DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	
Operarios que manipulan: 2	<ul style="list-style-type: none"> • Este equipo debe ser operado por personal calificado o siguiendo las instrucciones de operación para un buen funcionamiento del mismo. • Realizar la lista de chequeo antes de iniciar su labor. • Realizar el alistamiento a la maquina cuando se hacen cambios de referencia. • Retirar la viruta o desecho que se acumula en la máquina. • Inspeccionar si las especificaciones de la pieza se cumplen. • Hacer el cambio de piezas desgastadas como el inserto y brocas oportunamente. • Comprobar el nivel de aceite en la caja de velocidades y en el delantal. • Comprobar existencia de refrigerante y nivel en su respectivo tanque. • Comprobar manualmente el movimiento de todos los mecanismos, el movimiento debe ser fácil y sin fillos. • Verificar que el plato y su seguro contra el aflojamiento, están correctamente colocados. • Revirar que pieza a trabajar está correcta y firmemente sujeta al dispositivo de sujeción y que en su movimiento no encuentre obstáculos. • Revisar se ha retirado del plato la llave de apriete • Revisar si la palanca de bloqueo del portaherramientas está bien apretada. • Revisar si están apretados los tornillos de fijación del carro superior. • Si se usa contrapunto, comprobar que esté bien anclado a la bancada y que la palanca del bloqueo del husillo del contrapunto está bien apretada. • Revisar que las carcasas de protección o resguardos de los engranajes y transmisiones 	



MAPLE OIL TOOLS S.A.S

FORMATO DE NORMALIZACIÓN DE TAREAS

CENTRO DE TRABAJO:	Centro de mecanizado Torno convencional	COD: 1-MT-011
OPERARIO 1:	Omar Mancipe	VE:00
OPERARIO 2:	Jefferson Mayorga	
APROBADO POR:	Oscar Castellanos, Manuela F. Suarez.	FECHA:15/01/2015
ESPECIFICACIONES CENTRO DE MECANIZADO CNC		
OPERARIO		
	<p>estén correctamente colocadas y fijadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para limar en el torno, se debe sujetar la lima por el mango con la mano izquierda. La mano derecha sujetará la lima por la punta. 	
UBICACIÓN		
Área de Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Esta tarea se ejecutara siempre dentro del área demarcada para la planta de producción. 	
MAQUINARIA		
Centro de mecanizado, Ref.: L6-1370, Marca: Lead Well, Serial: 018103, Cód.: MB- P- CM-01	<p>Para que la maquina desempeñe su función correctamente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El equipo debe ser operado por personal calificado o siguiendo las instrucciones de operación para un buen funcionamiento del mismo. • No se debe poner en marcha el centro de mecanizado al colocar o sacar una pieza en la mesa de trabajo. • La pieza a trabajar debe estar correcta y firmemente sujeta al dispositivo de sujeción y que en su movimiento no encuentre obstáculos. • No se debe frenar nunca el plato con la mano. Es peligroso llevar anillos o alianzas; ocurren muchos accidentes por esta causa. • Para torneear entre puntos se utilizarán dispositivos de arranque de seguridad. En caso contrario, se equiparán los dispositivos de arrastre corrientes con un aro de seguridad. Los dispositivos de arrastre no protegidos han causado numerosos accidentes, incluso mortales. • Para limar en el torno, se debe sujetar la lima por el mango con la mano izquierda. La mano derecha sujetará la lima por la punta. 	





MAPLE OIL TOOLS S.A.S

FORMATO DE NORMALIZACIÓN DE TAREAS

CENTRO DE TRABAJO:	Centro de mecanizado Torno convencional	COD: 1-MT-011
OPERARIO 1:	Omar Mancipe	VE:00
OPERARIO 2:	Jefferson Mayorga	
APROBADO POR:	Oscar Castellanos, Manuela F. Suarez.	FECHA:15/01/2015
ESPECIFICACIONES CENTRO DE MECANIZADO CNC		
OPERARIO		
ACCESORIOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Cuarto eje con copa autocentrante. • Dos juegos de mordazas • Punto móvil. • Magazine de 20 herramientas • Conos BT40 		
MATERIAL		
<ul style="list-style-type: none"> • Acero 4140 28.5" X 1 ¾ OD 	<ul style="list-style-type: none"> • La pieza debe estar debidamente refrentada y demarcada con el punto centro. 	
RECIBE		
ENTREGA		

Cuadro 19. Instructivo de uso para el centro de mecanizado CNC

	INSTRUCTIVO DE USO Y OPERACIÓN CENTRO DE MECANIZADO TORNO CONVENCIONAL	COD: 1-MT-011
		VE:00
		FECHA:15/01/2015
<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse el equipo de protección. • Accionar el interruptor central (situado en la parte posterior de la maquina) hacia la posición de encendido, y verificar visualmente que la maquina esta energizada(al girar se encenderá la lámpara situada en el espacio de maquinado) • Accionar el interruptor de paro de emergencia ubicado en el cabezal fijo (situado en la parte frontal de la máquina, botón de color rojo).. • Oprimir el botón de encendido de la máquina en el en el cabezal fijo (situado en la parte frontal de la máquina, botón de color verde), inmediatamente después de pulsarlo se escuchara que empiezan a funcionar las bombas de lubricación y de refrigeración. • Montaje de Material. <ul style="list-style-type: none"> – Montar la pieza de acuerdo al tamaño (en el aire, entre plato y punto, y con luneta) – Asignar herramientas (broca, buriles, insertos, grafilador) – Montar la herramienta – Centrar la herramienta a la pieza • Definir los parámetros de maquinado <ul style="list-style-type: none"> – Seleccionar de acuerdo a la pieza a maquinar el tipo de mecanizado (rosca o mecanizado de superficies), usando las palancas selectoras ubicadas en el tablero de avance de roscas (panel frontal). Ver figura 3. – Realizar los ajustes de la velocidad husillo, velocidad de corte, avance y profundidad de acuerdo al trabajo a realizar y material a utilizar y con base en la tabla de velocidades ubicada en el panel frontal. Ver figura 3. – Ningún cambio en las velocidades de este cabezal se puede realizar con la máquina en marcha, con riesgo de rotura de engranajes. Si algún cambio se resiste a entrar, mover con la mano el plato hasta que lo coloquemos.. • Verificar montaje. • Encender el torno • Realizar la operación de maquinado <ul style="list-style-type: none"> – Cilindrado exterior e interior. – Refrentado. – Torneado de conos exteriores. – Troceado y ranurado. 		

	INSTRUCTIVO DE USO Y OPERACIÓN CENTRO DE MECANIZADO TORNO CONVENCIONAL	COD: 1-MT-011
		VE:00
		FECHA:15/01/2015

<ul style="list-style-type: none"> - Otros trabajos de torneado. - Roscado en el torno • Apagar el torno, botón rojo panel frontal • Retirar la herramienta y/o pieza <p>Limpiar el torno</p>

- Selección del operario

Dada la importancia que presenta las relaciones humanas entre el encargado de realizar el estudio de tiempos y los actores que en este caso son los trabajadores, se escogió el operario a cronometrar, los cuales se denominaron trabajadores calificados, por la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

De esta manera nos aseguramos de que el tiempo que tomado es prudente para realizar la operación.

En MOT y por decisión del coordinador de producción, cada puesto de trabajo tiene un operario encargado de su funcionamiento, por esto, en la toma de tiempos realizado los operarios no se eligieron por criterios, sino por asignación de éste a su puesto de trabajo, teniendo en cuenta que a cada operario que ejecutaría el trabajo, se le pidió:

- Ejecutar el trabajo a ritmo habitual.
- Realizar las pausas a las que está acostumbrado.
- Exponer las dificultades que se fueran presentando.

- Descomposición de la operación en elementos:

Para lograr separar los tiempos improductivos de los tiempos productivos, se dividió la actividad en elementos, teniendo en cuenta las características presentadas en cada uno de ellos. Para la división se determinan los siguientes ciclos de trabajo según el proceso en lo cual se realice la actividad. Cabe mencionar que el ciclo de trabajo es diferente según la referencia de la pieza y el proceso en el cual se realiza la actividad, En el Anexo H se describen los elementos de trabajo de forma general para cada uno de los procesos productivos de la empresa.

A manera de ejemplo se mostrará en el cuadro 20 los elementos determinados para el proceso de corte. Los elementos determinado para los procesos como: mecanizado CNC, Mecanizado LTC, Torno convencional y Torno búlgaro se mostraran en el Anexo H.

En el caso del proceso de CORTE el ciclo se ha dividido en cuatro elementos repetitivos y dos no repetitivos.

Cuadro 20. Elementos proceso de corte.

ELEMENTOS	PROCESO DE CORTE
elemento 1	Desde que el operario se dirige a tomar el tubo (materia prima) del área de almacenamiento, hasta que ubica el tubo sobre la maquina (sierra sinfin).
elemento 2	Desde que el operario ubica el tubo sobre la maquina (sierra sinfin) hasta que termina de nivelar y tomar medidas al tubo como lo indican las especificaciones del plano
elemento 3	Desde que el operario enciende la maquina (sierra sinfin) hasta que se termina el corte de la pieza.
elemento 4	Desde que se termina el corte del tubo hasta que el operario ubica la pieza en el palet.

Continuación cuadro 20. Elementos proceso de corte.

ELEMENTOS	PROCESO DE CORTE
elemento A	INSPECCIÓN PRE OPERACIONAL: Este elemento se designó como no repetitivo y va desde que el operario se dirige a su máquina (sierra sinfín) para revisar el estado de la misma (esto incluye herramientas menores, insertos, etc.) hasta que termina de llenar el formato de inspección pre operacional y lo ubica al costado de la máquina.
elemento B	OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS DE PLANOS: Este elemento es no repetitivo y va desde que el operario recibe el plano del producto a elaborar en su jornada, hasta que devuelve el plano al jefe de base en su total entendimiento.

Una vez que se logró descomponer el proceso en elementos y así delimitar las operaciones se procedió a calcular el número de observaciones correspondientes al tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones, dado que es un factor importante para lograr un nivel de confianza aceptable en el estudio.

5.2.5 Calculo del número de observaciones. El método utilizado para determinar el número de observaciones fue el Método estadístico, lo cual se efectuaron 8 observaciones preliminares, para luego poder aplicar la fórmula. En la tabla 3 se mostrará a manera de ejemplo el cálculo del número de ciclos de la parte Botton Sub perteneciente al producto Inflation Cup Tools en el proceso de corte, de esta manera se realizaron todos los cálculos para el numero de premuestras en cada herramienta. (Ver anexo I)

S: es el valor correspondiente a la desviación estándar de la premuestra.

S: 1.5811

t: es el valor obtenido en la tabla para la distribución de T-student al nivel de confianza fijado y el número de datos determinados. Para un nivel de confianza del 95% y 7 grados de liberta (n-1).

t: 2, 365

e: representa el margen de error deseado expresado en unidades de tiempo (segundos).

e: 2 segundos

$$N = (s * t_{\alpha, n-1})^2 / e^2$$

$$N = (1.5811 * 2,365)^2 / 2^2$$

$$N = 3,4957$$

En la tabla 3 se resumen los datos para el cálculo de la muestra.

Tabla 3. Cálculo del número de observaciones de la herramienta Botton Sub en el proceso de Corte.

Parte	BOTTON SUB		Maquina: sierra sin fin			operación: Corte		
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8
(Seg)	3030	3031	3032	3029	3028	3029	3030	3031
Media	3030							
Desviación	1,58113883							
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	7	t-Student	2,365	error	2	
N				3,495765625				

Una vez determinado los ciclos a tomar para el estudio de tiempos se seleccionó el sistema de medición continuo, para facilitar la toma del mismo y así ahorrar tiempo en la división de cada uno de los elementos.


5.2.6 Selección de escala de valoración. La escala de valoración escogida es la de porcentaje (%), donde se compara la actuación del operario observado con su propio concepto de actuación normal.

Las escalas con las que se midieron el desempeño están determinadas por una descripción de actividades asociadas en su velocidad como se puede observar en el anexo J

5.2.7 Asignación de suplementos. Los suplementos como reajuste al tiempo en el que se ejecuta la tarea, fueron tomados del sistema de suplementos por descanso destinados por la OIT, teniendo en cuenta los suplementos constantes y variables. Ver anexo K.

5.2.8 Formularios para el estudio de tiempos. A continuación se observa el formato diseñado para la toma del estudio de tiempos en Maple Oil Tools S.A.S.

Figura 9. Formato estudio de tiempos.

		FORMATO ESTUDIO DE TIEMPOS					
Departamento:				Estudio Nº:			
				Hoja Nº:			
Operario:				Termino:			
				Comenzo:			
Estudio de Metodo Nº:	1	Instalacion/Maquina:		Tiempo trans:			
Herramienta y calibradores:				Operario:			
				Ficha Nº:			
Metodo utilizado:			Pieza/Unidad:	Observado por:			
Producto/Pieza:			Numero:	Fecha:			
Plano Nº			Material:	Comprobado:			
Estudio realizado por: Yeraldine Buritica Serrano; Lady Katherine Valderrama León							
ELEMENTOS	CICLOS				Tiempo promedio	% de Calificación	Tiempo Normalizado
	1	2	3	4			
1							
2							
3							
.							
.							

Fuente: Documentación calidad

5.2.9 Captura de datos y cálculo de tiempo normalizado. Se calculó adicionando al tiempo normalizado los respectivos suplementos asignados a cada estación de trabajo

En el anexo L se muestran los cálculos de los puntos 5, 6, y 8 detallados en la metodología mencionada. Las tablas muestran el tiempo que emplea cada recurso en el procesamiento de un producto.

5.3 OBJETIVO 3: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Maple Oil Tools S.A.S es una empresa tipo taller que produce distintos tipos de referencias. Cada trabajo es particular pues esta definido de acuerdo a los requerimientos del cliente. Este aspecto en particular, sugiere que no es posible calcular la capacidad global de la planta, dado que ésta se va a ver alterada de acuerdo al numero de trabajos y mezcla de productos a fabricar. En la medida que se fabriquen lotes mas grandes, la capacidad de la planta va aumentar, al disminuir el numero de preparaciones y limpiezas de maquina.

Por este motivo, el estudio se enfocará en calcular la capacidad de cada centro de trabajo de forma individual. La capacidad de cada centro de trabajo se hizo Con base en la jornada laboral de los empleados, la cual es de 525 minutos/día de lunes a viernes, tomando 15 minutos de descanso en la mañana y 60 minutos para almorzar y los sábados 3 horas que normalmente se realiza jornada de aseo.

La capacidad de cada centro de trabajo se realizó evaluando la utilización de cada recurso al 90% con el fin de determinar el valor máximo que se puede producir en un día de trabajo, se tomó como referencia el tiempo asignado/unidad de producto del estudio de tiempos en minutos. Ver anexo L.

En la siguientes tablas (4, 5, 6,7) se presenta la capacidad de producción por día de cada centro de trabajo de los productos que para su fabricación solo es necesario una parte. En el anexo M se puede observar la capacidad de producción de cada centro de trabajo con las partes que conforman los productos restantes.

Tabla 4. Capacidad de producción para Crossover

CAPACIDAD (Unidades/Día)		
	TORNO CONVENCIONAL	MARCADORA
Crossover	8,88	2,91

Tabla 5. Capacidad de producción para Centralizador de Ruedas

CAPACIDAD (Unidades/Día)				
	CNC	LTC	TORNO CONVENCIONAL	MARCADORA
Centralizador de Ruedas	3,53	8,11	9,52	25,17

Tabla 6. Capacidad de producción para Landing Nipple

CAPACIDAD (Unidades/Día)			
	TORNO CONVENCIONAL	MARCADORA	TRABAJO DE BANCO
Landing Nipple	0,78	22,13	9,24

Tabla 7. Capacidad de producción para Blast Joint

CAPACIDAD (Unidades/Día)			
	LTC	TORNO BULGARO	TRABAJO DE BANCO
Blast Joint	4,07	2,97	11,95

5.4 OBJETIVO 4: MODELO DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Los pronósticos se realizan sobre cualquier tipo de variable, todo pronóstico ya sea sobre la venta de un producto, o la capacidad de producción de una planta, tiene como objetivo principal reducir la incertidumbre de los resultados obtenidos frente a lo que se planifico al principio. Esto en aras de poder tomar decisiones tanto en el presente como en el futuro.

El objetivo principal que tiene la empresa Maple Oil Tools para realizar un estudio de administración de la demanda por medio de pronóstico de ventas, es tener una herramienta que pueda ser útil para determinar las necesidades a largo plazo de la capacidad para definir las cantidades de recursos de maquinaria, almacenes, plantas, personas, servicios y contratos con terceros de modo que permita el aprovechamiento eficiente del sistema de producción y la entrega puntual de los productos.

5.4.1 Técnica empleada para el pronóstico. La técnica empleada para formular el modelo de pronósticos para cada uno de los productos seleccionados fue la descomposición de las series de tiempo en sus componentes. Los componentes de toda serie de tiempo son básicamente cuatro: Tendencia, la ciclicidad, la estacionalidad, y el error aleatorio.

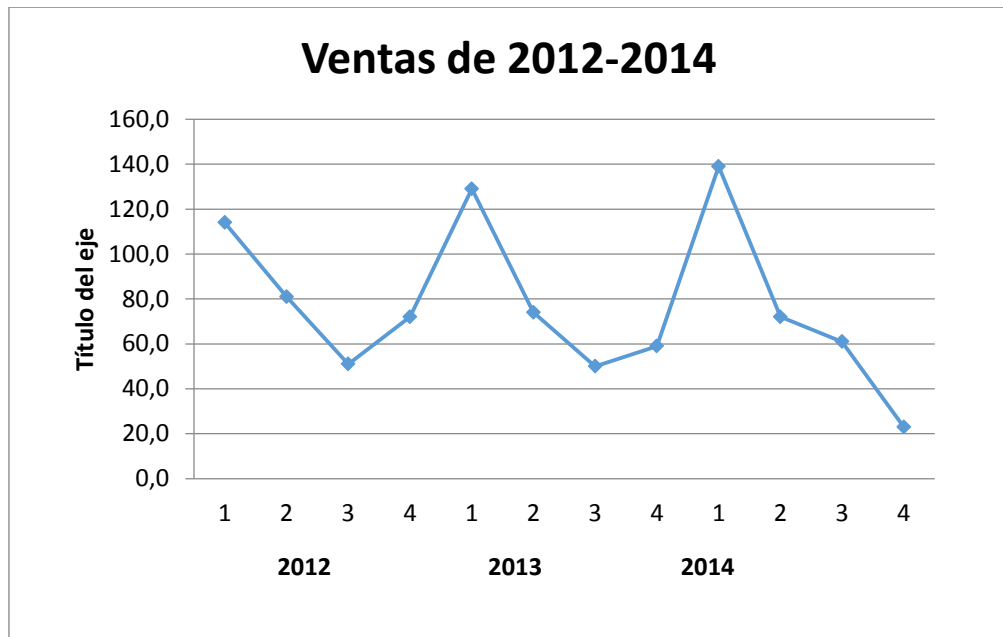
En seguida se enunciaran los pasos que se tuvieron en cuenta para la aplicación de pronósticos en la empresa Maple Oil Tools.

- Graficar series de tiempo por referencias

Teniendo los datos correspondientes a las ventas de los últimos 36 meses de cada producto a estudiar, se procede a organizar las ventas en trimestre para después graficar las series y poder visualizar los diferentes comportamientos que

pueden representarse. En la gráfica 9 se muestra el conjunto de ventas del Closing Sleeve, las gráficas restantes, correspondientes a los demás productos pueden ser consultadas en el en Anexo N.

Gráfica 9. Conjunto de ventas del Closing Sleeve.



- Calculo de los índices estacionales

La gráfica 9 indica que las ventas son más bajas en el tercer trimestre de cada año y aumentan en los trimestres 4 y 1. Por tanto se concluye que existe un comportamiento estacional para la serie de tiempo de las ventas de Closing sleeve. El procedimiento utilizado para determinar la influencia estacional de cada trimestre empieza por calcular un promedio móvil para separar los componentes estacional e irregular de los datos, lo que deja una serie de tiempo que contiene solo la tendencia y cualquier variación aleatoria restante que no fue eliminada por los cálculos del promedio móvil.

Como se trabaja con series trimestrales, se utilizan cuatro valores en cada promedio móvil. El cálculo del promedio móvil de los primeros cuatro trimestres de ventas del Closing Sleeve, es:

$$\text{Primer promedio móvil} = \frac{114+81+51+72}{4} = 80$$

Los valores del promedio móvil que se calculan no corresponden directamente a los trimestres originales de la serie de tiempo. Se calcula el promedio de los promedios móviles, ya que el centro del primero es el periodo 2,5, y el centro del segundo es el periodo 3,5, el promedio de los dos promedios móviles se centra en el trimestre 3, exactamente donde debe estar. En el anexo O se pueden observar los cálculos descritos anteriormente con el fin de desestacionalizar las ventas y así observar el verdadero comportamiento de los datos y obtener el método de pronóstico que se ajuste a la demanda de cada producto

Los métodos presentados en la tabla 8 fueron los seleccionados para pronosticar las ventas del primer trimestre del 2015 de los productos representativos de MOT, para tener una herramienta útil para planear capacidad y poder tomar decisiones a futuro.

Tabla 8. Métodos de pronóstico

Herramienta	Método de pronóstico	Pronóstico de ventas- 2015
Crossover	Promedio móvil centrado	143,075
Inflation Tool Cup	Suavización exponencial simple	138,897
Landing Nipple	Promedio móvil centrado	131,79
Telescope	Promedio móvil doble	100
Centralizador de Ruedas	Promedio móvil centrado	189,671
Blast Joint	Suavización exponencial doble	81,9968

5.5 OBJETIVO 5: INDICADORES DE GESTIÓN.

Una de las características de las organizaciones modernas es la incorporación de elementos de gestión a sus procesos, los cuales permiten una evaluación de sus logros y/o identificación de sus falencias para aplicar los correctivos necesarios. Estos elementos conocidos como indicadores de gestión conforman una herramienta gerencial que ayuda a la toma de decisiones.

La presencia de inconformidades por parte de los clientes, fallas, demoras y alteraciones del proceso productivo denota una falta de control de las actividades que se realizan dentro de la planta de producción, debido a éstas y demás falencias se encuentra la necesidad de diseñar un sistema de indicadores de gestión que permita revisar mano de obra, maquinaria y cambios inesperados en la ejecución de algunas tareas, que ayudarán a tomar decisiones importantes dentro de la empresa.

A continuación se describen los indicadores que se establecieron y en el Anexo P se observa la hoja de vida de los indicadores propuestos

5.5.1 Indicador de tiempo improductivo total. Este indicador ayuda a determinar minutos que son cancelados como mano de obra directa y que no generan productos, es decir son gastos y no costos. Sirve para analizar la probabilidad de reducir los tiempos improductivos e incrementar la eficiencia.

5.5.2 Indicador De Utilización De Horas Hombre. Este indicador (Figura 23) arroja el porcentaje de horas improductivas de las horas hombre registradas en un determinado mes.

5.5.3 indicador utilización de puestos. El indicador de la muestra el % de horas improductivas de los puestos de trabajo en un determinado periodo de tiempo.

5.5.4 Indicador De Trabajo En Tiempo Extra. Este indicador muestra el % de las horas extras utilizadas con relación al total de horas productivas al mes.

5.6 OBJETIVO 6: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA LA PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN APLICADO A MAPPLE OIL TOOLS

Con el fin de mejorar la programación y control de la producción de Maple Oil Tools S.A.S, se orientó el proceso de mejoramiento, en el desarrollo de un prototipo de software con el cual se pueda dar visibilidad de la ocupación de cada uno de los recursos, y así mismo controlar el proceso productivo.

A continuación se describe la metodología y el proceso realizado para el diseño y desarrollo del prototipo de software a implementar en Maple Oil Tools S.A.S.

5.6.1 Análisis De Requisitos

Análisis de los requisitos




Con el propósito de enfocar el funcionamiento del software a las necesidades en Maple Oil Tools, se recopilaron las expectativas de los usuarios finales mediante

entrevistas realizadas los días 11, 15, 17 y 19 de diciembre al jefe de base, coordinador de producción, almacenistas y operarios. Las verdaderas necesidades se presentan por medio de la matriz, donde se correlacionan los requerimientos del cliente con las características técnicas que tendrá el prototipo, para la elaboración de la matriz se siguieron los siguientes pasos:

- Por medio de las entrevistas realizadas a los usuarios finales se concretó una lista con 10 requerimientos, donde se valoró la importancia de los mismos en una escala, se utilizó un ranking de 1 a 10, donde 1 indica la mayor prioridad a los requerimientos y 10 la menor.
- Una vez conocidos los requerimientos del cliente, se establecieron cuáles serían las características del diseño, por medio de los cuales se pueda satisfacer cada una de las exigencias del cliente.

El panel conformado por las intersecciones entre las filas de los RC y las columnas de las CT indica la correlación entre los RC Y los CT. Para determinar el grado de correlación se tuvo en cuenta los valores de la tabla 9, con estos valores se calculó la ponderación de cada CT multiplicando la prioridad dada por los clientes a cada RC por la ponderación correspondiente a cada uno de los símbolos de la columna CT de interés.

Tabla 9. Ponderación de RC y CT.

Grado de correlación entre RC y CT	Símbolo	Valor numérico asignado
Muy correlacionados		9
Correlacionados		3
Poco correlacionados		1
Sin correlación	Blanco	0

Fuente: <http://www.ucema.edu.ar/publicaciones/documentos/234.pdf>

- Por último se realizó la ponderación total de las CT, esta ponderación hace referencia a la correlación específica entre un RC y una CT. La última fila de la matriz muestra la ponderación total correspondiente a cada CT.

El valor de la ponderación total de una CT se obtiene sumando el resultado de todas las multiplicaciones realizadas sobre esa columna. (Ver figura 10)

Un valor de ponderación total alto sugiere la necesidad de dirigir las actividades de diseño de la herramienta en un sentido compatible con la alta ponderación, es por esto que el prototipo del software se enfocará en el control de la producción.

Figura 10. Matriz de criterios de correlación entre RC y CT

	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS									
	Interfaz amigable	Base de Datos	Disminución de tiempos muertos	Estandarización de procesos	Programación de trabajo, operarios y maquinas	Control de la producción	Calculo del costo de cada Orden de Trabajo	Indicadores del proceso productivo	Informes de producción, tiempos y materia prima	
REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE										
Evitar retrasos	1	3	3	3	3	9	9	1	9	9
		3	3	9	9	27	9	9	81	9
Mejor programación de la producción	2	9	9	9	9	9	9	1	9	1
		18	18	18	18	18	18	2	18	2
Avisos de órdenes de producción vencidas	3	9	9	0	9	3	9	1	3	9
		27	27	0	27	9	27	3	9	27
Estado de cada Orden de producción	4	3	9	1	9	9	9	9	3	9
		12	36	4	36	36	36	36	12	36
Control de cada proceso que interviene en la fabricación de productos	5	3	9	0	9	9	9	3	9	9
		15	45	0	45	45	45	15	45	45
Visibilidad de la ocupación diaria de cada recurso	6	9	9	3	3	9	9	1	9	1
		54	54	18	18	54	54	6	54	6
Comparación de costos generales por cada solicitud de producción	7	3	3	0	9	3	9	9	9	9
		21	21	0	63	21	63	63	63	63
Accesibilidad a datos históricos	8	9	9	1	9	1	9	3	3	3
		72	72	8	72	8	72	24	24	24
Organización de la información	9	9	9	0	9	3	9	1	9	9
		81	81	0	81	27	81	9	81	81
Determinación de las responsabilidades de aprobación de cada uno de los documentos y las evidencias de las mismas	10	3	0	0	3	1	3	0	1	0
		30	0	0	30	10	30	0	10	0
Eliminación de papelería	11	3	3	9	3	9	3	3	1	0
		33	33	99	33	99	33	33	11	0
TOTAL PONDERACIÓN CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		366	390	156	432	354	468	200	408	293

5.6.2 Entradas y salidas. A partir de los requerimientos presentados en la matriz de correlación, se establecieron las entradas y salidas del prototipo como se puede observar en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Entradas y salidas del prototipo.

ENTRADAS	SALIDAS
Solicitud de producción	Informe de producción (ordenes vencidas, producto por entregar, producto entregado).
Orden de producción	Informes de tiempos de producción
Requisición de materia prima	Informe de consumos de materia prima
Programación de la producción	Informe de tiempos improductivos
Registros de tiempos	Informes de horas extras
Orden de compra	Informe de costo de una orden
Ingreso de compras	Informes de transacciones de materia prima
Entregas de materia prima	Indicador en días promedios en recibir las compras
Remisión al cliente	Indicador en cumplimiento de producción
	Indicador de tiempo improductivo total
	Indicador de trabajo en tiempo extra
	Indicador de utilización de horas hombre
	Indicador de cumplimiento de proveedores

5.6.3 Descripción Del Modelo De La Interfaz. Una vez identificadas las entradas y salidas del sistema, el flujo que debe seguir la información y la conexión entre los distintos módulos para mejorar el proceso de programación y control de la producción, se realizó un prototipo de la interfaz gráfica que finalmente se desarrollará para el prototipo del software, teniendo en cuenta que debe ser completa, amigable y clara para el usuario.

- Usuarios

En este campo debe existir la posibilidad de ingreso a diferentes usuarios.

- Pantalla Principal

En esta pantalla se espera tener de manera directa los módulos de los procesos que intervienen en la producción.

A continuación se describirán los módulos que estarán presentes en el prototipo con sus respectivas entradas y salidas. Los diferentes módulos contarán con una barra de herramientas única con la cual se pueda realizar las diferentes operaciones como: nuevo, cambiar, guardar, cancelar, eliminar, imprimir, filtrar, navegar, ver, consultar.

- Proyecto

Esta opción permitirá agrupar las solicitudes de producción realizadas por un determinado cliente, proporcionando así el análisis y consulta de datos históricos. Para esta ventana se deberá contar con campos como: fecha de ingreso de la solicitud de producción, cliente al que se le generará una base de datos, nombre que se le asignará al proyecto y fecha de terminación del mismo, la cual permite conocer el tiempo exacto de duración. El comercial será el encargado de realizar las entradas a estos campos, permitiendo las consultas acerca de cada solicitud de producción que conforman dicho proyecto.

- Solicitud De Producción

El encargado de ingresar los datos a este módulo será el comercial, donde deberá llenar los siguientes campos:

Valor de la cotización, valor de la venta, pedido del cliente, fecha de entrega de solicitud y el detalle de la solicitud, el campo de cliente será alimentado de forma inmediata una vez se seleccione el nombre que se le asignó al proyecto de

determinado cliente de la base de datos. También se detallan los productos y cantidades a producir en cada solicitud de producción. Contará con un ítem de aprobación donde por medio de éste se controlará el recibido de la solicitud de producción por parte del jefe de base, denotando la fecha y hora en la que se da por enterado. Con los datos mencionados anteriormente como lo son las fechas de entrega se generarán indicadores de cumplimiento.

- Orden De Producción

- La orden de producción estará ligada a la orden de trabajo, que finalmente es la que da inicio a todo el proceso productivo; por esto se considera importante contar con una barra de menús de los cuales se despliega una ventana que permita interactuar y realizar consultas pertinentes al estado de cierta orden de trabajo.
- Los menús que estarán presentes en la ventana de orden de trabajo son:
 - Requerimiento de materia prima: allí se observarán los requerimientos de materia prima necesarios para elaborar cierta orden con su respectiva cantidad.
 - Programación: en este menú se visualizará la programación planificada para la orden de trabajo, contando con la opción de programar directamente o simplemente modificar la planeada.
 - Planos: Se tendrá el registro completo acerca de los planos de cierta orden de trabajo, como fechas y hora de recibido, quien lo recibe, entrega, elabora, aprueba, diseña etc.
 - Estado: A manera de resumen se contará con información pertinente al estado de fechas, mano de obra y cantidades de cierta orden de trabajo.
 - Consumos: Aquí se podrá ver de manera detallada, resumida, y comparada los consumos de materia prima, mano de obra y otros costos.
 - Costos: Tendrá en resumen los costos asociados a Materia prima, mano de obra directa y otros costos indirectos arrojando finalmente el Costo total de producción de la orden de trabajo consultada.

- Registro de entrega de planos

Esta ventana será creada con el fin de tener un control acerca de las fechas que son entregados los planos para dar inicio al proceso productivo. Allí existirá un ítem de aprobación, que será manipulado únicamente por la persona encargada de recibir los planos de Maple Oil Tools S.A.S. La pantalla de planos tendrá los siguientes campos: usuario que entrega el plano con su respectiva fecha y hora, y usuario que recibe el plano con la hora y fecha de recepción así mismo la descripción del código del plano y el número de la orden de producción a la cual será cargado el plano.

- Requisición de materiales

Aquí se mostrará la requisición de materia prima de cada orden de trabajo, permitiendo consultas detalladas por material.

- Registro de compras

En este módulo se registrará la fecha en la que el proveedor hace entrega de las cantidades del pedido solicitado, permitiendo así llevar un control y generar un indicador de cumplimiento.

- Programación de producción

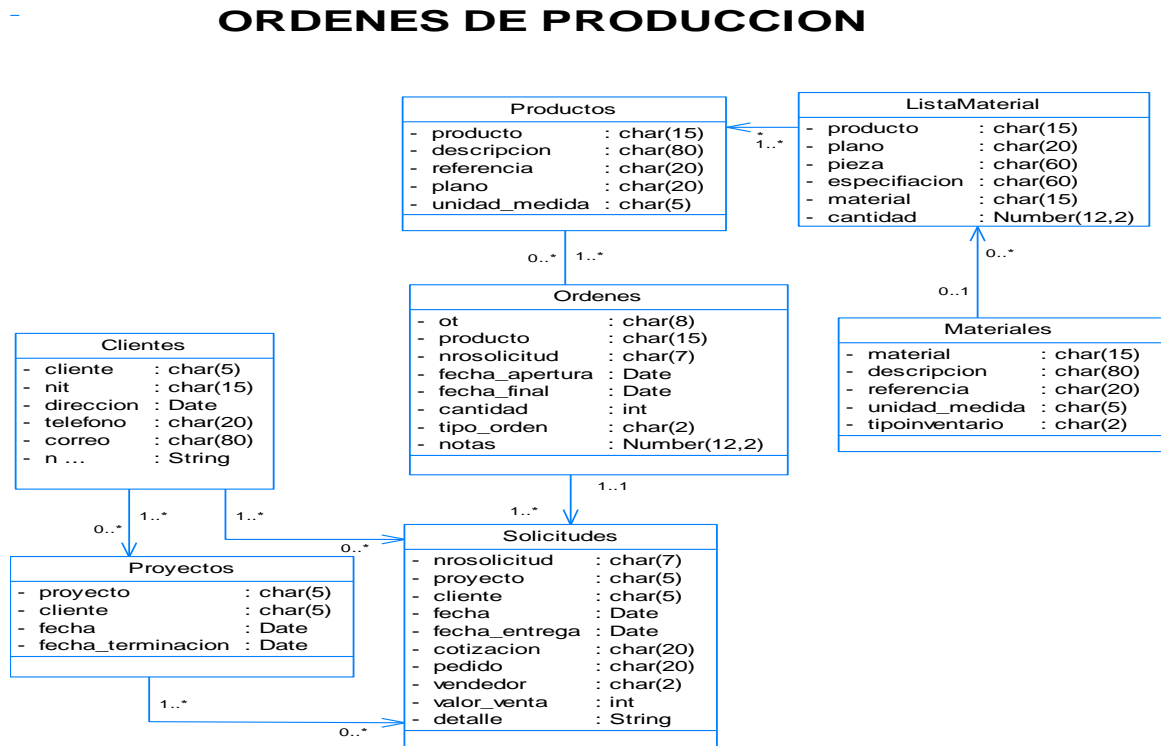
En este módulo se seleccionará el proceso, el puesto, el operario, la fecha y hora en que se agendará dicho operario. Los módulos anteriormente descritos serán modificados en el desarrollo.

5.6.4 Diseño de la base de datos. En esta fase de arquitectura y diseño encontraremos el modelo arquitectónico que es la asignación de los modelos de requerimientos esenciales hacia una tecnología específica. Teniendo en cuenta que el esfuerzo del modelo arquitectónico determina cuales procesos se ejecutaran, en cuales procesadores, donde se guardaran los datos y que tanta comunicación se requerirá entre procesadores. Para la parte de diseño se muestra

la manera en que el modelo de información se traduce en un diseño de base de datos relacional.

El elemento gráfico principal del modelo de información es el ERD (entidad-relación). Las entidades representan las asociaciones entre entidades, las entidades son personas, lugares, cosas o ideas abstractas acerca de los cuales el sistema necesita recordar hechos, estas se agrupan debido a que comparten características comunes y exhiben comportamientos similares. En la figura 11 se observa la entidad relación del módulo ordenes de producción, en el anexo Q se podrá observa la entidad relación de materia prima, producto terminado y tiempos de producción.

Figura 11. Entidad relación Ordenes de producción.



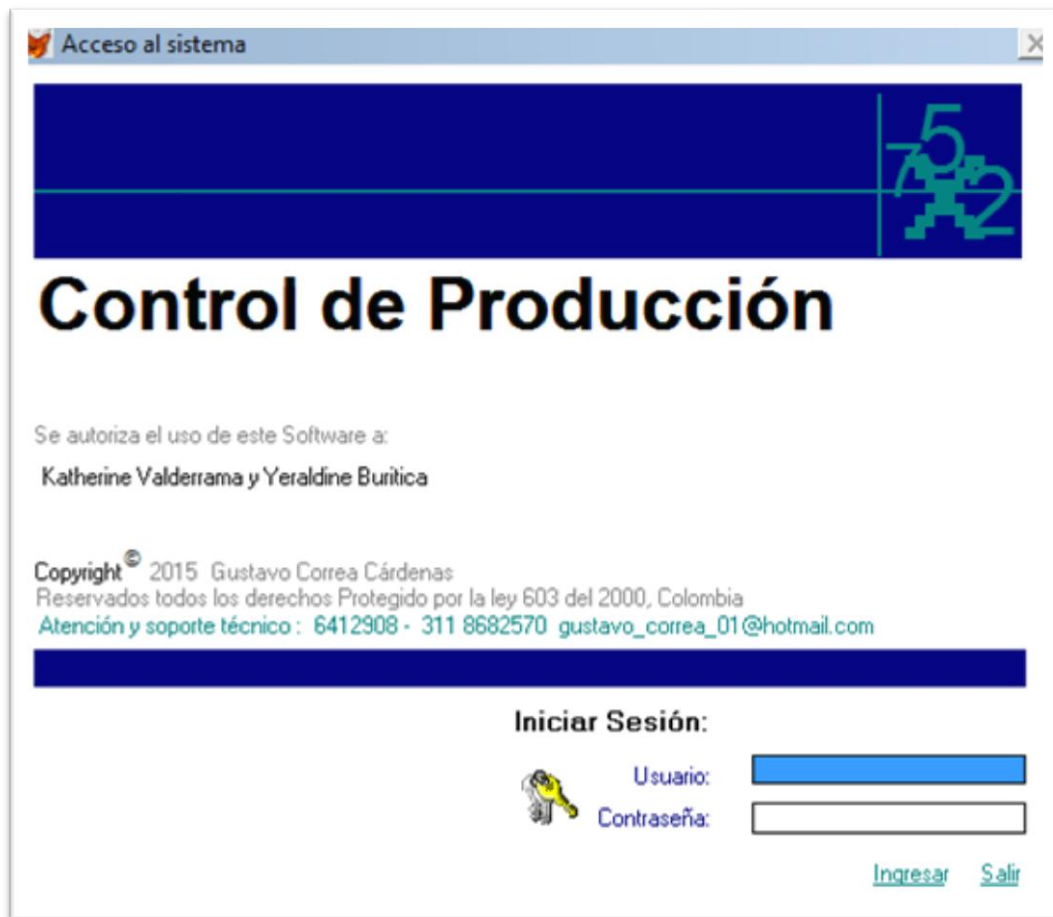
5.6.5 Descripción del prototipo de software y estandarización de los procedimientos para la programación y control de la producción aplicado a Maple Oil Tools S.A.S. La estandarización de los procedimientos para la programación y control de la producción se realizaron a través de los módulos solicitud de producción, orden de producción, requisición de materiales, orden de compra, tiempos de producción, programación de la producción y control de producción del prototipo del software.

Los procedimientos existentes trabajados en formatos, fueron sustituidos por los módulos presentados en el prototipo del software. En la Figura 12, se observa la secuencia utilizada para la obtención de los estándares en los procedimientos de programación y control de la producción, posteriormente se describe con detalle cada uno de los módulos mencionados anteriormente. En el anexo R se mostrarán los demás módulos que conforman el prototipo.

- Ingreso al sistema

El ingreso al programa se realiza por medio del acceso directo que se genera en el escritorio del computador, aparecerá la bienvenida al programa permitiendo el ingreso al usuario, y dependiendo de su perfil, se le habilitará el acceso a los módulos requeridos para el desempeño de las actividades dentro del proceso (figura 13).

Figura 13. Inicio del programa.



Luego de haber seleccionado el usuario y digitado la contraseña, se ingresa a la pantalla principal del programa como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Pantalla principal.



En la pantalla principal se puede observar la barra de menús ubicada en la parte superior de la ventana; en cada uno de estos se organizó la información útil para el funcionamiento adecuado del Software. En el menú gestión se encuentran agrupadas todas las opciones para controlar el proceso productivo. En el menú de informes se despliegan submenús en los cuales se pueden realizar consultas acerca de producción, materia prima, tiempos, costos e indicadores. El menú de catálogos contiene toda la información de la base de datos manejada para clientes, productos, proveedores, materiales, puestos, operarios entre otros. Las transacciones muestran las rutas de la materia prima y el producto terminado, utilidades y Sistemas nos ayudaran con el mantenimiento técnico del software. (Ver figura 14).

Se cuentan con 17 módulos que permite el ingreso de forma directa a la información que intervienen en el proceso productivo

Los diferentes módulos cuentan con una barra de herramientas las cual tiene distintas opciones de operar como se muestra en la figura 15.

Figura 15. Barra de herramientas.



- **Consultar:** Permite realizar una búsqueda rápida de registros según el modulo en el que se ubique.
- **Ver:** Muestra todos los registros que se han creado dentro del módulo en forma tabulada.
- **Nuevo:** permite crear un nuevo registro dependiendo del módulo en el cual se esté trabajando como proyectos, solicitud de producción, orden de producción,

programación de producción, operarios, puestos, productos, materiales entre otros.

- **Cambiar:** Permite modificar la información contenida de algún registro ya creado.
- **Guardar:** permite guardar los cambios o nuevos registro realizados a la base de datos
- **Cancelar:** deshace la última acción realizada.
- **Anular:** Permite anular los documentos que ya han sido aprobados.
- **Imprimir:** Envía a impresión el informe que se está consultando, y lo direcciona ya sea a una tabla de Excel o a una presentación preliminar.
- **Aprobar:** Icono que se utiliza para registrar y controlar la aprobación de documentos.
- **Filtrar:** Permite buscar de una forma rápido lo registros ya creados, cuenta con diferentes niveles de filtros de acuerdo a la clase de información que se requiera.
-

A continuación se describen los diferentes módulos que tienen acceso directo en la pantalla principal del software

- **Proyecto**

En este módulo, se pueden reunir los proyectos que realizan los diferentes clientes de Maple Oil Tools S.A.S, por medio de las solicitudes de producción que se expidan en un periodo de tiempo. Figura 16.

Figura 16. Nuevo proyecto

Proyectos de Producción

Inicio Ante. Sigui. Final Buscar Ver Nuevo Cambiar Guardar Cancelar Eliminar Imprimir Filtrar Quitar filtro

Proyecto de Producción No.: 15006

Fecha: 18/03/2015
dd/mm/aaaa

Cliente: 00006 - ECOPETROL - BOGOTA D.C.

Nombre: HERRAMIENTAS ECOPETROL

Terminado: //

[Ver Solicitudes del proyecto](#)
[Cerrar - Clausurar el proyecto](#)
[Reabrir - Reabilitar el proyecto](#)

- Solicitud de producción

En este módulo se capturan todos datos basados en los requerimientos del cliente, detallando la solicitud en cantidades, fechas y entrega. Cuenta con un ítem de aprobación por parte del jefe de base para llevar control en fechas en las que se dan por enterado de la existencia de dicha solicitud (Figura 17). A su vez el modulo permite controlar las modifacas realizadas a la solicitud por parte del comercial, capturando la fecha y hora en la que ésta se realiza, generando una alarma donde se indica que la última solicitud guardada ha sido modificada o anulada. También cuenta con la opción de imprimir la solicitud de producción (figura 18).

Figuras 17. Solicitud de producción – Detalle lleno con modificaciones y fechas y Con la ALARMA.

Solicitud de Producción

Inicio Anter. Sigui. Final Consultar Ver Nuevo **Cambiar** Guardar Cancelar Anular Imprimir **Aprobar** Filtrar Quitar Filtro

Solicitud de Producción No.: 0000004

Fecha: 02/03/2015
dd/mm/aaaa

Descripción: HERRAMIENTAS PACIFIC

Proyecto: 15004 HERRAMIENTAS PACIFIC

Cliente: 00005 - PACIFIC RUBIALES ENERGY S.A. - BOGOTÁ D.C.

Cotización: Vr. Venta: 0

Pedido del Cliente:

Representante: OTROS

Fecha para Entrega: 27/03/2015
dd/mm/aaaa

Ordenes que la componen

Detalle de la Solicitud: ...

Importar archivo de texto para el detalle

48 CROSSOVER 4 BTC * 4 1/2 BTC PIN

* APROBADO POR PRODUCCION EL 02/03/2015 A LAS 08:27:18

* MODIFICACION A LA S.d.P. EL 02/03/2015 A LAS 08:28:23 POR: PRODUCCION :
cambio de fecha de entrega

* APROBADO POR PRODUCCION EL 02/03/2015 A LAS 08:28:31

* MODIFICACION A LA S.d.P. EL 02/03/2015 A LAS 05:51:26 POR: PRODUCCION :
Entregar en la base de tibu,
BASE TDA TIBU

Figura 18. Impresión de solicitud de producción

 <p>Maple Oil Tools</p>	SOLICITUD DE PRODUCCION S.D.P. No. : 0000009 FECHA: 05/03/2015 <small>dd/mm/aaaa</small>				
	GESTION COMERCIAL				
	RCM-15 Version 07				
No. Pedido del Cliente:		Fecha de Compromiso de Entrega: 16/03/2015			
No. Oferta o Cotización:		Entrega de Planos: 06/03/2015			
Asesor Comercial Responsable: ANDREA CASTILLO					
DETALLE DE LA SOLICITUD / DESCRIPCION TECNICA					
27 BLASAT JOINT 3-1/2" EU * 20FT					
* APROBADO POR PRODUCCION EL 05/03/2015 A LAS 16:52:55					
* FIN DEL DETALLE*					
R E C I B I D O	22/04/2015 05:58:18 <small>dd/mm/aa-hora</small>	<small>dd/mm/aa-hora</small>	<small>dd/mm/aa-hora</small>	<small>dd/mm/aa-hora</small>	<small>dd/mm/aa-hora</small>
	Comercial	Compres	Diseño	Producción	Planta

- Orden de producción

En este módulo se crean las ordenes de producción que conforman la solicitud de producción, si el producto solicitado tiene una única parte se le creará una Orden Madre, o si al producto lo componen varias partes se le deben abrir ordenes independientes a cada una de ellas; el programa permite crearlas una a una por medio de la opción abrir hija o por la opción abrir componentes donde se crea la orden a cada parte automáticamente. Estas órdenes cuentan con una alarma como método de control que avisa cuando ésta ha sido vencida. (Figura 19).

En este mismo modulo se puede visualizar los requerimientos de materia prima, planos, requerimientos de mano de obra directa, consumos, costos y el estado de cierta orden de producción, Figura 20, 21, 22, 23,24.

Figura 19. Modulo orden de producción

Orden de Trabajo No.

Madre Hija

Requer. M.P. Programación Planos Estado Consumos Costos Abir Hija Abrir Componetes Cerrar O.T.

Fecha de Apertura: Fecha de Cierre:

No. de S.d.P.: [Reabrir esta orden](#) [Componentes](#) [Vinculos con otras Ordenes](#)

Proyecto: HERRAMIENTAS PACIFIC

Cliete:

Producto: CROSSOVER 4-1/2 BTC PIN

Referencia: Plano:

Cantidad a Producir: und

Cantidad Producida: Defectuosas:

Fecha para Entregar:

Valor Negociado:

Tipo de Orden: Bloqueada

Observaciones: CREADA ...02/03/2015 08:31:07 Usuario: PRODUCCION:...
CREADA ...02/03/2015 08:30:45 Usuario: PRODUCCION:...
48 CROSSOVER 4 BTC * 4 1/2 BTC PIN

[Agregar Nota](#)

Figura 20. Orden de producción - Requerimientos de materia prima.

Orden de Trabajo No.

Madre Hija

Requer. M.P. Programación Planos Estado Consumos Costos Abir Hija Abrir Componetes Cerrar O.T.

Código	Descripción	Cantidad	Unidad
0104001103	ACERO 4140 REDONDO DE 5"	48,00	pl

Figura 21. Orden de producción - Plano

Documento	Fecha	Hora	Plano	Elaborado Por	Aprobado Por
1503002	04/03/2015	18:29:16	ISC 0350	OSCAR JAIMES	OSCAR CASTELLANOS

Figura 22. Orden de producción – Estado.

Estado de la Orden

FECHA EN QUE SE...

Solicita: 02/03/2015
 Requiere Entregar: 27/03/2015
 Crea la Orden: 02/03/2015
 Esperan Planos: 03/03/2015
 Entregan Planos: 04/03/2015
 Requiere Material: 02/03/2015
 Inicia Entrega de Material: 09/03/2015
 Termina Entrega de Material: 09/03/2015
 Comienza a Trabajar: 10/03/2015

MANO DE OBRA :

Horas Programadas: 76,00
 Horas Ejecutadas: 83,00
 Nivel de Ejecución : 100,00 %
 Fecha Proyectada de Terminación: 25/03/2015
 Fecha de Ultimos Registros de Trabajo: 18/03/2015
 Retrazo (en días): 0
 Fecha de Cierre: / /

CANTIDADES :

Cantidad a Producir: 48
 Cantidad Entregada: 0
 Pendientes por Entregar: 48
 Fecha Ultima Entrega: / /
 Cantidad despachada: 0,00
 Fecha del Despacho: / /

Figura 23. Orden de producción – Consumo.

Consumo de Mano de Obra ...

Operario	Proceso	Puesto	Fecha	Inicia	Termina
IVAN AYALA	MARCADO	CALIDAD	16/03/2015	7,00	17,00
IVAN AYALA	MARCADO	CALIDAD	17/03/2015	7,00	17,00
IVAN AYALA	MARCADO	CALIDAD	18/03/2015	14,00	17,00
OMAR MANCIPE	MECANIZADO TORNO CONVENCIONAL	TORNO CONVENCIONAL 1	10/03/2015	7,00	17,00
OMAR MANCIPE	MECANIZADO TORNO CONVENCIONAL	TORNO CONVENCIONAL 1	11/03/2015	7,00	17,00
OMAR MANCIPE	MECANIZADO TORNO CONVENCIONAL	TORNO CONVENCIONAL 1	12/03/2015	7,00	17,00
OMAR MANCIPE	MECANIZADO TORNO CONVENCIONAL	TORNO CONVENCIONAL 1	13/03/2015	7,00	17,00
OMAR MANCIPE	MECANIZADO TORNO CONVENCIONAL	TORNO CONVENCIONAL 1	16/03/2015	7,00	17,00
OMAR MANCIPE	MECANIZADO TORNO CONVENCIONAL	TORNO CONVENCIONAL 1	17/03/2015	7,00	17,00

Figura 24. Orden de producción – Costos

Resumen de Costos	
Materia Prima	5.078.400
Mano de Obra Directa	1.145.059
Otros Costos Directos	0
C.I.F.	1.153.000
TOTAL COSTO:	7.376.459
Costo Unitario:	153.676
Margen de Contribución Esperado:	1.475.292
Precio Esperado :	8.851.751
Valor de la Venta:	0
Utilidad Bruta:	-7.376.459
% de Utilidad:	0,00

- Requisiciones de materia prima

Este módulo es utilizado por el departamento de producción y de Almacén/compras. El departamento de producción es el encargado de realizar la requisición de materia prima y el departamento de almacén/compras visualiza las diferentes solicitudes realizadas para dar inicio a la gestión de compras y despachos respectivamente (figura 25) El módulo cuenta con un catálogo de productos que facilita y agiliza la realización del pedido, el cual se encuentra jerarquizado por familia, grupo, clase y referencia. (Ver Figura 26).

Figura 25. Requisición de materia prima – crear nuevo

Requisición de Materia Prima

Tro. Ant. Sigui. Ultimo Consultar Ver Nuevo Cambiar Detalle Guardar Cancelar Eliminar Imprimir Filtrar X filtro **Aprobar**

Consultar Requisiciones de un Material

Requisición de Material No. Fecha: 22/04/2015

Orden No. Cantidd a Producir: 0.00

CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD	UND.
--------	----------	----------	------

Observaciones y Notas: Agregar Observación

Figura 26. Requisición de materia prima – Catalogo

Catalogo de Productos

Primero Ant. Sigui. Ultimo Buscar Ver Nuevo Cambiar Guardar Cancelar Eliminar Imprimir

Jerarquía del Código:

1. => LINEA - COMPLETAMIENTO DE POZOS
 2. => GRUPO - TUBING ANCHORS
 3. => CLASE - INFLATION CUP TOOLS 4"
 4. =>

Ver datos del Kardex
 Listar Kardex
 Lista de Materiales
 Imprimir Lista
 Historial de Producción

PRODUCTO

BODY COLLAR
 BOTTON SUB
 BY PASS
 CUT THIMBLE
 LOWER MANDREL

PRODUCTO

Código: 0105001001
 Nombre: BODY COLLAR
 Referencia:
 Magnitud: ABSOLUTO
 Unidad: UNIDAD
 Peso Neto Kgs.: 0,000 Kgs. por C/ UNIDAD
 Plano:

- Programación de la producción

En este módulo se agenda la programación de la producción, se fijan los procesos, los puestos y los operarios requeridos en determinada orden de producción, así mismo se detalla el tiempo requerido en cada proceso y la fecha en que se espera ejecutar. Ver figura 27

Figura 27. Programación de la producción

Programación de Producción para la Orden: ...

O.P.: 15005001 CROSSOVER 4-1/2 BTC PIN

Detalle de la Programación: ...

Controles para el Detalle: ...

Proceso: MARCADO
 Puesto: CALIDAD
 Operario: IVAN AYALA

Fecha: 11/03/2015
 Desde las: 14 horas Hasta las: 17 horas
 Tiempo: 3.00 Horas

Proceso	Puesto	Operario	Fecha	Desde	Hasta	Horas
MONTAJE TORNO CONVENCIONA	TORNO CONVENCIONAL 1	OMAR MANCIPE	04/03/2015	07	17	9,00
MONTAJE TORNO CONVENCIONA	TORNO CONVENCIONAL 1	OMAR MANCIPE	05/03/2015	07	17	9,00
MONTAJE TORNO CONVENCIONA	TORNO CONVENCIONAL 1	OMAR MANCIPE	06/03/2015	07	17	9,00
MONTAJE TORNO CONVENCIONA	TORNO CONVENCIONAL 1	OMAR MANCIPE	07/03/2015	07	17	9,00
MARCADO	CALIDAD	IVAN AYALA	07/03/2015	07	17	9,00
MONTAJE TORNO CONVENCIONA	TORNO CONVENCIONAL 1	OMAR MANCIPE	09/03/2015	07	17	9,00
MARCADO	CALIDAD	IVAN AYALA	09/03/2015	07	14	7,00
MONTAJE TORNO CONVENCIONA	TORNO CONVENCIONAL 1	OMAR MANCIPE	10/03/2015	07	17	9,00
MARCADO	CALIDAD	IVAN AYALA	10/03/2015	14	17	3,00
MARCADO	CALIDAD	IVAN AYALA	11/03/2015	14	17	3,00

- Registro de tiempos de producción

En este módulo se pueden controlar los tiempos de los operarios por medio del registro de tiempos reales empleados en las actividades asignadas y comparándolos con los tiempos de programación de la producción (Horas programadas vs Horas ejecutadas). También se podrá tener un resumen de las horas laboradas por cada operario dentro de una fecha estipulada. Ver figura 28

Figura 28. Registro de tiempos de producción

Registro de Tiempos de Producción

1ro. Ant. Sigui. Ultimo Buscar Ver Nuevo Editar Guardar Cancelar Eliminar Detalle Resumen Informe

Fecha: 18/03/2015 Miércoles

Operario: 006 - IVAN AYALA

O.T.: 15005001 CROSSOVER 4-1/2 BTC PIN

Puesto: 10 - CALIDAD

Proceso: 044 - MARCADO

Registro del Tiempo

H. Inicial H. Final T. Horas

2:00 a.m. p.m. 5:00 a.m. p.m. 3.00

Concepto: 101 ORDINARIO DIURNO

Piezas: 8.00

Comentario:

- Control

Este módulo tiene diferentes opciones que permiten visualizar el estado general de la producción, entrega de planos y del material requerido para una orden de trabajo, agrupándolos por proyectos, solicitud de producción, orden de producción y clientes.

Como primera opción se encuentra estado de la producción, en donde se muestra de forma tabulada las fechas relacionadas con el proceso de producción; con esta información se puede tener una visión global de las entregas vencidas, horas ejecutadas, porcentaje de ejecución, cantidad a producir y cantidades producidas. (ver figura 29).

Figura 29. Control – orden de producción

CONTROL DEL PRODUCTO EN PROCESO							
Cliente	Solicitada	Abierta	Para Entregar	Se esperan Planos	Se entregan Planos	Se Requiere Material	Inicia Entre. M.P.
PETROLEOS DEL NORTE S.A.	17/03/2015	17/03/2015	05/04/2015	25/03/2015	/ /	/ /	/ /
BAKER HUGHES DE COLOMBIA S.A.	02/03/2015	02/03/2015	30/03/2015	03/03/2015	02/03/2015	02/03/2015	10/03/2015
BAKER HUGHES DE COLOMBIA S.A.	02/03/2015	02/03/2015	30/03/2015	03/03/2015	02/03/2015	02/03/2015	09/03/2015
PACIFIC RUBIALES ENERGY S.A.	02/03/2015	02/03/2015	27/03/2015	03/03/2015	04/03/2015	02/03/2015	09/03/2015
MAPLE OIL TOOLS S.A.S.	09/03/2015	10/03/2015	25/03/2015	10/03/2015	04/03/2015	02/03/2015	/ /
PACIFIC RUBIALES ENERGY S.A.	10/03/2015	12/03/2015	29/03/2015	11/03/2015	12/03/2015	02/03/2015	/ /
ECOPETROL	05/03/2015	06/03/2015	16/03/2015	06/03/2015	06/03/2015	06/03/2015	10/03/2015

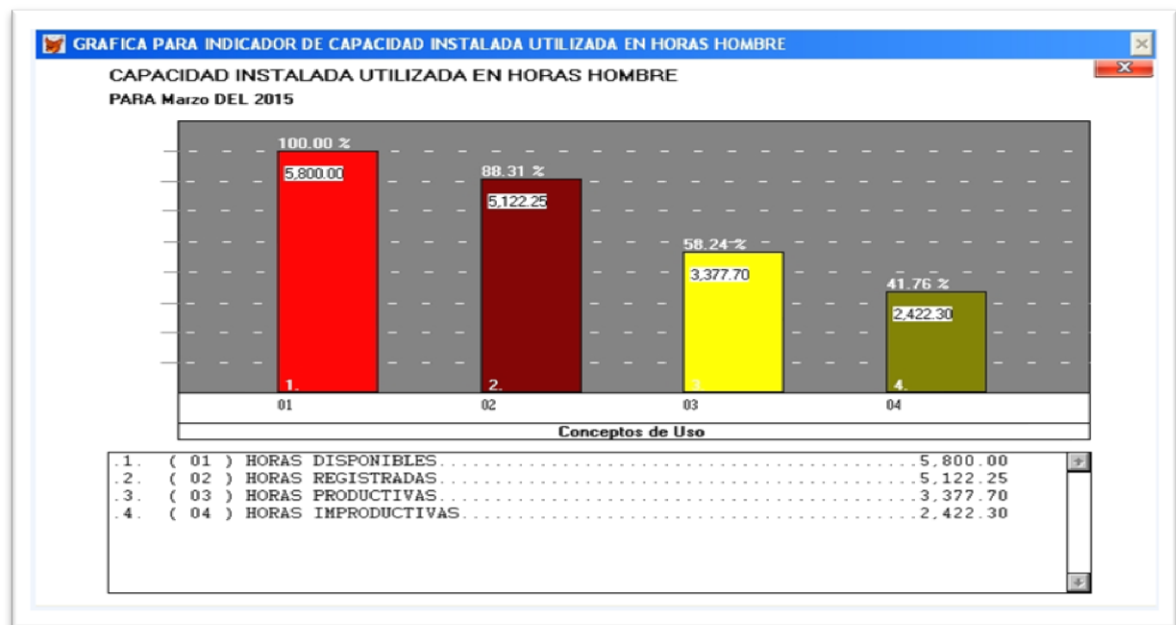
- Indicadores

Finalmente en el menú informes existe una opción que permite consultar los indicadores, con los cuales se observa la situación y las tendencias de cambio generadas en el proceso productivo de un periodo determinado.

Los indicadores que están presentes son:

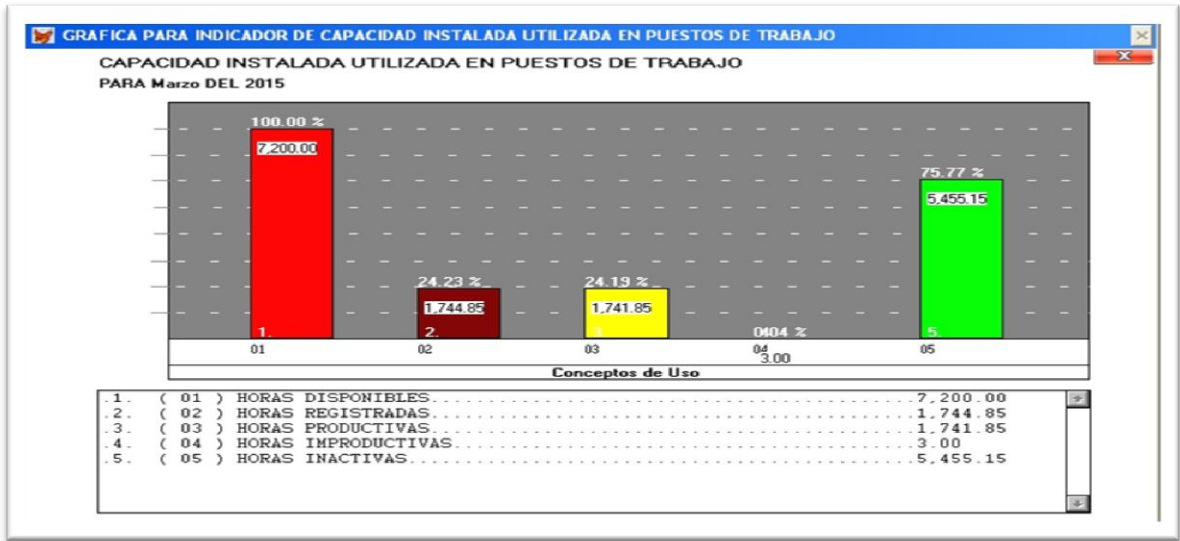
- **Utilización de horas Hombre:** Muestra en forma gráfica (barras), la cantidad de horas disponibles registradas, productivas, improductiva de las horas hombre en un determinado mes.

Figura 30. Indicador- Utilización horas hombre



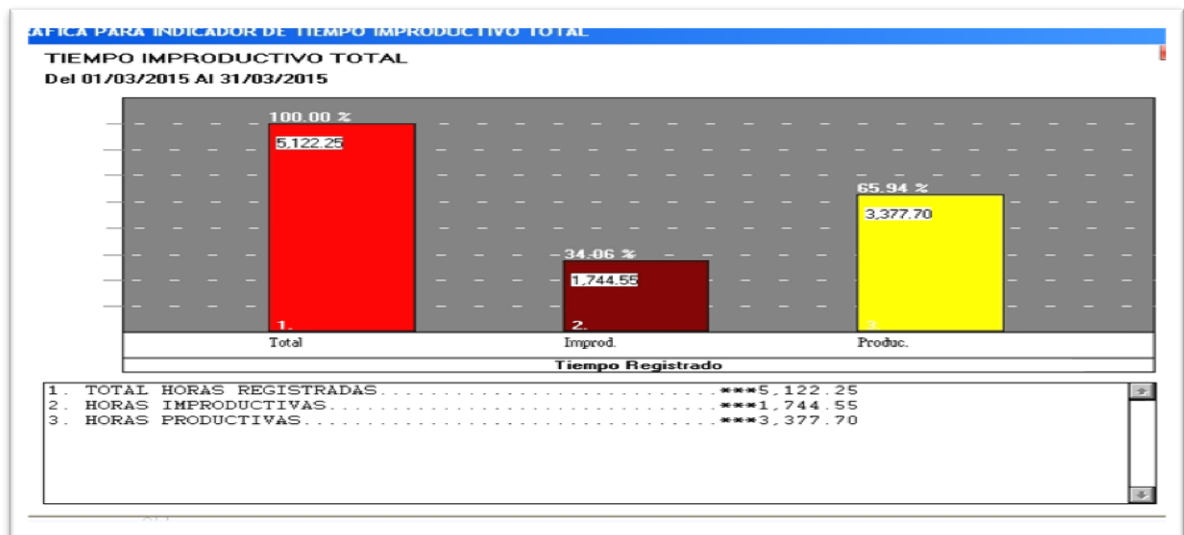
- **Utilización de puestos:** Muestra en forma gráfica (barras), la cantidad de horas disponibles, registradas, productivas, improductivas e inactivas de los puestos en un determinado periodo de tiempo.

Figura 31. Indicador- Utilización puesto de trabajo



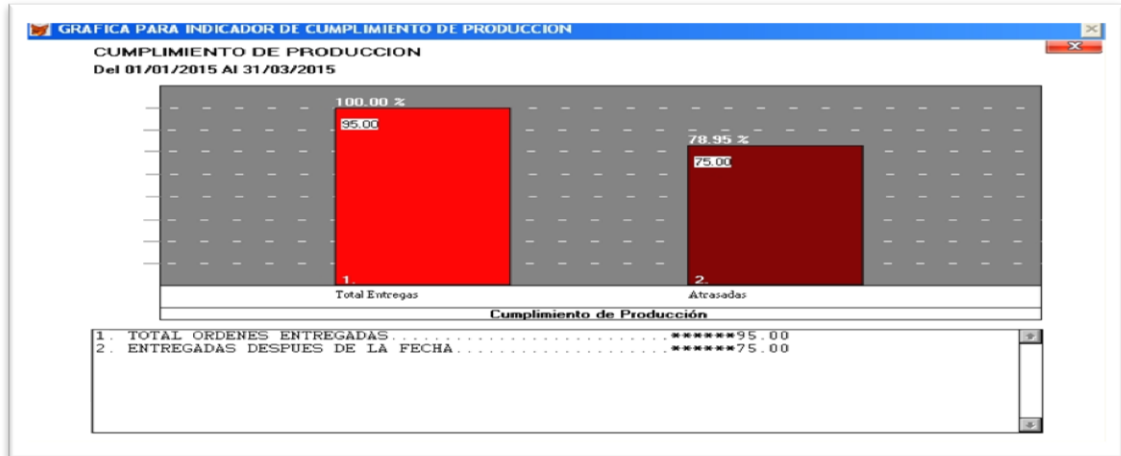
- **Tiempo improductivo total:** este indicador mide el porcentaje que no han producido los operarios, durante su jornada de trabajo.

Figura 32. Indicador- Tiempo Improductivo total



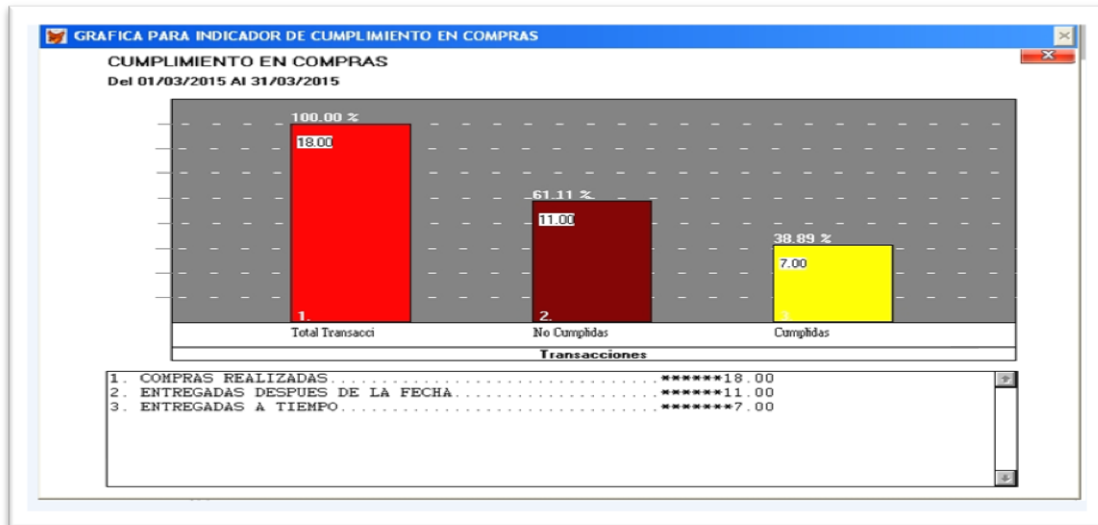
- **Cumplimiento de producción:** Este indicador mide el porcentaje de las entregas después de la fecha.

Figura 33. Indicador- cumplimiento de produccion



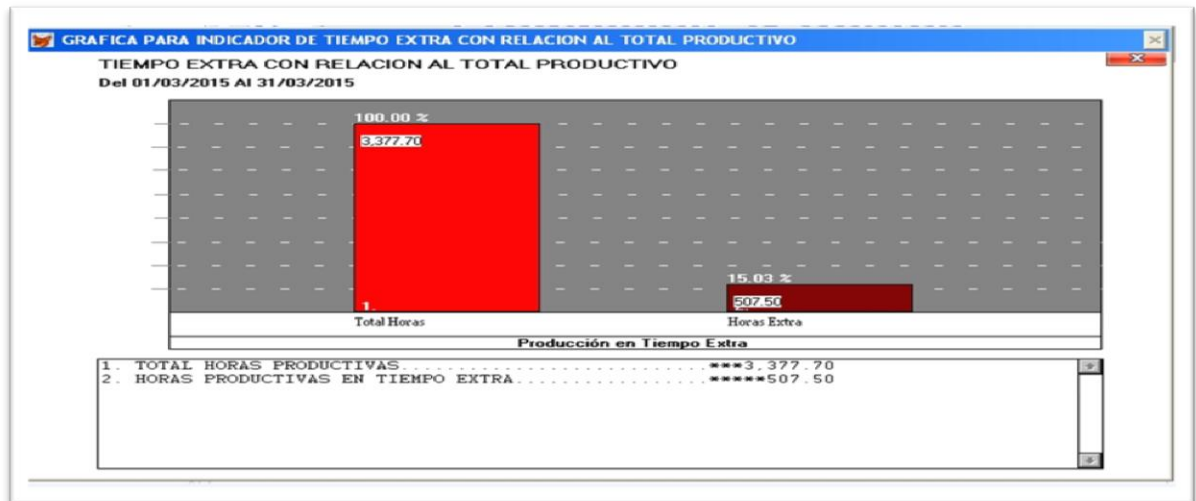
- **Cumplimiento de proveedores:** Este indicador muestra el cumplimiento en la entrega de las compras realizadas, muestra cuantas compras fueron entregadas a tiempo y cuantas después de la fecha pactada.

Figura 34. Indicador- cumplimiento de proveedores.



- **Trabajo en tiempo extra:** Muestra en forma gráfica (barras), el tiempo extra con relación al total de horas productivas.

Figura 35. Indicador- trabajo en tiempo extra



5.7 IMPLEMENTACIÓN

5.7.1 Requerimientos de hardware y software. El perfecto funcionamiento de CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, se garantiza verificando los requerimientos mínimos de Hardware y Software, los cuales son especificados en la tabla 10.

Tabla 10. Compatibilidad con prototipo control de la producción

HARDWARE Y SOFTWARE EXISTENTES EN MAPLE OIL TOOLS.	REQUERIMIENTOS MOT CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
Sistema Operativo Windows 64 bits	Sistema operativo Windows 32 bits
Soporte TCP/IP	Soporte para protocolo TCP/IP
400 GB 4 RAM	Disco mínimo 200 MB para la instalación y adicionalmente se requerirá más espacio dependiendo del tamaño de la base de datos y del tamaño de la información
JDK6 de java instalado	Tener instalado JDK6 o JDK7 de JAVA

El prototipo de Software implementado se desarrolla a partir de una aplicación básica enfocada a las funciones de adquisición, aprovisionamiento y control de inventarios de la cadena de suministros. Éste se ajustó a los requerimientos establecidos en la descripción del modelo de la interfaz, teniendo en cuenta el costo de modificar la aplicación existente se continua su desarrollo en el lenguaje de programación FOX- PRO 2.6; El cual ofrece a los desarrolladores un conjunto de herramientas para crear aplicaciones de bases de datos para escritorio, entorno Cliente/servidor o para la web.

Finalmente se obtuvo el prototipo de software “*CONTROL DE LA PRODUCCIÓN*” hecho a la medida para satisfacer las necesidades de Maple Oil Tools S.A.S, y generar un aporte tecnológico.

Para lograr la implementación del software se realizaron las pruebas de validación, donde se comprobó que las salidas del sistema estuvieran completas, detalladas y claras; adicionalmente se hicieron pruebas de integración las cuales permitieron comprobar que la información compartida entre módulos del sistema se almacenara y mostrara de forma correcta. Un ejemplo de integración de los módulos se da cuando se carga una nueva solicitud de producción y al querer

cargar una nueva orden de producción ingresando el número de SDP, se cargan los cargos asociados a ésta y toda la información contenida proveniente de las diferentes acciones que se realizan a la orden de producción (como registros de materiales, mano de obra directa, consumos, estados etc) cargara los módulos de control, indicadores y en general cualquier información que se desea mirar.

Para la implementación de la herramienta fue necesario contar con la presencia del jefe de base, coordinador de producción, asistente de compras, dibujante, y operarios. Esta implementación consistió en programar la producción de 5 solicitudes de producción compuestas por 20 órdenes de trabajo comprendidas en el mes de marzo del presente año.

5.7.2 Nivel de implementación. Para evaluar el nivel de implementación del software se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se clasificaron los módulos en dos categorías: módulos de registro de información y módulos de consulta o soporte. Los módulos de registro de información son aquellos en donde los usuarios digitan los datos y alimentan la base de datos y los módulos de consulta o soporte son aquellos que procesan los datos transformándolos en información para el usuario.
- Para cada categoría se le asignó un porcentaje de importancia; la categoría de módulos de registro de información representara el 75% y la categoría de módulos de consulta o soporte representara el 25% del nivel de implementación del software. Esta ponderación se ejecuta debido a que los módulos de la primera categoría tienen mayor importancia para calcular el nivel de implementación debido a que en ellos se registran los datos necesarios para que los módulos de consulta o soporte sean funcionales.
- Cada uno de los módulos serán calificados en una escala de (0 a 5), que representan los porcentajes de implementación como se muestra en el anexo R.

- Después de haber evaluado cada uno de los módulos se procede a calcular un porcentaje por categoría, éste es calculado sumando la calificación de cada uno de los módulos que conforman la categoría, este valor es multiplicativo por la ponderación de cada categoría (0,75 o 0,25) y dividido entre el número de módulos, el resultado arrojado se divide en 5 que representa la calificación más alta de cada categoría, como se muestra en el anexo R.

5.7.3 Resultados de la implementación. El tiempo empleado en la elaboración de la programación de la producción se redujo en un 61,12% aproximadamente, ya que el jefe de base cuenta con un software donde se automatizan ciertas actividades como los requerimientos de materiales, la elaboración de las ordenes de trabajo para cada sub parte de la herramienta solicitada, como también la visualización de los recursos de mano de obra y maquinaria disponible.

La programación de la producción anteriormente se realizaba de forma empírica bajo la experiencia del coordinador de producción asignado tareas de manera verbal; después de la utilización del prototipo, la programación se realiza de manera ordenada, planificada y controlada. Además se cuenta con informes y alarmas sobre las órdenes vencidas y los productos pendientes por entregar.

Se redujo la utilización de papel en un 83,69% aproximadamente, ya que se evita la impresión de 182 reportes diarios de los operarios al mes.

El cumplimiento de las entregas de los pedidos se incrementó en un 24,75% ya que se entregaron 3 pedidos a tiempo de las 5 solicitudes de producción que se programaron en el prototipo, mientras que en el mes anterior sin utilizar la herramienta se entregaron a tiempo 6 pedidos de las 17 solicitudes de producción; esto se debe principalmente a que el área comercial cuenta con el tiempo de procesamiento real de cada herramienta para fijar fechas de entrega.

Anteriormente el jefe de base no contaba con informes inmediatos del estado de la producción, ahora se cuenta con información sobre los consumos de materia prima, mano de obra y el costo total de la herramienta producida

De lo anterior se puede concluir que actualmente el software cuenta con un nivel de implementación del 55% y que la empresa suele registrar información básica para lograr que el modulo deseado funcione, los módulos de solicitud de producción y entrega de planos obtuvieron puntajes bajos, debido a que los comerciales aun manejan el formato en Excel para generar dichos registros. En términos generales la empresa se ha enfocado en los módulos concernientes al proceso de materiales y registros en la orden de producción, programación de producción, tiempos de producción y alimentación de la base de datos de los materiales utilizados en la producción

Con la intención de motivar a la empresa para que continúe con el desarrollo de los sistemas de información, se planteó la evaluación del porcentaje que abarca el prototipo de software en comparación con un sistema de información completo, el cual está comprendido por tres grandes grupos de módulos que son Área financiera, logística y recursos humanos; se diseñó una lista de chequeo donde se listan todos los Submodulos que un sistema de información completo posee, luego se le asigna una ponderación de 1 cuando se encuentra que el prototipo si posee dicho submodulos y 0 cuando el prototipo no tiene conocimiento de este, se realiza la sumatoria parcial de los Submodulos que comprenden dicho modulo y este porcentaje es multiplicado por el peso asignado al módulo, luego si se suma el producto entre el peso y la ponderación de cumplimiento, para obtener finalmente el porcentaje total de cubrimiento del prototipo en el desarrollo de actividades para Maple Oil Tools. (Ver tabla 11).

Tabla 11. Lista de chequeo, determinación de abarque del software

 LISTA DE CHEQUEO MODULOS MAPLE OIL TOOLS				
CIUDAD: Bucaramanga		FECHA: 15 Agosto 2014		ÁREA: Producción
No	Sistema de Información	P (1)	NP (0)	OBSERVACIONES
RESPONSABLES				
Lady Katherine Valderrama León – Yeraldine Buritica Serrano				
MODULOS DEL AREA FINANCIERA				
1	Módulo FI. Gestión Financiera		X	20%
2	Módulo CO. Contabilidad de Costos	X		
3	Módulo EC. Controlling Corporativo		X	
4	Módulo TR. Tesorería		X	
5	Módulo IM. Gestión de Inversiones		X	
MODULOS DEL AREA LOGISTICA				
6	Módulo LO. Logística General		X	50%
7	Módulo MM. Gestión de Materiales.	X		
8	Módulo PP. Planificación y Control de la producción	X		
9	Módulo QM. Control de Calidad		X	
10	Módulo PS. Sistema de Gestión de proyectos	X		
11	Módulo SD. Ventas y Distribución		X	
MODULOS DE RECURSOS HUMANOS				
12	Módulo HR. Recursos Humanos		X	0%

Tabla 12. Ponderación de cubrimiento de prototipo de software a las necesidades de Maple Oil Tools.

Modulo	Peso	% Presencia	
Área Financiera	33,3%	20%	6,68%
Área Logística	33,4%	50%	16,7%
Recurso humano	33,3%	0%	0%
% de cubrimiento			23,38%

Se puede decir que el prototipo “control de la producción”, cubre en un 23,36% sus operaciones y sus necesidades de sistemas de información, por lo que se sugiere hacer mejoras al prototipo donde se amplíen los módulos donde pueda estar presente el área financiera para monitorear la contabilidad de costos, gestión de inversiones, tesorería, el área de logística que ayude con todo lo que tiene que ver con el mantenimiento, y finalmente incluir un módulo para recurso humano, que por cuestiones de alcance no se tocaron en el diseño del prototipo.

6. CONCLUSIONES

- Con base en los estudios realizados en el presente trabajo (en donde se analizaron temas como: medición del trabajo, análisis de la capacidad y administración de la demanda), se realizó el diagnóstico al proceso de producción, y de esta forma se definió cuáles son los aspectos que deben ser mejorados para una mayor eficiencia en el uso de los recursos.
- Después de la aplicación de la lista de chequeo, en la etapa de diagnóstico, y con los parámetros evaluados mencionados en la lista, se evidenciaron de manera inicial problemas en la programación y en el control de la producción, con un 85% de incumplimiento y un 15% de aprobación en sus criterios.
- La medición del trabajo permitió determinar los tiempos de procesamiento del 40% de los productos del portafolio de Maple Oil Tools, esta medición a su vez permitió el cálculo de la capacidad de producción de cada uno de los centros de trabajo de la organización.
- Un histórico de ventas no es suficiente para arrojar un pronóstico de demanda dado que, las empresas tipo taller presentan un comportamiento aleatorio en la demanda, debido a factores externos relacionados con el sector productivo al que pertenece la organización, sin embargo, lo que se obtuvo en el estudio fue un estimado de la demanda del primer trimestre del 2015 para que la empresa tenga una idea general de su comportamiento.
- Como resultado del estudio de capacidad realizado en este trabajo Maple Oil Tools puede conocer de manera anticipada la capacidad de producción de

cada uno de los centros de trabajo, dependiendo del producto que se pretende fabricar.

- El diseño y la implementación del prototipo del software, permitió la estandarización de los procedimientos del proceso de programación y control de la producción, incrementando en un 24,71 % el cumplimiento de las entrega de los pedidos.
- El prototipo del software genera el 60% los indicadores de producción propuestos en el capítulo 4, estos indicadores evalúan el desempeño de los aspectos más importantes del proceso tales como: horas de producción, operarios, puestos de trabajo, entre otros; facilitando el análisis del desarrollo de la producción.
- El prototipo de software CONTROL DE LA PRODUCCIÓN contribuyó con la conservación de la información y el acceso ágil de la misma, para la toma de decisiones. En el acceso a la información se redujo en un 60% el tiempo de búsqueda, lo cual ayuda a mejorar la organización de los datos de la empresa.
- El prototipo del software contribuye en una reducción de 83,69% en la utilización de papel evitando la impresión de 182 reportes mensuales de los operarios al mes.

7. RECOMENDACIONES

- Modernizar y ampliar el alcance del prototipo de la herramienta en los módulos que no hacen parte del presente estudio, y así abarcar todas las áreas que pertenecen a la organización tales como: área financiera, recursos humanos y logística.
- Para establecer fechas de entrega de los pedidos, se recomienda tener en cuenta los resultados obtenidos en el estudio de tiempos de los diferentes productos que hacen parte, del proceso productivo estudiado.
- Para una adecuada implementación del prototipo del software dentro del proceso productivo de la organización, es indispensable la disposición y la cultura organizacional de los usuarios, ya que los resultados de la implementación dependen de la disciplina operativa en el momento del suministro de la información.
- Realizar jornadas de capacitación llevadas a cabo por los diferentes operadores del proceso productivo, con el propósito de desdibujar las fronteras entre los puestos de trabajos involucrados, y las personas que lo realizan, obteniendo así un personal versátil e intercambiable.
- Generar una codificación tipo barra en las órdenes de producción con lector magnético, con el fin de facilitar a los operarios el ingreso de los datos en el módulo de registro de tiempos.

BIBLIOGRAFÍA

AMORENA ,Martin; GAZZANO, Gerardo, Introducción a la calidad total. 1ª. Edición, Editorial: Lapsus – ISBN: 978-9974-0-0550-1

BALLOU, Ronald H. Administración de la cadena de suministro, Pearson educación, 2004

CENTRO EDUCATIVO SALESIANOS TALCA. Proceso de mecanizado: conjunto de operaciones que partiendo de una pieza en bruto, y eliminando parte del material que la compone se obtiene una pieza de la forma y dimensiones deseadas. [En línea] disponible en: <http://www.salesianostalca.cl/files/m2---el-mecanizado.pdf>

CHASE, JACOB, AQUILANO. Richard, Robert y Nicolás. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial MC- Graw-Hill. Décima Edición.

CHASE, R. y JACOBS, Robert F. Administración de operaciones, producción y cadena de Suministro. México: McGraw-Hill, Edición 13. 2009.

CHASE, R.B y AQUILANO, N.J. Dirección y administración de la producción y de las operaciones (sexta edición). Addison-Weley Iberoamericana. Wilmington. Delawar. E.U.A. 1994

EVERETTE E. Adam, y Ronald J. Ebert, Pearson Educación. Administración de la producción y operaciones. México: Prentice Hall. 1991

GONZÁLEZ. R.M. Gestión de la producción: como aplicar y controlar la producción industrial, Editorial S.L Ideas Propias. 2005. ISBN 8498390141. Primera edición.

HEIZER, Jay y RENDER Barry. Principios de administración de operaciones, Pearson Educación, 2004. ISBN. 9702605253.

Herramienta de Descripción general de la planificación por Janet Shapiro (email: nellshap@hexnet.co.za) Traductor: Daniel Fernández. E-mail:mailto:danifeme@hotmail.com <
<http://www.civicus.org/view/media/Description%20general%20de%20la%20planificacion.pdf>>

Información suministrada por el jefe de base en Maple Oil Tools S.A.S.

Informe final de práctica empresarial para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga, 2010, presentada por Manuel Andrés Acevedo, Estandarización de tiempos de trabajo e implementación del manual de funciones en la cooperativa de trabajo.

MAPLEOILTOOLS, “Marco Estratégico Maple Oil Tools” Internet: (www.mapleoilttools.com/maple-oil-tools/Marco-Estrategico). Consultada el 13 de agosto de 2014.

MAPLEOILTOOLS, “Política Integral Maple Oil Tools” Internet: (www.mapleoilttools.com/maple-oil-tools/politica-integral). Consultada el 13 de agosto de 2013.

MAPLEOILTOOLS. “Visión Maple Oil Tools” Internet: (www.mapleoilttools.com/maple-oil-tools/Vision). Consultada el 13 de agosto de 2013.

MEYERS, F.E. Estudios de tiempos y movimientos, Editorial Pearson Educación, 2000. ISBN 968444680

MITARITONNA, Alejandro Daniel; Trabajo de maestría en Ingeniería en Sistemas de Información; Universidad Tecnológica Nacional, Facultad regional Buenos Aires; 2010.

MONTGOMERY, Douglas c. Diseño y análisis de experimentos, Editorial Limusa Willey. 2002 ISBN. 9681861566

NEIRA, C.A. Técnicas de medición del trabajo, Editorial F:C, 2006, ISBN 8496169898

RUBLES, David, A. Análisis y diseño práctico para sistemas cliente/servidor con gui, litografía Ingramex, S.A de C.V, Centeno No. 162-1. México D.F. ISBN 0-13-521758-X

VAUGHN. R. C, Introducción a la ingeniería Industrial, Edición segunda ilustrada, editorial reverte, s.a. 1988 ISBN 8429126910

VILLAR, Camilo. Retos y Desafíos de las. MiPymes Metalmecánicas. En: La Revista Especializada de la Industria Metalmecánica en Colombia. (En línea). (21 al 27 de Nov. 2012). Disponible en: <http://www.metalactual.com/revista/15/entrevista_mipymes> consultado el 13 de enero de 2015

ANEXOS