

***“PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN
DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SERVITEC LTDA. BASADA EN LOS
PRINCIPIOS Y METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES QUE
PERMITA EL INICIO DE UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA”***

**CHRISTIAN HERRERA MOGOLLÓN
DAVID CAICEDO GÁNDARA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS
2008**

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN
DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SERVITEC LTDA. BASADA EN LOS
PRINCIPIOS Y METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES QUE
PERMITA EL INICIO DE UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA”**

CHRISTIAN HERRERA MOGOLLÓN COD: T00014251

DAVID CAICEDO GÁNDARA COD: T00014297

Monografía para optar por el título de ingeniero industrial.

Gustavo Royet rojas

Ingeniero industrial

Asesor

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INDUSTRIAL

CARTAGENA DE INDIAS

2008

NOTAS DE ACEPTACION

Presidente del Jurado

Primer Jurado

Segundo Jurado

Cartagena de Indias D. T. y C. Octubre de 2008

Señores:

COMITÉ DE PROYECTO DE GRADO

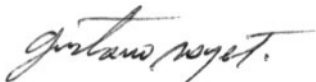
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Apreciados señores,

Con respeto me permito presentarles la Monografía que lleva por título: **“PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA PLANEACION Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION DE LA EMPRESA SERVITEC LTDA. BASADA EN LOS PRINCIPIOS Y METODOLOGIA DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES QUE PERMITA EL INICIO DE EN UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA”**. Elaborada por los estudiantes de Ingeniería Industrial CHRISTIAN HERRERA MOGOLLÓN Y DAVID CAICEDO GÁNDARA, de la cual yo fui asesor y doy constancia de ello.

Cordialmente,



ING. GUSTAVO ROYET

Asesor del Proyecto

Cartagena de Indias D. T. y C., Octubre de 2008

Señores:

CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Apreciados señores,

Con respeto nos dirigimos a ustedes para hacer entrega de la monografía titulada: ***“PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA PLANEACION Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION DE LA EMPRESA SERVITEC LTDA. BASADA EN LOS PRINCIPIOS Y METODOLOGIA DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES QUE PERMITA EL INICIO DE UN PROCESO DE MEJORA CONTINUA”***, como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Cordialmente,

David Caicedo Gándara

C.C. 1.128.047.970 de C/gena.

Christian Herrera Mogollón

C.C 1.047.392.108 de C/gena.

Artículo 105

La universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad de los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente si autorización.

RESUMEN

Servitec Ltda. es una empresa del sector metalmecánico que cuenta con una trayectoria de 20 años en el mercado, a través de los cuales ha podido obtener el reconocimiento de sus clientes. Desde su fundación hasta el día de hoy ha desarrollado soluciones para el sector industrial y naval de la ciudad de Cartagena. Sin embargo, en la actualidad su imagen se ve afectada por factores como el incumplimiento en las fechas pactadas con los clientes y el rechazo de algunos pedidos. Esto ocurre como consecuencia de la actual forma de administrar las operaciones.

La teoría de restricciones es una filosofía administrativa que permite centrarse en los principales problemas de una organización. Esta propone soluciones fáciles de llevar a cabo, basadas en la lógica y el sentido común. Además, no se requiere inversión monetaria durante las primeras fases de su implementación. Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolló una propuesta de acuerdo a esta metodología que apuntara principalmente a mejorar la gestión de las operaciones de la empresa Servitec Ltda.

En el capítulo I se realizó un reconocimiento de las generalidades de la empresa Servitec Ltda., donde se puede encontrar: la reseña histórica, direccionamiento estratégico, productos y servicios, procesos y el entorno en que se desempeña la organización.

La descripción de la situación actual fue enmarcada en el capítulo II, como insumo para la realización de un diagnóstico de la empresa. Principalmente se analizaron los procesos de compras y gestión de la producción.

Con el fin de sentar bases teóricas para el desarrollo de las propuestas planteadas en la presente Monografía, En el capítulo III se encuentran las generalidades y conceptos más relevantes de la Teoría de Restricciones.

En el capítulo IV se realizó un diagnóstico de la situación actual, donde se evidenciaron los problemas principales que presenta la empresa como resultado de la actual administración, encontrando que las debilidades apuntaban a la forma como se programan las operaciones y la sincronización con los proveedores.

Después de identificar las principales falencias que se presentan en la empresa, en el capítulo V se desarrollaron una serie de propuestas basadas en los lineamientos de la Teoría de Restricciones, con el fin de brindar a la empresa una guía para la toma de las decisiones que permita mejorar la administración actual de la producción y por ende aumentar las utilidades y asegurar su permanencia en el mercado.

Debido a que la Teoría de Restricciones es un tema nuevo para la empresa, en el capítulo VI se diseñó una herramienta en Microsoft Excel, con el fin de facilitar la implementación de esta metodología. Posteriormente, en el capítulo VII se muestra la etapa de concientización implementada en Servitec Ltda. sobre el tema desarrollado en la monografía.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	4
1.1 RESEÑA HISTORICA	4
1.2 DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO	6
1.2.1 Misión	6
1.2.2 Visión	6
1.2.3 Política de calidad	7
1.2.4 Objetivos de calidad	7
1.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS	7
1.4 ORGANIGRAMA	8
1.5 MAPA DE PROCESOS DE SERVITEC LTDA.	8
1.6 ENTORNO DE EMPRESA SERVITEC LTDA.	9
1.6.1 Proveedores y clientes	9
1.6.2 Competencia	10

	Pág.
2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION ACTUAL.	11
2.1 PROCESO DE COMPRAS	12
2.1.1 Generalidades del proceso de compras	12
2.1.2 Evaluación de proveedores	13
2.1.3 Reevaluación de proveedores	15
2.2 GESTION DE LA PRODUCCION	16
2.2.1 Planeación de La producción	16
2.2.2 Programación de la producción.	19
3. GENERALIDADES DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES	21
3.1 ANTECEDENTES	21
3.1.1 Teoría de Restricciones en Colombia	22
3.2 FUNDAMENTOS DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES	23
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	37
4.1 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE COMPRAS	40
4.2 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	43
4.3 CONSECUENCIAS GLOBALES DE LA ACTUAL ADMINISTRACIÓN	44
5. PROPUESTA DE MEJORA PARA SERVITEC LTDA.	47
5.1 SOLUCION DE OPERACIONES EN SERVITEC LTDA.	48

5.2 METOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES EN SERVITEC LTDA.	49
5.3 LIDIANDO CON LOS CUELLOS DE BOTELLA.	52
5.3.1 Identificación de la restricción en Servitec Ltda.	53
5.3.2 Plan de mejora para el RRC de Servitec Ltda.	60
5.4 SISTEMA TAMBOR-AMORTIGUADOR-CUERDA SIMPLIFICADO EN SERVITEC LTDA.	61
5.5 ESTRANGULACIÓN DE LA LIBERACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	63
5.5.1 Horizonte de planeación	64
5.5.2 Horizonte de planeación para Servitec Ltda.	66
5.6 GERENCIA DE AMORTIGUADORES PARA SERVITEC LTDA.	68
5.6.1 Zonas de un amortiguador	69
5.6.2 Monitoreo de los amortiguadores	70
5.6.3 Los amortiguadores y las funciones de soporte.	79
5.7 APLICACION DEL THROUGHPUT EN LA TOMA DE DECISIONES	81
5.8 PROPUESTA PARA LA GESTION DE LAS COMPRAS EN SERVITEC LTDA.	83
5.7.1 Amortiguadores para materias primas a gestionar bajo pedido.	84
5.7.1.1 Gerencia de amortiguadores para materia prima bajo pedido.	86
5.7.2 Amortiguadores para mantener inventario de materia prima.	89

	Pág.
5.7.2.1 Gerencia de los amortiguadores para mantener inventario de MP	89
6. HERRAMIENTA DE APOYO A LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCION EN SERVITEC LTDA.	92
7. ETAPA DE CONCIENTIZACIÓN EN TEORIA DE RESTRICCIONES	93
8. CONCLUSIONES	94
9. RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFIA	99
ANEXOS	101

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Criterios de Aprobación de Proveedores	14
Tabla 2: Tasa de utilización de los Recursos de Servitec Ltda.	58
Tabla 3: Familias y Amortiguadores Propuestos para Servitec Ltda.	68
Tabla 4: Ejemplo de Amortiguadores para las órdenes de Servitec Ltda.	74

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Foto de la fachada de la empresa Servitec Ltda.	4
Figura 2: Organigrama de Servitec Ltda.	8
Figura 3: Árbol de Realidad Actual Propuesto para Servitec Ltda.	39
Figura 4: Pasos para la Implementación TOC.	50
Figura 5: Carga de los Recursos de Servitec Ltda.	56
Figura 6: Carga de los Recursos de Servitec Ltda. en el Tiempo.	57
Figura 7: Recursos con Mayor Tasa de utilización en Servitec Ltda.	59
Figura 8: Horizonte de Planeación.	64
Figura 9: Zonas del Shipping Buffer.	70
Figura 10: Zonas del Shipping Buffer.	72
Figura 11: Proceso para la Liberación de una Orden.	75
Figura 12: Frecuencia de órdenes en la en la zona 0 y 1.	78
Figura 13: Diagrama de Pareto para órdenes en la en la zona 0 y 1.	78
Figura 14: Zonas del amortiguador para ordenar pedidos.	86
Figura 15: Ejemplo de amortiguadores para ordenar.	88
Figura 16: Manejo del Buffer para Mantener Inventarios.	91

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: MAPA DE PROCESOS SERVITEC LTDA.	102
Anexo 2: MAPA DE PROCESOS PROPUESTOPARA SERVITEC LTDA.	103
Anexo 3: PROVEEDORES Y CLIENTES DE SERVITEC LTDA.	104
Anexo 4: COMPETENCIA DE SERVITEC LTDA.	106
Anexo 5: DIAGRAMA DEL PROCESO DE COMPRAS	107
Anexo 6: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	108
Anexo 7: FORMATO DE EVALUACION Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES	109
Anexo 8: FORMATO DE REEVALUACION DE PROVEEDORES	111
Anexo 9: CRITERIOS DE REEVALUACIÓN DE PROVEEDORES.	112
Anexo 10: MÁQUINAS DE SERVITEC LTDA.	113
Anexo 11: EMPLEADOS DE SERVITEC LTDA.	115
Anexo 12: EMPRESAS COLOMBIANAS QUE HAN IMPLEMENTADO TOC.	116
Anexo 13: CARACTERÍSTICAS DE LOS PROVEEDORES DE SERVITEC LTDA.	117
Anexo 14: INCUMPLIMIENTO DE LOS PROVEEDORES DE MEDELLÍN.	118
Anexo 15: RESTRICCIONES DE SERVITEC LTDA.	119
Anexo 16: PLAN DE MEJORA PARA LA RESTRICCIÓN.	120

Anexo 17: HERRAMIENTA DE APOYO PARA SERVITEC LTDA.	123
Anexo 18: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SERVITEC LTDA	139
Anexo 19: ORDENES DE TRABAJO DE SERVITEC LTDA.	140

INTRODUCCION

La empresa Servitec Ltda. pertenece al sector metalmecánico de la ciudad de Cartagena. Esta opera en un ambiente altamente competitivo, en donde se debe contar con la capacidad de dar respuestas rápidas y oportunas al mercado, para garantizar la generación de utilidades y la permanencia de la organización a través del tiempo. En la actualidad, la administración de las operaciones en Servitec Ltda. no se realiza con base en una metodología clara que permita entregar la totalidad de los pedidos a tiempo y por ende proporcionar mayor satisfacción a los clientes. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesaria la implementación de un nuevo sistema para la programación de la producción, que permita gestionar las operaciones de una mejor forma.

El principal objetivo que se pretende lograr, es plantear una propuesta basada en los lineamientos de la Teoría de las Restricciones que permita a Servitec Ltda. tener bases sólidas para el mejoramiento de la gestión actual de la producción. Para ello, se realiza primero un reconocimiento de los aspectos generales del ambiente en que opera la empresa, los principios que emplea para la administración de la producción y el manejo de las compras. Lo anterior, permitió plantear un diagnóstico donde se evidencian aspectos negativos y positivos de su gestión. Así mismo, se analiza el impacto que se da en variables claves, tales como el cumplimiento de las fechas pactadas con los clientes y la imagen de la empresa en el mercado. El estudio no llega hasta la puesta en práctica, pero se establece una guía que facilitará a la empresa la implementación en caso de que se quiera adoptar esta filosofía.

Esta Monografía plantea una serie de propuestas basadas en los métodos usados por la teoría de las Restricciones. En primera instancia, se identificó a través del

análisis de la caga de los recursos, que la empresa no cuenta con un recurso interno que la limite frente al mercado. Debido a lo anterior, la propuesta se basó en el sistema Tambor Amortiguador Cuerda Simplificado, donde se toma como restricción principal la demanda. Posteriormente, se propone la gerencia de amortiguadores como solución para la programación, priorización y liberación de las órdenes de trabajo. Adicional a lo anterior, se plantea el cálculo del Throughput de tal manera que se tenga una base para la tomar decisiones desde el punto de vista económico. Por último, se plantea una propuesta para la gestión del proceso de compras, con el fin de garantizar la llegada de las materias primas a tiempo.

Con el objetivo de sensibilizar a los trabajadores de la empresa y exhortarlos para que decidan llegar a una implementación, se realiza un programa de capacitación que consta de conocimientos generales en la Teoría de las Restricciones y la metodología que deben adoptar según lo establecido en la presente Monografía. Adicionalmente, se diseña una Herramienta en Microsoft Excel que brindará un mayor acercamiento y facilidad para el entendimiento de la propuesta, debido a la simplicidad que conlleva la interacción con los sistemas informáticos.

Para la realización de esta Monografía, se tomó como base la información recolectada en los meses de Enero a Julio de 2008, debido a que la empresa no pudo suministrar más información por políticas internas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema para la programación de las operaciones de la empresa Servitec Ltda. mediante la utilización de la metodología de la teoría de restricciones, que le permita lograr una mejora en los tiempos de entrega de los pedidos a los clientes, el manejo de los recursos y por ende alcanzar mayores niveles de productividad, competitividad y generación de dinero.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa, que sirva como marco de referencia para la aplicación de la metodología de la Teoría de Restricciones, por medio del estudio del sistema, identificación de los efectos indeseables (EIDES) y análisis de las relaciones causa-efecto.
- ✓ Identificar la restricción del sistema y su capacidad, para poder proponer el sistema de Tambor – Amortiguador – Cuerda Simplificado, planteado por la Teoría de Restricciones como técnica para la programación y control de la producción.
- ✓ Establecer un sistema de prioridades para las órdenes de trabajo de la empresa por medio del análisis de factores como el Throughput, recurso cuello de botella y estado del amortiguador.
- ✓ Diseñar una herramienta en Microsoft Excel que permita brindar apoyo al proceso de la programación de la producción con base en los principios de la teoría de restricciones.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Figura 1: Foto de la fachada de la empresa Servitec Ltda.



Fuente: Tomado de la pagina Web <http://www.servitecltda.com/quienes.htm>

Nombre: Servitec Ltda.

Ubicación: Ceballos Tr 54 N° 29B 38 (Cartagena-Bolívar)

Actividad Económica: Fabricación y reparación de piezas y partes industriales para el sector industrial y naval.

1.1 RESEÑA HISTORICA

La historia de servicios técnicos – SERVITEC se remonta al año de 1979 cuando Luis Cárdenas Miranda, actual dueño y subgerente, compro un torno horizontal marca IMOR, el cual instalo en el taller de un amigo suyo, el Sr. Héctor Mora. En

1980 se asoció con su esposa Elodia Gastelbondo de Cárdenas y su cuñado Eduardo Gastelbondo, con la intención de lograr un mayor bienestar para sus familias y una independencia económica, el 24 de Enero se constituyo legalmente la sociedad de responsabilidad limitada cuya razón social es Taller Industrial Servitec Ltda. y el 7 de Febrero del mismo año se registra en la cámara de comercio de Cartagena. Estas cuatro personas constituían la planta laboral del taller.

Para el funcionamiento de la naciente sociedad se arrienda un local en el sector de San Isidro al lado de lo que hoy se conoce como fundiciones San Judas. En este primer local se trabajo hasta el año 1984 y posteriormente se construyó una bodega en un lote que habían adquirido en el sector de Ceballos Tr 54 N° 29B 38, domicilio actual de la empresa. Desde el año 1985, la sociedad quedó conformada por los esposos Cárdenas Gastelbondo, pues Eduardo Gastelbondo decidió retirarse.

Posteriormente se contrata un técnico Industrial para dirigir el área de Producción y a medida que va transcurriendo el tiempo se han adquirido diferentes máquinas y herramientas con el fin de ampliar el portafolio de servicios.

En 1990 llega a cinco el número de socios de la empresa después de realizada una reforma en la cual ingresan como socios los hijos de los fundadores, conformando así la familia Cárdenas Gastelbondo la junta de socios de la empresa.

Desde al año 1980 hasta el 2007 año en que Servitec cumple los 27 años de servicios, han laborado muchas personas que aunque hoy no se encuentran en la empresa, con su trabajo contribuyeron a su crecimiento y desarrollo.

En Septiembre de 2005, el ICONTEC certifico el sistema de gestión de calidad ISO 9001 versión 2000, en el 2007 se estableció el plan de manejo ambiental en el programa PREA, en convenio con Acopi- Cardique¹.

1.2 DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO

1.2.1 Misión

Somos una organización que se dedica a la fabricación y reparación de partes para la industria en general. Nuestros servicios benefician y solucionan problemas a personas y empresas. Nos ocupamos del desarrollo humano de nuestro personal, fortaleciendo sus competencias y recompensando su desempeño para que desarrollen sus actividades con responsabilidad y cumplimiento; gracias a lo cual logramos la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes, quienes nos seguirán prefiriendo por nuestros productos y servicios de calidad y mejor posicionamiento en el mercado de nuestra industria.

Fuente: Manual de Calidad de la empresa Servitec Ltda.

1.2.2 Visión

Seremos en el 2009 una empresa reconocida por su trabajo con principios de responsabilidad y calidad, implementando la mejor tecnología acorde con nuestros procesos, alcanzando una mayor cobertura local y regional.

Fuente: Manual de Calidad de la empresa Servitec Ltda.

¹ Manual de Calidad de la empresa Servitec Ltda.

1.2.3 Política de calidad²

Es compromiso de Taller Industrial Servitec Ltda. La fabricación de partes industriales de calidad que cumplan con los requisitos de nuestros clientes, para lograrlo tendremos presentes los siguientes compromisos.

- ✓ Desarrollar estrategias que propendan por el fortalecimiento de las competencias de nuestro personal.
- ✓ Suministrar los recursos necesarios para brindar un buen servicio a nuestros clientes y mantener nuestro sistema de gestión de la calidad.
- ✓ Impulsar y apoyar la mejora continua de todos nuestros procesos.

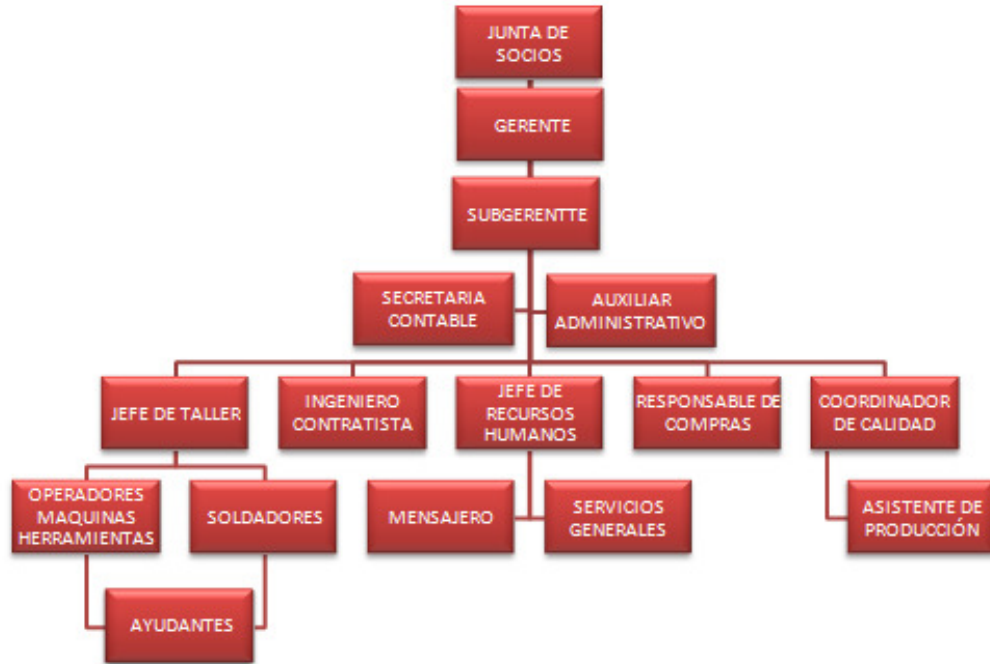
1.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS

- ✓ Reparación y construcción de partes y/o elementos de maquinaria en general. Servicio de Torno, Taladro, Cepillo, Fresadora, Prensa Hidráulica.
- ✓ Soldadura Eléctrica y Autógena, corte con plasma y oxicorte.
- ✓ Fabricación y montaje y estructuras metálicas livianas como: pasarelas, plataformas, barandas y soportaría en general.
- ✓ Prefabricación, montaje y reparación de ductos, tolvines, tanques y transiciones en lamina acero al carbón e inoxidable.
- ✓ Servicios navales; Fabricación y Reparación de ejes de cola en acero al carbón e inoxidable, chumaceras, bujes, coupling, tuercas, timones, prenses, etc.
- ✓ Prefabricación, reubicación y montaje de redes de tuberías C.S. para baja y alta presión en la industria y/o embarcaciones marítimas y fluviales.
- ✓ Mecanizado de piezas en fundición gris, bronce y aluminio.
- ✓ Pintura en general de tuberías, tanques, estructuras metálicas, maquinaria y equipos.

² Manual de Calidad de la empresa Servitec Ltda.

1.4 ORGANIGRAMA

Figura 2: Organigrama de Servitec Ltda.



Fuente: Manual de Calidad de Servitec Ltda.

1.5 MAPA DE PROCESOS DE SERVITEC LTDA.

Servitec Ltda. es una empresa que trabaja por órdenes de fabricación. El cliente llega con un plano, muestra o especificaciones y con base a esto, se realiza una cotización la cual es aprobada por el cliente. Luego se pacta una fecha para la entrega del pedido. La empresa cuenta con una serie de procesos de mecanizado para la fabricación y reparación de partes por lo que utiliza maquinaria como: Torno, Taladro, Cepillo, Fresadora, Prensa Hidráulica. La empresa trabaja bajo un

enfoque por procesos, por lo que cada responsable tiene definida sus funciones y el alcance de sus tareas. En el **Anexo 1** se muestra su mapa de procesos.

Como se puede observar en el **Anexo 1**, el mapa de procesos de Servitec Ltda. no refleja a simple vista el flujo que se debe seguir para el desarrollo de los procesos de realización. Debido a esto, se propone un nuevo mapa de procesos que se puede observar en el **Anexo 2**. En el mapa que actualmente utiliza la empresa, solo se menciona que Servitec Ltda. maneja un grupo de procesos para la fabricación y prestación de servicios, pero no se nombra a cada uno de ellos, por lo cual, en la propuesta se muestra de forma esquemática. Adicionalmente, la gestión de compras, que en la actualidad se encuentra clasificado como proceso de apoyo, se reubica como un proceso de realización ya que proporciona los insumos necesarios para la fabricación de los productos. Además, se debe programar de forma sincronizada con la producción de la empresa. Se debe tener en cuenta que el flujo que deben seguir los procesos de Servitec Ltda. para fabricar los productos y prestar los servicios, varía de acuerdo a las especificaciones del cliente, por lo que se imposibilita el establecimiento de una secuencia definida en los procesos de mecanizado.

La empresa cuenta con un proceso de servicios generales, el cual no se encuentra ubicado en el mapa de procesos. Debido a esto, se propone que se integre al grupo de procesos de apoyo.

1.6 ENTORNO DE EMPRESA SERVITEC LTDA.

1.6.1 Proveedores y clientes

Las actividades en la empresa Servitec Ltda. se manejan bajo un enfoque basado en procesos, donde se busca satisfacer los requerimientos de los clientes a partir

de la transformación de materias primas y el cumplimiento de las especificaciones. En el **Anexo 3** se encuentran los clientes y proveedores de Servitec Ltda.

1.6.2 Competencia

La competencia de la empresa Servitec Ltda. se puede dividir en tres grupos. El primero es el grupo de la competencia directa. Este se encuentra conformado por las otras empresas del sector metalmecánico que se dedican a la fabricación y reparación de partes (mecanizado de piezas). El segundo grupo lo conforman las empresas del mismo sector que se dedican a la fabricación de otro tipo de productos como estructuras, tanques, entre otros, pero que en un momento dado podría fabricar los mismos productos. El último grupo se encuentra conformado por empresas pequeñas (talleres de garaje), que se dedican al mecanizado de piezas. Estas empresas representan competencia para Servitec Ltda. aun cuando son pequeñas y no cuentan con maquinaria de última tecnología. En el **Anexo 4** se muestra la lista de competidores que ha identificado Servitec Ltda.

2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION ACTUAL.

Objetivo: El principal objetivo que se pretende alcanzar en el presente capítulo es realizar un reconocimiento de la mecánica con la cual trabaja la empresa Servitec Ltda., con el propósito de sentar bases para el planteamiento de un diagnóstico que permita generar propuestas de mejora de sus actividades, de acuerdo a la filosofía de la Teoría de Restricciones (TOC).

Alcance: Durante el desarrollo del presente capítulo se estudiarán dos procesos principales, los cuales son: Proceso de Compras y Gestión de la Producción (Planeación y Programación) y se realizará una descripción de la situación actual de la empresa Servitec Ltda. en cada uno de los temas mencionados anteriormente.

Metodología: Para la recolección de la información necesaria para el logro del objetivo del presente capítulo, se realizaron visitas a la planta de producción de la empresa y entrevistas con el personal administrativo y operativo. Además, se utilizó información de la base de datos y documentación del sistema de Gestión de Calidad.

2.1 PROCESO DE COMPRAS

La Gestión de las compras en la empresa Servitec Ltda. se encuentra a cargo del departamento de compras. Este es el encargado de asegurar que la empresa obtenga de forma oportuna las materias primas, insumos y otros materiales necesarios para la realización de las actividades de producción y prestación de servicios a sus clientes. Además, desde las fases iniciales procura mantener la calidad de los productos a través de la evaluación, reevaluación y selección de proveedores.

A continuación se describirá el funcionamiento del proceso de compras, la evaluación, selección y la reevaluación de Proveedores.

2.1.1 Generalidades del proceso de compras

El proceso de compras recorre una serie de etapas consecutivas con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes de la empresa. En el **Anexo 5** se muestra un diagrama que ilustra de manera general el proceso de compras.

El proceso de compras inicia con la llegada de la solicitud de compras proveniente del Jefe de Taller y finaliza con la entrega de los materiales a los procesos solicitantes del área de producción. Una vez la solicitud de materiales llega al departamento de compras, se revisa el inventario para verificar las existencias, de tal manera que no se compre más de lo necesario. Posteriormente se determinan las cantidades que se deben comprar.

Antes de colocar el pedido se examina la base de datos de proveedores para determinar cuáles son los que pueden cumplir con los requerimientos de materiales. Si un proveedor no ha tenido vínculos anteriormente con la empresa, este debe ingresar al proceso de evaluación y selección (Ver numeral 2.1.2). En

caso contrario, significa que el proveedor ha sido seleccionado con anterioridad y simplemente se realiza la cotización para la compra. Cuando estas exceden un monto de \$500.000 deben ser aprobadas por el Gerente de la empresa.

El siguiente paso consiste en enviar la orden de compra al proveedor para que este suministre todo lo solicitado. Al momento de la recepción, los materiales son revisados con el propósito de verificar que todo se ha recibido a conformidad según las especificaciones. De otro modo, se toman las medidas necesarias para la solución del problema.

El proceso de compras finaliza con la entrega de los materiales al proceso solicitante. En algunos casos especiales, la empresa mantiene inventario (materias primas, insumos y otros materiales que se utilizan con frecuencia), por lo que las materias primas son almacenadas.

2.1.2 Evaluación de proveedores

El proceso de evaluación de proveedores se realiza cada vez que la empresa debe establecer vínculos con un nuevo proveedor, debido al requerimiento de materias primas, insumos y otros materiales.

El departamento de compras posee una base de datos en la cual se encuentran los posibles proveedores capaces de suministrar lo necesario para la fabricación de los productos y la prestación de los servicios. De esta base de datos, se seleccionan aquellos proveedores que ofrecen materias primas necesarias para el cumplimiento del pedido. Una vez hecho esto es posible realizar la evaluación.

Los insumos para el desarrollo de la evaluación son el registro de proveedores y la cotización. En el primero, la empresa obtiene la información acerca del

proveedor, para poder desarrollar la evaluación. En el segundo, el proveedor manifiesta aspectos como los costos, forma de pago y tiempo de entrega.

Servitec Ltda. ha definido cuatro criterios básicos para la evaluación y posterior selección de sus proveedores. Estos criterios son: Condiciones de Pago Ofrecidas, Calidad y Garantía de Producto, Oportunidad de Respuesta y precios competitivos. En el **Anexo 6** se pueden apreciar los criterios de evaluación, el objetivo que persiguen y la forma como se evalúan.

Para realizar la evaluación a los posibles proveedores se asigna una valoración en cada uno de los criterios que se tienen en cuenta. Uno en caso de ser deficiente, tres en caso de ser regular y cinco en caso de que el proveedor obtenga una calificación excelente. Se debe tener en cuenta que al momento de evaluar los criterios, estos tienen un mismo peso o importancia. El documento para realizar esta evaluación es el formato de Evaluación de Proveedores, el cual se obtuvo de la documentación del sistema de gestión de calidad de la empresa. Este se puede apreciar en el **Anexo 7**.

Para determinar el resultado de la evaluación, se suma la valoración de cada criterio y luego se compara con los criterios de aprobación de proveedores. Estos criterios se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1: Criterios de Aprobación de Proveedores

12 a 20	Proveedor aprobado
7 a 11	Proveedor a tener en cuenta en caso de emergencia
Menor o igual a 6	Proveedor rechazado

Fuente: Autores de la Monografía

Existen casos de emergencia en los que un proveedor que ha sido aprobado, no puede cumplir posteriormente con los requerimientos de la empresa y el único que

puede hacerlo es un proveedor que ha obtenido un puntaje bajo en la evaluación. Cuando se presenta la situación anterior, la empresa opta por aceptar el proveedor debido a posibles urgencias en los pedidos, los costos, tiempo que representa buscar un proveedor fuera de la ciudad o simplemente porque no tienen otra opción.

2.1.3 Reevaluación de proveedores

La empresa hace uso de la reevaluación como mecanismo de seguimiento y control del comportamiento que presentan los proveedores que fueron aprobados anteriormente y que han mantenido vínculos con la empresa. Esta es realizada mensualmente para todos los proveedores. Servitec Ltda. lleva a cabo la reevaluación haciendo uso de indicadores que evidencian aspectos como el desempeño en los tiempos de entrega, cantidad, calidad, órdenes que se le han asignado, entre otros. En el **Anexo 8** se puede apreciar el formato de reevaluación de proveedores y en el **Anexo 9** los criterios para reevaluarlos.

La empresa Servitec Ltda. clasifica a sus proveedores en dos grupos dependiendo del tipo de producto que suministran. El primer grupo se encuentra conformado por los proveedores críticos, que son aquellos que suministran materias primas que influyen de manera directa en la calidad del producto. En este grupo se encuentran proveedores de aceros, aceros inoxidable y aluminio en láminas, bronce, aluminios en barras, aceros al carbón y por último fundiciones.

El grupo de proveedores de servicio, se encuentra conformado por aquellos proveedores que son subcontratados para actividades externas que no puede realizar la empresa en sus instalaciones, como lo son: tratamientos térmicos, metalizados, fabricación de diversas piezas, tornillería especial en acero al carbón inoxidable y bronce.

Cuando los proveedores obtienen una calificación promedio en los criterios igual a 100%, se considera que tienen un desempeño excelente, si la calificación está entre 99% y 80% se considera que el desempeño es bueno. Por otro lado, los proveedores con una calificación entre 79% y 60% son clasificados en el grupo de proveedores con desempeño regular. Por último, cuando la calificación es menor del 60% el proveedor se califica como deficiente.

2.2 GESTION DE LA PRODUCCION

La Gestión de la producción en la empresa Servitec Ltda., comprende dos procesos principales que determinan el éxito en el cumplimiento de los requerimientos del cliente en cuanto a factores como el tiempo de entrega, cantidad establecida y la calidad de los productos y servicios. Estos procesos son la Planeación y la Programación de la Producción.

2.2.1 Planeación de la producción

Esta primera fase tiene como objetivo realizar un análisis macro de los recursos necesarios para la fabricación de los productos y prestación de servicios ofrecidos a los clientes. A partir de la planeación, se establecen las estrategias que se deben seguir en cuanto al manejo de los recursos humanos, recursos físicos, compras de materias primas, capacidad, programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Todo lo anterior para lograr generar la satisfacción de los clientes.

- ✿ **Capacidad:** para la empresa Servitec Ltda. resulta difícil determinar la capacidad actual que poseen, debido a la variabilidad en los tipos de productos y servicios que prestan a los clientes. La empresa posee dos niveles en sus instalaciones. En el primer piso se ubica la zona de operaciones, en donde laboran 15 operarios, y en el segundo piso se encuentra ubicada el área administrativa. Las instalaciones cuentan con un

área total de 375 m². En cuanto a la maquinaria que posee la empresa, se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo a la función que realizan: máquinas para mecanizado, máquinas para corte y máquinas para soldadura. En el **Anexo 10** se presentan las máquinas de acuerdo a la clasificación antes mencionada y la cantidad disponible en la empresa.

- ❁ **Fuerza Laboral:** Servitec Ltda. cuenta con un total de 24 empleados, algunos laboran con contrato fijo renovable cada año y otros son contratados a través de una cooperativa con contrato a término indefinido. Del total de trabajadores, 15 pertenecen al área de producción. Los empleados laboran una jornada de 8:00 a.m. a 12:00 m. y de 1:00 p.m. a 5:00 p.m., de lunes a viernes. Los sábados el personal administrativo labora de 8:00 a.m. a 1:00 p.m. y el de la planta hasta las 5:00 p.m. con una hora de descanso para el almuerzo. En el **Anexo 11** se muestra el número de empleados de Servitec Ltda. de acuerdo al área y al cargo.

Los operarios de la planta encargados de llevar a cabo los procesos de fabricación y prestación del servicio, se encuentran especializados en la realización de una actividad específica. Debido a lo anterior, todos los trabajadores tienen asignados puestos de trabajo fijos en la empresa, exceptuando el cargo de ayudante técnico, el cual sirve de apoyo en las actividades desarrolladas por los operarios de los puestos fijos.

- ❁ **Programa de Mantenimiento:** la empresa Servitec Ltda., considera que el programa de mantenimiento es importante para el buen desarrollo de su actividad económica, por lo cual, cuenta con personal que se encarga específicamente de este tema y está liderado por el jefe de mantenimiento. Principalmente en la empresa se realizan dos tipos de mantenimiento, el preventivo y el correctivo, los cuales se describen a continuación.

Mantenimiento Preventivo: el objetivo de este mantenimiento es asegurar la disponibilidad de las máquinas, dispositivos de seguimiento y medición, equipos de oficina y demás infraestructura, de modo que anticipadamente se garantice su buen funcionamiento. La frecuencia de realización de este procedimiento, se establece con base a un programa de mantenimiento que se define teniendo en cuenta la experiencia durante el uso, los catálogos, los planos y demás especificaciones de los equipos. El mantenimiento se realiza de forma periódica y cada vez que se ejecuta, las fechas se registran en el programa para llevar un control sobre el procedimiento. El personal que realiza el mantenimiento preventivo, puede ser interno de la empresa o en algunos casos subcontratado.

Mantenimiento Correctivo: este tipo de mantenimiento se presenta como resultado de alguna eventualidad que produce fallas durante el funcionamiento regular de los equipos. No es común que se presente este tipo de mantenimiento, debido a que se cumple de manera rigurosa el programa de mantenimiento preventivo. Dependiendo de la gravedad del daño, el mantenimiento es realizado por el personal de la empresa o es subcontratado.

- ❁ **Manejo de Inventario:** Servitec Ltda. no maneja altos niveles de inventario, debido a que el tipo de productos y servicios que presta varían de un cliente a otro. Además, la empresa considera que la calidad de las materias primas e insumos puede verse deteriorada si transcurre mucho tiempo desde su almacenamiento. Un ejemplo de esto es la reacción química de oxidación. Sin embargo, aun cuando las compras se realizan justo a tiempo, la empresa mantiene pequeñas cantidades de las materias primas, insumos y otros materiales que son usados con más frecuencia. Lo anterior, con el fin de poder dar respuestas rápidas a las solicitudes de los clientes.

2.2.2 Programación de la producción.

El objetivo del proceso de programación de la producción es el de identificar, ordenar los recursos y además priorizar las solicitudes de los clientes, de tal manera que se logre el cumplimiento de los requerimientos en cuanto a calidad, cantidad y tiempo de entrega.

En la empresa Servitec Ltda. la programación de la producción inicia con la fase de negociación entre el Jefe de Taller y el cliente, en donde se estipulan las especificaciones del producto o servicio a prestar, los costos y el tiempo de entrega. El compromiso queda establecido cuando el cliente aprueba la cotización emitida por la empresa. Posteriormente, se da inicio a las etapas de priorización, programación de las compras, asignación de recursos físicos y humanos y por último, la liberación de las órdenes de producción.

❁ **Priorización:** el objetivo que pretende alcanzar esta etapa, es la asignación de prioridades a las diferentes solicitudes de los clientes, de tal manera que se logre gestionar de la mejor forma las operaciones en la empresa. El encargado de establecer las prioridades para que las solicitudes de los clientes sean procesadas, es el Jefe de Taller, quien toma como referencia los siguientes principios para definir la dinámica con la cual se manejan las operaciones en la empresa.

- Aquella solicitud que presente una fecha de entrega pactada más cercana, tendrá prioridad frente a las demás, por lo que se iniciara su procesamiento primero.
- Si se tienen solicitudes con la misma fecha de entrega, se da prioridad a la que presente menor tiempo de procesamiento. En caso de que no se encuentren disponibles todos los materiales necesarios para

procesar esta orden, entonces se procede a la fabricación de aquella con mayor tiempo de procesamiento.

- Existen excepciones en las que el cliente llega con una solicitud urgente, es decir, algo que necesita ser entregado lo más pronto posible. Por lo cual, la prioridad queda asignada a esta orden de pedido.

☀ **Programación de Compras:** cada solicitud del cliente trae consigo unos requerimientos específicos de materiales necesarios para la fabricación del producto. En Servitec Ltda., las compras se realizan justo a tiempo; es decir, cuando las materias primas son necesarias para la fabricación de las órdenes de producción. De acuerdo a las fechas de entrega de los pedidos y el lead time del proveedor, la empresa estudia la posibilidad de colocar los pedidos a proveedores ubicados en la ciudad de Cartagena o en otras ciudades del país.

☀ **Asignación de Recursos Físicos y Humanos:** la asignación de las tareas, se realiza dependiendo de las etapas necesarias para la fabricación de las órdenes de producción, ya que los trabajadores se encuentran especializados en la realización de actividades específicas en cada una de las máquinas. Una vez el operario ha culminado la actividad que se le había ordenado, el jefe de taller le asigna una nueva tarea que debe realizar.

Liberación de Órdenes de Producción: una vez se han establecido las prioridades, gestionado las compras y asignado los recursos, se debe definir un criterio que sirva de base para la liberación de las solicitudes de los clientes a la planta de producción. En Servitec Ltda., este criterio consiste en liberar la orden de producción una vez que el recurso necesario para dar inicio a su fabricación se encuentra ocioso.

3. GENERALIDADES DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES

3.1 ANTECEDENTES

La teoría de restricciones es una filosofía que busca incrementar los beneficios económicos de las empresas a través de una metodología sistémica de administración y mejora continua. Esta teoría fue creada por el doctor Eliyahu Goldratt, y nació en los años 70`s como respuesta a la necesidad de mejorar la producción de una pequeña empresa de pollos de uno de sus parientes. En sus inicios Eliyahu Goldratt desarrollo con ayuda de su hermano un algoritmo que le permitió programar las actividades. Con este obtuvo grandes resultados, por ejemplo el incremento de la producción en un 40% sin realizar ninguna inversión. Pero al final la empresa quebró debido a mala sincronización de las compras de materias primas con el sistema de cobros.

En base al algoritmo aplicado a la pequeña empresa de pollos, Eliyahu Goldratt y su hermano crearon una empresa con el nombre de Creative Output. Donde se desarrolló un software para el control y programación de la producción³. Debido a los éxitos obtenidos con la implementación del software y el análisis de la dinámica en la programación de la producción en las empresas, el doctor Eliyahu Goldratt descubrió que además era necesario un cambio de mentalidad. Por lo anterior decidió escribir el libro “La Meta” en el año de 1984.

A través de la historia de amor desarrollada en la Meta, se expuso de forma sencilla una metodología para la administración de las operaciones, en base a razonamientos lógicos. Gracias a la publicación de esta novela, se difundieron los principios de la Teoría de Restricciones en los 5 continentes, y muchos empresarios decidieron implementar esta filosofía en sus diferentes actividades.

³ FOX, Robert E. The Theory of Constraints Fad or Future? [en línea]
<<http://www.tocc.com/Articles/FadFuture.PDF>> [Consulta 23 Mayo 2008].

A partir del éxito de La Meta el Dr. Eliyahu Goldratt decide difundir y generar más conocimiento en cuanto al tema, por lo cual fundó el Abraham Y. Goldratt Institute (AGI), en donde se desarrollaron herramientas de análisis y solución sistémica de problemas y aplicación de la Teoría de Restricciones en otros campos como: Distribución, Finanzas, Ventas, Recursos Humanos y Gestión De Proyectos.

Más tarde Eliyahu Goldratt publica libros de gran importancia donde desarrolla los conceptos y reglas que sustentan la Teoría de Restricciones, como: “No Fue La Suerte”, Continuación de La Meta donde realiza aportes en distribución, Marketing y Cadena de Suministros, “Cadena Critica”, donde desarrolla la aplicación de la Teoría de Restricciones en la Gestión de Proyectos, “Necesario pero no Suficiente”, “La Carrera”, donde introduce el concepto de Tambor Amortiguador Cuerda, “Que Es Esto Llamado La Teoría De Restricciones Y Como Debe Ser Implementado”, y el “Síndrome del Pajar”, donde trata con mayor profundidad los conceptos de la Teoría de restricciones, por ejemplo la gerencia de amortiguadores y la programación de la producción.

3.1.1 Teoría De Restricciones en Colombia

En Colombia los avances en el estudio y la implementación de la Teoría de Restricciones han sido lentos. Uno de los principales precursores en el estudio de la teoría de restricciones ha sido la Universidad del Externado, la cual ha creado el proyecto de escuela TOC. En conjunto con el Goldratt School busca difundir los fundamentos de la Teoría de Restricciones. La universidad del Externado fue la primera institución en realizar un acercamiento a la Teoría de

Restricciones en Colombia a través del Primer Congreso Latinoamericano de TOC en la ciudad de Bogotá en Octubre del 2002⁴.

Otra institución que ha fomentado la investigación sobre la Teoría de Restricciones es la universidad ICESI, con varias investigaciones en este campo. Entre las más importantes se puede citar: Desarrollo De Una Metodología De Implementación De Los Conceptos De TOC (Teoría De Restricciones), Para Empresas Colombianas⁵, donde se estructura una guía para la implementación de La Teoría de Restricciones en PYMES, tomando como objeto de investigación dos empresas del sector de procesamiento de plásticos.

En Colombia se han realizado implementaciones en diferentes ciudades y diferentes tipos de empresa. En el **Anexo 12** se muestran las empresas, su ubicación geográfica y el tipo de implementación realizada según la actividad y la aplicabilidad de la Teoría de Restricciones.

3.2 FUNDAMENTOS DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES

La Teoría de las Restricciones o TOC por sus siglas en ingles “Theory of constraints” fue desarrollada por el doctor Eliyahu M. Goldratt⁶. Es una filosofía administrativa que considera a las organizaciones como un sistema, es decir como una serie de procesos interdependientes (o con relaciones causa-efecto). Esta ofrece una metodología y herramientas que permiten hacer principal énfasis en las salidas y el mejoramiento de dicho sistema. Sus procesos de pensamiento adecuados de las ciencias exactas permiten encontrar las relaciones causa-efecto

⁴ UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA. Facultad de Administración de Empresas [en línea] <<http://administracion.uexternado.edu.co/educonti/TOC/default.asp?id=1&mnu=1>> [Consulta: 14 mayo 2008]

⁵ GONZÁLEZ GÓMEZ, José Arturo., ORTEGÓN MOSQUERA, Katherine y RIVERA CADAVID, Leonardo. Desarrollo De Una Metodología De Implementación De Los Conceptos De TOC (Teoría De Restricciones), Para Empresas Colombianas. Cali, 2003. Trabajo de Grado. Universidad ICESI. Facultad de Ingeniería Industrial.

⁶ Goldratt, Eliyahu M. nació en el año de 1947 en Israel, Doctor en Física de la Universidad de Bar-Han de Israel. Es el creador de la teoría de las restricciones. Se hizo famoso por la publicación del libro “La Meta” en 1984. Creador del Instituto Abraham Y. Goldratt.

entre una acción y su resultado, con el objetivo de identificar y entender los principios básicos que dominan un sistema para poder mejorarlo.

TOC promueve el uso de los esfuerzos coordinados y no la suma de esfuerzos individuales para contribuir a la generación de valor. Además propone una serie de medidas globales y no locales que permiten evaluar a una organización por medio de la contribución a sus metas y objetivos.

La base de la teoría de las restricciones es que toda organización posee una restricción que domina el sistema entero y no le permite alcanzar su meta que es “ganar dinero”. Entonces, el éxito radica en el hecho de saber administrar el sistema de acuerdo a dicho recurso limitante. Una restricción es cualquier elemento que impide a una organización acercarse a la meta. En una empresa, se puede considerar como un recurso cuya capacidad es inferior a la demanda ejercida sobre este. Existen dos tipos de restricciones, unas tangibles y las otras intangibles. Las tangibles son todos aquellos recursos limitantes físicos que soportan los diversos procesos de producción, operación y distribución. Estas pueden ser de capacidad, materiales, de mercado, de dinero y logísticas. Por otro lado, las intangibles como las de política; son reglas, procedimientos, planes, medidas u otros lineamientos que contribuyen al mal desempeño interno y son aun más catastróficas que las restricciones físicas.

La existencia de una restricción no debe ser causa de alarma, por el contrario, se debe ver como una oportunidad, ya que una mejora en la restricción impactara en la mejora del sistema entero.

La Teoría de las Restricciones propone tres preguntas básicas que deben ser respondidas a través de los procesos de pensamiento de manera lógica y sistémica, para que una empresa pueda desarrollar su potencial al máximo por medio de un proceso de mejoramiento continuo. Estas preguntas son: ¿qué

cambiar?, ¿hacia qué cambiar? y ¿Cómo inducir el cambio? La respuesta a cada una de estas preguntas se dará por medio de la identificación de pasos que se deben seguir en cada una de las tres etapas.

¿Qué Cambiar?

La respuesta de esta pregunta se da por medio del análisis de los problemas o síntomas que se están presentando. Las relaciones de causa-efecto son usadas para identificar la causa raíz que produce todos estos síntomas y que aleja a las organizaciones de su meta. Usualmente lo que hacen las empresas para intentar solucionar el conflicto, es desarrollar creencias, políticas e indicadores que no atacan la causa raíz, sino solo los efectos y van atrapando a la organización en conflictos mayores que la distancian aun más de la generación de valor.

Para que en una empresa se pueda generar valor, se hace necesario que esta adopte un pensamiento sistémico, es decir, que se comprenda el sistema como un todo, donde existen interacciones entre los procesos y que a su vez estos generen información que permita desarrollar mejoras. El resultado será que el sistema aprende de sí mismo.

Se debe tener claro que todo aquello que se hace en algún punto del sistema puede traer consecuencias tanto positivas como negativas en otro punto. Por lo tanto se debe ser muy cuidadoso a la hora de tomar decisiones, puesto que estas pueden significar el éxito o el fracaso de toda una compañía. Entontes el éxito está atado al hecho de lograr encontrar ese punto que permita impactar al sistema de tal forma que este impacto se ramifique de manera que abarque el sistema como un todo. En conclusión aunque se intenten hacer muchas mejoras locales en puntos de poco o ningún impacto no se generara mejoras globales de ningún tipo, debido a que cada iniciativa es independiente de la otra.

Las empresas buscan la fuente de los efectos indeseables para lograr generar cambios y algunas le atribuyen este hecho a la variabilidad ya sea en los procesos, habilidades, ventas, desempeño del personal, etc. En realidad no es la causa principal, aunque se logre disminuir, siempre se presentara en mayor o menor escala. La variabilidad contribuye en los malos resultados y más si no se ataca donde es realmente necesario. El verdadero problema es la forma de administrar las operaciones. La mayoría de las compañías se manejan y se miden según su eficiencia, siempre intentan estar ocupados y esto produce mayores pérdidas. Por ejemplo, inventarios que se pierden con el tiempo y recursos que se usan sin necesidad.

Definir la Meta del Sistema y Cómo Medirla.

El propósito de definir una meta es darle un sentido a la organización, es trazarle un objetivo, que debe ser alcanzado con esfuerzo, dedicación y lógica. Esta debe ser comunicada a los empleados, clientes y proveedores de tal manera que se adquiera un compromiso compartido para su consecución. La meta de una organización es muy simple, no es más que “GANAR DINERO”.

Para conocer el impacto que tienen las decisiones sobre la meta global, se hace necesario establecer una manera de medirla y además unas unidades de medición. Esto facilita la interpretación de los resultados y servirá de base para tomar decisiones que contribuyan más al logro de la meta global. La Teoría de las Restricciones establece tres medidores⁷: Throughput (T), Inventario (I) y Gasto de operación (GO).

⁷ RARTNER ROCHMAN, Ricardo. Real Option Valuation of Companies Run by Theory of Constraints. [en línea] Brasil 29 abril 2002. < <http://www.realoptions.org/papers2002/RochmanTOCandRO.pdf> > [Consulta: 14 mayo 2008]

Throughput (T), es la rapidez a la que el sistema genera unidades de meta o bien todo el dinero que obtiene la compañía por la venta de sus productos menos el costo total variable (dinero que se paga a los proveedores por los bienes y/o servicios utilizados directamente para sus productos).

Inventario (I), es todo el dinero que el sistema invierte en adquirir bienes que luego pretende vender o todo el dinero capturado en la organización, ya sean activos o inventario. Para entender mejor podría decirse que es todo aquello que posee un sistema y que puede ser transformado en Throughput después de su venta.

Gasto de operación (GO), es todo el dinero que gasta el sistema para poder generar unidades de meta, es decir, lo que hace que se transforme el inventario en Throughput. También se podría decir que es el costo total del producto vendido menos el costo de la materia prima empleada.

Todos estos medidores de la Teoría de las Restricciones están orientados hacia la simplificación de la evaluación de las decisiones y además permiten orientar en mejor medida al sistema hacia la consecución de su meta, que es ganar dinero.

Entender el Sistema.

Antes de aplicar cualquier acción se debe conocer y entender el sistema, de tal manera que se facilite la identificación de problemas o necesidades y que a partir de estos se puedan proponer cambios que generen mejoras. Se debe asegurar que las partes del sistema estén luchando en pro de la consecución de la meta.

Entender el sistema implica no solo conocer sus procesos, sino los síntomas que evidencian que éste no se está manejando correctamente y que por el contrario se están generando una serie de elementos que lo alejan de la meta, estos son los

llamados efectos indeseables (EIDES). Por ejemplo, retrasos en las fechas de entrega, devoluciones por pobre calidad, perdida de Throughput, etc. Se deben determinar todos los EIDES de un sistema, de tal manera que se pueda identificar la causa raíz de estos, para poder atacarla y así producir mejoras.

La Teoría de las Restricciones posee herramientas, que permiten obtener un impacto positivo en el sistema con tan solo un simple cambio. Una de estas herramientas es el Árbol de Realidad Actual (ARA), que es usado para identificar el núcleo del problema a través de las relaciones de causa-efecto de los EIDES que exhibe un sistema. Este permite explicar cómo todos los efectos indeseables están conectados al núcleo del problema.

La construcción de un Árbol de Realidad Actual toma como base una Nube Genérica, que es una herramienta que se usa en una situación de negociación, en donde se busca una solución que satisfaga las necesidades de las partes. Se construye a partir de la verbalización de la posición que tiene cada parte del conflicto, después se identifican sus necesidades y por último se busca una meta en común. Para hallar una solución se debe invalidar uno de los supuestos y pasar de una situación de contraposición a una de cooperación.

El primer paso para la construcción de un ARA es girar la Nube Genérica 90° en sentido anti horario, convirtiéndose en la base del árbol. Después se agregan las causalidades de abajo hacia arriba haciendo la pregunta ¿por qué? y usando la lógica IF-THEN en cada una de las flechas que unen la nube. Luego, se unen todos los EIDES usando la causalidad y por ultimo concentrarse en la solución del conflicto⁸.

⁸ CENTRO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO Y LA COMPETITIVIDAD. Proceso de Pensamiento [en línea] < http://www.amands.net/pp0_0.htm > [Consulta: 14 mayo 2008]

¿Hacia qué cambiar?

Lo siguiente que se debe hacer en el proceso de mejoramiento es determinar hacia que cambiar. No es suficiente con haber identificado Qué Cambiar, se debe tomar una dirección que guíe el cambio. El conocimiento de lo que es posible permite enmarcar estrategias y acciones que generan oportunidades para hacer que los sistemas logren alcanzar su meta.

Administración de los sistemas a través de las restricciones

Haber identificado Qué cambiar, no significa que ya se ha encontrado la solución al núcleo de los problemas, tan solo es el primer paso hacia la consecución de la meta. Hacia que Cambiar, implica una estrategia, un diseño de un plan de tratamiento para resolver todos los síntomas que se presentan.

Se hace necesaria la existencia de un balance dentro del sistema, ya que todo aquello que se libera en un principio no es lo mismo que sale. Existen limitaciones que impiden el libre flujo de las materias, produciendo acumulaciones de productos en proceso que difícilmente tendrán salida. Para intentar solucionar esto, lo que usualmente hacen las organizaciones, es poner a trabajar al cien por ciento todas las máquinas con la ilusión de aumentar la velocidad de salida de los productos, pero esto lo que produce es que el sistema se atore.

La Teoría de las Restricciones propone cinco pasos de focalización que van encaminados hacia la eliminación de los Efectos Indeseables y hacia una mejor administración de los sistemas. Estos pasos son⁹: 1.IDENTIFICAR las restricciones del sistema, 2.Decidir cómo EXPLOTAR la restricción del sistema, 3. SUVORDINAR todo lo demás a la decisión tomada para la restricción, 4.ELEVAR

⁹ BOLAÑOS DAVIS, Michael J. Fundamentos de La Gestión de Restricciones. Versión PDF. 2006, p.75.

la restricción y 5.Regresar al primer paso de focalización. A continuación se muestra una breve explicación de cada paso:

1. IDENTIFICAR las restricciones del sistema: el propósito de este primer paso es encontrar el punto que limita el sistema, aquel que lo aleja del logro de su meta. Para identificar una restricción o cuello de botella es necesario observar la interacción de los procesos y su intervalo de variabilidad. La restricción en un proceso productivo, tiende a mostrarse en aquel punto donde el recurso se encuentre más estresado y/o donde se encuentren pilas de productos en proceso en frente de este. Aquellos recursos que se puede decir que no son restricción, son aquellos que usualmente permanecen ociosos.
2. Decidir cómo EXPLOTAR la restricción del sistema: la salida del sistema está limitada por la capacidad de salida de la restricción, por lo tanto se debe hacer que el cuello de botella tenga el mejor desempeño posible prácticamente sin hacer ninguna inversión. Para ello, quite cualquier trabajo que no sea productivo, asegúrese que siempre se tenga trabajo y nunca este ocioso, pero no lo sobre cargue para no generar inventarios en proceso.
3. SUBORDINAR todo lo demás a la decisión tomada para la restricción: el propósito de este paso, es que todo aquel otro componente del sistema (recursos no restrictivos) debe enfocarse en lograr el máximo desempeño del cuello de botella, es decir, que todo el sistema trabajara al ritmo que este dicte.
4. ELEVAR restricción: en esta etapa se busca que con todo el Throughput que se generó de la explotación y la subordinación, se puedan hacer inversiones graduales en el cuello de botella para incrementar la capacidad. Este incremento se logra dependiendo de la naturaleza de la restricción, por

ejemplo adicionar una máquina, contratar personal, dar capacitaciones, etc. Si una restricción deja de ser un limitante del sistema, entonces se debe aplicar el siguiente paso, de lo contrario se continua elevando

5. Regresar al primer paso de focalización: se regresa al primer paso cuando una restricción se rompe, esto quiere decir que la restricción ha cambiado de lugar. Por lo tanto de debe identificar la nueva restricción del sistema, pero en esta cambian completamente las políticas que se habían instaurado en la anterior restricción. Este paso busca que el proceso de mejoramiento no se quede estático, por el contrario que sea un ciclo dinámico, en donde a medida que se efectúa un nuevo movimiento la meta esté más cerca de lograrse.

Sistema Tambor - Amortiguador – Cuerda (TAC)

Para la realización de los pasos de explotación, subordinación y elevación de la restricción, se emplea la técnica tambor-amortiguador-cuerda, también llamada DBR por sus siglas en ingles. Esta es una técnica utilizada para la programación y control de la producción teniendo en cuenta aspectos como las órdenes que ingresan al sistema, la capacidad del recurso restricción y el manejo de los niveles de inventario. El principal supuesto que se maneja es que el lote del proceso no es igual al lote de transferencia, es decir que el número de unidades que se producen entre dos máquinas o puestos de trabajo puede ser diferente al número de unidades que se transportan entre las mismas.

El sistema TAC se compone de tres elementos. El tambor, llamado así debido a que es el que marca el ritmo al que se va a mover la producción, por lo que se definirá como tambor la restricción física del sistema. Esta es la clave para la sincronización de todas las actividades que se deben realizar, es decir que a partir del trabajo del tambor o restricción, se programarán las tareas que se realizarán

en las demás áreas de trabajo. Debido a esto, el recurso restricción es el primer elemento que se debe programar.

El amortiguador, como su nombre lo indica tiene la función de amortiguar el trabajo realizado en los recursos no cuello de botella. Su principal función es mantener siempre ocupado al tambor, por lo que se ubica antes de este para garantizar que siempre exista la cantidad de trabajo suficiente para el trabajo continuo. El amortiguador tiene la función de brindar protección, por lo que debe ser de un nivel tal que no permita que el recurso restrictivo pare, pero así mismo no debe ser tan grande que aporte al aumento del nivel de inventario en proceso. Este se cuantifica en unidad de tiempo, se define como un intervalo de tiempo en el que se libera la materia prima antes de que el tambor la necesite para su procesamiento. Según la experiencia de los expertos se recomienda que el tamaño sea de $\frac{1}{2}$ del lead time de producción.

El último elemento es la cuerda, llamado a si por la función que realiza. La cuerda se encarga de liberar las cantidades de materia prima necesarias para mantener los niveles establecidos de inventario en proceso o materia prima en el amortiguador, es decir antes del tambor, y por ende asegurar el trabajo continuo en el cuello de botella. Debido a esto, es el punto de despacho y se encuentra sincronizado con el amortiguador.

Gerencia de Amortiguadores

Para la definición del tamaño del amortiguador y su control se deben tener en cuenta varios aspectos. Como se mencionó anteriormente, el tamaño del amortiguador se define en unidad de tiempo y según la experiencia debe ser más o menos la mitad del tiempo de fabricación, sin embargo su tamaño se debe fijar según la variabilidad del proceso, es decir si un proceso es poco variable el amortiguador no debe ser tan grande como lo sería en el caso que el proceso

fuera muy variable, ya que a mayor variabilidad se necesita brindar mayor seguridad al proceso.

Para llevar el control del amortiguador, este se divide en tres zonas identificadas por un color diferente. La Zona Numero 3 se le asigna el color verde, es la más alejada del tiempo de entrega, en ella se encuentra la materia prima o unidades en proceso más retiradas del cuello de botella en comparación con las unidades de las otras dos zonas. Le sigue la zona del medio o zona 2 designada por el color amarillo, en donde se debe prestar atención cuando se presentan huecos debido a que a partir de esto se definen las acciones correctivas a tomar. Y por último la zona 1 designada por el color rojo, esta zona es la más cercana a la fecha de entrega por lo que debe hacerse hasta lo imposible por impedir la aparición de huecos. En caso de que se presenten estos huecos, se corre el riesgo de no entregar los pedidos a tiempo de los clientes, ya que es posible que el tambor deje de trabajar al no contar con materia prima o producto en proceso esperando para ser procesado por el mismo.

En conclusión algunos de los beneficios que se obtienen al implementar un sistema TAC son: la disminución del tiempo de entrega de los pedidos a los clientes debido al aumento del flujo dentro del sistema, mejoramiento del cumplimiento de las fechas pactas con los clientes, menores niveles de inventario al producir según el ritmo del tambor o cuello de botella y aumento del Throughput por lo que se apunta al alcance de la meta de la organización.

Manejar las Restricciones

Las restricciones deben ser tomadas como el objetivo primordial para el mejoramiento de cualquier sistema, ya que del buen manejo de estas depende el hecho de generar mayor Throughput. Así mismo se debe equilibrar el flujo del

recurso restricción con la demanda. Para poder tener una buena administración de las restricciones se hace necesario cambiar los siguientes paradigmas:

- ✚ *Utilizar un recurso no es lo mismo que activar un recurso, ya que utilizar un recurso significa aportar en la consecución de la meta del sistema. Si se hace uso no sincronizado de un recurso no cuello de botella, simplemente se está activando, más no utilizando.*
- ✚ *Una hora perdida para un cuello de botella significa una hora perdida para todo el sistema. Si el recurso restrictivo es el que dicta la salida del sistema entonces cualquier daño o parada de este, hace que el sistema entero sea menos eficiente. Por el contrario, si un recurso no restrictivo pierde un poco de tiempo, no afecta en gran medida al sistema entero.*

Manejar las No Restricciones

Ética correccaminos: para manejar los no cuellos de botella se hace necesario establecer una política que evite que se haga mal uso de los recursos. A esta política se le llama ética del correccaminos, haciendo una semejanza con el dibujo animado que solo tiene dos velocidades, quieto y a toda velocidad. Es decir, que ahora si un recurso tiene trabajo, este debe hacerlo tan rápido como sea posible, de lo contrario debe parar. Claro sin descuidar nunca la calidad del producto.

¿Cómo Inducir El Cambio?

La implementación de la Teoría de restricciones requiere un giro de 180° en la forma de pensar de todas las personas vinculadas a los procesos de la organización. Se requiere un cambio total de los paradigmas que habían direccionado la forma de tomar las decisiones, organizar las tareas y administrar los recursos en la empresa.

En esta fase del proceso de mejora continua de la Teoría de Restricciones, también llamada fase táctica, se busca la creación de un plan de implementación, por medio del cual se logre generar un cambio en la forma de manejar las operaciones, según los aspectos identificados en los dos pasos anteriores del proceso de mejoramiento continuo. La dificultad en esta fase radica en que se deben cambiar paradigmas como: un recurso ocioso no es un desperdicio, la forma de trabajar de las personas, mantener menores niveles de inventarios etc. para poder implementar la ética del correccaminos. Se deben encontrar mecanismos que garanticen la implementación de la solución y se debe saber cómo comunicarlo a todos los niveles de la organización.

Para inducir el cambio en las organizaciones, la Teoría de Restricciones hace uso de 2 herramientas que son Árbol de Transición y Árbol de Prerrequisitos. Una vez se identifico el problema raíz, es decir que Cambiar, y las acciones a realizar, es decir hacia que cambiar, se establecen objetivos intermedios que permitan dividir la tarea de implementación. Para que el plan pueda ser implantado exitosamente, se debe especificar que acciones tomar, quien las realizará y cuando se llevaran a cabo.

Árbol de Transición

A través de esta herramienta se define como se van a realizar las acciones necesarias para llevar a cabo lo que se planea hacer. Se debe enfocar la atención en los objetivos que se pretende alcanzar. A través de la lógica y el detalle se busca establecer cómo se va a pasar del Árbol de Realidad actual al Árbol de Realidad Futura. Debido a lo anterior en esta herramienta se contempla¹⁰: La necesidad de la acción que se pretende emprender, La acción que se va a emprender, una explicación del porque esa acción va a satisfacer la necesidad, el

¹⁰ CENTRO INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO Y LA COMPETITIVIDAD. Proceso de Pensamiento [en línea] < http://www.amands.net/pp0_3.htm#AT > [Consulta: 14 mayo 2008]

resultado esperado de llevar a cabo la acción y la justificación del siguiente paso o acción que se llevara a cabo, conectada con el cambio logrado con la acción anterior. A través de la utilización de esta herramienta se logra analizar las acciones que verdaderamente son necesarias y si con ellas se logra alcanzar los resultados esperados a través de la implementación.

Árbol de Prerrequisitos (APR)

El árbol de prerrequisitos es una herramienta que se utiliza para identificar los posibles impedimentos que se puedan presentar durante la implementación y las respuestas que se deben dar para superarlos y poder alcanzar la situación deseada. A partir de su aplicación se destacan los obstáculos que se encuentran entre las personas y la culminación de las tareas, esto con el fin de que cada persona pueda analizar la razón por la que la tarea parece ser insuperable. Con esta herramienta se logra identificar las condiciones mínimas que se deben cumplir a fin de poder alcanzar el objetivo esperado. Además permite sincronizar las diferentes áreas a fin de alcanzar la situación deseada. El árbol de prerrequisitos plantea un conjunto de suposiciones de partida: los obstáculos existen, se busca superar los obstáculos mas no eliminarlos, por lo menso existe un objetivo intermedio capaz de superar el obstáculo, los obstáculos y objetivos intermedios están conectados de alguna forma entre si y es un árbol dinámico por lo que los obstáculos pueden cambiar durante la implementación.¹¹

¹¹ Mario López de Ávila Muños. Una Introducción a los Procesos de Razonamiento empleados por la Teoría de Restricciones TOC Thinking Processes. Árbol de Prerrequisitos. URL: <http://nodos.typepad.com/nodos_prime/files/toc_procesos_de_razonamiento_apr_rev01.pdf>

4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

Objetivo: En este capítulo se pretende realizar un diagnóstico de la situación actual de Servitec Ltda., donde se evidencien los problemas que se presentan en la empresa como resultado de actual administración. Lo anterior, con el fin de crear un marco de referencia que permita plantear una propuesta de mejora basada en la metodología de la teoría de restricciones.

Alcance: en el presente capítulo se analizan las operaciones que son claves para determinar el desempeño, ya sea bueno o malo, de Servitec Ltda. Estas operaciones son: la gestión de compras y la gestión de la producción. Lo anterior, trae como resultado la identificación de los principales problemas y posibles causas que se presentan en la empresa.

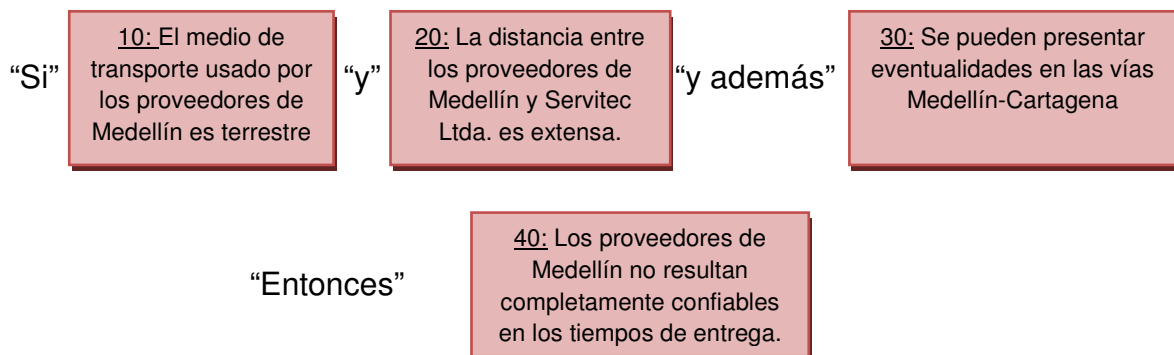
Metodología: para el desarrollo de este capítulo, se empleó una de las herramientas de análisis que propone la teoría de restricciones para la representación gráfica y lógica de la dinámica con que opera un sistema. Esta herramienta es el Árbol de Realidad Actual (ARA), el cual fue diseñado para la identificación de las relaciones causa - efecto que se presentan en Servitec Ltda. La información empleada para su elaboración, se obtuvo a través de entrevistas con el Gerente de la empresa, el Jefe de Taller, el encargado de las Compras, Coordinador de Calidad y algunos operarios de la Planta.

El propósito de este capítulo, es evidenciar la problemática que se presenta debido a la forma actual de tomar las decisiones y administrar las operaciones en la empresa Servitec Ltda. Para esto, se hace uso del Árbol de Realidad Actual (ARA), que es una herramienta diseñada por la teoría de las restricciones, para el análisis gráfico y lógico de los sistemas.

Para el caso específico de Servitec Ltda., se ha diseñado un Árbol de Realidad Actual que permitió identificar los principales problemas existentes en la empresa. Lo anterior, a través de las relaciones de causalidad que se extrajeron del sistema. Dicha herramienta se puede interpretar si es leída de abajo hacia arriba, bajo lógica “Si..., entonces...”. Además, se debe seguir la numeración y las líneas que convergen en alguno de los enunciados. De esta forma, la base de la línea se refiere a una causa, mientras la punta a un efecto.

Para que la lectura del ARA propuesto para Servitec Ltda. tenga claridad, se mostrará a continuación un ejemplo de cómo debe ser leído correctamente.

Si se toma como ejemplo el efecto # 40. Este se leería de la siguiente manera:



A continuación se muestra el Árbol de Realidad Actual propuesto para la empresa Servitec Ltda.

El uso del Árbol de Realidad Actual, permitió evidenciar dos bases principales que hacen que Servitec Ltda. falle en el manejo de sus operaciones productivas. Estas bases son: la forma como se programan las operaciones y la sincronización de la operación con los proveedores. De lo anterior, se desencadenan una serie de efectos que evitan que la empresa genere dinero al máximo.

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE COMPRAS

La forma general como se manejan las compras en la empresa Servitec Ltda. fue descrita en el anterior capítulo. Por lo cual, ahora se concentrará el estudio en la identificación de aquellos puntos de falla, que producen que la empresa en un momento dado no tenga suficientes materiales para dar inicio a la producción de los pedidos de los clientes.

En Servitec Ltda. se genera un conflicto en la compra de los materiales, debido a que tiene proveedores que se encuentran en diferentes ciudades y muchas veces tiene que decidir a cuál de ellos debe elegir para que le dé provisión. Los productos por los cuales se presenta este tipo de conflicto son: el acero y el bronce, ya que son los más usados por la empresa.

En la ciudad de Medellín se ubican los proveedores que están más alejados de la empresa. Estos proveedores son: FERROINDUSTRIAL, FERROACERO, ACEROS INDUSTRIALES, ACINOX, y BRONCES MEDELLÍN. En el **Anexo 13** se identifican las características generales de los proveedores de Servitec Ltda. que se encuentran ubicados en Medellín y Cartagena.

Si se trata de elegir entre los proveedores de Medellín y Cartagena, Servitec Ltda. prefiere hacer sus pedidos a los proveedores de Medellín, debido a que ofrecen la misma variedad de productos, menores costos y además, ofrecen certificaciones de calidad para todos sus productos.

La mayoría de las veces, la empresa opta por realizar sus compras a Medellín, sin embargo, en ocasiones se realizan pedidos a los proveedores de Cartagena, ya que llegan solicitudes urgentes, a las que se debe dar pronta respuesta. En estos casos, a través de los proveedores de Cartagena se obtiene la entrega inmediata de los materiales requeridos. No obstante, se han presentado oportunidades en las que se coloca un pedido urgente a los proveedores de Medellín, con la mala fortuna que estos han fallado. La decisión anterior, se toma debido a la filosofía de reducción de costos que maneja la empresa, donde se piensa que todo lo que contribuya a este enfoque, es visto como ganancia. En el **Anexo 14** se evidencia el número de veces que los proveedores de Medellín han fallado en las entregas y la causa su incumplimiento. Lo anterior, para los meses de enero a julio del 2008.

En ocasiones, los proveedores de Medellín han fallado en el cumplimiento de las fechas de entrega y esto ha traído como consecuencia el atraso en la fabricación de órdenes de producción. Por lo cual, se ha dado inicio a otra orden que no se encontraba programada, pero que sí contaba con los materiales necesarios para su procesamiento en ese momento. Si se analiza a fondo, esta decisión trae como consecuencia la realización productos que no se necesitan inmediatamente y se anula la oportunidad de procesar una orden que debería estar en marcha.

Ya que la empresa prefiere a los proveedores de Medellín por obtener un ahorro en costos, muchas veces se retrasa el inicio de una orden y por ende su entrega al cliente. El proceso de compras debe estar sincronizado con la programación de las órdenes de producción, además, resulta determinante para el logro de una buena gestión de la producción, contar con proveedores que sean capaces de suministrar los insumos requeridos en el momento adecuado.

El incumplimiento de los tiempos de entrega por parte de los proveedores, afecta la coordinación entre la gestión de compras y la programación de la producción, lo cual trae como consecuencia que se sature el sistema con órdenes que no deben

ser fabricadas en un momento dado, mientras que lo necesario no está listo oportunamente y trae como consecuencia el atraso en la entrega de las solicitudes a los clientes. Lo anterior, trae un efecto negativo aun mayor en la participación en el mercado, ya que si la empresa no entrega a tiempo sus pedidos, se debilita su imagen y además los clientes pueden optar por realizar sus compras a la competencia.

En la empresa Servitec Ltda., las compras se realizan a los proveedores que fueron evaluados y seleccionados con base a un grupo de criterios que se explicaron en el capítulo anterior (ver numeral 2.1.2 Evaluación y Selección de Proveedores). En el sistema de evaluación, los candidatos se califican de acuerdo a las condiciones de pago ofrecidas, la calidad, la garantía del producto, oportunidad de respuesta y precios competitivos. La empresa asigna una valoración igual a cada uno de los criterios, afirmando que todos son tienen la misma importancia.

El sistema de evaluación de proveedores de la empresa debe ser modificado, ya que algunos criterios resultan más importantes que otros, dependiendo del impacto que generan en la programación de las operaciones. Teniendo en cuenta lo anterior, la valoración que se le asigna a cada uno en la actualidad no es la correcta. La oportunidad en la respuesta debe ser el criterio más importante, debido a que el buen desarrollo de la gestión de la producción depende de las entregas a tiempo del proveedor. La calidad de los productos es importante, pero debido a la naturaleza de las materias primas que maneja la empresa, las propiedades de estas no varían de un proveedor a otro.

A manera de conclusión, se puede decir que la forma como se están administrando las compras en la empresa Servitec Ltda. está presentando fallas, ya que se han generado inconvenientes en el procesamiento de las órdenes de producción.

4.2 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La programación es uno de los factores más relevantes dentro de la gestión de la producción en la empresa Servitec Ltda., ya que de esta depende el éxito en el cumplimiento del tiempo que originalmente se pacta con el cliente. El Jefe de taller; es quien programa la producción, este lleva 26 años en la empresa y de acuerdo a su experiencia y trayectoria, asigna los recursos y establece las prioridades a las diferentes solicitudes. Cabe recalcar que su método de programación alude a la intuición y al empirismo, ya que no ha recibido formación especializada en esta labor.

En el capítulo 2, se describió la forma en la que se programan las operaciones en la empresa y sin duda no han tenido mucho éxito con este método, ya que no se logra entregar la totalidad de los pedidos en las fechas pactadas con los clientes. De igual forma, existen órdenes que son entregadas a tiempo, debido a que se pacta con el cliente un tiempo de entrega lo suficientemente largo, para asegurar el pedido. Lo anterior, se hace en caso de que una orden no sea urgente. A pesar de este colchón de tiempo, se presentan ocasiones en las que de igual manera se entregan tarde los pedidos.

Uno de los efectos indeseables que se lograron identificar gracias a los métodos de pensamiento de la teoría de las restricciones y al “ARA”, es que la programación que se realiza no establece las prioridades correctas a las órdenes que deberían serlo. Se identificaron tres causas básicas que posiblemente ocasionen esto. La primera, es que el método que usa el jefe de taller para programar, se fundamenta en su experiencia y muchas veces en el conocimiento empírico del funcionamiento de la empresa. La segunda, es que la forma más común de programar, es tomando la fecha de entrega más cercana sin discriminar el tipo de solicitud que da el cliente. Por último, al no tener conocimiento de cuál es la restricción del sistema, se realiza la programación sin tener en cuenta cual es

la limitante, esto ocasiona por ejemplo, que una orden que contenga en una de sus etapas el cuello de botella, no se le de prioridad.

De manera general, puede decirse que en la ejecución se reflejan todas las malas decisiones que se toman al momento de programar. Ejemplo de esto, es que existen órdenes a las que se les debe dar inicio, pero no son procesadas en el momento en que corresponde, y por el contrario cuando llega una orden urgente, se deja de procesar lo que está en curso, para dedicarse a su operación. De esta manera, se fabrican productos que no se necesitan inmediatamente y quitan la oportunidad de procesar los que sí son necesarios.

Si se realiza un análisis de lo anteriormente descrito, se puede concluir que el sistema cae en una etapa en la que se sobrecarga, es decir que se presenta un flujo lento en las operaciones de la empresa. Por lo tanto, el ideal sería que se incrementara la velocidad de terminación de las órdenes de los clientes.

4.3 CONSECUENCIAS GLOBALES DE LA ACTUAL ADMINISTRACIÓN

A través del análisis que se realizó acerca de la gestión que viene llevando a cabo Servitec Ltda. para el desarrollo de su actividad económica, se lograron evidenciar situaciones que propician la aparición de efectos indeseables en la empresa. Estos afectan el buen desempeño de la organización y por ende el alcance de mayores niveles de ventas y utilidades.

Servitec Ltda. ejecuta una programación de la producción que trae como consecuencia la saturación del sistema con órdenes que son liberadas sin un criterio sólido de decisión. En ocasiones, lo anterior trae como resultado que la empresa se enfrente a una situación en la que deba decidir si acepta o rechaza un pedido teniendo en cuenta su importancia, ya sea por la ganancia o por el cliente.

En este contexto, la empresa rechaza algunas veces la solicitud, si considera que el pedido no es importante, pero se le ofrece al cliente opciones a las que puede acudir. Otras veces se decide tomar el pedido, ya que considera que es importante, pero debido a la aparente imposibilidad de procesar la orden, se acude a la competencia para su fabricación. Solo cuando los clientes son de confianza se les informa acerca de la acción que se toma, de lo contrario se realiza sin ningún tipo de consulta.

Conforme van ingresando las solicitudes de los clientes al sistema, el jefe de Taller va asignando las prioridades de acuerdo a la fecha de entrega más cercana. Con esto se elimina la posibilidad de realizar un análisis de las utilidades que se obtienen con cada orden, las pérdidas en las que se incurre al rechazar algún pedido y la velocidad a la que se genera dinero. La empresa debería contemplar el aporte monetario de cada una de las órdenes a la hora de tomar la decisión de aceptar o rechazar y también al momento de establecer las prioridades a los pedidos de los clientes.

Como se mencionó anteriormente, la programación se realiza de acuerdo a la fecha de entrega más cercana, por lo que no se tiene en cuenta la restricción o cuello de botella del sistema. Al no planear una sincronización entre los tiempos de procesamiento de los recursos no restrictivos y los restrictivos, se van liberando órdenes sin un criterio que permita obtener un flujo más rápido dentro del sistema, por el contrario, este se sobrecarga con órdenes que van pasando por diferentes puestos de trabajo que no tienen la misma capacidad.

Cuando se sobrecarga el sistema y se presenta un atraso en la entrega de los pedidos a los clientes, la empresa establece una nueva fecha de entrega. Lo anterior produce en los clientes desconfianza, por lo que estos posiblemente preferirán a otras empresas del sector metalmeccánico que sean capaces de brindar mayor confiabilidad en las entregas. Los clientes no aceptan un tiempo de

entrega menor del 100%, ellos siempre esperan que los pedidos se les entreguen en la fecha patada. Servitec Ltda. no entrega la totalidad de sus pedidos a tiempo y como lo afirman Domenico Lepore y Oded Cohen “El desempeño en el Tiempo de Entrega puede estar arriba de los noventas, pero los clientes aún se pueden quejar y amenazar con llevarse sus negocios a otro sitio”¹².

Debido a que la empresa no entrega la totalidad de los pedidos a tiempo, se evidencia la existencia de una restricción en el sistema. “Cuando el Desempeño en el tiempo de entrega es menor del 100%, la restricción es algo que bloquea el flujo en su trayecto desde la liberación del material hasta el cliente”¹³.

La sincronización con los proveedores, la programación, la liberación de las órdenes y los tiempos de procesamiento de Servitec Ltda. determinan su capacidad de responder a la demanda de manera oportuna. Si se continua gestionando las operaciones con el método actual de trabajo, no se podrán alcanzar mayores utilidades, ni garantizar la satisfacción de los clientes, por lo que se corre el riesgo que estos prefieran a la competencia, dado que la empresa algunas veces rechaza los pedidos o no cumple los tiempos de entrega establecidos. Por lo tanto, se debe establecer un método que garantice un flujo rápido dentro del sistema y que minimice el tiempo de procesamiento de las órdenes.

¹² LEPORE, Domenico, COHEN Oded. DEMING Y GOLDRATT LA TEORIA DE RESTRICCIONES Y EL SISTEMA DE CONOCIMIENTO PROFUNDO: El Decálogo. Ediciones Piénsalo, Medellín-Colombia. 2002. P. 55.

¹³ *Ibíd.* Pág. 56.

5. PROPUESTA DE MEJORA PARA SERVITEC LTDA.

Objetivo: con el desarrollo de este capítulo se pretende realizar una propuesta para la empresa Servitec Ltda., donde se exponga de manera detallada la metodología y criterios de la Teoría de Restricciones para el manejo de las operaciones. Lo anterior tiene como fin brindar a la empresa una base sólida para la toma de decisiones, que le permita obtener un aumento de sus utilidades, mejorar la administración actual de la producción y además asegurar su permanencia en el mercado a través del tiempo.

Alcance: a través de este capítulo, se explicará la metodología que debe adoptar la empresa Servitec Ltda. para la identificación de los cuellos de botellas o recursos restrictivos, el establecimiento de las prioridades a las solicitudes de los clientes, el mecanismo de liberación de las órdenes a la planta de producción, la toma de decisiones de acuerdo al Throughput y por último se explicará el sistema que se debe seguir para el manejo de las compras en la empresa.

Metodología: para el alcance del objetivo se realizarán vistas a la planta de producción y entrevistas con el Gerente, Jefe de Taller, encargado de compras, coordinador de calidad y operarios. Además, la propuesta se apoyará en datos históricos acerca de recursos utilizados, los tiempos de producción en las máquinas, tiempos de entrega y productos fabricados. Lo anterior fue tomado de las órdenes de producción, solicitudes de los clientes y Sistema de Gestión de Calidad.

5.1 SOLUCION DE OPERACIONES EN SERVITEC LTDA.

La Teoría de Restricciones es una filosofía que puede ser desarrollada bajo diferentes contextos, como lo son: las operaciones, cadena de abastecimiento, mercado, proyectos, etc. Además, ofrece soluciones de fácil alcance en las primeras fases de su implementación. Bajo el ambiente en el cual se desenvuelve Servitec Ltda. se pueden presentar dudas al momento de decidir cuál de las soluciones apunta más al alcance de su meta, ya que por su naturaleza, tiende a pensarse que trabaja bajo un enfoque de proyectos, pero se debe analizar más a fondo las características que permiten decidir enfocar la presente Monografía hacia una solución de operaciones.

Servitec Ltda. es un taller industrial que se dedica principalmente a la fabricación y reparación de piezas industriales como: chumaceras, tuercas, bujes, tornillos, etc. Adicionalmente, puede fabricar estructuras metálicas livianas como: pasarelas, plataformas, barandas y soportes en general, que en ocasiones deben ser instaladas, pero en la mayoría de sus casos demoran más en ser producidas. Todos los pedidos que recibe la empresa deben fluir a través de unos recursos con una secuencia que es conocida y donde su programación juega un papel importante. Normalmente estos pedidos tienen que esperar en cola ante otros pedidos que se encuentran en recursos más cargados. Por lo que si un recurso se encuentra procesando una orden en específico, este no detiene su proceso para dedicarse a otra orden y luego seguir procesando el anterior. Cuando una pieza entra a un recurso, en ningún momento es reprogramado para trabajar sobre otra pieza, ya que probablemente no se lograría cumplir en totalidad con las especificaciones y la calidad que espera el cliente. En un ambiente de proyectos, es usual reprogramar las tareas y actividades a otros recursos.

Si se habla del tiempo total de procesamiento en Servitec Ltda., se puede decir que la mayoría de las órdenes demoran más esperando en cola a un recurso, que siendo procesadas. Si se compara lo anterior con un proyecto, el enfoque sería

totalmente contrario, ya que se supone que un trabajo demora más en ser realizado, que esperando su inicio. Adicionalmente, la empresa se dedica más a la planeación de recursos basados en la disponibilidad de las máquinas y equipos, que a la del personal, como si se realiza en un proyecto.

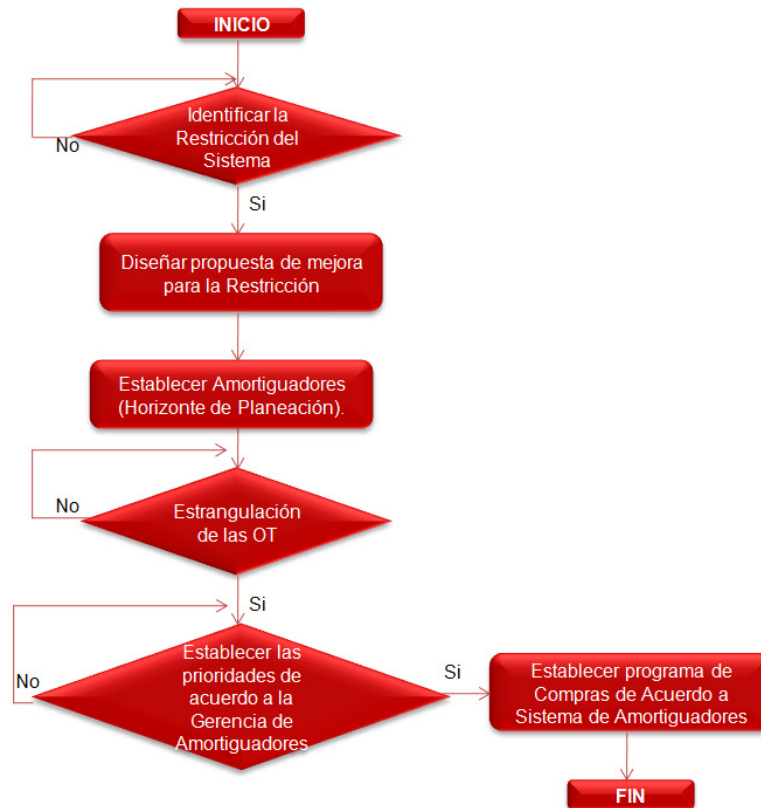
El objetivo de Servitec Ltda., es el de lograr satisfacer tanto como sea posible la demanda, es decir, tanto como su capacidad se lo permita. Lo anterior es clave, ya que en proyectos el objetivo principal es el de recortar el tiempo del proyecto tanto como sea posible.

5.2 METOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TEORIA DE RESTRICCIONES EN SERVITEC LTDA.

En el capítulo anterior se identificaron dos ramas fundamentales, que son claves para que la empresa Servitec Ltda. mejore la manera de administrar las operaciones y tomar las decisiones. Esas dos ramas son: La sincronización con los proveedores y la forma en la que se programan las operaciones. En este contexto, se pretende proponer una metodología basada en la teoría de las restricciones que apunte al fortalecimiento de estos procesos, para que la empresa obtenga mejores resultados en su gestión.

El planteamiento de la propuesta se desarrollará a partir de 4 pasos consecutivos que debe recorrer la empresa para la implementación exitosa de la filosofía de la Teoría de Restricciones. En la figura 4 se muestra un diagrama de flujo donde se puede observar la metodología que servirá de guía para el planteamiento de la propuesta.

Figura 4: Pasos para la Implementación TOC.



Fuente: Autores de la Monografía.

FASE I LIDIAR CON LOS CUELLOS DE BOTELLA: el principal objetivo que se pretende alcanzar en esta fase es identificar la restricción de la empresa, de tal manera que se pueda aplicar la mejor estrategia propuesta por la Teoría de Restricciones para que Servitec Ltda. se acerque cada vez más al logro de su meta. Esta primera fase se encuentra dividida en dos partes. La primera consiste en identificar si la empresa cuenta con un recurso de capacidad restrictivo interno o si por el contrario este se encuentra en el mercado, y en la segunda se proponen estrategias que permitan explotar al máximo la restricción.

FASE II ESTRANGULACION DE MATERIA PRIMA: la estrangulación de materia prima es la segunda etapa que se debe abordar para la implementación TOC. El desarrollo de esta fase, tiene como objetivo proponer la forma adecuada que debe adoptar la empresa para la realización de este procedimiento. En caso de no estrangular la materia prima no va a ser posible lograr el éxito en las siguientes fases, ya que esta es la base para poder ejecutar la priorización de las órdenes que se propone en el próximo paso. A través de la estrangulación de materia prima es posible identificar el cuello de botella de la organización, pero teniendo en cuenta que el alcance del presente trabajo no incluye la fase de implementación, lo anterior se realizó con base en otro procedimiento.

FASE III ESTABLECIMIENTO DE LAS PRIORIDADES: en esta etapa se busca determinar la secuencia y el momento exacto en que se deben liberar las órdenes, de acuerdo a la gerencia de los amortiguadores. Lo anterior, se realiza tomando como referencia un horizonte de planeación que es establecido en la fase I para la liberación controlada de las órdenes a la planta. Lo que se busca es trabajar solo en lo prioritario, de tal manera que se logre aumentar el flujo dentro del sistema.

FASE IV GESTION DE COMPRAS: una vez se han determinado los amortiguadores, se han establecido las prioridades y se conoce la restricción interna, se debe implementar un sistema para la programación de las compras que garantice contar con lo necesario en el momento oportuno. De esta forma se minimizará el riesgo de incumplir a los clientes en la entrega de los pedidos por falta de materia prima.

5.3 LIDIANDO CON LOS CUELLOS DE BOTELLA.

En esta fase, se busca identificar la restricción del sistema, de tal manera que se pueda proponer la metodología que debe adoptar la empresa para gestionar mejor las operaciones. Es posible que exista algún recurso con menor capacidad, es decir, una restricción interna que determine la velocidad de salida de los productos. La restricción de un sistema, es la base para establecer la capacidad real de la planta, por lo que resulta muy importante para Servitec Ltda. su identificación y mejora. Esta debe ser monitoreada debido a las siguientes razones:

- ✓ El buen desempeño del recurso restrictivo influye en el cumplimiento de las fechas pactadas con los clientes.
- ✓ Si la restricción pierde tiempo, todo el sistema lo hace, por lo cual el trabajo que esta realiza, determina el cumplimiento de la programación que se establece con la gerencia de amortiguadores.
- ✓ De acuerdo al perfil de carga que presente el recurso restrictivo, se podrá determinar una base para la toma de decisiones; ejemplo de ello es la aceptación o rechazo de pedidos.
- ✓ Todos los esfuerzos de mejora deben estar enfocados en el recurso restrictivo o cuello de botella interno de la organización.
- ✓ El trabajo de los demás recursos y áreas de la empresa debe estar subordinado al trabajo del cuello de botella.

Esta etapa del trabajo busca identificar la restricción del sistema y posteriormente proponer un plan de mejora, que permita aprovechar al máximo el tiempo en el recurso restrictivo.

5.3.1 Identificación de la restricción en Servitec Ltda.

La Teoría de Restricciones parte de un supuesto: “en toda organización existe al menos algún elemento que la aleja del alcance de su meta”, estos elementos son llamados restricciones. En el desarrollo del presente trabajo, se identificará la restricción física de capacidad del sistema y se propondrá un plan para su mejoramiento, ya que en la actualidad la empresa administra las operaciones sin tener un criterio sólido de decisión, como el límite al cual puede producir. De esta forma, se logrará un mayor impacto en el cumplimiento de los tiempos de entrega de los clientes, al conocer cuánto es lo máximo que la empresa puede cumplir. Sin embargo, también se analizarán factores que en un momento dado puedan impedir a Servitec Ltda. el alcance de su meta, que es la generación de unidades monetarias. En el **Anexo 15** se muestran los diferentes tipos de restricciones que se identificaron en Servitec Ltda.

Teniendo en cuenta que la presente monografía no llega hasta la fase de la implementación, no es posible identificar el recurso de menor capacidad con base en la estrangulación de la materia prima a la planta. Debido a lo anterior, se establece un método que permitirá obtener una idea cercana de cuál es el recurso restrictivo o cuello de botella de la empresa, tomando como referencia el comportamiento real del sistema. Eli Schragenheim, propone para la identificación del recurso de capacidad restrictivo, que si el proceso de producción está actualmente cargado, se debe buscar por un recurso de capacidad restrictiva activo. Por el contrario, si el proceso no está cargado al máximo, se debe determinar cual recurso alcanzara primero su carga máxima, si la demanda tendiera a incrementarse¹⁴.

Para identificar el recurso restrictivo de Servitec Ltda. se realizó un análisis del perfil de carga de trabajo que han presentado los recursos durante un periodo de

¹⁴ SCHRAGENHEIM, Op. cit., p.166.

tiempo. Para esto, se extraerán datos acerca de los pedidos, las fechas de inicio, las fechas pactada con el cliente, fecha real de entrega y los tiempos de procesamiento en cada una de las máquinas. Se debe mencionar que la empresa solo permitió el acceso a la documentación almacenada en lo que ha corrido del presente año, por lo que la población total que se tendrá en cuenta será el número de órdenes que se han procesado durante los meses de Enero a Julio del 2008. El número total de solicitudes de los clientes es de 817. Debido a la dificultad que representa tomar la totalidad de los datos, se hace necesario calcular una muestra representativa para el estudio.

Para el cálculo de la muestra se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ La muestra se tomará en base a atributos, debido a la característica de la población, que son órdenes de producción.
- ✓ La muestra será calculada en base a una población finita de 817 órdenes.
- ✓ Se trabajará con un nivel de confianza estimado del 95,5%, lo cual equivale 2 desviaciones según una distribución N (0,1).
- ✓ El error estadístico aceptado para el estudio es del 5%.
- ✓ La varianza se expresa por la multiplicación de P x Q, donde P es el valor estimado de la proporción poblacional, que para el estudio se fijó como estrategia conservadora que P = 0,5 y Q = 1-p.

A continuación se muestra la fórmula utilizada para el tamaño óptimo en un muestreo aleatorio simple para una población finita con base en atributos¹⁵.

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{(N - 1)E^2 + Z^2 PQ}$$

¹⁵ MARTINEZ BENCARDINO, Ciro. Estadística y Muestreo. Santa Fe de Bogotá, D.C: Ecoediciones. 2005. P.393.

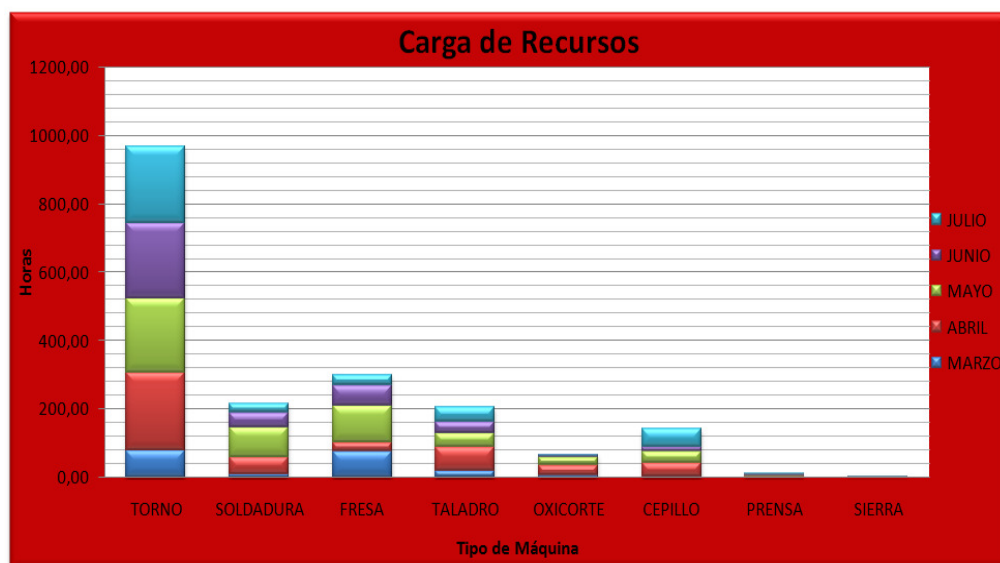
Al reemplazar en la formula se obtiene:

$$n = \frac{(2)^2(817)(0,5)(0,5)}{(817 - 1)(0,05)^2 + (2)^2(0,5)(0,5)} = 268,75 \approx 269 \text{ órdenes}$$

Los datos fueron tomados teniendo en cuenta las órdenes que estaban diligenciadas con la totalidad de la información, debido a que se presento gran cantidad de ellas que no contaban con los valores referentes a los tiempos de procesamiento en algunas de las etapas. En el **Anexo 19** se puede observar la información recolectada a partir del cálculo de la muestra.

De acuerdo al perfil de carga, se tendrá una idea de cuál es el recurso más opcionado a ser el cuello de botella interno de la empresa. Al tomar como variable el número de horas trabajadas en cada uno de los procesos durante el periodo en estudio, se puede deducir cual es el recurso que más ha trabajado. Con el fin de poder ilustrar las cargas de los recursos de Servitec Ltda. en los meses estudiados, se muestra a continuación una gráfica de los datos obtenidos con la muestra.

Figura 5: Carga de los Recursos de Servitec Ltda.

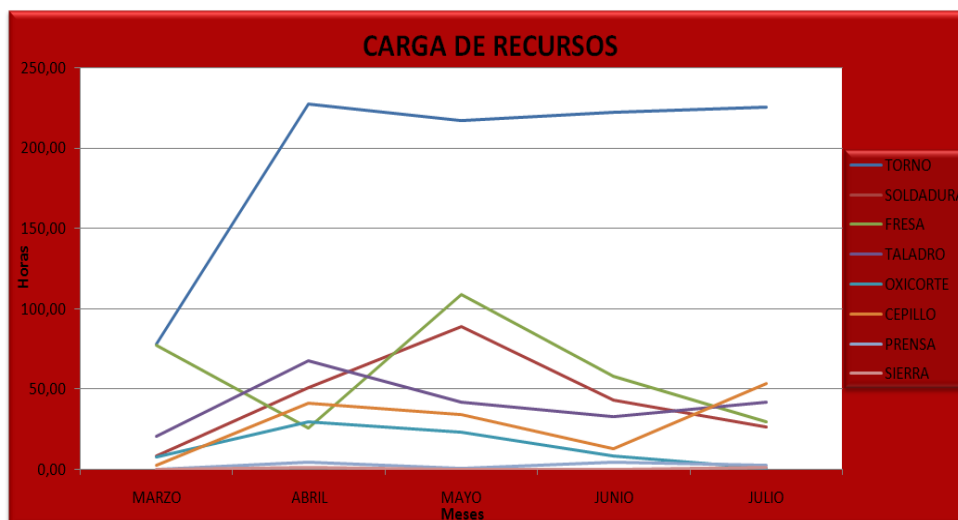


Fuente: Autores de la Monografía.

En la gráfica anterior, se puede observar que el recurso que más se utiliza para la fabricación de los productos es el Torno, con un total de 969 horas trabajadas, seguido por la Fresa, con un total de 298 horas y la Soldadura con 216 horas. Note que el tiempo empleado en el torno sobrepasa en más del doble a la carga de los demás recursos, mientras que el taladro y la soldadura se han utilizado más o menos en la misma proporción. Oxicorte, la Prensa y la Sierra, son los procesos que menos intervienen en el flujo de la fabricación de los pedidos.

El perfil de carga de los recursos puede variar a medida que transcurren los meses, por lo que se elaboró un gráfico de líneas, donde se puede observar el comportamiento de los recursos en el tiempo.

Figura 6: Carga de los Recursos de Servitec Ltda. en el Tiempo.








Fuente: Autores de la Monografía.

Para poder identificar la restricción en Servitec Ltda. a partir del análisis del perfil de carga, se debe realizar una comparación entre de la cantidad de tiempo que utiliza el recurso y la cantidad total de tiempo que se tiene disponible. En otras palabras se debe llevar a cabo un comparativo entre la capacidad que posee la empresa en cuanto a tiempo de procesamiento y la capacidad utilizada. Por medio de lo anterior, se puede estudiar cual es la proporción de consumo del tiempo disponible para la fabricación de los productos. Teniendo en cuenta esto, la restricción potencial será aquel recurso que presente el mayor perfil de carga de acuerdo a su capacidad disponible.

La capacidad de los recursos se determinará tomando como referencia las horas de trabajo disponible y el número de recursos del mismo tipo que existen actualmente en la empresa. Es decir, que cada máquina cuenta con un total de ocho horas por día, correspondientes a la jornada laboral, y se trabaja 26 días al mes, por lo que se tiene un total de 208 horas mensuales por cada recurso. Así mismo, al analizar la carga de los recursos vs. la capacidad, se debe tener en cuenta el número de máquinas que realizan la misma función y el número de

empleados disponibles para su operación, ya que si se tienen varios recursos iguales, la capacidad en cada uno de los procesos aumentará. De la misma forma, lo anterior estará determinado por la disponibilidad de personal, pues si se tienen varias máquinas que realizan un mismo trabajo, pero no se cuenta con la cantidad de operarios necesarios para su utilización, no se podrá disponer de todas ellas. En la siguiente tabla se encuentran consignados los datos de la cantidad de existencias de cada recurso, la capacidad disponible de acuerdo a la jornada laboral, las horas trabajadas y la tasa de utilización.

Tabla 2: Tasa de utilización de los Recursos de Servitec Ltda.

CARGA DE LOS RECURSOS MARZO-JULIO				
RECURSO	NUMERO DE EXISTENCIAS	HORAS DISPONIBLES MARZO-JULIO	HORAS UTILIZADAS	TASA DE UTILIZACION
TORNO	6	6240	969,67	 15,54%
SOLDADURA	2	2080	216,73	 10,42%
FRESA	1	1040	298,78	 28,73%
TALADRO	2	2080	204,91	 9,85%
OXICORTE	1	1040	67,83	 6,52%
CEPILLO	1	1040	142,61	 13,71%
PRENSA	1	1040	11,25	 1,08%
SIERRA	1	1040	2,33	 0,22%

Fuente: Autores de la Monografía.

Como se puede observar en la Tabla 2, los recursos que presentaron mayor porcentaje de utilización durante los meses de Mayo a Julio son: la Fresa, con una tasa de utilización del 29%, seguido por el Torno con una tasa del 16% y el Cepillo con un 14%. La soldadura y el Taladro obtuvieron un porcentaje del 10%, mientras que Oxicorte, la Prensa y la Sierra fueron los recursos que menos se utilizaron.

Después de analizar la proporción en que los recursos consumieron el tiempo disponible, se puede concluir que la restricción potencial de Servitec Ltda. es la fresa, debido a que es el recurso que presentó un mayor porcentaje de utilización durante el periodo en estudio. Se dice que es potencial, debido a que aun cuando

no utiliza el máximo de su capacidad, en caso de presentarse un aumento en el nivel de pedidos de los clientes, el cual sobrepase su límite, este sería el primero que no podría responder a la demanda.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que en la actualidad la empresa no tiene una restricción interna, debido a que la tasa de utilización de los recursos es menor que su disponibilidad total. La empresa debe monitorear aquellos recursos que en un momento dado puedan convertirse en su limitante. Se puede notar que hay tres recursos que presentan mayor porcentaje de utilización, por esto se realizó una gráfica para ilustrar su comportamiento. Esta se muestra a continuación.

Figura 7: Recursos con Mayor Tasa de utilización en Servitec Ltda.



Fuente: Autores de la Monografía.

En general, la fresa es el recurso que presenta mayor porcentaje de utilización. Como se puede observar en la gráfica, su porcentaje en algunos meses aumenta y en otros disminuye. Por ejemplo, durante el mes de mayo utilizó el 50% de la disponibilidad total de tiempo, por lo que se convierte en un recurso que se debe monitorear rigurosamente. El torno, presenta un porcentaje de utilización más o menos constante a través de los meses, mientras que el cepillo presenta un

comportamiento más variable. Se debe tener en cuenta que el flujo de los procesos en Servitec Ltda. varía de acuerdo al tipo de producto o servicio que solicitan los clientes, así mismo, puede variar el recurso que más se carga; pero en general, los tres recursos que se deben controlar constantemente son la Fresa, el Torno y el Cepillo.

Con el fin de monitorear y conocer la capacidad que la empresa tiene disponible en cierto punto del tiempo, se debe introducir el concepto de carga planeada, que es la cantidad de tiempo que se espera que un recurso dedique al procesamiento de las órdenes que se han introducido al sistema. Debido a lo anterior, Servitec Ltda. debe llevar un control de la cantidad de órdenes que entran al sistema y los tiempos estimados de fabricación y alistamiento en cada uno de los recursos, así mismo cada vez que una orden es cerrada debe ser registrada. Con base en este procedimiento, la empresa puede determinar el perfil de carga de los recursos en tiempo real, lo cual sirve de base para tomar de decisiones como el rechazo o aceptación de pedidos y liberación temprana de una orden.

El conocimiento de la carga planeada que se tiene en la fresa, permitirá en un momento dado tomar decisiones que asegurarán la entrega a tiempo de un pedido que en una de sus etapas pase por este recurso. Si se sabe que la carga que se tendrá en un futuro sobrepasará la capacidad de la fresa, entonces se podrá adelantar una orden, o si por el contrario no se puede adelantar, es posible gestionar la manera de subcontratar este proceso.

5.3.2 Plan de mejora para el RRC de Servitec Ltda.

La Fresa, que es la restricción de capacidad identificada en Servitec Ltda., en un momento dado puede alejar a la empresa del alcance de su meta. Además, se debe tener en cuenta que un minuto que se pierda en el trabajo que esta realiza,

es un minuto que se perderá en todas las demás actividades. Debido a lo anterior, se propondrá un plan de mejoramiento que permita garantizar que el tiempo disponible en este recurso será aprovechado al máximo.

El establecimiento del plan de mejora se realizará por medio de un reconocimiento de la forma actual en que el operario encargado de la fresa maneja el tiempo durante la realización de sus actividades y además la identificación de puntos críticos que deben ser controlados. Para lo anterior, se realizaron visitas aleatorias a la planta de producción, donde se pudo observar aspectos que afectan el aprovechamiento del tiempo en este proceso. En el **Anexo 16** se muestra el plan de mejora que debe adoptar la empresa para garantizar el aprovechamiento del tiempo en este recurso.

5.4 SISTEMA TAMBOR-AMORTIGUADOR-CUERDA SIMPLIFICADO EN SERVITEC LTDA.

En la primera fase de la metodología para la implementación de la Teoría de Restricciones, se analizó el comportamiento del perfil de carga de los recursos, donde se pudo evidenciar que en la actualidad la empresa no cuenta con un recurso que la limite al momento de dar respuesta a la demanda, ya que los porcentajes de utilización de estos no alcanzan a copar la disponibilidad total de su capacidad. Sin embargo, se identificó como restricción potencial interna la Fresa, debido a que si tendiera a incrementarse la demanda, este sería el primer el primer recurso que no podría procesar la totalidad de los pedidos.

Teniendo en cuenta que en la actualidad Servitec Ltda. no posee una restricción interna de capacidad, es posible adoptar el sistema Tambor Amortiguador Cuerda Simplificado propuesto por Eli Schragenheim para la programación de la producción, ya parte del principio de que la restricción de un sistema se encuentra en el mercado. La implementación de este sistema brinda a la empresa la

posibilidad de gestionar las operaciones de una forma sencilla, ordenada y coherente con el alcance de la meta del sistema, que es la generación de dinero.

El sistema TAC Simplificado, al igual que el TAC tradicional, maneja 3 aspectos claves para la administración sincronizada de las operaciones en la empresa. El Tambor, el Amortiguador y la Cuerda.

El tambor, es el que dicta el ritmo de la producción, en el sistema TAC Simplificado se parte de un principio: “la restricción de la empresa no se encuentra dentro de la organización”, por lo que se toma como tambor la demanda, aun cuando exista un recurso restrictivo interno que se debe monitorear. Debido a lo anterior, el tambor para Servitec Ltda. será la lista de solicitudes de los clientes.

“El plan maestro de producción se determinará con base en los actuales compromisos de la empresa con el mercado, esos compromisos deben considerar las limitaciones de capacidad”¹⁶.

En el sistema TAC Simplificado se trabaja de acuerdo a la gerencia de amortiguadores de embarque. Bajo este modelo, se utiliza un solo tipo de amortiguador de tiempo, el cual es asignado a cada una de las órdenes. De esta manera, se logra trabajar con base en un criterio sólido de decisión a la hora de establecer las prioridades a las órdenes de trabajo. Además, se puede monitorear continuamente el estado de avance de los pedidos del sistema.

La cuerda, al igual que en el TAC tradicional, representa el programa de liberación de materiales necesarios para la fabricación de las órdenes. El material no puede ser liberado antes de la fecha programada de acuerdo a un amortiguador de tiempo.

¹⁶ SCHRAGENHEIM, Eli, DETTMER William. Manufacturing at Warp Speed: Optimizing Supply Chain Financial Performance. St. Lucie Press. 2000. p.161.

Después de implementar el sistema TAC Simplificado, la empresa debe trabajar de acuerdo a los requerimientos del cliente, es decir el tambor, asegurando la entrega de los pedidos a tiempo a través de la gerencia de amortiguadores adecuados, los cuales determinan el tiempo de producción requerido para cada orden, brindan seguridad y un programa de liberación que permite controlar el ingreso de materiales a la planta.

El sistema TAC-S busca que la restricción se mantenga en el mercado, por lo cual se debe mantener la capacidad suficiente dentro del sistema para que se cumpla este principio.

5.5 ESTRANGULACIÓN DE LA LIBERACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

La meta de toda empresa manufacturera es la generación de dinero, por lo que se deben establecer estrategias que encaminen todas las actividades hacia este fin. Debido a lo anterior, la Teoría de Restricciones busca implantar un sistema de prioridades donde se le da importancia solo a solicitudes que se ubiquen dentro de un horizonte de planeación determinado, fabricando solo lo que se necesita pronto.

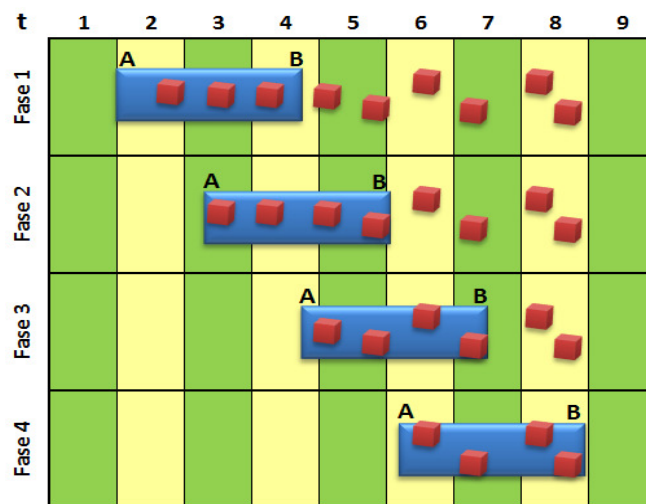
La administración de las operaciones tradicional se encuentra orientada a la consecución de óptimos locales, por lo que durante la ejecución de la programación se busca que los recursos trabajen al máximo, liberando materia prima cada vez que el recurso se encuentra ocioso. Debido a esto, se fabrican productos que no se necesitan pronto, dando lugar a la sobrecarga y flujo más lento dentro del sistema.

5.5.1 Horizonte de planeación

La empresa debe establecer un criterio claro que le permita decidir el momento en el cual se debe liberar una orden. El primer paso consiste en determinar un horizonte de planeación, que no es más que el intervalo de tiempo que se fija para establecer la programación de los trabajos que se deben realizar. Debido a lo anterior, a cada solicitud se le asigna un horizonte de planeación que servirá de referencia para fijar el momento en que debe iniciar una orden.

El horizonte de planeación tiene como principal objetivo el control de la liberación de las órdenes, de tal manera que se restrinja la fabricación de todos aquellos trabajos que se encuentren por fuera del intervalo. A medida que transcurre el tiempo, este se mueve y va incluyendo bajo su sombra nuevas órdenes. A continuación se mostrará una gráfica en la que se visualiza la dinámica del horizonte de planeación.

Figura 8: Horizonte de Planeación.



Fuente: Autores de la Monografía

En la gráfica anterior se pueden identificar las órdenes de trabajo representadas por cajas rojas, el horizonte de planeación representado por un rectángulo azul, la letra “A” que representa la fecha de entrega del pedido, la letra “B” que representa

la fecha en que debe iniciar el procesamiento de la orden y por último, las fases en las que se ve su movimiento en un tiempo “t”. En estas fases, se puede visualizar cómo el horizonte de planeación se mueve de izquierda a derecha y va abarcando un número de órdenes que se incluyen en la programación conforme transcurre el tiempo. Cuando una orden no es tocada por el horizonte de planeación, esta debe permanecer estática hasta que se incluya en el intervalo.

La amplitud del horizonte de planeación se fijará de acuerdo al lead time de procesamiento de cada orden. Según Eli Schragenheim el 75% del lead time es un tamaño suficientemente confiable para trabajar y garantizar que los pedidos se entregaran en la fecha pactada¹⁷. De esta forma, usualmente se toma como referencia tres cuartos del tiempo de procesamiento como horizonte de planeación. Por otro lado, Goldratt, el creador de la teoría de las restricciones, recomienda que por cada familia de productos se establezca un horizonte del 50% del actual tiempo de procesamiento de los pedidos¹⁸.

El horizonte de planeación para cada una de las órdenes de producción es lo que se conoce como “amortiguador” o “Buffer”. Como se menciono anteriormente, la propuesta se basa en el sistema Tambor-Amortiguador-Cuerda Simplificado planteado por Eli Schragenheim, donde se asigna un amortiguador de embarque a cada uno de los pedidos de los clientes para realizar la programación de las operaciones. Por medio del conocimiento de cuáles son las órdenes que se encuentran incluidas en un amortiguador, se puede establecer la manera de posponer el inicio del procesamiento de un pedido. Estrangular la materia prima se refiere a restringir la liberación de materiales para las órdenes, ya que no a todas se les puede dar inicio sino hasta un amortiguador de tiempo fijado antes de la fecha pactada con el cliente.

¹⁷ SCHRAGENHEIM, Op. cit., p.166.

¹⁸ GOLDRATT, Eliyahu M. Cadena Crítica. Primera Edición. Ediciones Castillo, Monterrey Nuevo León México. 2000. p.153.

5.5.2 Horizonte de planeación para Servitec Ltda.

El tamaño de un amortiguador para la solución de operaciones de la Teoría de Restricciones, es tomado como unidad de tiempo. Para su cálculo no se tiene definido un método específico, por lo cual, se recomienda que este se determine de acuerdo a un proceso de experimentación, luego de tomar como referencia un tamaño inicial. Para el establecimiento del amortiguador en Servitec Ltda. no se tendrá en cuenta ni el 50% ni el 75% del lead time de procesamiento, por el contrario se tomará el 100% del actual lead time. Lo anterior busca evitar que se presente temor en la gerencia por el hecho de liberar una orden en tan corto tiempo.

En Servitec Ltda. se propondrán tres tipos de amortiguadores para tres familias específicas de productos. Esto se realizará sin tener en cuenta las características físicas, ya que se presenta diversidad en los requerimientos de los clientes. Para la realización del estudio se tomará como variable el tiempo de fabricación, con el fin de poder establecer grupos de acuerdo a la duración de los pedidos dentro del sistema.

La información necesaria para el establecimiento de los amortiguadores, se tomará de las solicitudes de los clientes y de las órdenes internas de producción que fueron recolectadas a partir de la muestra calculada en el numeral 5.1. Principalmente se recolectaron datos acerca de los tiempos de procesamiento, fechas pactadas, fechas de inicio de operación y fechas reales de entrega de cada una de las órdenes de los clientes.

Las características de los productos varían de acuerdo a las solicitudes de los clientes. Cada uno de estos llega a la empresa con requerimientos expresados de forma verbal, en un plano o con algún material físico que requiere de diferentes etapas para su procesamiento. Como se puede observar en el **Anexo 19**, los

tiempos de procesamiento y las etapas necesarias para cada una de las órdenes varían de un producto a otro.

El sistema de amortiguadores se propondrá con base a tres clases de familias, con el fin poder asignar un amortiguador específico de acuerdo al tipo de producto que requieren los clientes de la empresa. A continuación se muestra una tabla con los tres grupos de productos y amortiguadores que se proponen con base a la dinámica de los tiempos de procesamiento de Servitec Ltda. Cabe mencionar que los amortiguadores se plantean con un tamaño inicial, el cual puede variar durante la marcha mientras se implementa la metodología de la Teoría de Restricciones y se realiza el monitoreo de los amortiguadores. Goldratt afirma que el establecimiento de los amortiguadores no es una tarea sencilla. “La determinación de la longitud del Buffer de tiempo es una cuestión de juicio, y no es una tarea fácil ni trivial. Si queremos ser muy precavidos, y elegimos un Buffer muy largo, podemos absorber cómodamente cualquier perturbación, pero, ¿a qué precio? Nuestro tiempo total de proceso será muy largo a priori, lanzaremos materiales mucho antes de que podamos usarlos. Se inflarán los niveles medios de inventario en proceso y de producto acabado. Como resultado, aumenta nuestra necesidad de liquidez, se deteriora nuestra ventaja competitiva futura y los costos financieros son más altos. Si elegimos un buffer muy corto nuestro tiempo medio de respuesta será muy rápido, pero nos encontraremos con que tenemos que acelerar pedidos continuamente, y con que nuestras fechas de entrega no son demasiado fiables”¹⁹.

¹⁹ GOLDRATT, Eliyahu M. El síndrome del Pajar: Como Extraer Información del Océano de Datos. Segunda Edición. Ediciones Castillo, Monterrey México. 1992. p.107.

Tabla 3: Familias y Amortiguadores Propuestos para Servitec Ltda.

FAMILIA	AMORTIGUADOR	TAMAÑO DEL AMORTIGUADOR
Órdenes Rápidas	En este grupo se ubican las órdenes que requieran un tiempo de procesamiento menor o igual a 5 días.	5 días
Órdenes Normales	En este grupo se ubican las órdenes que requieren tiempo de procesamiento entre 5 días y 10 días.	10 días
Órdenes Lentas	En este grupo se ubican las órdenes que requieren tiempo de procesamiento de más de 10 días.	20 días

Fuente: Autores de la Monografía.

De acuerdo la muestra tomada y a los tamaños de amortiguadores propuestos, se puede decir que el 80,7% de las órdenes que ha procesado Servitec Ltda. durante los meses de Enero a Julio de 2008 son rápidas. El 12,3% del total de las solicitudes, corresponde al grupo de órdenes normales y solo el 7,1% son lentas.

5.6 GERENCIA DE AMORTIGUADORES PARA SERVITEC LTDA.

La gerencia de amortiguadores tiene como principal objetivo, brindar a la empresa una metodología clara para el establecimiento de las prioridades y el monitoreo continuo, con el fin de poder gestionar de mejor forma las operaciones en la planta. Además, Servitec Ltda. podrá determinar el momento exacto en el cual debe liberar las órdenes de acuerdo al estado del amortiguador. “La gerencia de los *buffers* nos proporciona varios beneficios. Nos permite determinar mejor la longitud requerida de acuerdo con el nivel existente de perturbaciones: cuantificar el ruido. Nos permite acelerar tareas, sistemática y metódicamente, para reducir el tiempo total de proceso (*lead time*). Después, si localizamos los sitios donde se encuentran los trabajos retrasados, y asignamos prioridades de acuerdo con el número de veces que aparece en esa lista cada recurso”²⁰.

²⁰ *Ibid.* Pág. 121.

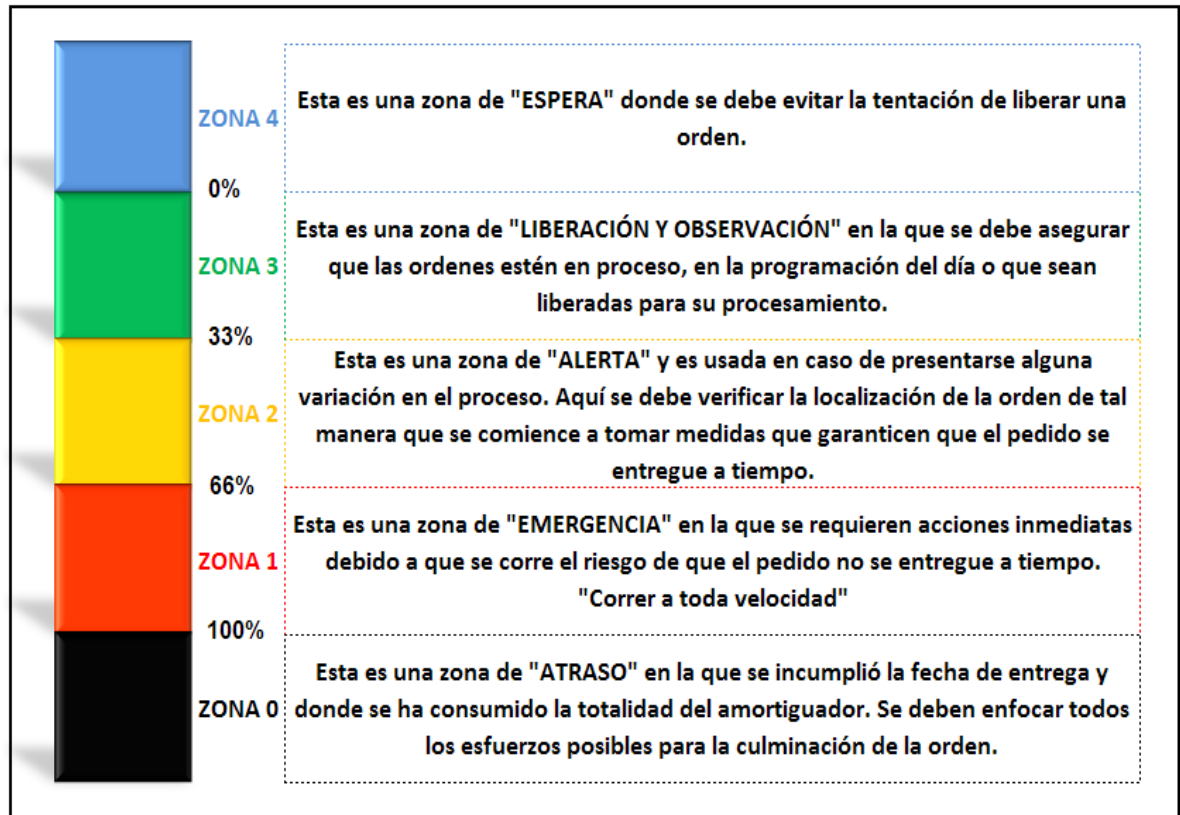
Para poder entender la dinámica de la gerencia de amortiguadores, se debe iniciar por el concepto de amortiguador. En el sistema TAC Simplificado, un amortiguador es un intervalo de tiempo en el que se libera el trabajo antes de lo necesario de acuerdo a la fecha programada para la entrega del pedido al cliente. Este se expresa en unidad de tiempo e incluye los alistamientos, protección a la variación, los tiempos de procesamiento y tiempo que espera un producto en ser procesado. Como se estableció anteriormente, la propuesta se basa en tres amortiguadores, los cuales se deben asignar a cada uno de los pedidos de los clientes de acuerdo al tiempo de procesamiento. El responsable de esta asignación es el jefe de Taller, ya que es quien tiene contacto directo con el cliente en el momento de pactar la fecha de entrega y además es el encargado de la programación de las órdenes.

5.6.1 Zonas de un amortiguador

Un amortiguador de tiempo se encuentra dividido en tres partes iguales, que permiten facilitar el monitoreo de una orden y además brindar una base sólida para tomar decisiones. Cada una de las tres secciones del amortiguador, tiene un nombre y un color característico. La primera parte es llamada Zona 3, se encuentra identificada por el color verde y su rango abarca desde el 0% hasta el 33% del total del amortiguador. El segundo segmento es llamado Zona 2 y es representado por el color amarillo, este comprende el intervalo desde el 33% hasta el 66% del total del amortiguador. Por último se encuentra la Zona 1, que se identifica con el color rojo y va del 66% al 100% del total del amortiguador. Existen dos zonas adicionales que complementan el amortiguador y permiten un mayor control de las órdenes de producción. La primera se encuentra antes de iniciar la zona verde y es representada con el color azul. La segunda está ubicada después de la zona roja y es representada con el color negro.

A continuación se muestra una representación gráfica de las divisiones del amortiguador o Shipping Buffer. Adicionalmente se especifican las características principales que se presentan en cada zona.

Figura 9: Zonas del Shipping Buffer.



Fuente: Autores de la Monografía.

5.6.2 Monitoreo de los amortiguadores

La administración de los amortiguadores es crucial para identificar las variaciones y posibles cambios que se presenten en el sistema, por lo tanto, es de vital importancia realizar un monitoreo día a día del estado en el que se encuentra un amortiguador. Lo anterior dará alerta a posibles problemas que estén emergiendo y se logrará identificar aquellos puntos claves que se pueden mejorar. La revisión permanente de los amortiguadores permitirá el control del sistema, en donde se tendrá un mecanismo para reaccionar ante la variabilidad o los ataques de Murphy y además se podrán tomar acciones preventivas y/o correctivas.

El monitoreo de los amortiguadores se hace con base a su tasa consumo, permitiendo dar prioridad a aquellas órdenes de trabajo que presenten un mayor porcentaje. En la Teoría de Restricciones el estado del amortiguador puede conocerse según el “Buffer Status (BS)” de la solicitud de un cliente. “Se calcula dividiendo el tiempo que pasa desde que el material es liberado entre el tamaño del amortiguador”²¹. A continuación se muestra la formula que permite hallar el porcentaje de consumo o “Buffer Status” del amortiguador.

$$Buffer\ Status = \left(1 - \frac{(fecha\ pactada\ con\ el\ cliente - fecha\ actual)}{tamaño\ del\ amortiguador} \right) * 100$$

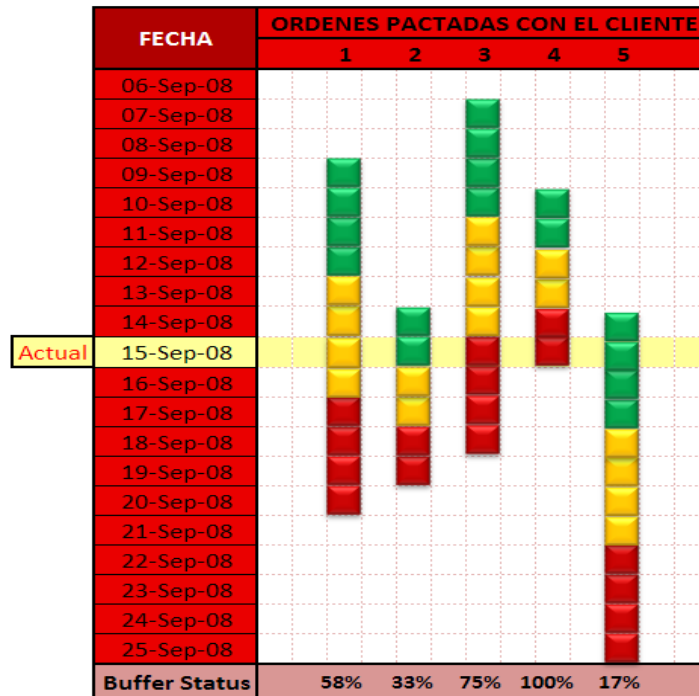
Para que quede claro el concepto, se tomará como ejemplo dos tamaños de amortiguadores diferentes, en los cuales se identificará el Buffer Status dependiendo del tiempo que haya transcurrido desde que se puso una orden hasta la fecha actual. Se tienen los siguientes supuestos:

- ✓ Dos amortiguadores, cada uno con 6 y 12 días respectivamente.
- ✓ La fecha actual 15 de septiembre de 2008.
- ✓ Se tienen 5 trabajos con diferente fecha de inicio

Los amortiguadores son divididos en tres partes iguales para identificar las zonas. A continuación se muestra una figura con los resultados.

²¹ SCHRAGENHEIM, Eli. Make-to-stock under Drum-Buffer-Rope and Buffer Management Methodology. APICS International Conference Proceedings. p.4. [En línea] <<http://www.dbrfmg.co.nz/l-09.pdf>> [Consulta: 16 de Septiembre de 2008]

Figura 10: Zonas del Shipping Buffer.



Fuente: Autores de la Monografía.

En la anterior gráfica, se puede observar los diferentes Buffer Status obtenidos para cada una de las órdenes. Estos han sido calculados teniendo en cuenta que la fecha pactada es el último cuadro de cada uno de los amortiguadores, la fecha en que debe iniciar el procesamiento de la orden del cliente es el primer cuadro de cada amortiguador y que la fecha actual es la fila sombreada en amarillo. Luego de tener estos datos, simplemente es reemplazar en la fórmula que se planteó anteriormente para hallar el Buffer Status.

Note que las órdenes 2 y 5 tienen un Buffer Status igual a 33% y 17% respectivamente, están en una zona en la que aun se encuentran observación (no hay problema). Sin embargo, la orden 2 tiene un porcentaje en el que se espera que se haya terminado su procesamiento. La orden 1 tiene un Buffer Status igual a 58%, está en una zona de alerta en la que se debe monitorear y esforzarse por no dejar que llegue a la zona roja. Por otro lado, las órdenes 3 y 4 se encuentran en

emergencia con un Buffer Status igual a 75% y 100% respectivamente, por lo cual se deben tomar acciones que permitan que la orden 3 se entregue a tiempo “correr a toda”, ya que la orden 4 por estar en un 100%, ya esta tarde, lo que significa que se debe hacer lo más que se pueda para entregar al cliente.

El Buffer Status también permite conocer el momento en que las órdenes se encuentran en las zonas complementarias (zona 4 y zona 0). Por ejemplo, si la orden se encuentra en la zona 4, entonces presentará un Buffer Status con porcentaje negativo. Por el contrario, si la orden se encuentra en la zona 0 entonces su Buffer Status tendrá un porcentaje mayor del 100%.

Cuando un amortiguador esté consumido en un porcentaje mayor del 66%, se puede decir que este ha sido penetrado. Si una orden se ha completado en la zona roja y se conoce el porcentaje de penetración, entonces a este porcentaje se le llama “hueco del buffer”. El monitorear estos huecos permite medir cuán estable es el sistema y además da luces de cuál es la restricción en un inicio. En el caso de que esta sea conocida, entonces se debe interpretar como la aparición de una nueva restricción. Teniendo en cuenta lo anterior, resultaría de gran ayuda a Servitec Ltda. el hecho de adoptar este sistema para la identificación de su restricción.

A través del ejemplo se pudo explicar de forma general y gráfica el funcionamiento de los amortiguadores del sistema Tambor-Amortiguador-Cuerda Simplificado. Ahora bien, para Servitec Ltda. se maneja el mismo sistema anterior, pero teniendo en cuenta los tamaños de amortiguadores que fueron propuestos.

Tomando como referencia los amortiguadores propuestos, se explicará a continuación un ejemplo. Para el desarrollo del modelo, se partirá de una fecha actual y de una lista de solicitudes de los clientes con sus respectivas fechas de entrega pactadas. A cada una de las órdenes se le asigna un amortiguador de

acuerdo a la disponibilidad de tiempo que se tiene para su procesamiento. Posteriormente se analizarán aspectos como las prioridades de acuerdo al consumo de los amortiguadores y la liberación en caso de que la orden no haya sido liberada en el tiempo que correspondía. En la Tabla 4 se aprecian los datos.

Tabla 4: Ejemplo de Amortiguadores para las órdenes de Servitec Ltda.

Fecha actual		15-Sep-08		
ORDEN	Amortiguador	5	BUFFER STATUS	RANKING
1	Fecha pactada	16-Sep-08	80.0%	3
2		17-Sep-08	60.0%	5
3		21-Sep-08	-20.0%	8
ORDEN	Amortiguador	10	BUFFER STATUS	
4	Fecha pactada	16-Sep-08	90.0%	2
5		20-Sep-08	50.0%	6
6		22-Sep-08	30.0%	7
ORDEN	Amortiguador	20	BUFFER STATUS	
7	Fecha pactada	13-Sep-08	110.0%	1
8		22-Sep-08	65.0%	4
9		29-Sep-08	30.0%	7

Fuente: Autores de la Monografía.

El principal objetivo que se pretende con este ejemplo, es brindar a Servitec Ltda. los lineamientos para priorizar y liberar las solicitudes de los clientes. La Tabla 4 será útil en el sentido que permite identificar el grado de importancia de cada una de las órdenes según el estado del amortiguador. En este contexto, la empresa debe seguir los siguientes criterios.

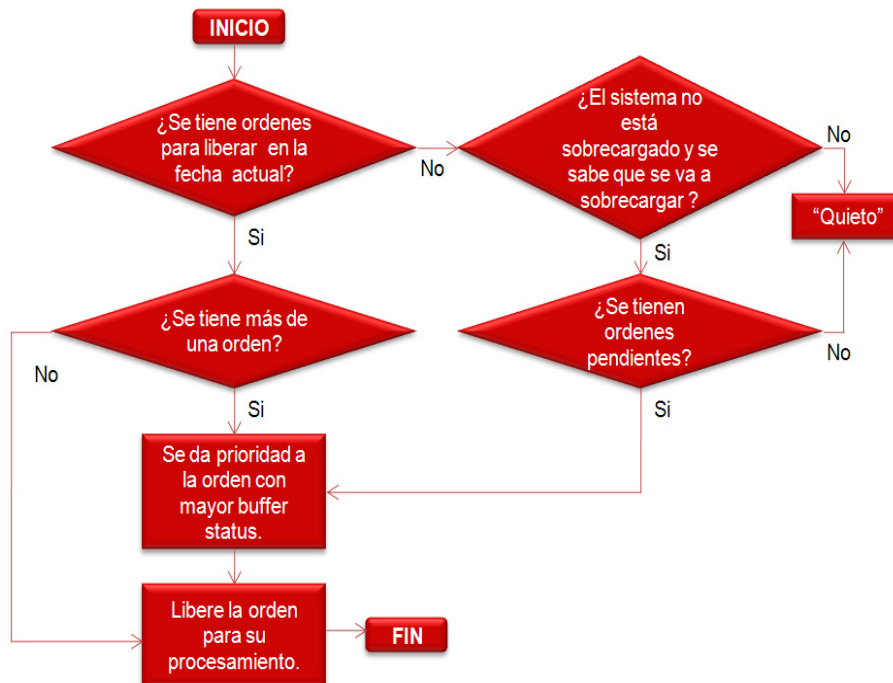
- ✓ La fecha en la que se debe liberar una orden para que sea procesada es un amortiguador antes de la fecha pactada.
- ✓ Si existe el caso en que una orden tiene una fecha de liberación establecida y esta no se puede liberar debido a que existen otras órdenes que no se han iniciado, entonces se le debe dar prioridad a aquella que presente un mayor Buffer Status.
- ✓ Si una orden tiene una fecha de liberación posterior a la fecha actual, esta debe esperar a ser liberada en el momento que dicte el amortiguador. Por

ningún motivo debe ser liberada antes, no importando que no se tengan órdenes después. En otras palabras, no se puede adelantar la liberación.

- ✓ Si se tienen conocimiento que la planta se va a sobrecargar y en la actualidad no está sobrecargada, puede existir la excepción en la que se puede liberar una orden antes, teniendo claro que es aquella que presente un mayor Buffer Status.
- ✓ El responsable de la priorización y liberación de las órdenes es el Jefe de taller, quien debe permitir la liberación de una orden solo en el caso de que se tengan absolutamente todos los materiales necesarios para su procesamiento. Además debe actualizar las prioridades diariamente.

En conclusión se tienen órdenes que deben liberarse y otras que no hacen parte de la liberación. En la figura 11 se presenta un diagrama que permite visualizar la decisión que se debe tomar, dependiendo del estado de la orden.

Figura 11: Proceso para la Liberación de una Orden.



Fuente: Autores de la Monografía.

Teniendo conocimiento de los criterios anteriormente planteados, entonces se puede dar un orden o ranking por medio del cual se le asigne prioridad a las órdenes que aun no han sido liberadas en la fecha actual o aquellas que fueron liberadas pero que tienen menor grado de protección debido a que su amortiguador se ha consumido en un porcentaje determinado. En la Tabla 4 se muestran las prioridades que deben tener las órdenes.

Como se puede ver en la Tabla 4 la prioridad de las órdenes fue tomada según el estado del amortiguador, teniendo en cuenta aquel que tuviera un mayor Buffer Status. Note que las órdenes 6 y 9 tienen el mismo puesto en el ranking, esto es debido a que presentan el mismo porcentaje de consumo del amortiguador. Por ejemplo, si estas no han sido liberadas, entonteces es indiferente cual orden debe ser liberada primero. Las órdenes 3 y 7 se localizan fuera del rango del amortiguador. La primera aún se encuentra en zona azul, por lo que se debe esperar a la fecha exacta de su liberación y por ningún motivo puede ser liberarla antes. Por otro lado está la orden 7 que se encuentra en la zona negra, que significa que ya ha incumplido la fecha que fue pactada con el cliente, por lo que se debe hacer todo lo posible para que esta orden no tenga más días de atraso.

Cuando se ejecuta el monitoreo del estado de los amortiguadores, Servitec Ltda. debe tomar nota en el momento en que el amortiguador cambie de zona amarilla a roja y también cuando cambie de zona roja a negra. Es decir, cuando se presenten penetraciones en los amortiguadores. Además, debe conocer la zona en la que culmina una orden. La nota debe incluir el recurso en el que se encontraba y el motivo de la penetración. Estas acciones permiten tener control sobre el sistema, pero no siempre que se dé una penetración es sinónimo de inestabilidad, esto es solo cuando consecutivamente se esté mostrando este hecho. Goldratt sugiere que las penetraciones son aceptables en una tasa algo

menor del 10%²². Esto quiere decir que máximo una de cada diez penetraciones es admisible. Por ejemplo, si se tienen 100 en el mes y 10 de estas han presentado huecos, entonces algo está pasando en el sistema. Posiblemente debido a que se tiene un amortiguador muy pequeño que debe ser replanteado.

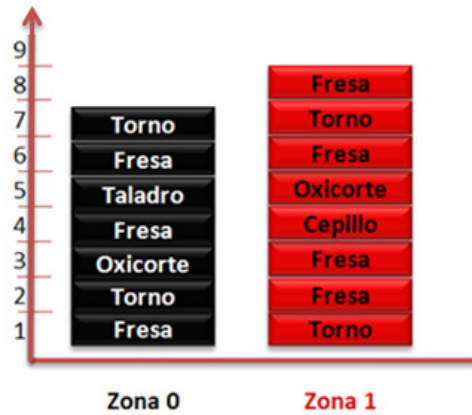
Para la administración de los amortiguadores en Servitec Ltda., se debe tener en cuenta que existen órdenes urgentes que al ingresar al sistema de inmediato se encuentran en la zona roja del amortiguador. Por ejemplo, si llega una orden urgente que se debe entregar en un día, entonces se le debe asignar un amortiguador de 5, lo que significa que su Buffer Status de entrada es del 80%. Estas órdenes no deben ser tenidas en cuenta como penetraciones del amortiguador debido a su naturaleza de urgencia, que por ser urgentes, se le debe dar la prioridad que merece entrando al sistema en la zona 1.

Después de varias penetraciones en la zona 1 y en la zona 0, se recomienda la realización de un diagrama de Pareto donde se identifique el recurso en el que se encontraba la orden cuando el amortiguador fue penetrado. Lo anterior permite identificar el recurso más oprobioso a ser la restricción de la empresa. Cabe mencionar que este no fue el método empleado para identificar la restricción de Servitec Ltda., ya que esto solo se logra en el momento de implementar la gerencia de los amortiguadores. De igual manera a continuación se muestran los pasos que deben seguir cuando se decida adoptar la filosofía.

Como ya se mencionó, se debe tener un record del número de órdenes que culminaron en la zona roja o amarilla y aquellas que cambiaron de zona 2 a 1 y de la zona 1 a 0. De esta manera se puede hacer una gráfica como la siguiente, en la que se represente la frecuencia y el recurso en el que se encuentra en ese momento la orden.

²² GOLDRATT, Eliyahu y GOLDRATT, Avraham. TOC Insights Into Operations - Part 20: Buffer Management, The Tool to Monitor Changes. Goldratt Marketing Group. 2003-2006.

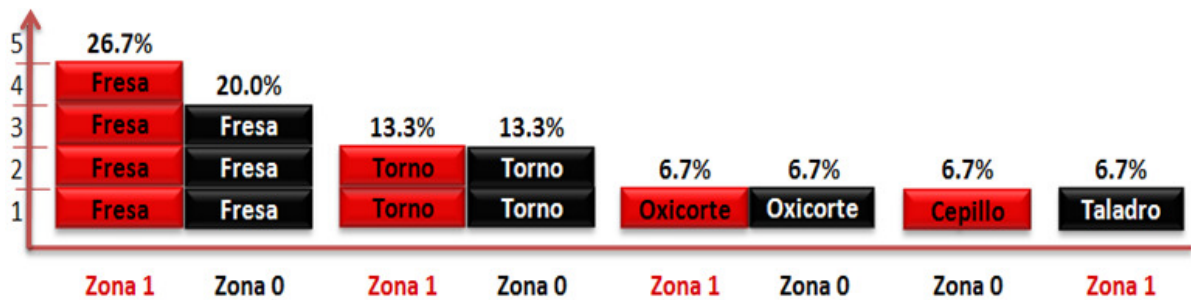
Figura 12: Frecuencia de órdenes en la en la zona 0 y 1.



Fuente: Autores de la Monografía.

Una vez se tengan los datos de las diferentes frecuencias de las órdenes en las zonas 0 y 1 de los amortiguadores, es posible hacer el diagrama de Pareto para determinar cuál es el recurso más oprobado a ser la restricción del sistema. A continuación se muestra el diagrama de Pareto para la zona 0 y 1 del Shipping buffer.

Figura 13: Diagrama de Pareto para órdenes en la en la zona 0 y 1.



Fuente: Autores de la Monografía.

La Figura 13 da ejemplo del porcentaje de órdenes que penetraron el amortiguador y que se encontraban en un recurso determinado, ya sea por su culminación en este o por que la orden se encontraba allí cuando cambió a esta etapa. Se puede notar que en total el 46.7% de las órdenes se encuentran en la

Fresa, por lo que se puede intuir que esta posiblemente es la restricción del sistema. Este es solo un ejemplo de cómo se puede identificar a través de la gerencia de los amortiguadores el recurso limitante de Servitec Ltda.

A medida que se va implementando la administración de los amortiguadores, la empresa puede reevaluar el tamaño del “Shipping Buffer” que se propuso para cada familia de productos. Por ejemplo, si se siguió toda la metodología y se liberó de acuerdo a los amortiguadores, y aun así se entregó tarde, entonces se planteó un amortiguador muy pequeño. Por otro lado, si se completó una orden en la zona 3 puede que el amortiguador sea muy grande. Schragenheim afirma que “el Shipping buffer puede reducirse incrementalmente a medida que no se presenten penetraciones en la zona roja (huecos en la zona 1 del buffer)”²³.

El establecimiento de las prioridades y la liberación de las órdenes con base en los criterios de la administración de amortiguadores, permitirá a la empresa aumentar la velocidad del flujo dentro del sistema, ya que solo se liberarán aquellas que son urgentes y no aquellas que pueden esperar. Se facilitará la identificación de los trabajos que tienen mayor posibilidad de entregarse tarde, de acuerdo al Buffer Status y además se tendrá una base para conocer la carga del sistema y el recurso candidato a ser restricción.

5.6.3 Los amortiguadores y las funciones de soporte.

La gerencia de amortiguadores es una herramienta poderosa que establece criterios sólidos para la programación de la producción. Su implementación en la empresa brinda la posibilidad de obtener una mejora en aspectos como el cumplimiento de las fechas de entrega y los tiempos de procesamiento, pero el

²³ SCHRAGENHEIM, Op. cit., p.166.

éxito de su ejecución, en parte depende de todas aquellas actividades que la organización realiza como soporte o apoyo a los procesos de producción.

Con la gerencia de amortiguadores se logra determinar un orden para la fabricación de los pedidos de los clientes, así como también el momento exacto en que las órdenes deben ser liberadas. El cumplimiento de la programación de la producción que se establece con este sistema, va a estar determinado por la realización de las actividades de soporte, ya que si estas no se realizan en el momento adecuado, se puede ver afectada la ejecución. Debido a lo anterior, se debe establecer un criterio que permita coordinar la realización de dichas actividades con el programa de producción.

El Buffer Status determina la prioridad y el momento en que se debe liberar una orden, por lo cual sirve de referencia para la programación de las actividades de apoyo. Con base en lo anterior se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Las zonas del amortiguador asignan la prioridad a los pedidos de los clientes, por ejemplo si un amortiguador se encuentra en la zona roja o negra, es decir que tiene prioridad urgente, debido a que se aproxima la fecha de entrega del pedido o porque ya está retrasado, las actividades de apoyo deben estar subordinadas las prioridades dictadas por el Buffer Status. Si se debe realizar alguna actividad de apoyo necesaria para la fabricación de estos pedidos, esta también tendrá prioridad. Por el contrario, si es una actividad que no es necesaria o que solo interrumpiría el proceso entonces debe esperar.
- ✓ Las actividades de apoyo deben tener conocimiento de la ruta que sigue la orden que es prioritaria, y de acuerdo a esta, se debe establecer un cronograma de tareas que asegure que el flujo de la orden no sea interrumpido por ningún motivo. Por ejemplo, el programa de mantenimiento

debe garantizar que una orden prioritaria no se retrase por la avería de una máquina.

5.7 APLICACION DEL THROUGHPUT EN LA TOMA DE DECISIONES

Uno de los factores que más influye al momento de tomar decisiones en las empresas hoy en día es el factor económico, por lo tanto, la Teoría de Restricciones propone el Throughput como indicador para medir la velocidad a la cual se genera dinero a través del conocimiento del recurso limitante de un sistema. Para el caso de Servitec Ltda., el Throughput estará ligado directamente con el conocimiento de la carga que tenga el sistema en un lapso de tiempo determinado. Debido a lo anterior, se tiene una de dos opciones en las que resulta conveniente el usar el Throughput como criterio de decisión. Cuando el sistema no se encuentra sobrecargado, no es necesario emplear este indicador, ya que se puede recibir y procesar en teoría la totalidad de los pedidos. Por otro lado, si se presenta una sobrecarga en el sistema, juega un papel importante el hecho de conocer cuáles de las órdenes contribuyen más la generación de dinero. Así mismo, se puede evaluar la aceptación o rechazo de un nuevo pedido que llega a la empresa.

Para determinar si el sistema se encuentra sobrecargado, se debe tener en cuenta el tiempo de respuesta que brinda la empresa al mercado. Este es representado por los amortiguadores propuestos en el numeral 5.2.2. Debido a lo anterior, el tiempo de respuesta más largo que presenta Servitec Ltda. es de 20 días. Por lo tanto, si se tiene una carga planeada mayor a este tiempo en cualquiera de los recursos, entonces el sistema se encuentra sobrecargado y no cuenta con la capacidad de entregar la totalidad de los pedidos.

En caso de que el sistema se encuentre sobrecargado, se debe determinar que órdenes pasan por el recurso restrictivo o recurso con mayor carga, debido a que

aquellas que no necesiten del cuello de botella, no tendrán problema para su procesamiento. Para las órdenes que requieren del recurso más cargado, se calcula el Throughput por unidad de tiempo de recurso restrictivo. Para ello, se debe conocer la diferencia entre el precio de venta establecido y los costos variables involucrados en su procesamiento, y luego dividirlo entre el tiempo que emplea el recurso para el procesamiento de esta orden. Posteriormente, se deben jerarquizar los pedidos de acuerdo a aquel que genere mayor Throughput por unidad de tiempo, sin importar la priorización establecida con el Buffer Status.

Una vez se han jerarquizado los pedidos de los clientes en forma descendente de acuerdo al Throughput, se debe determinar cuáles de estos se encuentran a la espera de ser procesados por el recurso restrictivo, y cuales se encuentran en operaciones anteriores a este. Para el primer caso, se debe estimar el tiempo de terminación de cada pedido en el recurso cuello de botella sumando la fecha actual más el tiempo en que se terminaría el procesamiento de la orden. Adicionalmente, se debe tener en cuenta la fecha en que se finalizará la fabricación de la orden. Para esto, se debe agregar un tiempo adicional al tiempo en que se terminará el procesamiento de la orden en el cuello de botella. Eli Schragenheim sugiere que este tiempo sea un 50% del amortiguador de la orden²⁴.

Para el grupo de órdenes que deben pasar por el recurso restrictivo, pero que aun no han iniciado su procesamiento o se encuentran en algún recurso anterior a éste, se debe establecer la fecha de entrega a partir de la carga planeada, más un tiempo adicional. Al igual que en la estimación de la fecha de entrega de las órdenes que se encuentran en el recurso restrictivo, este tiempo adicional será igual al 50% del amortiguador.

²⁴ SCHRAGENHEIM, Eli y BURKHARD, Rudi. Drum Buffer Rope Management in a Make to Stock Environment. [Enlínea]<<http://www.inherentsimplicity.com/files/files/Drum%20Buffer%20Rope%20and%20Buffer%20Management%20in%20a%20Make%20To%20Stock%20Environment.pdf>> [Consulta: 13 de Octubre 2008]

El establecimiento de las fechas proyectadas de terminación sirve de insumo para pronosticar si las fechas pactadas con los clientes pueden cumplirse. Teniendo en cuenta esto, se debe sumar el Throughput por orden de aquellos pedidos que se pueden entregar a tiempo, para calcular la ganancia total. La importancia de este procedimiento radica en que la empresa tendrá una base para evaluar la aceptación o rechazo de una nueva orden, a partir del análisis de la carga del recurso cuello de botella y las fechas proyectadas de entrega. En caso de recibir una nueva orden, se debe estudiar la contribución que tendrá en la ganancia monetaria y además determinar cuales de los pedidos no se podrán entregar a tiempo si se decide aceptar, puesto que la capacidad que se tenía asignada para estos, ahora se utilizará en el procesamiento de un nuevo pedido. De acuerdo a lo anterior, se podrá tomar una decisión que apunte al alcance de la meta de la empresa que es generar dinero.

5.8 PROPUESTA PARA LA GESTION DE LAS COMPRAS EN SERVITEC LTDA.

El éxito que se tiene al ejecutar la programación establecida con la gerencia de los amortiguadores, depende de la disponibilidad de materiales e insumos necesarios para el procesamiento de las órdenes. Es por esto, que la gestión de las compras no puede ser realizada de forma independiente, ya que puede traer como consecuencia el atraso en la liberación de las órdenes y seguramente la entrega tardía de los pedidos a los clientes.

La gestión de las compras, es un proceso que debe ser realizado de manera coordinada con la gestión de la producción, debido a que su insumo principal es la programación de la liberación de las órdenes. En caso de programar las compras sin una sincronización adecuada, se pueden presentar altos niveles de inventario de materias primas, menor seguridad para responder a los ataques de Murphy y

atraso en el cumplimiento de las fechas pactadas con los clientes. Debido a lo anterior, se propone para Servitec Ltda. un sistema de amortiguadores que permita gestionar las compras, de tal manera que la empresa pueda contar con lo necesario en el momento adecuado y además se logren tomar decisiones acertadas con base en estos.

Para determinar los amortiguadores que se manejarán para las compras en Servitec Ltda., primero se debe conocer el objeto del pedido, ya que estos pueden ser para el procesamiento de una orden o para el mantenimiento de inventarios. La mayoría de los pedidos que hace la empresa a proveedores, son para poder fabricar órdenes inmediatas y no para el mantenimiento de inventarios. Sin embargo, la empresa mantiene algunos niveles de existencias de materia prima con el propósito de tener seguridad en caso de presentarse una urgencia. Debido a lo anterior, se propondrán dos tipos distintos de amortiguadores para el gerenciamiento de las compras. El primero, es un amortiguador de tiempo para materias primas que la empresa no desea mantener en inventario y el segundo, un amortiguador de unidades para materias primas que si se desean mantener en inventarios.

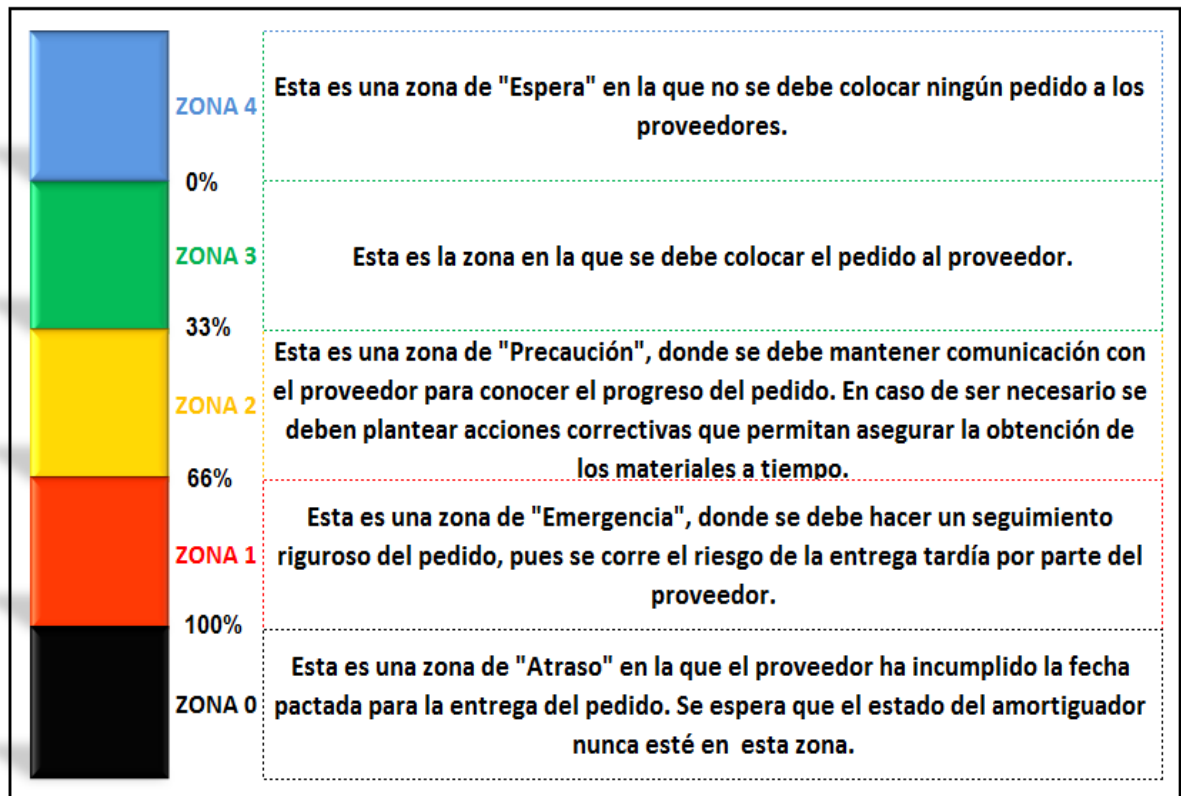
5.7.1 Amortiguadores para materias primas a gestionar bajo pedido.

El establecimiento de los amortiguadores, permitirá a la empresa monitorear constantemente los pedidos de materias primas, con el fin de poder tomar acciones correctivas para evitar retrasos en la programación de la producción por el hecho de no contar con los insumos necesarios para la fabricación de las órdenes. Para Servitec Ltda. se deben establecer unos amortiguadores de materia prima a gestionar bajo pedido, que garanticen que el tiempo exacto en que se coloca la orden a un proveedor, permitirá la llegada a tiempo de los materiales requeridos para la fabricación de lo solicitado por los clientes. Los amortiguadores se deben determinar con base en los tiempos de entrega o lead time de los

proveedores, es decir el tiempo que transcurre desde que se coloca la orden hasta que la empresa recibe el pedido. En este contexto, se tendrá un amortiguador de tiempo para cada proveedor igual a su tiempo de respuesta.

Los amortiguadores que se proponen para que Servitec Ltda. realice y monitoree sus pedidos de materia prima, se encuentran divididos en 3 partes. De arriba hacia abajo, la primera zona es la 3, esta se identifica con el color verde y va desde el 0% hasta el 33%. La segunda zona es la 2, que se encuentra representada por el color amarillo y abarca un intervalo del 33% hasta el 66%. Por último, se encuentra la zona 1, que es representada por el color rojo y va desde el 66% hasta el 100%. De igual manera que en los amortiguadores propuestos para la programación de la producción, existen dos zonas complementarias que permiten un mejor control de los pedidos. Estas son: la zona azul y la zona negra. En la siguiente Figura se muestran las características de cada una de las zonas del amortiguador de pedidos.

Figura 14: Zonas del amortiguador para ordenar pedidos.



Fuente: Autores de la Monografía.

5.7.1.1 Gerencia de amortiguadores para materia prima bajo pedido.

El monitoreo de este tipo de amortiguadores, permite verificar cual es el avance que tiene el pedido, desde que fue solicitado al proveedor hasta que es recibido en la empresa, de tal manera que se asegure la llegada a tiempo de los materiales. Para poder monitorear los amortiguadores que se proponen para Servitec Ltda., se debe hacer seguimiento del nivel de consumo del amortiguador o Buffer Status.

El Buffer Status es calculado de la misma forma que se hace para los amortiguadores de la Gestión de la Producción, pero tomando como fecha

pactada con el cliente, la fecha de liberación de la orden de fabricación. A continuación se muestra la fórmula empleada para el cálculo.

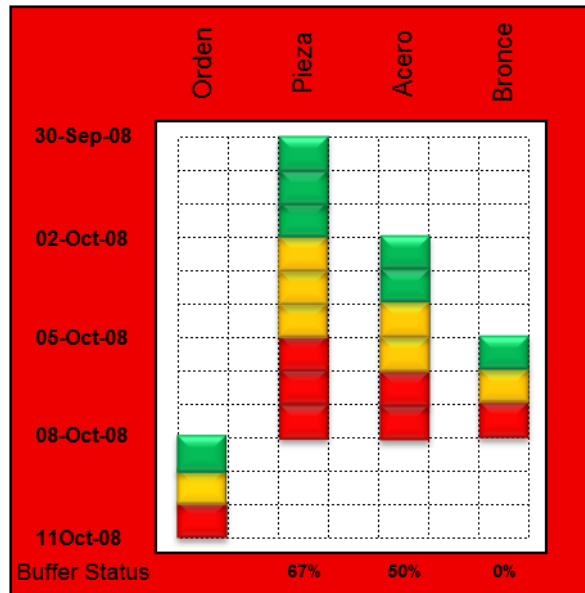
$$Buffer\ Status = \left(1 - \frac{(fecha\ Liberacion\ de\ la\ orden - fecha\ actual)}{tamaño\ del\ amortiguador} \right) * 100$$

Con el propósito de explicar la dinámica del manejo de los amortiguadores de materia prima bajo pedido propuestos para Servitec Ltda., se explicará un ejemplo que servirá de guía al momento de la implementación. Para este ejemplo, se tendrán los siguientes supuestos:

- ✓ Se tiene una orden de trabajo que requiere de bronce, acero y una pieza que se obtiene a partir de un proceso de fundición.
- ✓ La orden de trabajo tiene un amortiguador de 3 días y la fecha de entrega es el 11 de octubre de 2008.
- ✓ La fecha actual es 5 de octubre de 2008.
- ✓ La orden debe ser liberada el 8 de Octubre de 2008.
- ✓ El proveedor de Bronce tiene un tiempo de respuesta o lead tiene de 3 días, el del acero de 6 días y el de la pieza, un lead time de 9.

En la Figura 15 se puede observar el amortiguador de la orden de trabajo y los diferentes amortiguadores que tienen los proveedores de los materiales necesarios para su fabricación.

Figura 15: Ejemplo de amortiguadores para ordenar.



Fuente: Autores de la Monografía.

Se puede observar que cada uno de los pedidos tiene diferentes tamaños de amortiguador, por lo tanto, estos deben ser puestos a los proveedores en diferentes fechas antes de que la orden de producción sea liberada. El pedido de la pieza, el acero y el bronce, deben ser colocados respectivamente el 30 septiembre, el 2 de octubre y el 5 de octubre. Teniendo en cuenta que la fecha actual es 5 de octubre, se puede saber el estado del amortiguador de pedido según su consumo o Buffer Status. El Buffer Status de la pieza está en un 67%, por lo cual se debe tener comunicación con el proveedor, de tal manera que se conozca su progreso. Para el acero, el consumo es del 50%, que indica que aun se tiene la mitad del amortiguador para tomar acciones que permitan la llegada a tiempo del pedido. Por último el bronce, que está en el 0% y significa que es justo el momento en que se debe realizar el pedido al proveedor.

A pequeña escala, el ejemplo resulta útil para conocer el gerenciamiento de los amortiguadores para materia prima a gestionar bajo pedidos que debe ser establecido en Servitec Ltda., de tal manera que se garantice el éxito de las

compras. Sin embargo, al momento de la implementación se tienen unos amortiguadores por cada orden de producción. De esta manera, cada proveedor de la empresa tendrá establecido su propio amortiguador de tiempo y a su vez estarán ligados a la liberación de cada una de las órdenes de producción.

5.7.2 Amortiguadores para mantener inventario de materia prima.

Servitec Ltda. opera en un ambiente en el que frecuentemente los clientes solicitan productos o servicios que deben ser procesados en cuestión de horas. A este tipo de pedidos se les conoce como urgencias, los cuales requieren de recursos y materias primas para su procesamiento. Debido a esto, la empresa debe mantener unos niveles de inventarios de materia prima que le permita dar respuesta oportuna al mercado.

Para que sea posible dar respuestas rápidas a los clientes que solicitan órdenes urgentes, es necesario que la empresa determine un nivel de inventarios de materia prima adecuado que debe mantener y el momento en el que debe ordenar. Es por esto que se propone un amortiguador de stock, que permita establecer el momento en que se debe colocar la orden al proveedor y la cantidad a solicitar de acuerdo a criterios basados en la realidad. Este tipo de amortiguador, al igual que los demás amortiguadores propuestos en la presente monografía, se dividen en tres partes iguales (ver Figura 14), la diferencia es que se trabajará en unidades en lugar de porcentajes, debido a que resulta más funcional a la hora de su monitoreo.

5.7.2.1 Gerencia de los amortiguadores para mantener inventario de MP

El amortiguador que se establezca, debe permitir a Servitec Ltda. la entrega a tiempo de los pedidos urgentes, de tal manera que se logre cumplir con los requerimientos de los clientes, por lo cual, el tamaño del amortiguador debe

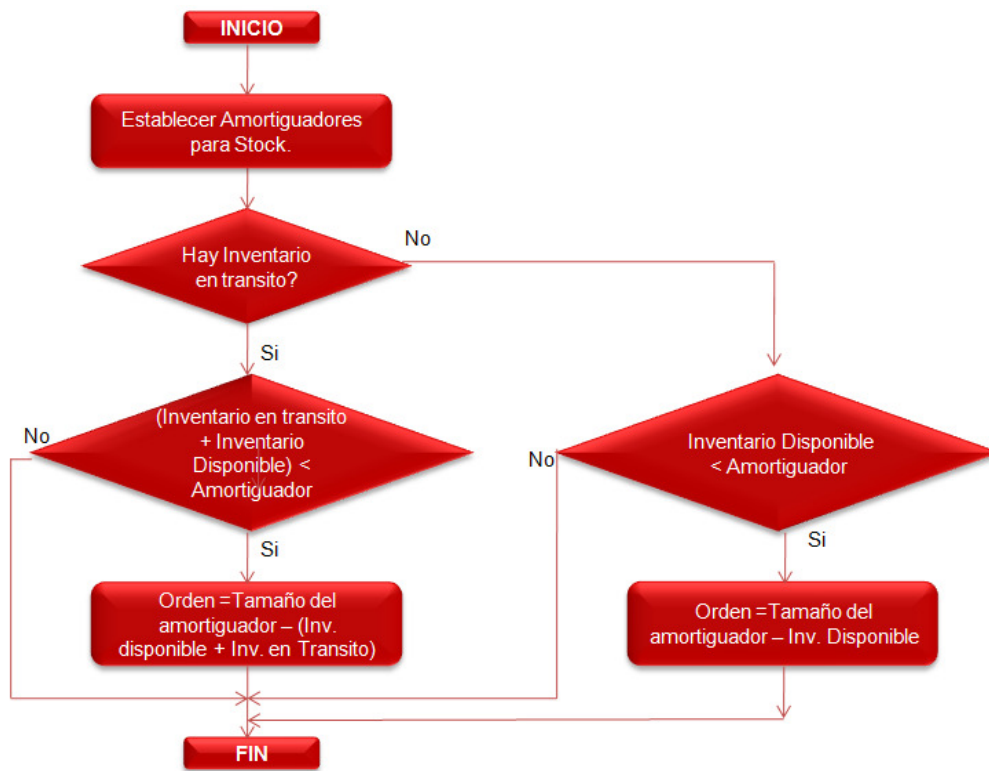
calcularse con base en un criterio que permita obtener un colchón de seguridad confiable. A continuación se muestra este criterio.

$$\textit{Amortiguador} = \textit{Máximo consumo dentro del tiempo de reaprovisionamiento} + \textit{Factor de seguridad en el tiempo de reaprovisionamiento}$$

El tamaño del amortiguador debe fijarse a partir de dos factores. El primero es el máximo consumo dentro del tiempo de reaprovisionamiento, el cual hace referencia a la máxima cantidad de materiales que se ha requerido para el procesamiento de las órdenes dentro del intervalo de tiempo que transcurre desde que se coloca la orden al proveedor hasta que este entrega el pedido. Además, se debe adicionar un factor de seguridad, es decir una cierta cantidad de tiempo adicional al lead time el proveedor, de tal forma que brinde seguridad en caso de que este se retrase en la entrega. Se debe tener en cuenta que las unidades pueden variar de acuerdo al tipo de material, estas pueden ser Kg, gr, etc.

Una vez se ha determinado el nivel de inventario que se debe mantener para cada uno de los materiales que se utilizan en la fabricación de las órdenes urgentes, se debe establecer un punto de partida que permita a la empresa decidir en qué momento colocar la orden al proveedor y en qué cantidad. El amortiguador de stock se fija para un número de unidades específico, de tal manera que la empresa siempre cuente con lo necesario para satisfacer a los clientes. Debido a esto, las cantidades que se deben ordenar dependerán de la proporción en que hayan disminuido los amortiguadores. Por ejemplo, si se tiene un amortiguador de 70 unidades y este se ha consumido en 30 unidades, entonces se debe ordenar 30 unidades. En la figura 16 se muestra la dinámica que se debe seguir para determinar el momento en que se debe ordenar y en qué cantidad.

Figura 16: Manejo del Buffer para Mantener Inventarios.



Fuente: Autores de la Monografía

6. HERRAMIENTA DE APOYO A LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCION EN SERVITEC LTDA.

La teoría de restricciones propone soluciones sencillas y fáciles de implementar, que permiten mejorar el desempeño de las organizaciones. Sin embargo se pueden presentar inconvenientes durante la fase de ejecución, ya que su adopción requiere un cambio radical en la forma tradicional de gestionar las operaciones. Es por esto que se ha diseñado una herramienta en Microsoft Excel para Servitec Ltda. que permita apoyar el proceso de programación de la producción y el monitoreo durante su ejecución.

El uso de la herramienta facilitará a la empresa la implementación de metodología de la Teoría de Restricciones, debido a que sistematizará aspectos como el cálculo del estado de los amortiguadores, el establecimiento de las prioridades y la actualización de la carga de los recursos. Además, Servitec Ltda. contará con una base de datos virtual de las órdenes de los clientes que ingresan al sistema y el cumplimiento de las fechas de entrega de los pedidos.

Otra ventaja que brindará el uso de la herramienta en Microsoft Excel, es la posibilidad de consultar información del estado de las órdenes en tiempo real, puesto que esta es actualizada diariamente de acuerdo a los nuevos pedidos que ingresan al sistema y el estado de avance de las órdenes que se encuentran abiertas. Así mismo apoyará la toma de decisiones de acuerdo al panorama futuro del perfil de carga de los recursos.

En el **Anexo 17** se encuentra el manual de instrucciones de la herramienta propuesta para la empresa Servitec Ltda.

7. ETAPA DE CONCIENTIZACIÓN EN TEORIA DE RESTRICCIONES

Todo proceso de cambio trae consigo resistencia por parte de los involucrados. La teoría de restricciones es una metodología que implica un cambio radical en la forma tradicional de administrar las operaciones, esta rompe paradigmas y aunque propone soluciones sencillas y robustas, requiere estudio de nuevos conceptos para su exitosa implementación. Debido a lo anterior, se pensó en idear una forma a través de la cual se pudiera sensibilizar al personal de la empresa sobre los lineamientos de la Teoría de Restricciones.

El objetivo general que pretende la capacitación en Teoría de Restricciones, es sembrar una semilla para que se adopte la filosofía en la empresa. Además, busca facilitar el dialogo con los trabajadores, ya que estarán familiarizados con los términos y entenderán el uso que se le dará a la información que se recolecte.

El entrenamiento se dividió en dos módulos de acuerdo al contenido de la propuesta. Debido a la imposibilidad de brindar la capacitación a todo el personal de la empresa, se selecciono un grupo focal conformado por las personas encargadas de la toma de decisiones en las áreas de producción y compras. La primera fase tuvo como objetivo brindar al personal un primer acercamiento a la metodología de la Teoría de restricciones, ya que no se tenía conocimiento alguno del tema. En esta etapa se trabajó en conceptos básicos de TOC que brindaron una base para el entendimiento y adopción de la metodología por parte de la empresa. Además, se explicó el alcance y objetivos de la Monografía. En la segunda Fase se estableció como objetivo el planteamiento de la propuesta de la programación de la producción y compras, como estrategia de mejora en la empresa Servitec Ltda., por lo que durante esta etapa se explicó la nueva metodología que se debe adoptar. En el **Anexo 18** se muestra una tabla con el contenido de la capacitación.

8. CONCLUSIONES

- ❁ La teoría de restricciones es una filosofía administrativa relativamente nueva en Colombia y en especial en Cartagena. Los primeros acercamientos con profundidad en el tema que se han dado en esta ciudad, corresponden al programa de estudio del Minor en Teoría de Restricciones, desarrollado por la Universidad Tecnológica de Bolívar.
- ❁ La descripción de la situación actual de la empresa, permitió la familiarización con la dinámica interna de sus procesos, de tal manera que se pudo establecer un punto de partida para la realización de un diagnóstico. Este fue elaborado a partir de un razonamiento lógico para entender las relaciones causa-efecto del sistema. La herramienta empleada para ello, fue el Árbol de Realidad Actual propuesto por la teoría de restricciones, que permitió principalmente la identificación dos escenarios donde se focalizan los problemas medulares del sistema, y son la forma como se programan las operaciones y la sincronización con los proveedores.
- ❁ La actual programación de las operaciones, no se realiza de acuerdo a una metodología que apunte al logro del objetivo de la empresa, trayendo como consecuencia la asignación incorrecta de prioridades por el desconocimiento de la restricción, la carga del sistema y el aporte monetario de las órdenes. Lo anterior causa que el sistema se sobrecargue con órdenes que no se necesitan pronto. Esto también es producido debido a que algunas veces no se cuenta con los materiales suficientes para el procesamiento de las solicitudes de los clientes, ya que frecuentemente se

opta por colocar los pedidos de materia prima a proveedores que no 100% confiables en los tiempos de entrega.

- Cuando la empresa no es capaz de proporcionar un tiempo de respuesta confiable debido a factores como la sobrecarga del sistema y la mala sincronización de las compras, se corre el riesgo de crear desconfianza en los clientes y que estos decidan acudir a la competencia, por lo que Servitec Ltda. dejara de ganar un importante Throughput.
- El análisis de la carga de los recursos permitió identificar el recurso de capacidad restrictiva de Servitec Ltda., el cual es fresa. Se debe tener en cuenta que el perfil de carga de los recursos puede variar debido a la actividad de la empresa, por lo que adicionalmente se debe monitorear la carga del torno y el cepillo, ya que son los siguientes dos recursos más cargados del sistema. Actualmente la fresa no es el recurso limitante, pero en caso de que el nivel de la demanda aumente este sería el primer recurso en quedar sin capacidad. Adicionalmente, se propuso un plan para mejorar el funcionamiento del recurso de capacidad restrictivo, de tal forma que se aproveche al máximo el tiempo durante su utilización.
- La aplicación del sistema Tambor Amortiguador Cuerda Simplificado, permitió el desarrollo de propuestas basadas en la teoría de restricciones que proporcionan una guía para implementar una metodología que genere soluciones a los efectos indeseables que fueron identificados en el diagnóstico. Lo anterior teniendo en cuenta las solicitudes de los clientes como tambor, el programa de liberación como la cuerda y un solo amortiguador para la protección del sistema.

- ✿ Se propusieron tres tamaños de amortiguadores que deben ser asignados a cada orden que ingrese al sistema de acuerdo al tiempo de procesamiento que presente. Los tamaños propuestos son: 5 días, 10 días, 15 días. La gerencia de los amortiguadores propuestos permitirá a Servitec Ltda. establecer prioridades, las fechas de liberación de las órdenes de acuerdo al consumo del amortiguador y seguridad ante los ataques de Murphy.
- ✿ A través del análisis de la carga del sistema, se propone un nuevo criterio para el establecimiento de las prioridades. En caso de presentarse una sobrecarga, se debe tener en cuenta que entra a jugar un papel importante el factor económico dentro de la toma de decisiones en la empresa, ya que posiblemente no se podrán entregar la totalidad de los pedidos a tiempo. Para generar un mayor nivel de utilidades, se debe optar por fabricar primero aquellas órdenes generen mayor contribución a la empresa, así mismo, es posible evaluar la aceptación y rechazo de una nueva solicitud del cliente.

9. RECOMENDACIONES

- La principal recomendación que se da para la empresa Servitec Ltda., es que evalúen seriamente la adopción de la metodología de la Teoría de Restricciones como filosofía administrativa, ya que existen empresas que han alcanzado mejores desempeños en su gestión y se han acercado más a la consecución de su meta luego de implementarla.
- La Teoría de Restricciones propone una nueva forma de administrar los sistemas e implica un cambio radical en el pensamiento y las prácticas tradicionales para administrar las operaciones. Además, plantea trabajar y alcanzar resultados bajo un enfoque sistémico. Teniendo en cuenta lo anterior, Servitec Ltda. debe involucrar y capacitar al personal clave como lo son el jefe de taller, jefe de compras, gerente general, el jefe de contabilidad y coordinador de calidad, esto si la organización decide acoger la metodología.
- Para alcanzar un mejor desempeño en el funcionamiento del sistema a través de la adopción de los principios de la teoría de restricciones, la empresa debe seguir rigurosamente las fases para llevar a cabo la implementación, que consisten en: estrangular los órdenes de producción, gerenciar los amortiguadores, lidiar con los cuello de botella y la gestión de las compras. De no ser así, probablemente esta metodología no llene las expectativas que se esperaban obtener.
- Para que se facilite el proceso de implementación de la filosofía TOC, como metodología para la administración de las operaciones, Servitec Ltda. debe hacer uso de la herramienta diseñada en Microsoft Excel. Esta brinda la posibilidad de manejar de una forma ordenada la información referente a:

fechas de liberación, priorización y días que faltan para la entrega de las órdenes, las acciones que se deben tomar de acuerdo al estado de los amortiguadores, carga del sistema y administración de acuerdo a Throughput cuando el sistema se encuentra sobrecargado.

- ❁ Para garantizar el buen funcionamiento de la herramienta se deben mantener actualizados los datos permanentemente. En algunos casos la actualización debe ser realizada varias veces al día, por ejemplo cuando las órdenes pasan de un recurso a otro en cuestión de horas o minutos. Si la información no se mantiene renovada de acuerdo a los cambios que se van presentando en el tiempo, los datos como la priorización y la carga del sistema serán incorrectos.
- ❁ Para que la empresa Servitec Ltda. logre alcanzar mayores niveles de utilidades, debe monitorear constantemente la carga del sistema, ya que en caso de presentarse una sobrecarga, se debe evaluar el aporte monetario de cada orden por unidad de tiempo del recurso de capacidad restrictiva, y con base en esto establecer una nueva priorización para la fabricación de las órdenes.
- ❁ Al momento de evaluar a los proveedores, se debe asignar mayor importancia al tiempo de respuesta, debido a que el buen funcionamiento de la gerencia de amortiguadores, depende de la entrega a tiempo de los materiales necesarios para el procesamiento de las órdenes.

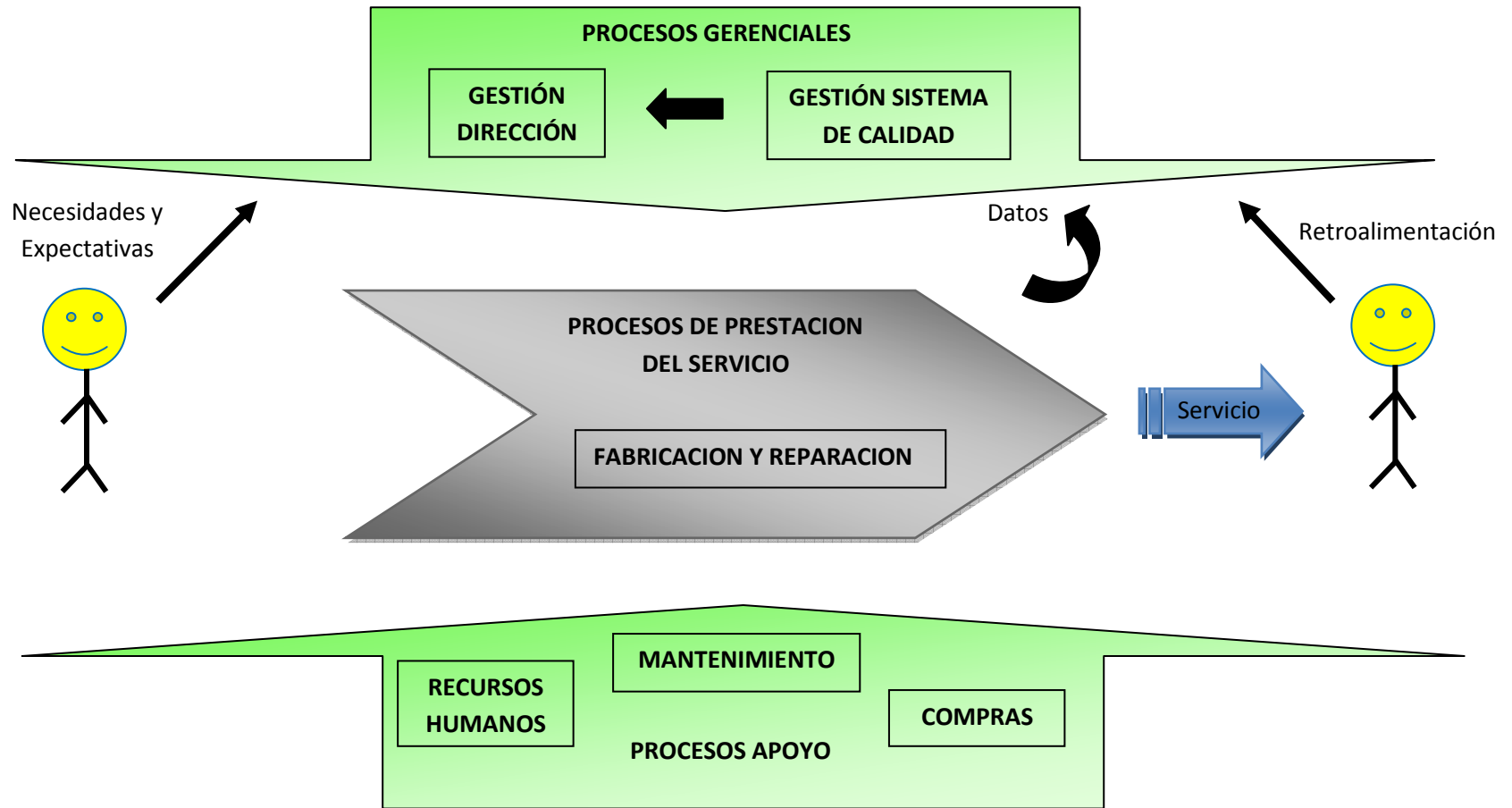
BIBLIOGRAFIA

- ✓ HERRERA GALLEGO, Iván de Jesús, Gestión moderna de producción aplicando la teoría de restricciones. Primera Edición. Manizales: Universidad nacional de Colombia, 2003.
- ✓ HERRERA GALLEGO, Iván de Jesús, Estudio de Los Elementos de la Teoría de Restricciones en Los Sistemas de Planeación y Control. 2002
- ✓ PULGARÍN ZAPATA, Bernardo. Teoría de restricciones: una estructura para el pensamiento. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2004.
- ✓ GOLDRATT, Eliyahu M. El síndrome del Pajar: Como Extraer Información del Océano de Datos. Segunda Edición. Ediciones Castillo, Monterrey México. 1992.
- ✓ GOLDRATT, Eliyahu M & Cox, Jeff. La Meta. Segunda Edición. Ediciones Castillo, Monterrey México. 1995.
- ✓ GONZÁLEZ GÓMEZ, José Arturo, ORTEGÓN MOSQUERA, Katherine y RIVERA CADAVID, Leonardo. Desarrollo De Una Metodología De Implementación De Los Conceptos De TOC (Teoría De Restricciones), Para Empresas Colombianas. Cali, 2003. Trabajo de Grado. Universidad ICESI. Facultad de Ingeniería Industrial.
- ✓ SCHRAGENHEIM, Eli, BURKHARD, Rudi. Drum Buffer Rope and Buffer Management in a Make-to-Stock Environment. [en línea]. <<http://www.dbrmfg.co.nz/l-09.pdf>> [Consulta 14 Mayo 2008].
- ✓ GOLDRATT Institute. TOC Related Articles [en línea]. <<http://www.goldratt.com/articles.htm>> [Consulta 14 Mayo 2008].
- ✓ Ramón Valencia Marthen. Teoría de Restricciones un Acercamiento. [en línea]. <<http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/restricciones2002-1.pdf>> [Consulta 14 Mayo 2008].

- ✓ GOLDRATT Institute. The Theory of Constraints and its Thinking Processes [en línea]. < <http://www.goldratt.com/toctpwhitepaper.pdf>> [Consulta 14 Mayo 2008].
- ✓ BOLAÑOS DAVIS, Michael J. Fundamentos de La Gestión de Restricciones. Versión PDF. 2006.
- ✓ MARUN Jaime. Modulo de Operaciones. En el Minor en Teoría de Restricciones. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2008
- ✓ SCHRAGENHEIM, Eli & DETTMER William, Manufacturing at Warp Speed: Optimizing Supply Chain Financial Performance. St Lucie Press. 2000.
- ✓ LEPORE, Domenico, COHEN Oded. DEMING Y GOLDRATT LA TEORIA DE RESTRICCIONES Y EL SISTEMA DE COMOCIMIENTO PROFUNDO: El Decálogo. Ediciones Piénsalo, Medellín-Colombia. 2002.

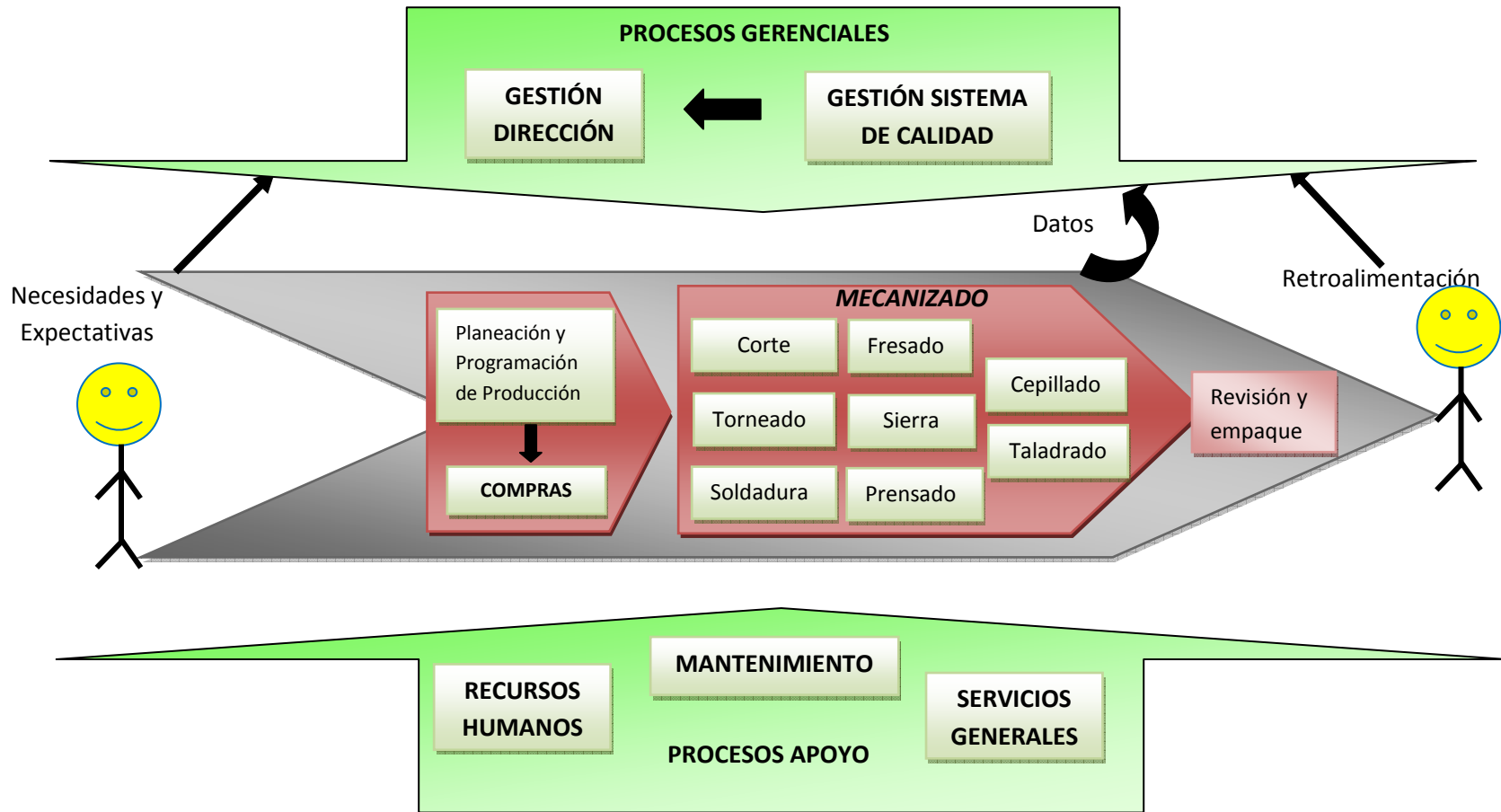
ANEXOS

Anexo 1: MAPA DE PROCESOS SERVITEC LTDA.



Fuente: Manual de calidad de la empresa Servitec Ltda.

Anexo 2: MAPA DE PROCESOS PROPUESTO PARA SERVITEC LTDA.



Fuente: Autores de la Monografía.

Anexo 3: PROVEEDORES Y CLIENTES DE SERVITEC LTDA.

PROVEEDORES DE SERVITEC LTDA	
MATERIA PRIMA	ACEROS BOHLER ACEROS INDUSTRIALES ACINOX AGOFER S.A. ALFREDO STECKERL E HIJOS BRONCES MEDELLÍN FERROINDUSTRIAL FERRETERIA IGNACIO SIERRA FERROACEROS
INSUMOS Y OTROS MATERIALES	REPUESTOS: CENTRAL DE MANGUERAS CALZAINDUSTRIAS COMERCIALIZADORA ELÉCTRICA DE BOLÍVAR CONFECCIONES EL INDUSTRIAL COSTA SEG DISTRIBUIDORA ANCLA DISTRIBUIDORA VELEZ DISTRIBUIDORES DE INDUSTRIAS DISTRIBUCIONES VICPIMAR EMPAQUETADURAS Y EMPAQUES FERRETERÍA TODO INDUSTRIAS FERRETERIA INDUSTRIAL DEL CARIBE FERRETERÍA LOS MUÑOZ IMPOFER FLUOROPLASTICOS LTDA MUNDIAL DE RODAMIENTOS
	FERRETERIA: CASA DE LA VÁLVULA FERRETERÍA AMERICANA FERRETERÍA REINA FERRETERÍA TORNILLOS Y ACCESORIOS LA CASA DEL TORNILLO ASESORIAS MICROMETAL DISTECON ELOY MARTINEZ ERMO LTDA FUMECO GECOLSA CAT HERRAJES ANDINAS ICONTEC IMPORTADORA MAQUINAL IMEC S.A. INGEMOTOR ELEC. LTDA

Fuente: Base de datos de Servitec Ltda.

CLIENTES DE SERVITEC LTDA.	
ABOCOL S.A.	TECNOLÓGICO COMFENALCO
ACONDICIONAR LTDA.	INDUSTRIAS ASTIVIK
AREDA MARINA FLUEL	INDUSTRIAS LADRILLERAS DE LA C.
ARCESA S.A.	INVENSYS SISTEM L.A. COLOMBIA
ASTILLEROS CARTAGENA LTDA.	GYPTEC S.A.
ASCENSORES SHINDLERS	GOLOSINAS TRULULU
A.S.P EU	LADRILLERA LA CLAY
BAVARIA S.A.	LAMITECH
BUSTOS REYES & CIA LTDA.	LOGÍSTICA DE TRANSPORTES
BUZCA LTDA	MALTERÍA TROPICAL S.A.
CARTAGAS S.A.	METALPREST LTDA.
C.D.I. LTDA.	MOLINO DEL CAUCA S.A.
C.I OCEANOS S.A.	MUELLES EL BOSQUE S.A.
C.I. ARATA SUISAN LTDA	NAVESCO S.A.
CLÍNICA MADRE BERNARDA	NAVTECH S.A.
COMECA LTDA.	OSCAR GAZABON
CONCRETOS ARGOS	RENTING COLOMBIA S.A.
CHEVRON TEXACO S.A.	S.B.C S.A.
DISTA LTDA.	SEATECH INTERNACIONAL
DISTRIBUCIONES R.C.T	SERVICORTES LTDA.
DUET FISHERY LTDA	SONOCO

ECOPETROL S.A.	TRANSFLUCAR
EDUARDOÑO S.A.	TRANSFLUCOL
EMGESA	TRANSP. MARÍTIMO GONZALO HOWARD
ETEC S.A.	TODOMAR MARINA CHL
ESTRELLAS DEL CARIBE	TUBOS DEL CARIBE S.A.
EXXON MOBIL	URBINA CONSTRUCCIONES
FERROALQUIMAR S.A.	VIALET INTERNACIONAL
FLOTA FLUVIAL CARBONERA.	O.P.T S.A.
CONSORCIO BLENDING LTDA.	PROPILCO S.A.
COTECMAR	RAFAEL DEL CASTILLO CIA LTDA.
CODIS LTDA.	REMOLCADORES & PLANCHONES

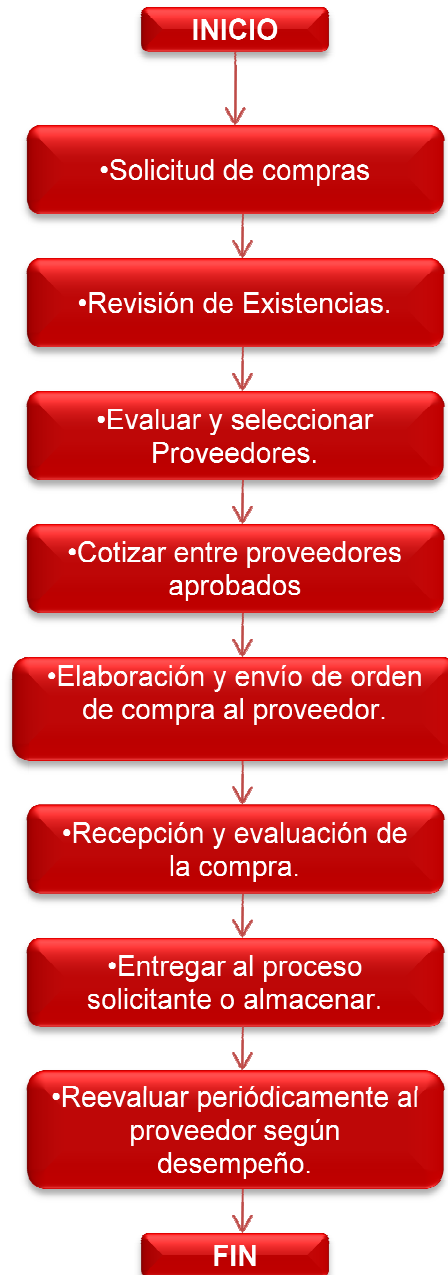
Fuente: Base de datos de Servitec Ltda.

Anexo 4: COMPETENCIA DE SERVITEC LTDA.

COMPETENCIA DE SERVITEC LTDA.	
Bustos & Reyes Ltda.	Distribuciones Ret
Metalprest Ltda.	Carmetalicas
Seritme	Ignacio Sierra
Fumeco	Fervil
Imec	Taller Coal
Cortes y Metales	Taller Aym
Servicortes Talleres Unidos	Taller Milot

Fuente: Entrevista con Ricardo López. Coordinador de Calidad de Servitec Ltda.

Anexo 5: DIAGRAMA DEL PROCESO DE COMPRAS



Fuente: Autores de la Monografía

Anexo 6: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES

CRITERIO	OBJETIVO	EVALUACION
Condiciones de pago ofrecidas	Por medio de este criterio la empresa evalúa los plazos que ofrece el proveedor para hacer efectivo el pago de los productos ofrecidos.	Deficiente: Menos de 30 días. Regular: 30 días. Excelente: 30 días en adelante.
Calidad y Garantía del producto	El objetivo de este criterio es evaluar al proveedor en una escala de acuerdo a la entrega de certificados de calidad y garantía de sus productos	Excelente: cumple con los dos criterios. Regular: cumple uno de los dos criterios. Deficiente: no cumple con ninguno de los dos criterios.
Oportunidad de respuesta	Evaluar la capacidad de respuesta del proveedor en cuanto a tiempo de entrega de los productos suministrados	Excelente: está en capacidad de realizar la entrega en el tiempo requerido. Regular: Está en capacidad de realizar la entrega en un tiempo de 1 a 2 días después del requerido. Deficiente: Capacidad de entregar en un tiempo mayor a 2 días del tiempo requerido-.
Precios competitivos	Comparar los precios que ofrece el proveedor con los que se encuentran en el mercado.	Excelente: debajo del promedio de los ofrecidos por el mercado. Regular: dentro del promedio de los ofrecidos por el mercado. Deficiente: más altos que los ofrecidos en el mercado.

Fuente: Autores de la Monografía

Anexo 7: FORMATO DE EVALUACION Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES
--

FECHA DE ELABORACIÓN:

DD	MM	AÑO

PROVEEDOR: _____

TIPO DE PROVEEDOR: _____

CRITERIOS	DEFICIENTE (1)	REGULAR (3)	EXCELENTE (5)
Condiciones de pago ofrecidas: Menos de 30 días-Deficiente, 30 días-Regular, 30 días en adelante-Excelente			
Calidad y Garantía del producto: Entrega del certificado de calidad del producto y/o garantía de sus productos. Si cumple las dos- Excelente. Si cumple una de dos-Regular. Si no cumple ninguna-Deficiente. Para los casos de compra de máquina y/o equipos se debe tener en cuenta el respaldo del tiempo de garantía que ofrece el proveedor.			
Oportunidad de respuesta: El proveedor está en capacidad de realizar la entrega en el tiempo requerido-Excelente. Está en capacidad de realizar la entrega en un tiempo de 1 a 2 días después del requerido-Regular. Capacidad de entregar en un tiempo mayor a 2 días del tiempo requerido-Deficiente.			
Precios competitivos: Se obtiene de comparar los precios ofrecidos por el proveedor con los del mercado. Si están por debajo del promedio de los ofrecidos por el mercado-Excelente. Si los precios están dentro del promedio de los ofrecidos por el mercado-Regular. Si son más altos que los ofrecidos en el mercado-Deficiente.			
TOTAL			

CRITERIOS DE APROBACION DE PROVEEDORES		RESULTADO
12 a 20	Proveedor Aprobado	
7 a 11	Proveedor para tener en cuenta en caso de emergencia	
Menor o igual a 6	Proveedor Rechazado	

Nota: Los proveedores deben enviar la documentación y referencias solicitadas en el formato de registro de proveedores para poder ingresar al listado de proveedores aprobados en caso de ser aprobado

Anexo 9: CRITERIOS DE REEVALUACIÓN DE PROVEEDORES.

INDICADOR	OBJETIVO	FORMULA
Cumplimiento en el tiempo de entrega	Mediante el cálculo de este indicador se pretende conocer la eficacia del proveedor en cuanto a la entrega a tiempo de las materias primas solicitadas por la empresa.	$(N^{\circ} \text{ Órdenes de compras que cumplen con el tiempo de entrega} / N^{\circ} \text{ Órdenes de compras realizadas}) \times 100 \%$
Cumplimiento en las especificaciones	El objetivo que persigue este indicador es establecer el nivel de cumplimiento por parte del proveedor en las especificaciones de los pedidos que le realiza la empresa Servitec Ltda.(cantidad, longitud, tipo de material, forma, peso, embalaje y demás información técnica solicitada o propia de los insumos).	$(N^{\circ} \text{ Órdenes de compras que cumplen con las especificaciones} / \text{de } N^{\circ} \text{ Orden de compras realizadas}) \times 100 \%$
Certificaciones de Calidad de los Materiales Críticos	Este indicador tiene como fin conocer la capacidad del proveedor de garantizar la calidad de sus productos, a través de la entrega de certificados de calidad. En los cuales se establecen características de las materias primas como: número de lote, composición química, durezas, estado del material , número de coladas, fechas de elaboración	$(N^{\circ} \text{ Órdenes de compras con certificación de calidad} / N^{\circ} \text{ Orden de compras realizadas}) \times 100 \%$

Fuente: Base de datos de Servitec Ltda.

Anexo 10: MÁQUINAS DE SERVITEC LTDA.

MÁQUINAS HERRAMIENTAS PARA MECANIZADOS	
<p>TORNO "IMOTURN" Modelo Jumbo 66B-2000 Volteo Sobre bancada 23" 1/2 Quitando Scote 18" radio a una longitud de 9" sobre bancada Longitud entre copa y punto 2.5 m Husillo 3 1/2 Volteo sobre carro transversal 14" Ø</p>	<p>TORNO "TARNOW" Volteo Sobre bancada 20" 1/2 Quitando Scote 16 radios a una longitud de 9" sobre bancada Longitud entre copa y punto 3 m Husillo 3 1/2" Volteo sobre carro transversal 14" Ø</p>
<p>TORNO "TARNOW" Volteo Sobre bancada 22 Ø Longitud entre copa y punto 3 m Husillo 2" Ø Volteo sobre la bancada 13" Ø</p>	<p>TORNO "SATESA" Volteo Sobre bancada 21" Ø Longitud entre copa y punto 2.3 m +2mts de bancada adicional Ø de Husillo 2" Volteo sobre el carro transversal: 12" Ø</p>
<p>TALADRO SEMIRRADIAL "STRANDS" Hasta 1 1/2 diámetro Radio a centra 12" Altura sobre mesa fija y giratoria 25" y 15" long respectivamente</p>	<p>TALADRO SEMIRRADIAL Hasta 1 3/4 diámetro Radio a centra 12" Altura sobre mesa fija y giratoria 25" y 15" Long respectivamente</p>
<p>FRESADORA "LAGUN FUN 5 LA" Recorrido longitudinal de 56" y transversal de 18" Altura sobre mesa 19" y mesa giratoria a 45° Dos dispositivos giratorios para taladrar y fresar según piezas</p>	<p>CEPILLO O LIMADORA "GOULD Y EBERHAROT" Recorrido longitudinal 16" Recorrido transversal 17" Altura máxima sobre prensa y mesa 16"</p>
<p>TORNO Paralelo CDL – 6241/2000 410mm de volteo sobre bancada 1.500de longitud entre puntos.</p>	<p>TORNO CNC CKE6156Z/2000 560mm de volteo sobre bancada 2.000mm de longitud entre puntos.</p>

EQUIPOS Y/O MÁQUINAS PARA CORTE	
EQUIPO DE PLASMA "EURO TÉCNICA" 1/2 para trazado Para desbastar hasta 3/4	1 SIERRA ELECTRICA "UNIZ" Recorrido de corte 14 1/2 Diámetro de corte 13 1/2
(3)EQUIPOS DE OXICORTE "VICTOR"	CIZALLA MANUAL
MÁQUINAS PARA SOLDAR	
MÁQUINAS DE SOLDAR A GASOLINA MILLER 250 Amp. (A.C. y D.C.) 2 toma cc 220 v 2 toma cc 110 v	LINCON ELECTRIC Idealarc 250 Amp. (A.C. D:C) 220 y 440 voltios
LINCON ARC. WELDER Idealarc 250 Amp. (A.C. D:C) 220 y 440 voltios	LINCON ARC. WELDER Idealarc R3R 300 Amp. (A.C. D:C) 220 y 440 voltios
SUREWELD ARC. WELDER 300 Amp. (A.C. y D.C.) 220 y 440 voltios	EQUIPO DE SOLDADURA TIG (TWECCO)
OTROS EQUIPOS	
PRENSA HIDRAULICA (100 TON).	DOBLADORA DE TUBOS
COMPRESOR. 4 HP.	PULIDORAS, MOTOTOOL, TALADROS MANUALES

Fuente: Base de datos de Servitec Ltda.

Anexo 11: EMPLEADOS DE SERVITEC LTDA.

AREA	TRABAJADOR	CARGO
PRODUCCIÓN	Ángel Gastelbondo	Ayudante Técnico
	Dairo Valdelamar	Operador Máquina Herramienta
	David San Juan	Operador Máquina Herramienta
	Edinson Manchego	Operador Máquina Herramienta
	Esteban Cuello	Soldador
	Fernando Bottet	Jefe de Taller
	Guido Flórez	Operador Máquina Herramienta
	Humberto Ortiz	Ayudante Técnico
	Jairo Marzan	Ingeniero Contratista
	Jefferson Jiménez	Responsable de Compras
	Limyim Cárdenas	Responsable de Mantenimiento
	Martín Cárdenas	Operador Máquina Herramienta
	Milton Orozco	Operador Máquina Herramienta
	Nicolás Simancas	Soldador
	Novaldo Borjas	Ayudante Técnico
	Ricardo López	Coordinador de Calidad
ADMINISTRACIÓN	Hernando Villanueva	Mensajero
	Josefa Cárdenas	Secretaria Contable
	Luis Eduardo Cárdenas	Gerente
	Luis Alberto Cárdenas	Subgerente
	Luz Stella Cárdenas	Jefe de Recursos Humanos
	Elisa Verdugo	Aseadora

Fuente: Documentos internos de Servitec Ltda.

Anexo 12: EMPRESAS COLOMBIANAS QUE HAN IMPLEMENTADO TOC.

EMPRESA	SECTOR	UBICACIÓN	TIPO DE IMPLEMENTACION
Plastihogar	Plásticos (Hogar)	Bogotá	Operaciones
Muebles Jamar	Madera	Barranquilla, Cartagena, Valledupar	Operaciones y Distribución
Procaps	Farmacéutico	Barranquilla	Operaciones
Confecciones Lord	Confecciones	Barranquilla	Operaciones
El Cerrejón	Minero	La Guajira	Operaciones y Proyectos
Celta	Plásticos (Tubería PVC)	Barranquilla	Operaciones y Distribución
Litoplas	Plásticos (Empaques)	Barranquilla	Operaciones
Finotex	Confecciones (Marquillas)	Barranquilla	Operaciones

Fuente: Información Suministrada por el Ingeniero Gustavo Royet. Docente Minor en Teoría de Restricciones. Modulo: Distribución. Universidad Tecnológica.

Anexo 13: CARACTERÍSTICAS DE LOS PROVEEDORES DE SERVITEC LTDA.

CRITERIO	PROVEEDOR	
	MEDELLIN	CARTAGENA
CALIDAD	Los proveedores de Medellín ofrecen certificados de calidad de todos sus productos.	Los proveedores de Cartagena no ofrecen certificados de calidad de todos sus productos
COSTO	Comparados con los proveedores de Cartagena, los proveedores de Medellín comercializan productos a menores costos, aun incluyendo los costos de transporte.	Los proveedores de Cartagena comparados con los de Medellín ofrecen productos con mayores costos (no ofrecen transporte).
CONFIABILIDAD	Los proveedores de Medellín no son 100% confiables en la entrega de sus pedidos, ya que emplean para el transporte de sus materiales, las vías terrestres. Debido a lo anterior, se pueden presentar eventualidades tales como derrumbes, protestas, etc.	Los proveedores de Cartagena son confiables en cuanto a la entrega de sus pedidos, debido a que la respuesta que brindan es inmediata. Se debe tener en cuenta que Servitec se encarga de recoger el pedido, por lo que se recibe el producto cuando es requerido.
DISTANCIA	Los proveedores de Medellín se encuentran más alejados que los proveedores que se ubican en la misma localidad.	Los proveedores de Cartagena se encuentran ubicados en la misma ciudad en donde se encuentra Servitec Ltda.
SERVICIO AL CLIENTE	Los proveedores de Medellín ofrecen mejor servicio al cliente antes, durante y después de realizar la venta.	El Servicio al cliente que brindan los proveedores de Cartagena no es tan bueno como el que prestan los proveedores de Medellín.
VARIEDAD DE PRODUCTOS	Tanto los proveedores de Medellín como los proveedores de Cartagena ofrecen la misma variedad de productos que requiere Servitec Ltda.	

Fuente: Autores de la Monografía.

Anexo 14: INCUMPLIMIENTO DE LOS PROVEEDORES DE MEDELLÍN.

INCUMPLIMIENTO DEL PROVEEDOR			
MES	# DE INCUMPLIMIENTOS	PROVEEDOR	CAUSA
Enero	1	FERROINDUSTRIAL	Daños en las vías
Febrero	2	ACEROS INDUSTRIALES	Mala interpretación del pedido
		BRONCES MEDELLÍN	Mala planificación para la entrega del pedido (fechas de entrega)
Mazo	1	ACEROS INDUSTRIALES	Mala interpretación del pedido
Abril	2	FERROINDUSTRIAL	Mal estado de las vías
		ACEROS INDUSTRIALES	No se planificaron los días festivos y salió tarde el pedido
Mayo	3	FERRO ACERO	No se pudo cumplir con las especificaciones correctas en el tiempo pactado
		ACINOX	Accidente
		ACEROS INDUSTRIALES	Daños en las vías
Junio	2	ACEROS INDUSTRIALES	Cierre de mes y puente festivo mal planificado
		ACEROS INDUSTRIALES	Salida tarde del pedido por retraso en la aceptación de la cotización
Julio	1	BRONCES MEDELLÍN	No se pudo cumplir con las especificaciones correctas en el tiempo pactado

Fuente: Sistema de Gestión de Calidad de la empresa Servitec Ltda.

Anexo 15: RESTRICCIONES DE SERVITEC LTDA.

TIPO DE RESTRICCIÓN	POSIBLE RESTRICCIÓN
FISICA DE CAPACIDAD	Este tipo de restricción se encuentra en estudio. En ocasiones la empresa rechaza pedidos, o los acepta, pero los manda a fabricar a la competencia debido a que el sistema se encuentra cargado con muchas ordenes. Esto puede ser un indicio de la falta de capacidad de Servitec Ltda. para responder a la demanda.
FISICA DE MERCADO	La oferta de empresas del sector Metalmecánico en la ciudad de Cartagena es amplia, por lo que los clientes encuentran gran variedad de opciones a las que pueden acudir al solicitar un pedido. Debido a lo anterior en un momento dado la cantidad de personas que soliciten productos y servicios a Servitec puede ser una restricción.
POLITICA	Servitec Ltda. Trabaja bajo un enfoque que busca la eficiencia en la utilización de los recursos. Se tiene como política que los recursos tanto físicos como humanos deben trabajar al máximo de su capacidad.
COMPORAMIENTO (Culturales, Conductuales, Contractuales)	La empresa maneja una filosofía enfocada a la reducción de los Costos y los Óptimos Locales. Algunos empleados, son difíciles de dirigir y se oponen al cambio, en especial los que llevan laborando en la empresa muchos años.

Fuente: Autores de la Monografía.

Anexo 16: PLAN DE MEJORA PARA LA RESTRICCIÓN.

PLAN DE MEJORA	
ASPECTO A MEJORAR	PROPUESTA
La empresa cuenta con una sola fresa, la cual es operada exclusivamente por un operario.	Se debe capacitar a otro operario con el fin de hacer más flexible el proceso. Esto protegería al recurso restrictivo del ataque de Murphy en cuanto a factores como incapacidad del operario, relevos en horas de descanso o por necesidades básicas.
La empresa programa una hora de almuerzo, en donde todos los operarios suspenden sus actividades.	La actividad del recurso restrictivo debe ser continua durante toda la jornada laboral, por lo que se deben programar turnos que le permitan a la Fresa trabajar siempre.
El operario debe caminar hasta la zona de almacenamiento para recolectar la materia prima.	Se le debe asignar a uno de los ayudantes, la función de transportar la materia prima hasta el recurso restrictivo, de acuerdo a la programación de la producción. Con esto se evita que el operario pierda tiempo al caminar hasta el almacén.
El operario debe caminar hasta la oficina del jefe de taller una vez termina el atrabajo que está realizando, para que se le asigne un nuevo trabajo, ya que no está enterado de su próxima actividad.	El jefe de taller mantener informado continuamente al operario de la fresa acerca de la programación de este recurso. Lo anterior permitirá que el operario conozca con anticipación las tareas que tiene pendientes.
Al desplazarse el operario a las áreas donde le asignan material o a la oficina del jefe de taller, puede que pierda el tiempo al conversar con algún compañero en el camino.	Al no permitir que el operario se mueva de su puesto de trabajo para actividades diferentes a las necesarias, se evitará perder el tiempo en socializaciones.
Si la fresa y otra máquina se dañan al mismo tiempo, entonces se repara aquella que produzca más.	Se debe dar prioridad a la fresa al momento de decidir cual máquina debe arreglarse, en caso de que suceda alguna eventualidad. Lo anterior, sin importar cuál es el recurso que produce más.

Fuente: Autores de la Monografía.

ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL CB		
HERRAMIENTA	DEFINICION	APLICACIÓN
Las Cinco-S	Es una metodología de gestión japonesa, que se basa en 5 principios básicos para mejorar procesos. La S corresponde a cada una de 5 palabras japonesas en las que se fundamenta esta técnica. Cada palabra sugiere una recomendación :	<input type="checkbox"/> Seiri (Separar: eliminar lo que no es necesario): el objetivo principal, es que todo aquello que actualmente no esté en uso dentro del área en la que se desenvuelve el operario de la fresa, sea retirado. Específicamente se habla de material en proceso, herramientas que no se vayan a usar, desperdicios y todo aquello que pueda en un momento dado interrumpir su operación normal.
		<input type="checkbox"/> Seiton (Ordenar): Lo que se pretende es que cada cosa vaya en su lugar. Una vez se haya realizado el paso anterior, se tiene solo lo que realmente es necesario. Luego de esto, se deben clasificar y ordenar todos los implementos que se usen, de tal manera que se disminuya el tiempo y los esfuerzos en su búsqueda.
		<input type="checkbox"/> Seiso (Limpiar: mantener todo con pulcritud): se busca que el área se mantenga lo más limpia posible. También, se deben incluir en este principio la limpieza de la fresa y de todas las herramientas que se usen. En esta etapa, se pueden encontrar defectos que tiene la máquina y que no se podían ver debido al sucio y la viruta. También, se pueden evitar accidentes.
		<input type="checkbox"/> Seiketsu (Sistematizar): el objetivo que se debe desarrollar, es que el operario use todos los implementos de protección necesaria y que además sea consciente de la limpieza, el orden y el aseo.
		<input type="checkbox"/> Shitsuke (Estandarizar): se pretende con este principio, que el operario mantenga la autodisciplina para la aplicación de todos los anteriores principios, los cuales deben perdurar continuamente.
Método SMED (Single Minute Exchange of Die)	Técnica de la filosofía Lean Manufacturing que busca disminuir el tiempo empleado para el cambio de herramientas o alistamiento de los recursos, a través de la eliminación de los tiempos improductivos	Fase I: Separación de las actividades de preparación internas y externas. En este paso se busca separar las actividades de preparación interna de las externas, con el fin de poder eliminar del tiempo de las actividades de preparación interna, todas aquellas que pueden ser desempeñadas mientras la máquina está operando.
		Fase II: Conversión de las Actividades de preparación externas en internas Las actividades externas que se pueden realizar durante el funcionamiento de la máquina, se deben incluir dentro de las actividades internas.
		Fase III: Perfeccionar las actividades de preparación. Esta etapa tiene como objetivo mejorar o reducir las actividades de preparación internas y externas, para lo cual se debe formular las siguientes preguntas: la actividad es indispensable o se puede ser eliminada?, los métodos que se utilizan actualmente son los apropiados?, hay actividades que pueden ser realizadas en paralelo?, la fuerza laboral es adecuada?

Fuente: Autores de la Monografía.

ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL CB	
ASPECTOS A TENER EN CUENTA	APLICACIÓN
MANTENIMIENTO	<p>El plan de mantenimiento debe tener prioridad cuando se trate de la fresa y por ningún motivo incumplir las fechas que han sido programadas.</p> <p>El plan de mantenimiento en la fresa debe iniciar con la identificación de aquellos puntos críticos que deben ser controlados, es decir, todas aquellas partes o piezas que históricamente han fallado o aquellas que sean vulnerables al paso del tiempo o al proceso en sí mismo. Si se trata de piezas específicas de la fresa, se debe tener un inventario en el almacén, que permitan una reacción rápida ante alguna falla o avería. Luego de la identificación, se debe tener control sobre los puntos críticos. Este es realizado principalmente por el operario de la fresa, quien debe dejar de lado el pensamiento “yo opero, tu arreglas”. Se debe adoptar el hábito de revisión diaria y constante del equipo durante la operación, por parte del operario.</p> <p>Todo lo anterior busca que la empresa implante principalmente en la fresa, el mantenimiento predictivo, el cual permite de manera anticipada, la identificación de fallas en algún componente de la máquina.</p>
CONTROL DE CALIDAD	<p>En Servitec Ltda. no está instaurada específicamente un área de control de calidad en la planta, pero si se realiza un inspección por parte de los operarios durante el procesamiento de las partes, quienes comparan las medidas de los planos con las de las piezas en proceso. Los operarios no tienen conocimiento de lo importante que resulta el verificar las medidas antes que pasen al proceso que realiza la fresa.</p> <p>Una de las medidas que deben ser adoptadas de ahora en adelante, es llevar un control exhaustivo de las piezas, antes de que pasen a la fresa, de tal manera que se cumpla con todas las especificaciones. Lo anterior, tiene como propósito evitar que la fresa pierda tiempo al esperar debido a que una pieza no cumple con las especificaciones.</p> <p>De igual manera, se deben dar instrucciones y planos con la mayor claridad que sea posible, de tal forma que el operario no pierda tiempo y mucho menos que cometa errores por mala interpretación. También, se debe supervisar al operario durante la ejecución de un trabajo, para que este no cometa equivocaciones que conlleven a reproceso.</p>

Fuente: Autores de la Monografía.

Anexo 17: HERRAMIENTA DE APOYO PARA SERVITEC LTDA.

La herramienta que se ha diseñado para la programación de la producción permitirá facilitar la adopción de la metodología de la TOC, ya que se hace posible contar con un registro actualizado de las órdenes que se encuentran en el sistema, calcular el Buffer Status, priorizar las órdenes de producción, establecer las fechas de liberación y conocer la carga del sistema. A continuación se muestra un glosario de los términos utilizados para el manejo de la herramienta.

- ✿ **Orden:** se refiere a la codificación numérica que la empresa asigna a las órdenes de producción de los clientes.
- ✿ **Nombre:** nombre del producto o servicio que solicita el cliente a la empresa.
- ✿ **Fecha de Recepción:** fecha en que la empresa recibe el pedido del cliente.
- ✿ **Fecha Pactada:** fecha en que se compromete Servitec Ltda. a entregar el pedido al cliente. Cuando un pedido este conformado por varios ítems, se debe tener en cuenta que la fecha es pactada para la entrega total y no parcial de los artículos, a menos que el cliente solicite lo contrario. Debido a esto, la fecha pactada que es establecida inicialmente no debe cambiar, aun cuando la empresa llegue a un nuevo acuerdo para la entrega. En caso de que un mismo cliente solicite varios ítems con diferentes fechas de entrega, se debe realizar una orden por cada uno de estos.
- ✿ **Amortiguador:** intervalo de tiempo que se asigna para la protección del pedido y se determina de acuerdo al tiempo de procesamiento de la orden.
- ✿ **Fecha de Liberación:** fecha en que se debe iniciar el procesamiento de la orden.
- ✿ **Días para la Entrega:** número de días que faltan para que se cumpla la fecha pactada.

- ✿ **Buffer Status (BS):** porcentaje en que se ha consumido el amortiguador.
- ✿ **Estado del Amortiguador:** zona en que se encuentra el consumo del amortiguador y la acción que se debe llevar a cabo.
- ✿ **Recurso Actual:** máquina en donde se encuentra en la actualidad la orden.
- ✿ **Fecha de Cierre:** fecha en que se termina de procesar la orden.
- ✿ **Zona de Cierre:** zona en que se encontraba el consumo del amortiguador cuando se termino de procesar la orden.
- ✿ **Operaciones:** recursos que se emplean para el procesamiento de una orden.
- ✿ **Tiempo (HR):** tiempo necesario en un recurso para el procesamiento de una orden.
- ✿ **Carga Planeada:** total de tiempo (en horas) que se prevé que trabaje un recurso, para procesar las órdenes que han solicitado los clientes.
- ✿ **Carga Detrás:** total de tiempo (en horas) que se prevé que trabaje un recurso para procesar las órdenes que se encuentran a la espera de este.
- ✿ **Priorizar:** secuencia en que se deben procesar las solicitudes de los clientes.
- ✿ **Precio de Venta:** es el valor monetario que la empresa cobra al cliente por el producto fabricado o el servicio prestado.
- ✿ **Costo Variable:** es el costo en que incurre una orden para su fabricación y que varía directamente con el volumen de producción. Ejemplo: el costo de los materiales involucrados.

- ✿ **Throughput por orden:** es la ganancia monetaria que recibe la empresa por la fabricación de la orden, por lo que será la diferencia entre el precio de venta y el costo variable.
- ✿ **Tiempo en RCC (h):** es el tiempo en horas que demora el procesamiento de una orden en el recurso restrictivo de capacidad.
- ✿ **Throughput / T.RCC (\$/h):** es un indicador que muestra la cantidad de dinero que ingresa a la empresa por cada hora de procesamiento del recurso de capacidad restrictiva.
- ✿ **Carga planeada de RCC:** es la fecha límite hasta la cual el recurso de capacidad restrictiva estará cargado.
- ✿ **Terminación estimada en RCC:** es la fecha estimada en la que se debe terminar la fabricación de una orden que está a la espera de ser procesada por el recurso de capacidad restrictiva.
- ✿ **Fecha proyectada de terminación:** es la fecha en la espera que se termine el procesamiento de una orden cuando el sistema se encuentra cargado.

Manual de Instrucciones

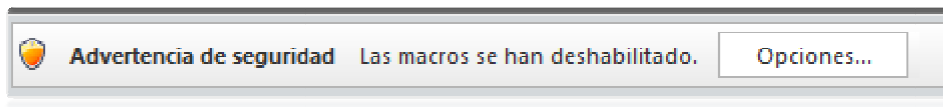
La herramienta fue diseñada en Microsoft Excel a través del desarrollo de un algoritmo de programación en Visual Basic. Esta se encuentra conformada por cuatro hojas de cálculo: PEDIDOS, TIEMPOS, CARGA y THROUGHPUT. (Ver Figuras al final del manual)

Hoja PEDIDOS

En la fila 9 de la hoja "PEDIDOS", se puede visualizar la fecha del día, que se actualiza automáticamente una vez que se abre el archivo. Posteriormente en la fila 10 se muestra los datos que deben ser ingresados al sistema. En esta hoja se encuentran la programación de la producción (pedidos de los clientes, fechas pactadas, prioridades a la

hora de procesar las órdenes y fechas de liberación de las mismas) A continuación se indica la forma como deben ser ingresados los datos.

El primer paso a tomar antes de ingresar los datos, es activar los macros. Para esto, se debe hacer click en opciones (ver siguiente figura) y seleccionar la opción habilitar contenido y luego dar click en aceptar.



ORDEN

En este campo se debe ingresar el consecutivo alfa numerico que la empresa asigna a cada una de las órdenes de los clientes. Para esto se debe digitar las letras OT, seguidas del número que se le asigna al pedido. La informacion debe ser ingresada sin espacios entre carácter y carácter. Ejemplo OT3421

Nombre

En las celdas de la columna nombre, la empresa debe realizar la descripción del producto o servicio requerido por el cliente. La información puede ser ingresada con el tipo de letra y espacio que se desee.

**Fecha de
Recepción**

Fecha Pactada

En los campos, Fecha de recepción y Fecha pactada. Servitec Ltda. debe ingresar las fecha en que recibe el pedido y La fecha que se acuerda con el cliente para la entrega.

Estas deben ser digitadas de la siguiente forma: primero se debe digitar el número del día en que se recibe el pedido, posteriormente sin dejar espacio, se escriben las tres primeras iniciales del mes. Por ejemplo 3sep, 15oct, etc.

Amortiguador

En esta columna se debe seleccionar el tamaño del amortiguador adecuado al tiempo de procesamiento de la orden. Para esto, se debe seleccionar la celda, posteriormente se muestra a la derecha una flecha en la que se debe hacer clic para desplegar la lista de opciones. Posteriormente seleccione la opción adecuada de acuerdo a la fecha de entrega pactada. Las alternativas son: 5, 10 y 20.

Fecha de liberación

Días para la entrega

La fecha en que se debe liberar y los días que faltan para la entrega son arrojados por la herramienta después de digitar los datos anteriores. Los días que faltan para la entrega, se actualizan automáticamente a medida que transcurre el tiempo.

BS

ESTADO DEL AMORTIGUADOR

El buffer Status y el estado del amortiguador son arrojados por la herramienta. Al igual que los días para la entrega estos también se actualizan automáticamente a medida que transcurre el tiempo.

**Recurso
Actual**

En esta columna se debe seleccionar el recurso en donde encuentra en un momento dado la orden. Para esto, se debe seleccionar la celda, posteriormente se muestra a la derecha una flecha en la que se debe hacer clic para desplegar la lista de opciones. Posteriormente seleccione el recurso. Si la orden aun no ha sido liberada o ya se termino de procesar, la celda de recurso actual debe dejarse en blanco.

**Fecha de
Cierre**

En este campo Servitec Ltda. debe ingresar la fecha en que se termina de fabricar el pedido. Esta deben ser digitada de la siguiente forma: primero se debe digitar el número del día en que se finaliza el procesamiento del pedido, posteriormente sin dejar espacio, se escriben las tres primeras iniciales del mes. Por ejemplo 8sep, 22oct, etc.

**Zona de
Cierre**

En esta columna se debe seleccionar la zona del amortiguador donde se cerró la orden. Para esto, se debe seleccionar la celda, posteriormente se muestra a la derecha una flecha en la que se debe hacer clic para desplegar la lista de opciones. Posteriormente seleccione la zona. Si la orden aun no ha sido liberada, la celda debe dejarse en blanco.

PRIORIZAR

Una vez se han digitado todos los datos requeridos en los campos, se puede obtener la priorización de las órdenes de acuerdo a los principios de la teoría de restricciones. Para

esto se debe hacer click en el botón Priorizar, el cual se encuentra en la parte superior de la hoja de cálculo.

Hoja TIEMPOS

Esta es la segunda hoja del archivo. Aquí se encontraran las solicitudes de los clientes, los recursos necesarios para el procesamiento de las órdenes y los tiempos respectivos en cada uno. A continuación se describe la forma en que deben ser ingresados los datos.

ORDEN DE TRABAJO

En las celdas de esta columna, la empresa debe ingresar el código alfanumérico que se le asigna a cada orden, al igual que realizo en la columna orden de la hoja PEDIDOS. Se debe tener en cuenta que el número de la orden se debe ingresar exactamente igual que en la hoja PEDIDOS, de lo contrario la herramienta no funcionara correctamente. Si una orden requiere de varios recursos o etapas, se debe digitar por cada uno de estos, su codificación respectiva en cada celda.

OPERACIONES

Las operaciones se refieren a los recursos requeridos para el procesamiento del pedido. Debido a lo anterior, en esta columna se deben ingresar los nombres de las máquinas o etapas por las que pasa la orden.

TIEMPO (HR)

Una vez se han ingresado al sistema las etapas por las que pasa la orden, se debe digitar el tiempo estimado para su procesamiento en la columna Tiempo (HR).

Hoja CARGA

En la hoja carga se puede visualizar la información referente a la carga total de cada uno de los recursos. La herramienta arroja automáticamente la carga planeada y la carga detrás de las máquinas, a medida que los pedidos van ingresando al sistema, las órdenes se van liberando y además se terminan de procesar. Adicionalmente, se muestra en una grafica de cargas para cada uno de los recursos.

CARGA PLANEADA

Para que la herramienta arroje los valores de la carga planeada y la carga detrás se debe hacer Click en el botón CARGA de la hoja PEDIDOS.

Cuando el sistema presente una sobrecarga la herramienta mostrará automáticamente un aviso en la fila del recurso más cargado.

- ✘ **NOTA:** No se deben modificar los nombres de las columnas, los nombres de las hojas ni las formulas, ya que se afectaría el buen funcionamiento de la herramienta. Tampoco se deben realizar operaciones como eliminar o insertar nuevas filas y columnas.

Hoja THROUGHPUT

Esta hoja de cálculo fue diseñada para el apoyo en la toma de decisiones cuando el sistema se encuentre sobrecargado. El supuesto es que si el sistema se encuentra sobrecargado, posiblemente no se podrá entregar la totalidad de los pedidos a los clientes, por lo tanto se escogerán para procesar primero aquellas órdenes que contribuyan más a la meta de la empresa que es generar dinero.

La hoja de cálculo cuenta con dos secciones que deben ser llenadas dependiendo de la etapa en la que se encuentra el pedido. La primera se utiliza para las órdenes que se

encuentran a la espera ser procesamiento en el recurso restrictivo de capacidad. La segunda se utiliza en caso de que las órdenes aun no se encuentren a la espera de ser procesadas por el recurso de capacidad restrictiva. A continuación se explicara la forma en que deben ser usadas esta hoja de cálculo.

ORDEN

En este campo se debe ingresar el consecutivo alfa numerico que la empresa asigna a cada una de las órdenes de los clientes. Para esto se debe digitar las letras OT, seguidas del número que se le asigna al pedido. La informacion debe ser ingresada sin espacios entre carácter y carácter. Ejemplo OT3421

**PRECIO DE
VENTA**

En esta columna la empresa Servitec Ltda. debe ingresar el precio de venta total del producto que fabrica o el servicio que presta al cliente. El valor debe ser digitado sin incluir el simbolo pesos (\$) ó puntos separadores de miles.

**COSTO
VARIABLE**

En este campo se debe ingresar el costo variable que representa la fabricacion del pedido. Al igual que el precio de venta, el valor debe ser digitado sin incluir el simbolo pesos (\$) ó puntos separadores de miles.

**THOUGHTPUT
POR ORDEN**

Despues de que la empresa ingrese el precio de venta y el costo variable, el sistema arroja automaticamente el Throughput del pedido en esta columna.

**TIEMPO EN
RCC (h)**

En esta columna, Servitec Ltda. de digitar el tiempo estimado de procesamiento de la orden en el recurso de capacidad restrictiva. Se debe tener en cuenta que la duracion del pedido en este recurso debe ser ingresada en horas. el tiempo puede ser obtenido de la hoja TIMEPOS.

**THROUGHPUT
/ T. RCC (\$/h)**

Despues de que la herramienta arroja el Throughput del pedido y que Serviec Ltda. ingresa el tiempo en RCC, automaticamente se muestra la velocidad a la que se genera dinero por cada hora de trabajo del recurso de capacidad restrictiva.

**TERMINACIÓN
ESTIMADA EN RCC**

En la columna Terminacion estimada en RCC, el sistema arroja automaticamente la fecha en que se terminará al procesamineto de la orden en el recurso de capacidad restrictiva. Esta va cambiando por si sola a medida que transcurre el tiempo.

Amortiguador

En esta columna se debe seleccionar el tamaño del amortiguador adecuado al tiempo de procesamiento de la orden. Para esto, se debe seleccionar la celda, posteriormente se muestra a la derecha una flecha en la que se debe hacer clic para desplegar la lista de opciones. Posteriormente seleccione la opción adecuada de acuerdo a la fecha de entrega pactada. Las alternativas son: 5, 10 y 20.

CARGA PLANEADA DE RCC

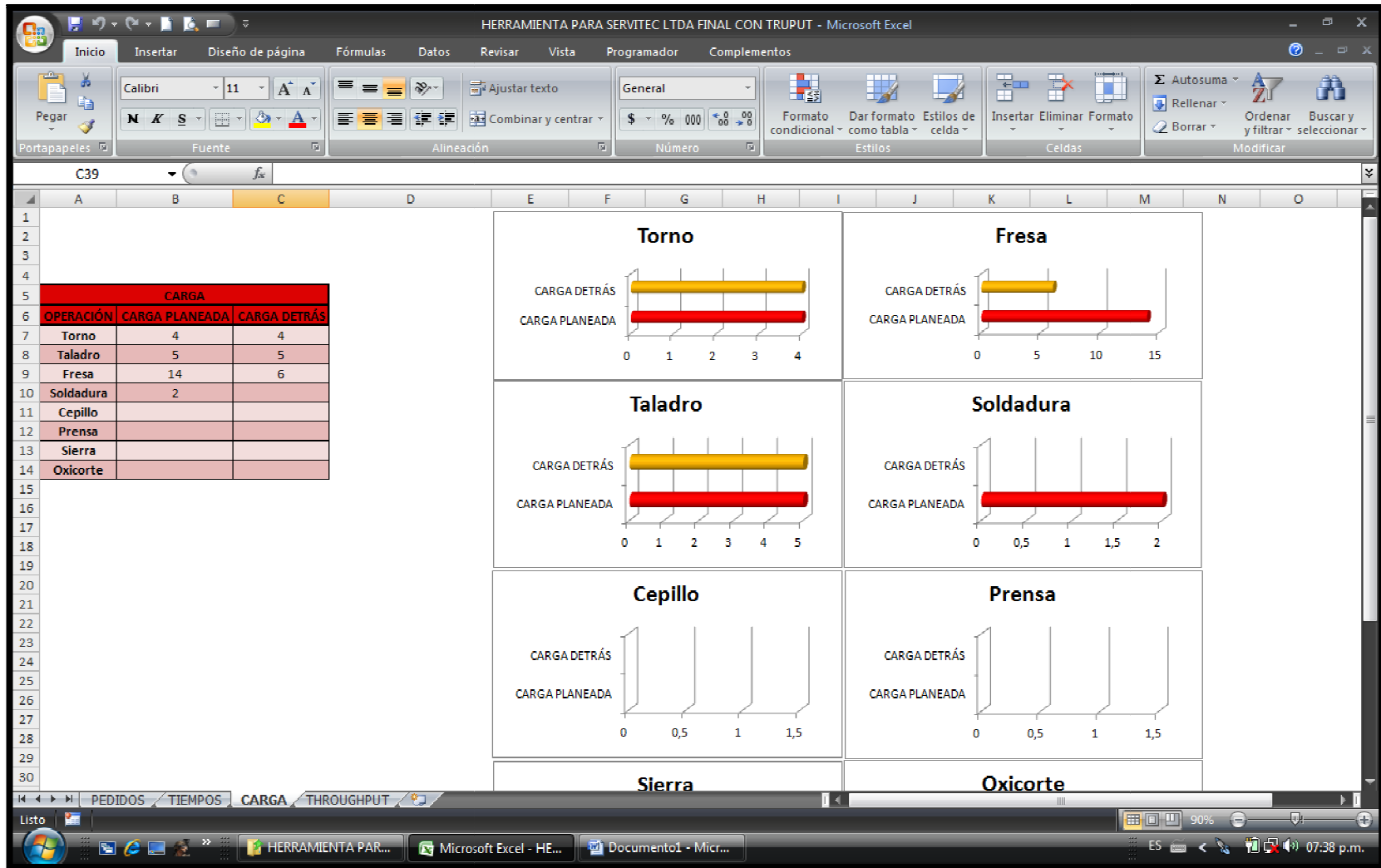
En esta columna se debe seleccionar la fecha más lejana, que corresponde al total de días de carga del recurso de capacidad restrictiva, desde la fecha actual. Se debe tener en cuenta que debe coincidir con el recurso que presente la sobrecarga del sistema. Para esto se debe hacer click en la celda y posteriormente escoger la opción adecuada de la lista de alternativas.

FECHA PROYECTADA DE TERMINACIÓN

Después de que la empresa ingresa el tamaño del amortiguador, la herramienta arroja la fecha en que se estima que se culminara la fabricación del pedido.

Fecha Pactada

En el campo Fecha pactada. Servitec Ltda. debe ingresar la fecha que se acuerda con el cliente para la entrega. Debe ser digitada de la siguiente forma: primero se debe digitar el número del día en que se recibe el pedido, posteriormente sin dejar espacio, se escriben las tres primeras iniciales del mes. Por ejemplo 3sep, 15oct, etc.



HERRAMIENTA PARA SERVITEC LTDA FINAL CON TRUPUT - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Complementos

Calibri 11 Fuente Ajustar texto General

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Celdas

Autosuma Rellenar Borrar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Modificar

S25

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
5											
6	ORDENES EN ESPERA DEL RCC										
7	ORDEN	PRECIO DE VENTA	COSTO VARIABLE	THOUGHTPUT POR ORDEN	TIEMPO EN RCC (h)	THROUGHPUT / T. RCC (\$/h)	TERMINACIÓN ESTIMADA EN RCC	AMORTIGUADOR DE LA ORDEN	FECHA PROYECTADA DE TERMINACIÓN	FECHA PACTADA	
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											

PEDIDOS TIEMPOS CARGA THROUGHPUT

110% 07:40 p.m.

HERRAMIENTA PARA SERVITEC LTDA FINAL CON TRUPUT - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Complementos

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

Y37

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
5														
6	ORDENES EN NO ESPERA DEL RCC					PRIORIZAR TRUPUT								
7	ORDEN	PRECIO DE VENTA	COSTO VARIABLE	THOUGHTPUT POR ORDEN	TIEMPO EN RCC (h)	THROUGHPUT / T. RCC (\$/h)	AMORTIGUADOR DE LA ORDEN	CARGA PLANEADA DE RCC	FECHA PROYECTADA DE TERMINACIÓN	FECHA PACTADA				
8						0								
9						0								
10						0								
11						0								
12						0								
13						0								
14						0								
15						0								
16						0								
17						0								
18						0								
19						0								
20						0								
21						0								
22						0								
23						0								
24						0								
25						0								
26						0								
27						0								
28						0								
29						0								
30						0								
31						0								
32						0								
33						0								

FECHA DE TERMINACIÓN DE CARGA PLANEADA	
OPERACIÓN	CARGA PLANEADA
Torno	13-oct-08
Taladro	13-oct-08
Fresa	14-oct-08
Soldadura	13-oct-08
Cepillo	13-oct-08
Presna	13-oct-08
Sierra	13-oct-08
Oxicorte	13-oct-08

TRUPUT TOTAL ORDENES EN ESPERA DEL RCC	\$ 0,00
--	---------

TRUPUT TOTAL ORDENES EN NO ESPERA DEL RCC	\$ 0,00
---	---------

PEDIDOS TIEMPOS CARGA THROUGHPUT

90%

ES 07:41 p.m.

Anexo 18: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SERVITEC LTDA.

FASE	TEMA	INVOLURADOS	DURACION
FASE I	Historia de TOC	Jefe de Taller, Coordinador de Calidad, Encargado de Compras, Jefe de mantenimiento	3:00 hrs.
	Implementaciones en el Mundo		
	Conceptos Generales y Aplicaciones de TOC		
	TOC En operaciones		
	Alcance y Objetivo de la Monografía		
	Contabilidad del Throughput		
FASE II	Sistema Tambor Amortiguador Cuerda Simplificado	Jefe de Taller, Coordinador de Calidad, Encargado de Compras, Jefe de mantenimiento	3:30 hrs.
	Propuesta Para la Programación de la Producción en base a TAC-S y Gerencia de Amortiguadores		
	Decisiones de acuerdo a la Restricción del sistema y Throughput		
	Propuesta para la Gestión de las Compras		
	Explicación de la Herramienta en Excel Propuesta para la empresa		
	Recomendaciones Finales para la Implementación		

Fuente: Autores de la Monografía

Anexo 21: ORDENES DE TRABAJO DE SERVITEC LTDA.

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5343	Oxicorte	31-jul-08	02-ago-08	01-ago-08	0,50	1	5,50
	Taladro				5,00		
5341	Torno	20-jul-08	31-jul-08	30-jul-08	1,50	10	1,50
5340	Torno	30-jul-08	31-jul-08	31-jul-08	12,00	1	13,50
	Cepillo				1,50		
5339	Torno	30-jul-08	31-jul-08	31-jul-08	1,00	1	1,00
5337	Fresa	29-jul-08	08-ago-08	02-ago-08	2,00	4	4
	torno				2,00		
5335	Torno	29-jul-08	31-jul-08	31-jul-08	8,00	2	9,16
	Fresa				1,16		
5334	Torno	29-jul-08	04-ago-08	04-ago-08	9,50	6	17,50
	cepillo				8,00		
5332	Torno	29-jul-08	30-jul-08	30-jul-08	6,00	1	6,00
5330	Torno	28-jul-08	30-jul-08	30-jul-08	0,50	2	8,50
	soldadura				8,00		
5329	sierra	28-jul-08	29-jul-08	29-jul-08	0,50	1	0,50
5328	Torno	28-jul-08	31-jul-08	29-jul-08	0,75	1	2,25
	Cepillo				1,50		
5326	Torno	25-jul-08	26-jul-08	26-jul-08	1,00	1	1,00
5324	Torno	23-jul-08	24-jul-08	24-jul-08	4,00	1	4,50
	Cepillo				0,50		
5323	Torno	23-jul-08	24-jul-08	24-jul-08	2,50	1	3,00
	Taladro				0,50		
5319	Taladro	23-jul-08	26-jul-08	26-jul-08	6,50	3	10,50
	Fresa				4,00		
5318	Cepillo	23-jul-08	24-jul-08	23-jul-08	0,50	0	0,50
5317	Taladro	23-jul-08	24-jul-08	24-jul-08	0,25	1	0,25
5314	Fresa	22-jul-08	23-jul-08	23-jul-08	2,16	1	2,16
5312	Torno	22-jul-08	23-jul-08	22-jul-08	2,50	0	3,00
	Taladro				0,50		

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5310	Torno	22-jul-08	24-jul-08	22-jul-08	2,00	0	2,00
5309	Torno	21-jul-08	22-jul-08	21-jul-08	5,00	0	5,92
	Oxicorte				0,17		
	Taladro				0,25		
	soldadura				0,50		
5306	Torno	19-jul-08	21-jul-08	19-jul-08	3,00	0	4,00
	Cepillo				1,00		
5305	Torno	18-jul-08	22-jul-08	21-jul-08	5,00	3	5,00
5304	Torno	18-jul-08	19-jul-08	19-jul-08	4,00	1	4,00
5303	Torno	18-jul-08	24-jul-08	24-jul-08	2,00	6	2,00
5302	Torno	18-jul-08	24-jul-08	24-jul-08	1,00	6	1,00
5300	Torno	18-jul-08	19-jul-08	19-jul-08	1,00	1	1,00
5399	Torno	18-jul-08	22-jul-08	22-jul-08	1,00	4	2,00
	Cepillo				1,00		
5298	Torno	18-jul-08	19-jul-08	18-jul-08	2,00	0	3,33
	Fresa				1,33		
5296	Torno	17-jul-08	18-jul-08	18-jul-08	4,00	1	6,00
	Fresa				2,00		
5294	Torno	16-jul-08	18-jul-08	22-jul-08	5,00	6	8,50
	Cepillo				1,50		
	Fresa				2,00		
5293	soldadura	16-jul-08	18-jul-08	17-jul-08	0,75	1	5,92
	Torno				3,00		
	Fresa				2,17		
5292	Torno	16-jul-08	17-jul-08	17-jul-08	4,00	1	6,50
	Cepillo				2,50		
5290	Torno	16-jul-08	17-jul-08	16-jul-08	0,75	0	1,50
	soldadura				0,75		
5289	sierra	15-jul-08	16-jul-08	15-jul-08	0,50	0	0,50
5286	Torno	14-jul-08	17-jul-08	15-jul-08	5,00	1	5,00
5285	soldadura	14-jul-08	16-jul-08	15-jul-08	2,00	1	2,00
5283	Torno	12-jul-08	24-jul-08	06-ago-08	8,00	25	12,00
	Fresa				3,00		
	soldadura				1,00		
5282	Torno	12-jul-08	16-jul-08	15-jul-08	4,00	3	9,00
	Cepillo				5,00		
5281	Torno	12-jul-08	14-jul-08	14-jul-08	4,00	2	4,00

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5280	Prensa	11-jul-08	23-jul-08	18-jul-08	2,50	7	21,00
	Torno				17,00		
	Cepillo				1,50		
5284	Torno	12-jul-08	14-jul-08	14-jul-08	0,75	2	0,75
5279	Taladro	11-jul-08	12-jul-08	12-jul-08	1,50	1	1,50
5278	Taladro	11-jul-08	19-jul-08	18-jul-08	16,00	7	16,00
5275	Torno	11-jul-08	14-jul-08	14-jul-08	8,00	3	9,00
	soldadura				1,00		
5274	Torno	10-jul-08	11-jul-08	10-jul-08	3,00	0	3,00
5273	Taladro	09-jul-08	15-jul-08	14-jul-08	2,00	5	8,00
	soldadura				4,00		
	Torno				2,00		
5272	Torno	09-jul-08	11-jul-08	11-jul-08	8,00	2	11,50
	Taladro				3,50		
5269	Torno	09-jul-08	10-jul-08	09-jul-08	1,00	0	3,00
	Fresa				2,00		
5268	Torno	08-jul-08	09-jul-08	09-jul-08	4,00	1	4,00
5267	Torno	08-jul-08	09-jul-08	09-jul-08	4,00	1	4,00
5265	Torno	08-jul-08	09-jul-08	09-jul-08	0,50	1	0,50
5263	Torno	08-jul-08	10-jul-08	08-jul-08	1,00	0	1,00
5262	Torno	08-jul-08	10-jul-08	09-jul-08	1,00	1	1,00
5261	Torno	08-jul-08	14-jul-08	14-jul-08	6,00	6	10,00
	Fresa				2,00		
	Taladro				2,00		
5260	Torno	08-jul-08	11-jul-08	11-jul-08	4,00	3	13,00
	Fresa				2,00		
	Cepillo				7,00		
5257	soldadura	08-jul-08	12-jul-08	10-jul-08	2,00	2	17,50
	Torno				1,50		
	cepillo				14,00		
5256	torno	08-jul-08	09-jul-08	09-jul-08	4,00	1	4,00
5255	Torno	05-jul-08	07-jul-08	05-jul-08	0,75	0	0,75
5250	Torno	03-jul-08	09-jul-08	09-jul-08	6,00	6	6,00
5247	soldadura	02-jul-08	04-jul-08	03-jul-08	4,00	1	8,50
	Taladro				4,00		
	Torno				0,50		

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5246	Torno	02-jul-08	14-jul-08	22-jul-08	25,00	20	33,00
	Cepillo				8,00		
5242	Torno	02-jul-08	03-jul-08	02-jul-08	3,00	0	3,00
5241	Torno	01-jul-08	02-jul-08	02-jul-08	5,00	1	5,00
5239	Torno	03-jul-08	07-jul-08	12-jul-08	4,00	9	10,00
	soldadura				2,00		
	Fresa				4,00		
5335	Oxicorte	27-jun-08	01-jul-08	01-jul-08	1,00	4	2,00
	Taladro				1,00		
5234	soldadura	27-jun-08	28-jul-08	28-jun-08	2,00	1	3,50
	Taladro				1,50		
5232	Torno	27-jun-08	01-jul-08	28-jun-08	2,00	1	2,00
5230	Torno	12-jun-08	31 jun	26-jun-08	6,00	14	8,00
	Fresa				2,00		
5228	Taladro	25-jun-08	26-jun-08	26-jun-08	1,50	1	1,50
5225	Torno	02-jun-08	09-jun-08	04-jun-08	0,75	2	9,75
	Fresa				9,00		
5220	Taladro	24-jun-08	25-jun-08	24-jun-08	0,75	0	0,75
5218	Torno	23-jun-08	05-jul-08	03-jul-08	14,00	10	18,00
	fresa				3,00		
	Taladro				1,00		
5216	Fresa	23-jun-08	07-jul-08	01-jul-08	6,00	8	6,00
5213	Torno	23-jun-08	24-jun-08	23-jun-08	1,00	0	1,00
5211	Torno	21-jun-08	28-jun-08	25-jun-08	0,75	4	12,75
	Fresa				8,00		
	Prensa				4,00		
5209	Torno	21-jun-08	23-jun-08	21-jun-08	3,50	0	4,50
	soldadura				1,00		
5208	Torno	21-jun-08	28-jun-08	28-jun-08	4,00	7	12,00
	Taladro				8,00		
5207	Torno	21-jun-08	01-jul-08	05-jul-08	18,00	14	24,00
	Fresa				4,00		
	soldadura				2,00		
5203	Torno	20-jun-08	21-jun-08	21-jun-08	3,00	1	15,00
	Fresa				12,00		
5201	Taladro	20-jun-08	21-jun-08	21-jun-08	3,00	1	3,00
5198	Torno	19-jun-08	25-jun-08	25-jun-08	18,00	6	19,00
	Taladro				1,00		

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5197	Torno	19-jun-08	23-jun-08	23-jun-08	10,00	4	10,00
5196	Torno	18-jun-08	19-jun-08	19-jun-08	3,00	1	3,00
5192	Torno	18-jun-08	19-jun-08	19-jun-08	4,00	1	5,00
	Cepillo				1,00		
5288	Torno	18-jun-08	18-jun-08	18-jun-08	2,00	0	2,00
5185	Torno	16-jun-08	17-jun-08	17-jun-08	0,50	1	0,50
5181	Taladro	16-jun-08	17-jun-08	17-jun-08	1,75	1	1,75
5180	soldadura	16-jun-08	20-jun-08	18-jun-08	2,00	2	10,50
	Taladro				1,50		
	Torno				4,00		
	Taladro				3,00		
5178	Torno	18-jun-08	26-jun-08	28-jun-08	16,00	10	18,00
	Fresa				2,00		
5177	Torno	14-jun-08	17-jun-08	14-jun-08	1,50	0	2,50
	Cepillo				1,00		
5175	Torno	14-jun-08	17-jun-08	14-jun-08	2,00	0	2,00
5168	Torno	13-jun-08	14-jun-08	14-jun-08	2,00	1	4,00
	Cepillo				1,00		
	soldadura				1,00		
5167	Torno	12-jun-08	01-jul-08	15-jul-08	10,00	33	11,75
	Cepillo				1,75		
5166	soldadura	12-jun-08	14-jun-08	14-jun-08	16,00	2	19,50
	Torno				3,50		
5164	Torno	12-jun-08	13-jun-08	13-jun-08	3,00	1	3,00
5163	torno	11-jun-08	12-jun-08	12-jun-08	4,50	1	4,50
5155	torno	10-jun-08	12-jun-08	12-jun-08	10,00	2	16,50
	soldadura				3,00		
	Fresa				3,50		
5153	Torno	04-jun-08	12-jun-08	11-jun-08	5,00	7	5,00
5152	Torno	09-jun-08	10-jun-08	10-jun-08	1,00	1	1,00
5149	soldadura	09-jun-08	10-jun-08	10-jun-08	2,00	1	4,00
	Torno				2,00		
5148	Torno	09-jun-08	20-jun-08	01-jul-08	4,00	22	5,50
	Cepillo				1,50		
5146	Torno	07-jun-08	09-jun-08	09-jun-08	1,00	2	2,50
	Cepillo				1,50		
5144	Torno	06-jun-08	10-jun-08	10-jun-08	1,00	4	1,00
5143	Torno	06-jun-08	07-jun-08	07-jun-08	5,00	1	5,00

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5142	Oxicorte	06-jun-08	09-jun-08	07-jun-08	1,00	1	6,00
	Torno				2,00		
	Taladro				3,00		
5141	Torno	06-jun-08	07-jun-08	06-jun-08	2,00	0	2,00
5139	Torno	06-jun-08	07-jun-08	07-jun-08	2,00	1	4,00
	soldadura				2,00		
5137	Torno	05-jun-08	06-jun-08	06-jun-08	5,75	1	5,75
5136	Torno	05-jun-08	11-jun-08	06-jun-08	4,00	1	4,00
5135	soldadura	05-jun-08	17-jun-08	17-jun-08	8,00	12	14,00
	Torno				6,00		
5134	soldadura	05-jun-08	06-jun-08	06-jun-08	1,00	1	1,42
	Torno				0,42		
5133	Oxicorte	06-jun-08	07-jun-08	07-jun-08	2,00	1	4,00
	Taladro				2,00		
5124	Torno	03-jun-08	14-jun-08	14-jun-08	7,00	11	15,00
	Cepillo				3,00		
	Fresa				4,00		
	soldadura				1,00		
5129	soldadura	04-jun-08	05-jun-08	04-jun-08	2,00	0	6,00
	Torno				3,00		
	Torno				1,00		
5127	Torno	03-jun-08	04-jun-08	04-jun-08	2,00	1	6,50
	Fresa				4,50		
5123	Torno	03-jun-08	04-jun-08	04-jun-08	1,00	1	2,50
	Cepillo				1,50		
5122	Torno	03-jun-08	04-jun-08	04-jun-08	8,00	1	8,00
5119	Oxicorte	03-jun-08	09-jun-08	09-jun-08	4,00	6	20,00
	Torno				12,00		
	Taladro				4,00		
5117	Torno	31-may-08	03-jun-08	31-may-08	1,00	0	1,00
5115	soldadura	30-may-08	31-may-08	31-may-08	4,00	1	6,00
	Torno				2,00		
5114	Oxicorte	30-may-08	31-may-08	31-may-08	0,50	1	8,50
	Torno				8,00		
5113	Torno	30-may-08	12-jun-08	12-jun-08	5,50	13	14,00
	soldadura				4,00		
	Taladro				3,50		
	Oxicorte				1,00		

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5110	Torno	30-may-08	31-may-08	30-may-08	1,00	0	1,00
5109	Torno	29-may-08	05-jun-08	04-jun-08	5,00	6	5,75
	Prensa				0,75		
5107	Oxicorte	28-may-08	31-may-08	31-may-08	2,00	3	18,00
	Fresa				16,00		
5106	Fresa	28-may-08	30-may-08	30-may-08	3,00	2	3,00
5104	soldadura	28-may-08	05-jun-08	05-jun-08	4,00	8	11,33
	Torno				4,00		
	Cepillo				3,33		
5103	Fresa	28-may-08	16-jun-08	09-jun-08	3,00	12	3,00
5102	Torno	27-may-08	29-may-08	28-may-08	5,50	1	9,50
	Fresa				4,00		
5101	Torno	27-may-08	28-may-08	28-may-08	1,00	1	1,00
5100	Oxicorte	27-may-08	30-may-08	29-may-08	4,00	2	6,00
	Taladro				2,00		
5097	soldadura	27-may-08	28-may-08	28-may-08	3,00	1	12,50
	Torno				6,50		
	Cepillo				3,00		
5096	Torno	27-may-08	20-jun-08	10-jun-08	10,00	14	40,00
	Fresa				30,00		
5092	Torno	23-may-08	04-jun-08	04-jun-08	14,00	12	33,00
	Fresa				16,00		
	Taladro				3,00		
5089	Torno	22-may-08	23-may-08	23-may-08	1,50	1	4,50
	Fresa				1,00		
	soldadura				2,00		
5085	Torno	21-may-08	22-may-08	22-may-08	2,00	1	5,00
	Fresa				3,00		
5084	Oxicorte	21-may-08	22-may-08	22-may-08	0,33	1	0,33
5083	soldadura	21-may-08	23-may-08	23-may-08	3,00	2	10,17
	Torno				5,00		
	Fresa				2,17		
5081	soldadura	20-may-08	27-may-08	27-may-08	16,00	7	19,00
	Taladro				3,00		
5079	Torno	20-may-08	21-may-08	20-may-08	2,00	0	2,00
5075	torno	19-may-08	21-may-08	21-may-08	1,00	2	3,00
	Cepillo				2,00		
5075	Taladro	19-may-08	21-may-08	20-may-08	2,17	1	2,17

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5074	soldadura	19-may-08	21-may-08	20-may-08	2,00	1	4,00
	Torno				2,00		
5072	Oxicorte	17-may-08	24-may-08	22-may-08	2,25	5	12,50
	Torno				8,00		
	Fresa				2,25		
5071	Oxicorte	17-may-08	24-may-08	20-may-08	3,00	3	11,50
	Torno				4,50		
	Taladro				4,00		
5070	Taladro	17-may-08	19-may-08	17-may-08	4,00	0	4,00
5069	Torno	16-may-08	19-may-08	17-may-08	6,00	1	6,00
5067	Torno	16-may-08	17-may-08	17-may-08	3,00	1	3,00
5066	Torno	16-may-08	22-may-08	22-may-08	4,00	6	4,00
5065	Torno	16-may-08	20-may-08	22-may-08	2,50	6	4,00
	Fresa				1,50		
5063	Torno	15-may-08	17-may-08	17-may-08	14,00	2	14,50
	Oxicorte				0,50		
5057	Oxicorte	15-may-08	16-may-08	16-may-08	4,00	1	7,50
	Torno				2,00		
	Taladro				1,50		
5056	soldadura	15-may-08	22-may-08	27-may-08	8,00	12	16,00
	Fresa				8,00		
5053	Fresa	14-may-08	23-may-08	23-may-08	3,17	9	3,17
5052	Torno	14-may-08	16-may-08	14-may-08	4,00	0	6,75
	Fresa				2,25		
	Taladro				0,50		
5050	Torno	13-may-08	14-may-08	14-may-08	0,50	1	0,50
5049	Torno	13-may-08	17-may-08	17-may-08	10,00	4	10,50
	Fresa				0,50		
5048	Taladro	13-may-08	24-may-08	17-may-08	10,00	4	24,00
	Torno				8,00		
	Oxicorte				2,00		
	soldadura				4,00		
5045	Torno	12-may-08	14-may-08	14-may-08	3,25	2	6,00
	Fresa				2,75		
5044	Cepillo	12-may-08	13-may-08	12-may-08	3,00	0	3,00
5041	Torno	15-may-08	19-may-08	19-may-08	8,00	4	9,50
	Fresa				1,50		

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5040	soldadura	09-may-08	21-may-08	21-may-08	12,00	12	15,00
	Torno				3,00		
5039	Torno	09-may-08	12-may-08	12-may-08	6,00	3	20,50
	Cepillo				14,50		
5038	soldadura	08-may-08	10-may-08	10-may-08	8,00	2	12,00
	Torno				4,00		
5034	soldadura	08-may-08	10-may-08	10-may-08	2,00	2	4,00
	Torno				2,00		
5033	soldadura	08-may-08	09-may-08	08-may-08	2,00	0	6,00
	Taladro				3,00		
	Torno				1,00		
5032	soldadura	08-may-08	09-may-08	09-may-08	2,00	1	8,00
	Torno				4,00		
	Fresa				2,00		
5029	Torno	07-may-08	08-may-08	07-may-08	3,50	0	6,00
	Taladro				1,50		
	soldadura				1,00		
5028	Torno	06-may-08	12-may-08	10-may-08	1,00	4	4,38
	Fresa				0,38		
	Torno				3,00		
5026	Oxicorte	07-may-08	10-may-08	09-may-08	1,00	2	3,50
	soldadura				1,00		
	Torno				1,00		
	Taladro				0,50		
5024	Torno	06-may-08	08-may-08	07-may-08	2,00	1	6,00
	Cepillo				4,00		
5023	Torno	06-may-08	08-may-08	14-may-08	8,00	8	8,00
5020	Torno	06-may-08	09-may-08	08-may-08	4,00	2	6,00
	soldadura				2,00		
5018	Torno	06-may-08	08-may-08	08-may-08	4,00	2	8,00
	Fresa				3,00		
	soldadura				1,00		
5017	Oxicorte	06-may-08	07-may-08	09-may-08	2,00	3	19,00
	soldadura				6,00		
	Taladro				3,00		
	Torno				8,00		
5016	Torno	03-may-08	08-may-08	06-may-08	4,00	3	8,00
	Cepillo				4,00		

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
5015	soldadura	03-may-08	07-may-08	07-may-08	2,00	4	9,00
	Torno				4,00		
	Fresa				3,00		
5009	Torno	30-abr-08	08-may-08	10-may-08	9,00	10	11,00
	Cepillo				2,00		
5006	Oxicorte	29-abr-08	02-may-08	30-abr-08	1,16	1	5,16
	Torno				4,00		
5004	Oxicorte	29-abr-08	07-may-08	07-may-08	2,00	8	11,00
	Fresa				3,00		
	Torno				5,00		
	Taladro				1,00		
5000	Torno	28-abr-08	09-may-08	06-may-08	1,50	8	2,50
	Cepillo				1,00		
4999	Torno	28bar	29-abr-08	28-abr-08	6,00	0	8,00
	soldadura				1,00		
	Cepillo				1,00		
4995	Oxicorte	28-abr-08	02-may-08	02-may-08	2,00	4	13,50
	soldadura				1,00		
	Torno				6,50		
	Taladro				4,00		
4993	Torno	25-abr-08	26-abr-08	25-abr-08	3,00	0	4,00
	soldadura				1,00		
4989	Fresa	23-abr-08	26-abr-08	26-abr-08	2,00	3	2,00
4988	Torno	24-abr-08	30-abr-08	28-abr-08	10,00	4	13,00
	Fresa				3,00		
4987	Torno	23-abr-08	30-abr-08	29-abr-08	6,00	6	6,00
4986	Oxicorte	23-abr-08	30-abr-08	30-abr-08	2,00	7	15,00
	Sierra				1,00		
	Torno				12,00		
4984	soldadura	23-abr-08	26-abr-08	26-abr-08	4,00	3	7,50
	Torno				3,50		
4982	soldadura	22-abr-08	24-abr-08	24-abr-08	1,00	2	9,66
	Torno				3,50		
	Taladro				2,16		
	Cepillo				3,00		
4981	Torno	22-abr-08	23-abr-08	22-abr-08	1,50	0	1,50
4980	Torno	22-abr-08	25-abr-08	25-abr-08	1,00	3	1,00

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
4976	soldadura	22-abr-08	24-abr-08	24-abr-08	2,00	2	6,50
	Torno				3,50		
	Oxicorte				1,00		
4973	Taladro	22-abr-08	23-abr-08	22-abr-08	2,00	0	2,00
4971	Prensa	21-abr-08	22-abr-08	21-abr-08	4,00	0	4,75
	Torno				0,25		
	Taladro				0,50		
4969	Torno	21-abr-08	26-abr-08	26-abr-08	0,75	5	3,25
	Cepillo				2,50		
4965	Fresa	21-abr-08	23-abr-08	23-abr-08	1,00	2	5,00
	Torno				2,00		
	soldadura				2,00		
4962	Torno	19-abr-08	21-abr-08	21-abr-08	9,00	2	15,00
	soldadura				6,00		
4959	Torno	19-abr-08	21-abr-08	19-abr-08	2,00	0	2,00
4958	Taladro	18-abr-08	19-abr-08	18-abr-08	0,50	0	0,50
4955	Torno	17-abr-08	07-may-08	07-may-08	4,50	20	15,75
	Taladro				8,50		
	Fresa				2,75		
4954	Torno	17-abr-08	19-abr-08	26-abr-08	1,75	9	3,75
	Cepillo				2,00		
4953	Torno	29-may-08	31-may-08	31-may-08	3,00	2	3,00
4952	Torno	17-abr-08	23-abr-08	19-abr-08	7,50	2	12,50
	Cepillo				5,00		
4949	soldadura	17-abr-08	18-abr-08	18-abr-08	2,00	1	2,50
	Taladro				0,50		
4944	Torno	17-abr-08	22-abr-08	22-abr-08	4,00	5	8,00
	Fresa				2,00		
	soldadura				2,00		
4943	Torno	17-abr-08	18-abr-08	18-abr-08	0,50	1	0,50
4941	Torno	16-abr-08	07-may-08	12-may-08	16,50	26	24,50
	Taladro				1,00		
	Oxicorte				1,00		
	Cepillo				6,00		
4939	Torno	16-abr-08	17-abr-08	16-abr-08	0,75	0	1,75
	soldadura				1,00		
4937	Torno	16-abr-08	17-abr-08	17-abr-08	4,00	1	4,00

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
4933	Oxicorte	15-abr-08	17-abr-08	17-abr-08	4,00	2	16,00
	Taladro				2,00		
	Torno				8,00		
	Fresa				2,00		
4929	Torno	15-abr-08	16-abr-08	15-abr-08	1,00	0	1,00
4924	Torno	14-abr-08	15-abr-08	15-abr-08	2,00	1	4,00
	Taladro				2,00		
4920	Torno	12-abr-08	14-abr-08	14-abr-08	2,00	2	5,50
	Fresa				3,50		
4919	Torno	12-abr-08	15-abr-08	15-abr-08	2,25	3	2,25
4915	Torno	11-abr-08	14-abr-08	14-abr-08	8,00	3	13,33
	Cepillo				4,33		
	soldadura				1,00		
4914	Oxicorte	11-abr-08	12-abr-08	12-abr-08	0,50	1	3,00
	Torno				2,50		
4912	soldadura	10-abr-08	11-abr-08	10-abr-08	2,00	0	2,00
4911	Oxicorte	09-abr-08	21-abr-08	12-abr-08	12,00	3	16,00
	Fresa				4,00		
4906	soldadura	09-abr-08	11-abr-08	11-abr-08	1,00	2	5,00
	Taladro				4,00		
4905	Torno	09-abr-08	10-abr-08	10-abr-08	0,50	1	0,50
4901	Torno	08-abr-08	09-abr-08	09-abr-08	2,00	1	2,17
	soldadura				0,17		
4899	Oxicorte	08-abr-08	17-abr-08	15-abr-08	1,00	7	17,33
	Torno				12,00		
	Taladro				2,33		
	soldadura				2,00		
4898	Torno	08-abr-08	10-abr-08	08-abr-08	1,00	0	1,00
4897	Taladro	08-abr-08	12-abr-08	12-abr-08	16,00	4	16,00
4896	Torno	07-abr-08	08-abr-08	08-abr-08	1,50	1	1,50
4891	Cepillo	07-abr-08	08-abr-08	08-abr-08	1,00	1	2,00
	Oxicorte				1,00		
4890	soldadura	05-abr-08	07-abr-08	07-abr-08	2,00	2	2,00
4889	soldadura	05-abr-08	07-abr-08	05-abr-08	2,00	0	2,00
4888	Taladro	07-abr-08	09-abr-08	09-abr-08	3,00	2	3,00
4886	Torno	05-abr-08	08-abr-08	08-abr-08	1,50	3	1,50
4885	Sierra	04-abr-08	05-abr-08	05-abr-08	0,33	1	0,33
4884	Taladro	04-abr-08	05-abr-08	05-abr-08	1,00	1	1,00

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
4882	soldadura	04-abr-08	08-abr-08	08-abr-08	4,00	4	4,00
4880	Taladro	03-abr-08	04-abr-08	04-abr-08	2,00	1	2,00
4877	Taladro	03-abr-08	05-abr-08	04-abr-08	1,00	1	1,00
4876	soldadura	03-abr-08	19-abr-08	16-abr-08	12,00	13	12,00
4865	Torno	03-abr-08	05-abr-08	04-abr-08	3,00	1	3,00
4874	Oxicorte	03-abr-08	04-abr-08	03-abr-08	0,25	0	2,25
	Taladro				2,00		
4873	Torno	03-abr-08	05-abr-08	05-abr-08	5,00	2	5,70
	Cepillo				0,70		
4869	Torno	02-abr-08	03-abr-08	03-abr-08	8,00	1	8,00
4868	soldadura	02-abr-08	07-abr-08	07-abr-08	0,40	5	30,90
	Torno				17,50		
	Taladro				12,00		
	Oxicorte				1,00		
4867	Torno	01-abr-08	03-abr-08	03-abr-08	6,00	2	7,50
	soldadura				1,00		
	Cepillo				0,50		
4865	Torno	01-abr-08	08-abr-08	07-abr-08	4,00	6	6,17
	Cepillo				2,00		
	Oxicorte				0,17		
4864	Cepillo	01-abr-08	08-abr-08	17-abr-08	8,00	16	8,00
4863	Torno	01-abr-08	03-abr-08	03-abr-08	1,50	2	1,75
	Taladro				0,25		
4862	Torno	01-abr-08	02-abr-08	02-abr-08	3,50	1	6,00
	Fresa				2,50		
4861	Torno	01-abr-08	04-abr-08	04-abr-08	2,00	3	4,00
	Cepillo				2,00		
4854	Fresa	31-mar-08	02-abr-08	02-abr-08	0,75	2	0,75
4853	Torno	31-mar-08	01-abr-08	31-mar-08	1,50	0	1,50
4851	Oxicorte	29-mar-08	01-abr-08	01-abr-08	0,50	3	3,50
	Torno				2,00		
	Taladro				1,00		
4846	Torno	28-mar-08	05-abr-08	02-abr-08	8,00	5	13,00
	soldadura				2,00		
	Taladro				3,00		
4845	Torno	28-mar-08	02-abr-08	01-abr-08	16,00	4	16,00
4841	Torno	27-mar-08	28-mar-08	27-mar-08	0,50	0	0,50
4840	Taladro	27-mar-08	29-mar-08	29-mar-08	2,00	2	2,00

ORDEN	ETAPA	Fecha de Inicio	Fecha Pactada	Fecha Real	t. proces	# días entrega	t. proces orden (h)
4838	Torno	27-mar-08	28-mar-08	28-mar-08	1,00	1	1,00
4837	Torno	27-mar-08	29-mar-08	29-mar-08	2,50	2	4,50
	Cepillo				2,00		
4836	Taladro	27-mar-08	01-abr-08	01-abr-08	8,00	5	8,00
4834	soldadura	27-mar-08	29-mar-08	29-mar-08	2,00	2	22,50
	Torno				3,00		
	Fresa				16,00		
	Taladro				1,50		
4833	Torno	27-mar-08	28-mar-08	27-mar-08	4,00	0	5,00
	soldadura				1,00		
4832	soldadura	26-mar-08	27-mar-08	26-mar-08	2,00	0	2,00
4831	Torno	26-mar-08	07-abr-08	04-abr-08	2,00	9	14,00
	Fresa				8,00		
	Taladro				4,00		
4827	soldadura	26-mar-08	27-mar-08	26-mar-08	1,00	0	1,00
4826	Oxicorte	26-mar-08	28-mar-08	28-mar-08	1,00	2	4,50
	Torno				3,50		
4824	Oxicorte	24-mar-08	04-abr-08	17-abr-08	2,00	24	15,00
	Fresa				8,00		
	Torno				5,00		
4823	Torno	24-mar-08	28-mar-08	28-mar-08	27,00	4	71,00
	Fresa				44,00		
4822	Torno	24-mar-08	25-mar-08	25-mar-08	2,00	1	2,17
	soldadura				0,17		
4821	Oxicorte	22-mar-08	25-mar-08	22-mar-08	4,00	0	5,00
	Taladro				1,00		