



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA**

FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA

**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE
POSGRADO**

**“DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL Y
ESTANDARIZACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO CON FALTANTES DE
COMPONENTES EN EL ÁREA PRODUCCIÓN DENTRO DE LA EMPRESA DE
BOMBAS S.A. DE C.V.”**

TESIS

**Para Obtener el Grado de
Maestra en Administración de Negocios Global.**

DIRECTORA:

M.A. Rosalía Cristina Ramírez Macip

Asesores:

M.A. María Verónica Altagracia Lara Andrade
M.D. Fabian Martínez Ríos

PRESENTA:

Paola Benítez De La Luz

Puebla, Pue. Noviembre 2024



BUAP

Oficio No. FCP/SIEP-DIG.0026/2024

Asunto: Digitalización de la Tesis

C. PAOLA BENÍTEZ DE LA LUZ

Presente

Por medio del presente tengo a bien comunicarle que se autoriza la digitalización en formato PDF, de la Tesis denominada **"DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO CON FALTANTES DE COMPONENTES EN EL ÁREA PRODUCCIÓN DENTRO DE LA EMPRESA DE BOMBAS S.A. DE C.V."** a fin de sustentar el examen profesional para obtener el grado de MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS GLOBAL.

Sin más por el momento, me despido.

Atentamente

"Pensar Bien, Para Vivir Mejor"

H. Puebla de Z., a 2 de diciembre de 2024


DR. JOSÉ GERARDO SERAFÍN VERA MUÑOZ
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado



c.c.p. Archivo
JGSVM/grs

Facultad
de Contaduría
Pública

Blvd. Capitán Carlos Camacho Espíritu,
No. 70 Col. Universidades,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 5552

DR. JOSÉ GERARDO SERAFÍN VERA MUÑOZ
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Contaduría Pública
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e

Por este conducto la que suscribe en mi calidad de **Directora** de la tesis denominada: “**DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO CON FALTANTES DE COMPONENTES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DENTRO DE LA EMPRESA BOMBAS S.A. DE C.V.**”, elaborada por la alumna de la **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS GLOBAL** de nombre:

PAOLA BENÍTEZ DE LA LUZ

Informo a usted que a mi juicio el citado trabajo cumple con los requisitos técnicos y metodológicos necesarios, por lo que no tengo inconveniente en liberarlo para que se continúe con los trámites de titulación que procedan.

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
H. Puebla de Z., a 25 de noviembre de 2024



M.A. ROSALÍA CRISTINA RAMÍREZ MACIP

DR. JOSÉ GERARDO SERAFÍN VERA MUÑOZ
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Contaduría Pública
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e

Por este conducto la que suscribe en mi calidad de **Asesora Metodológica** de la tesis denominada: **“DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO CON FALTANTES DE COMPONENTES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DENTRO DE LA EMPRESA BOMBAS S.A. DE C.V.”**, elaborada por la alumna de la **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS GLOBAL** de nombre:

PAOLA BENÍTEZ DE LA LUZ

Informo a usted que a mi juicio el citado trabajo cumple con los requisitos técnicos y metodológicos necesarios, por lo que no tengo inconveniente en liberarlo para que se continúe con los trámites de titulación que procedan.

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
H. Puebla de Z., a 25 de noviembre de 2024



M.A. MARÍA VERÓNICA ALTAGRACIA LARA ANDRADE

DR. JOSÉ GERARDO SERAFÍN VERA MUÑOZ
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Contaduría Pública
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e

Por este conducto el que suscribe en mi calidad de **Asesor Temático** de la tesis denominada: “**DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO CON FALTANTES DE COMPONENTES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DENTRO DE LA EMPRESA BOMBAS S.A. DE C.V.**”, elaborada por la alumna de la **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS GLOBAL** de nombre:

PAOLA BENÍTEZ DE LA LUZ

Informo a usted que a mi juicio el citado trabajo cumple con los requisitos técnicos y metodológicos necesarios, por lo que no tengo inconveniente en liberarlo para que se continúe con los trámites de titulación que procedan.

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
H. Puebla de Z., a 25 de noviembre de 2024



M.D. FABIAN MARTÍNEZ RÍOS

RESUMEN

Este proyecto se desarrolló en una empresa privada, específicamente en la división de sistemas auxiliares reguladores de calor, enfocándose en los siguientes problemas: desconocimiento de la localización de proyectos semiterminados, seguimiento tardío de órdenes en el piso de producción por parte de los diferentes departamentos, retardos en el surtimiento de componentes faltantes, además de que no existe un análisis estructural de cada una de las órdenes y los problemas que presenta para su fabricación. La solución consistió en el desarrollo de un procedimiento para el control y estandarización de órdenes en proceso con el objetivo de comprender los factores que afectan la fabricación de cada orden y así notificar a las diferentes áreas involucradas, analizando la información y emitiendo una tabla que refleja los acontecimientos que sufren a diario las órdenes; logrando el control de las mismas a través del reporte de incidentes en los que cada departamento se ve involucrado.

Involucro una investigación descriptiva con enfoque cualitativo del tipo “estudio de caso”, inicio con la recolección de datos críticos para el proceso a través de una encuesta anónima realizada a 114 empleados. Con esto se inició el proceso de análisis de datos para determinar los incidentes que rodean la fabricación del producto y así desarrollar el proyecto. El resultado obtenido, origino una disminución en el métrico mensual del WIP del 17.33% que se refleja y calcula de manera automatizada en SAP durante el mes de abril 2024, considerando la fecha de inicio y termino de una orden y un incremento en el porcentaje de cumplimiento al plan de producción de órdenes con faltantes de componentes del 66% al 75% en el mismo mes calculado de manera manual diariamente por el planeador de producción (las fórmulas de ambos métricos, se desarrollan en el cuerpo de esta tesis), informando a la empresa en cuestión. En conclusión, el diseño de un procedimiento de control de las órdenes con faltantes de materiales, permite visualizar las áreas de oportunidad en los procesos e incrementar el nivel de respuesta para ofrecer productos en tiempo y con calidad.

ÍNDICE

I.	Introducción.....	I
II.	Planteamiento del problema.....	II
III.	Justificación	III
IV.	Objetivos de la investigación.....	IV
a.	Objetivo General.....	IV
b.	Objetivos Específicos	V
V.	Preguntas de investigación.....	V
VI.	Hipótesis	V
VII.	Variables.....	VI
VIII.	Diseño Metodológico	VI
IX.	Alcances y limitaciones	VII
CAPITULO I. ADMINISTRACIÓN EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS		1
1.1	Administración.....	1
1.2	Lean Manufacturing.....	4
1.3	Antecedentes nacional y local en donde se encuentra la empresa	6
CAPITULO II. CONCEPTOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN		9
2.1	Administración de procesos.....	9
2.1.1	Productos	14
2.1.2	Procesos productivos	15
2.1.3	Elementos básicos del proceso productivo	19
2.2	Recepción de órdenes de compra del cliente	21
2.3	Lanzamiento de nuevos proyectos	22

2.4 Planeación y suministro de materiales.....	23
2.4.1 Planeación.....	23
2.4.2 Programación.....	23
2.4.3 Control.....	23
2.5 Métricos de control de la producción.....	27
2.5.1 OTD (On Time Delivery).....	27
2.5.2 WIP (Work in process).....	28
2.5.3 Cumplimiento al plan de producción.....	30
2.6 Retos del proceso de fabricación de una orden de trabajo.....	32
2.6.1 Cambios de ingeniería.....	32
2.6.2 Omisiones en los diseños de nuevos proyectos.....	33
2.6.3 Faltantes de componentes.....	34
2.6.4 Equivocaciones durante el proceso de despacho de materiales.....	35
2.6.5 Cambios de alcance del cliente.....	35
2.7 Sistemas de Refrigeración o enfriamiento.....	36
2.8 Sistema Auxiliar.....	38
2.9 Aplicaciones.....	40
2.10 Nuevas tecnologías.....	40
2.11 La nueva era basada en la inteligencia artificial.....	42
2.12 Excelencia operacional.....	44
2.13 ERP la clave para planificación de recursos.....	48
2.14 SAP un software para todo tipo de empresas.....	49
2.15 Programas de Microsoft “Excel y Power BI”.....	50
CAPITULO III. UNIDAD DE ANALISIS (BOMBAS SA. DE C.V.).....	52

3.1 La Empresa	52
3.2 Origen	53
3.3 Estructura organizacional	54
3.4 Análisis PESTEL y FODA	55
3.5 Producto	58
3.6 Sistema de producción	59
3.7 Indicadores actuales de producción	63
3.8 Identificación de problemas en el proceso de producción	64
3.9 Desarrollo y evolución del problema.....	65
3.10 Condiciones de la problemática de estudio donde se llevó a cabo la investigación.....	68
CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO	69
4.1 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	69
4.2 Actividades para la investigación	71
4.2.1 Estudio del proceso de fabricación	72
4.2.2 Creación de plan de producción	72
4.2.3 Elaboración de un procedimiento para informar los problemas y actividades pendientes de cada orden de trabajo	73
CAPITULO V. HACIA UNA PROPUESTA	81
5.1. Procedimiento para el control y estandarización de órdenes con faltantes de materiales.....	81
5.2. Plan de producción	87
Conclusiones.....	92
Recomendaciones	97
Referencias	98

Definición de términos	101
Anexos	105
b. Cronograma de actividades.....	107
c. Entrevista	108

I. Introducción

El proyecto busco diseñar un procedimiento para controlar y estandarizar el proceso de fabricación de equipos, que aún no cuentan con todos los componentes para ser terminados. Sin embargo, pueden iniciar con el proceso de fabricación, adelantando algunas operaciones previas a la llegada de los materiales, que por lo regular son ensambles, pinturas, inspecciones de documentación, pruebas específicas de algunos componentes etc. Este ayudó con la notificación de incidencias o causas de retraso a cada área involucrada para la culminación de cada orden de venta en un menor tiempo, satisfaciendo las necesidades de los clientes.

Por temas de confidencialidad y permisos, se utilizó el siguiente nombre clave de “Bombas S.A. de C.V.” para mantener anónima a la empresa en cuestión en donde se desarrolló este proyecto. Esta presentó un crecimiento de un 300% en un año y medio, debido a su rentabilidad en Tlaxcala y al buen desempeño de sus trabajadores. Cuenta con diferentes plantas en todo el mundo incluyendo dos en México: una en el Estado de México y otra en el estado de Tlaxcala.

El presente trabajo de investigación está sustentado en 4 capítulos, los cuales se describen de manera breve a continuación:

En el capítulo I, se abordan los antecedentes, el marco histórico de los procesos productivos, y la evaluación de la problemática actual dentro de la empresa. En el capítulo II, se analiza el marco teórico, incluyendo los conceptos y principios básicos para la fabricación de sistemas auxiliares. En el capítulo III, se describe de manera breve la evolución del problema, desde su origen hasta la situación actual dentro de la empresa. Por último, el capítulo IV se centra en el proceso de investigación de campo, y la aplicación del método, técnicas e instrumentos para poder llevar a cabo esta investigación y mejora en el proceso.

II. Planteamiento del problema

La empresa privada en la que se buscó controlar y estandarizar las órdenes de trabajo con faltantes de componentes, maneja alrededor de 300 órdenes abiertas diariamente, de las cuales solo alrededor de 40 cuentan con todos los materiales necesarios para fabricarse en su totalidad, ya que son productos estándar. Las demás 260 órdenes presentan la falta de algún componente crítico, con un tiempo largo de entrega que aún está pendiente de llegada. Por otro lado, existen alrededor de dos a tres reclamos por día con respecto a una orden que debió haberse entregado en un menor tiempo: sin embargo, por tema de reprogramación, no se llegó al objetivo y ahora es necesaria la propuesta de alternativas para mejorar la fecha de entrega al cliente.

Para crear un nuevo sistema auxiliar, el dibujo y el “*boom de materiales*” (tabla de todos los componentes necesarios para la fabricación de un nuevo producto) deben de estar aprobados por parte del área de ingeniería. Sin embargo, muchas veces, durante este proceso, pueden pasar desapercibidos y omitidos algunos componentes (ECN’s) que, ya durante el proceso de producción, se tornan críticos e impiden continuar con la secuencia de ensamble. Estos pueden ser tornillería, placas de identificación, reguladores, válvulas, entre otros.

Si todo el proceso de diseño está 100% correcto, la compra y suministro de materias primas y componentes debería ser sencillo; sin embargo, la naturaleza del producto requiere de instrumentación con tiempos largos de entrega que impide constantemente llegar a cumplir las fechas requeridas por los clientes, o en algunas ocasiones, estos sufren de reprogramaciones por escasez en materias primas, buques y contenedores para transportación, entre otros.

Aunado a esto, no se es ajeno a los errores humanos ocasionados por la cotidianeidad del proceso, ya que puede ser posible que, durante el surtimiento de los materiales al área de producción, se encuentre que se soldó material que no correspondía al boom de materiales (NCMR’s). Debido a la criticidad del producto que se fabrica, la única solución sería volver a crearlo, y para esto se reiniciaría con el proceso de compra y suministro, que literalmente estaría retrasando de nuevo la fecha de entrega.

Como se ha visto, estos tres problemas afectan directamente la capacidad de terminar un producto debido a faltantes en componentes. Sin embargo, el último y más crítico es que, en la mayoría de las ocasiones, el tiempo de respuesta por parte de las áreas involucradas puede llegar a ser entre una semana o dos, ya que no todo el equipo sabe del problema, o también depende de la carga de trabajo de cada una, para que este dé solución o continuidad a su proceso.

Algunas ocasiones, la falta de alguno de estos componentes puede afectar solo la segunda o tercera operación, por lo que se decide avanzar con la primera. Esto lleva a generar que las órdenes de trabajo se queden detenidas en producción por falta de algún componente y que estas sean confirmadas parcialmente en el sistema en procesos posteriores, algo que antes no se veía, ya que el proceso se iniciaba hasta tener todos los materiales completamente en el almacén. Con esto, se perdía tiempo en las secuencias de despacho, ensamble, pintura y sobre todo, en curado, que se podían adelantar previo a la llegada de los últimos componentes.

La propuesta de iniciar procesos sin algunos componentes ha sido aprobada por parte de la gerencia y ha ayudado a mejorar los tiempos de entrega. Sin embargo, el control de estos es algo en lo que no se ha profundizado, ya que el actual sistema MRP (SAP) no permite visualizar la carga de trabajo que ya se ha realizado si la secuencia de despacho de materiales está confirmada parcialmente. Por ende, la carga real que está actualmente en proceso no es confiable, y con este proyecto se busca mejorar.

III. Justificación

El control de las órdenes que presentan faltantes de materiales dentro del área de producción contribuye a la comunicación de información, para que los equipos de trabajo propongan alternativas y ofrezcan una solución, así como un tiempo de entrega más corto de las órdenes de venta que el cliente solicita.

Tener un procedimiento para el análisis diario y mensual del comportamiento de las órdenes de trabajo detenidas, considerando número de orden de trabajo, orden de venta, código

de producto, responsable del cliente, causas de detención, área pendiente de dar una respuesta y fecha en que se tiene contemplada la llegada de los componentes faltantes, permite visualizar las áreas de oportunidad, así como presionar para que se obtenga una solución en un menor tiempo.

Los problemas encontrados se abordan a partir de un procedimiento que indica los pasos a seguir cuando se encuentra, ya sea un cambio de ingeniería, un material con largo tiempo de entrega, un material dañado o incluso un error en el surtimiento, todo esto con la finalidad de ofrecer un buen servicio al cliente.

De igual manera, la empresa Bombas S.A. de C.V. es una empresa a nivel global que, en el año 2023, decidió migrar al sistema MRP (Material Resourcing Planning) conocido como SAP. Este lanzamiento no incluyó asesores personalizados en cada planta, por lo que las características y funciones de este sistema se hicieron de acuerdo a una planta en Estados Unidos, provocando que varias funciones del sistema que se tenían antes se perdieran y ahora sean consideradas como nuevos lanzamientos de funciones o transacciones que llevarán mínimo dos años para verse funcionando en la planta de Tlaxcala. Esto imposibilita el control y seguimiento de cada orden cuando esta se queda parcialmente despachada, ya que el sistema SAP solo reporta la última operación completada. Y como el surtido de materiales es la primera operación que no es confirmada, todos los demás centros de trabajo pierden completamente la visibilidad de esas órdenes, quedándose varadas en el piso productivo y esperando comentarios de algún Customer Service o Ingeniero de proyectos, impactando en la métrica del WIP (Work In Process), en el cumplimiento del plan de producción y en los costos de almacenaje y oportunidad.

IV. Objetivos de la investigación

a. Objetivo General

- Diseñar un procedimiento para controlar y estandarizar las órdenes de trabajo con faltantes de componentes en el área de producción, informando los problemas o

actividades pendientes de cada departamento, para la búsqueda de alternativas y soluciones.

b. Objetivos Específicos

- Identificar las órdenes que estén en el área de producción detenidas por faltantes de componentes.
- Diseñar un plan de producción para visualizar el status actual de cada orden de producción, que incluya la ubicación actual y las acciones pendientes para el cierre de las mismas. Este deberá complementar el procedimiento para control y estandarización.

V. Preguntas de investigación

¿Qué herramienta puede ayudar a visualizar la situación y ubicación actual de cada orden de trabajo con faltantes de componentes?

¿Con el establecimiento de un procedimiento para control y estandarización de órdenes con faltantes de materiales, es posible gestionar de una manera más eficaz el proceso de las mismas?

VI. Hipótesis

El diseño de un procedimiento de control y estandarización de órdenes de trabajo con faltantes de componentes, permitirá informar el estado actual y las acciones pendientes a cada departamento involucrado que están afectando la entrega. Y así, fomentar la búsqueda de alternativas y soluciones que mejoren el tiempo de entrega al cliente final.

VII. Variables

Variable dependiente: órdenes con mayor tiempo en WIP, cumplimiento al plan de producción.

Variables independientes: órdenes de producción con faltantes de componentes.

VIII. Diseño Metodológico

La presente investigación utiliza un método descriptivo con un enfoque cualitativo del tipo “estudio de caso” en una empresa privada ubicada en el estado de Tlaxcala. Se dedica a la fabricación de sistemas auxiliares, sin embargo, tenía problemas para controlar y estandarizar las órdenes con faltantes de materiales.

Se inició con la detección de datos críticos y funcionales para el proceso de fabricación de un material, considerando la orden de producción, orden de venta, responsable del cliente, problema por lo que está detenida, comentarios de las áreas involucradas, tiempo detenido y fecha propuesta para la culminación de la orden, entre otros.

Estos datos se recolectaron a partir de encuestas anónimas y sesiones de grupo realizadas a los trabajadores de dicha compañía, a través de la observación directa del proceso y documentos internos.

Una vez obtenidos estos datos, se expresaron de manera gráfica en un archivo Excel y en el programa Power BI, para que todo el equipo pudiera visualizarlos diariamente. Buscando informar a todas las áreas involucradas las actividades pendientes que se tienen para el análisis de soluciones y mejora en el servicio al cliente.

Las fuentes de investigación adicionales que se utilizaron son libros, documentos, páginas web y procedimientos internos de la compañía, que sembraron las bases para poder construir y desarrollar este proyecto.

IX. Alcances y limitaciones

El alcance de esta investigación fue desarrollar un procedimiento que sirvió para el control y estandarización de órdenes de producción con faltantes de materiales para su fabricación. Este se entregó al gerente de operaciones, para su consideración, y de él dependerá el uso del mismo y la puesta en práctica dentro del área de producción para los años siguientes.

Este procedimiento incluyó el paso a paso de cómo gestionar una orden, desde la solicitud de impresión de la misma con faltantes de materiales hasta el seguimiento que se le debe dar durante el proceso de producción. De igual manera, se anexó el plan de producción, que incluye el nombre de los departamentos responsables de cada actividad y las fechas compromiso de entrega al cliente, para promover el sentido de urgencia en cada persona.

Aplica solo para la empresa privada ubicada en Tlaxcala, ya que se enfoca específicamente en el producto que estos venden en el mercado y en los problemas que presentan para la fabricación. Cuando se terminó el desarrollo del reporte en el programa de Excel, la siguiente fase fue llevarlo a pantallas digitales dentro del área productiva y administrativa.

La limitación que se tiene actualmente es que para descargar la información que alimenta el reporte de órdenes en Excel y Power BI, se debe hacer de manera manual tres veces al día, ya que no se consiguió que los reportes se descargaran de manera automática al no tener un servidor en la nube que permitiera el almacenaje seguro de esa información. Además, la misma gente que da soporte al programa de SAP lo consideró como un riesgo de seguridad y filtración de información.

De igual manera, se tienen que actualizar campos en el reporte de manera manual, como son los listados de prioridades y los centros de trabajo en los que están las órdenes parcialmente despachadas, objetos de estudio de esta investigación. Esto se debe a que el sistema SAP sigue sin mostrar el último centro de trabajo activo; en su lugar, muestra el último centro de trabajo

confirmado completo. Esto puede llevar a errores en el reporte, ya que, al momento de sobrescribir los datos, esta información no se actualiza automáticamente y puede quedarse con información incorrecta o desactualizada.

El desarrollo en SAP para que esto esté solucionado está pendiente de aprobación, y este puede demorar un año como mínimo, ya que la empresa está desarrollando migraciones a otros softwares y el de SAP, por el momento, no es prioridad.

CAPITULO I. ADMINISTRACIÓN EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Una empresa busca mejorar todos los días sus procesos para ser más eficaz, productiva y competitiva dentro del mercado. Para ello, gestionar de manera eficiente los recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos con los que cuenta es de suma importancia para alcanzar los objetivos de venta y costo que se plantea de manera estratégica, año con año.

1.1 Administración

La administración es la ciencia encargada de buscar el rendimiento y funcionamiento más eficiente y productivo en las organizaciones. El término tiene su origen en el idioma latín: *ad-ministrare* (“servir”) o *ad manus trahere* (“manejar” o “gestionar”) (Araya, 2015). Un recurso, por otra parte, es un medio de cualquier clase (tangible o intangible) que es transformado y utilizado para contribuir a lograr una meta u objetivo.

La administración de la producción se remonta a muchos años atrás, ya que, a través de los años, el nombre ha ido evolucionando. Sin embargo, el concepto principal se ha mantenido: entre los nombres se encuentra administración industrial, administración científica, administración de producción, administración de operaciones, gestión de operaciones, etc.

El concepto de administración industrial inicia en el siglo XVIII con Adam Smith. Su enfoque en las ventajas de la división y especialización del trabajo arrojaría volúmenes de producción altos a un menor costo y con una mayor eficiencia de máquinas y personas a través de tareas repetitivas. Al mismo tiempo, otros administradores e ingenieros generaron grandes inventos que, en esa época, eran difíciles de creer y que abrían oportunidades para ocupar al personal especializado en su operación, como la máquina de vapor, la de hilar, los primeros sistemas de riego, sistemas en masa, entre otros. Adam Smith destaca tres factores en la división del trabajo: (Chase, 2009)

1. La especialización desarrolla habilidades: cuando un operador realiza una tarea de manera constante y repetida por un largo periodo de tiempo, desarrollará habilidades prácticas para llevar a cabo esa actividad. Puede incluso encontrar mejoras en el proceso, y mejorar su productividad aumentando a una producción en masa de un artículo.
2. Ahorro de tiempo entre una actividad y otra: busca fabricar el mayor número posible de piezas antes de hacer un cambio y prepararse para otra actividad. Esto evita tiempos perdidos y maximiza el tiempo en que se está produciendo un bien.
3. Diseño de dispositivos, herramientas y maquinaria cuando se especializan las actividades: crear y utilizar herramientas especializadas para cada trabajo en particular, instalar dispositivos que eviten los errores humanos y que contribuyan a realizar una tarea más rápidamente, con el fin de ahorrar tiempo en cada tarea y aumentar su productividad.

A partir de este momento, se reducen significativamente los comercios en casas y se migra a trabajar en empresas o establecimientos en donde se podían instalar los equipos correctos y entrenar a las personas en cada actividad.

Al inicio del siglo XX, aparece el padre de la administración científica, Frederick W. Taylor, un puritano exigente ante la ineficiencia de los trabajadores. Inició con un trabajo de maquinista en 1875 y posteriormente, fue ascendido. Siempre creyó que la producción podía ser mejor; él deseaba mejorar las técnicas de trabajo utilizando el método científico y contemplando al factor humano. En 1911, con su publicación “Los principios de la administración científica”, se convierte en el primer autor de un estudio administrativo con el objetivo de definir “la mejor forma” de hacer las cosas.

El método científico se basa principalmente en la observación y medición. Con la teoría de Frederick W. Taylor, Henry L. Gantt, Frank y Lillian Gilbreth, se inventa el conjunto de principios y técnicas de trabajo con enfoque científico que se incrementan entre los años treinta y sesenta, donde cambia el nombre a “la administración de la producción” y que trajeron eficiencia y productividad en la economía de las organizaciones industriales. En este período,

los contemporáneos del momento generaron varias técnicas para la gestión y uso de los recursos humanos.

Se inicia con la eliminación de desperdicios, incluyendo tiempos muertos; el aumento de eficiencia; el estudio de tiempos y movimientos; la planeación y asignación de actividades; los primeros lotes en masa; los gráficos de control; la motivación del trabajador en torno a su ambiente laboral; las relaciones humanas; los conceptos de salario; el proceso directivo y gerencial; el punto de equilibrio de recursos; los muestreos de cómo se realiza una tarea; la programación lineal de procesos productivos; las gráficas de control estadístico; el método simplex para la asignación de recursos, entre otras.

Las técnicas que desarrollaron para poner en práctica su filosofía se centran en cuatro en particular:

1. Principio de planeación: analizar las tareas y hacerlas a través de métodos.
2. Principio de preparación: seleccionar a los trabajadores de acuerdo a sus aptitudes, generar planes de entrenamiento para que produzcan más y mejor, de acuerdo a un método.
3. Principio de ejecución: preparar a los trabajadores para que realicen procesos estandarizados.
4. Principio de control: monitorear que el proceso se realice de acuerdo al método garantizando su eficacia.

Estas técnicas aún se siguen utilizando en diferentes métodos de planeación y control de operaciones por las organizaciones industriales, buscando reducir al mínimo la improvisación y el empirismo.

Después de la Segunda Guerra Mundial, aparecen otras técnicas científicas y desarrollos técnicos que optimizaron aún más los sistemas de producción, como la planeación y control de proyectos (PERT), ruta crítica (CPM), técnicas de pronósticos, simulación, robótica, informática, entre otras. (Chase, 2009)

En los años setenta, aparece por primera vez el término “administración de operaciones”, como consecuencia de cambios en la economía y el mercado del sector industrial y de servicios. Las actividades de producción se consideraban estrategias de política organizacional.

Durante este siglo XX y XXI, los esfuerzos se centran en:

- Crear y aplicar técnicas administrativas en cada proceso productivo y de servicios de una manera eficiente, con calidad, en un mundo competitivo evitando un daño al medio ambiente.
- Disminuir el tamaño de las organizaciones industriales, dividiendo las operaciones del proceso productivo y tercerizando estas con otros fabricantes que lleven un proceso estandarizado y más barato.
- Constituir y apoyar a pequeñas empresas para que ofrezcan sus servicios de transformación, ensamble, y acabado de algunas piezas que el proveedor final requiera.
- Desarrollar y compartir al sector servicio técnicas que aumenten la productividad y las utilidades de la compañía.
- Inicia la importancia del factor humano; Robert Owen considera que el dinero gastado en capacitar a los trabajadores era una inversión inteligente.
- Hugo Munsterberg propuso la aplicación de pruebas psicológicas para la selección de personal operativo.
- Henry Ford introduce por primera vez las líneas productivas en serie.

1.2 Lean Manufacturing

“*Lean Manufacturing*”, que se traduce al español como Manufactura esbelta, es una metodología implementada por la empresa Toyota a partir del siglo XIX, cuyo objetivo era aplicar mejoras en cada uno de sus procesos. Sakichi Toyoda fue el impulsor y creador de muchos de los términos que se conocen aun en las industrias.

Entre sus muchas aportaciones están:

- Instrumentos de detección de errores humanos y generar alertas.
- Paros de líneas cuando los productos eran defectuosos.
- Los operarios podían controlar varias líneas a la vez para aumentar la productividad.

Kiichiro Toyoda desarrolló esta filosofía también, y apostó por crear una “situación ideal de creación, donde máquinas, instalaciones y personas trabajan juntos para añadir valor, sin generar desperdicios”. (ProgressaLean, 2015)

Kiichiro también introdujo metodologías como el “Just in time (JIT)” y técnicas para reducir y eliminar los desperdicios que generaban las operaciones, considerando desperdicios de tiempo, materias primas, maquinarias, etc. (ProgressaLean, 2015)

Eiji Toyoda aumento la productividad de cada trabajador con su metodología de solo fabricar productos con demanda (TPS) y reducción de tiempos de cambio de herramientas (Sistema SMED). (ProgressaLean, 2015)

La expansión al resto del mundo se dio en los 90s con una publicación de Wornak, Jones y Roos titulada “La máquina que cambió el mundo”, en estas se explicaba el modelo de cambio que buscaba combinar eficiencia, flexibilidad y calidad con los sistemas JIT y TPS. (ProgressaLean, 2015)

Actualmente las empresas buscan fabricar en mayores cantidades, a un menor costo y con una utilidad esperada alta. Durante los últimos años, un enfoque más se ha sumado: “el enfoque ambiental”. Este enfoque busca reducir el impacto que generan las empresas manufactureras, incluyendo campañas de reforestación, limpieza de ríos, segregación correcta de materiales contaminantes y de recursos sobrantes de cada uno de sus procesos.

1.3 Antecedentes nacional y local en donde se encuentra la empresa

Centrando este crecimiento de la administración y enfocándose específicamente en el estado de Tlaxcala, que es donde se desarrolló este proyecto, se aprecia que desde el siglo XIX, la influencia y crecimiento industrial se debió a la excelente ubicación de este estado, colindando al noroeste con el estado de Hidalgo, al norte, sur y este con el estado de Puebla y al oeste con el Estado de México.

Cuenta con una superficie de 4,060.93 kilómetros, lo cual representa 0.2% del territorio nacional. (Rendón, 1996). Su crecimiento inicial fue a través de la venta y producción de pulque, textiles y productos agrícolas. En 1857, Tlaxcala se confirma oficialmente como un estado libre y soberano, tomando la región de Calpulalpan, que anteriormente pertenecía al Estado de México.

Tlaxcala era un estado considerado como en constante crisis, ya que no contaba con suficiente agua, cambios climáticos extremos que imposibilitaban la siembra y cosecha, era políticamente inestable, no tenía buenas inversiones en infraestructura y sus deudas incrementaban en un 15% cada año. Sin embargo, la buena relación entre el presidente Próspero Cahuantzi y Porfirio Díaz, la influencia de ciudades como Puebla, México e Hidalgo, y la relativa cercanía del puerto de Veracruz, así como la mano de obra y el recurso agua del Zahuapan-Atoyac en los valles de Nativitas y Panotla, ayudaron para el desarrollo e inversión de la industria pulquera y textil.

Durante 1910 a 1930, existió una recesión debido a los conflictos políticos ocasionados por la revolución industrial. En 1937, se inicia con la idea de transformar el estado rural a uno más industrializado, pero el apoyo monetario no se tenía. (Zapata, 2010)

Los proyectos de modernización que tuvo son los siguientes:

- Tren (ruta México-Apizaco): En 1869, se amplió la ruta férrea del tren México-Apizaco que conectaba México y Veracruz, lo que amplió la actividad, pulquera, textilera y trigueras.
- Energía eléctrica: En 1906, el estado aún se iluminaba con mecheros de petróleo: sin embargo, en 1908, esta entidad fue de las primeras en utilizar energía eléctrica a través del río Zahuapan. La inversión fue realizada a través de las fábricas de hilado y tejidos “La Estrella”.
- Redes de carreteras: En 1956, se inicia con la construcción de redes de carreteras que vinculaban al estado con sus vecinos Puebla, Estado de México e Hidalgo.

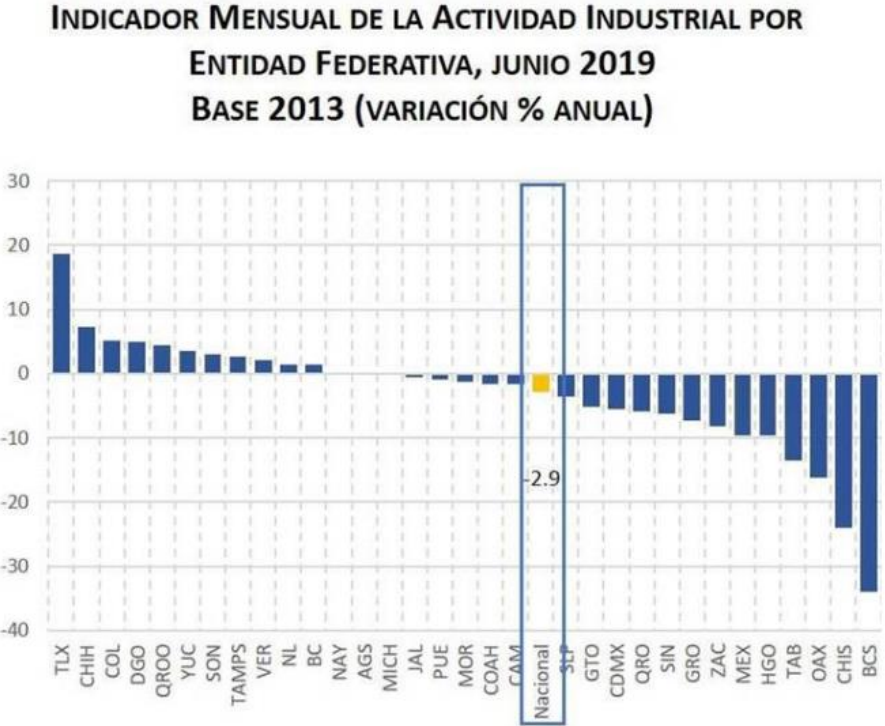
Continuando con el crecimiento industrial de Tlaxcala, su importante localización dentro del estado y su cercanía con los puertos ha sido de sumo interés para los inversionistas. En 2017, se contabilizaron 287 empresas, donde los sectores predominantes eran automotriz, autopartes, textil, turismo, agroindustrias, plástico, manufactura, metalmecánica y químico-farmacéutico. (Campa, 2017)

En infraestructura, Tlaxcala ya para este año registro 11 parques industriales, que son los siguientes:

1. Ciudad Industrial Xicohtécatl I Tetla
2. Ciudad Industrial Xicohtécatl II Huamantla
3. Ciudad Industrial Xicohtécatl III Tlaxco
4. Corredor Industrial Malinche
5. Corredor Industrial Apizaco – Xalostoc – Huamantla
6. Corredor Industrial Panzacola
7. Parque Industrial Xiloxotla
8. Parque Industrial Ixtacuixtla
9. Parque Industrial Calpulalapan
10. Zona Industrial Atlangatepec
11. Zona Industrial Velazco

En 2019, el incremento en el indicador mensual de actividad industrial anunciado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) fue de 12.7 y 18.7 por ciento al cierre de mayo, lo que colocó a Tlaxcala en primer lugar en la lista de estados con mayor crecimiento en este rubro.

Figura 1
Actividad Industrial por Entidad Federativa (IMAIEF) 2019.



Nota. Adaptado de INEGI [Fotografía], por Indicador Mensual de la Actividad Industrial por Entidad Federativa (IMAIEF), 2023, (<https://www.inegi.org.mx/programas/aief/2013/>)

De esta manera, la Administración Estatal mantiene la tendencia sostenida de crecimiento, que se refleja en la consolidación de Tlaxcala en los primeros lugares a nivel nacional en generación de empleo formal, reducción de la pobreza extrema y crecimiento económico. (El Sol De Tlaxcala, 2019)

CAPITULO II. CONCEPTOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

En el presente capítulo se abordaron los conceptos y principios básicos necesarios para la comprensión del proyecto y la fabricación de sistemas auxiliares. Es importante comenzar con la definición de administración, procesos y productos, para después hablar de los tres pilares que sustentan y permiten el proceso de manufactura de órdenes de trabajo. Además, se habla del indicador WIP, por sus siglas en inglés “Work in Process”, que significa “Material en proceso” y mide los días en que una orden está en proceso; y OTD, por sus siglas en inglés “On Time Delivery”, que significa “Entrega a tiempo” y mide la eficiencia del tiempo de entrega, con la finalidad de aumentar la productividad y confiabilidad con el cliente.

2.1 Administración de procesos

La administración de recursos comprende el manejo eficiente de recursos que pueden ser tangibles o intangibles, en busca de la satisfacción de los interesados. Es importante tener en cuenta que los medios son finitos y tienen que servir para satisfacer necesidades infinitas; por lo tanto, la gestión de los recursos resulta clave para el éxito de una organización.

Los recursos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Financieros:** todos los recursos de tipo monetario que son fundamentales para el desarrollo de una empresa. Estos pueden ser de dos clases: propios, como el dinero en efectivo y las acciones; o ajenos, como los bonos, los créditos que otorgan los bancos o las diversas modalidades de préstamos.
- **Materiales:** todos aquellos bienes, de tipo tangible, que posee la entidad y que son los que le permiten prestar los servicios que realiza. Se encuentran los relativos a las instalaciones (almacenes, oficinas, herramienta, maquinaria, etc.), así, como las materias primas, y los productos ya elaborados.

- Técnicos: son recursos como patentes, marcas, sistemas de producción, mecanismos de ventas y procesos personalizados de la planta, que brindan la particularidad a una compañía y hacen que se posicione en la preferencia del cliente.
- Humanos: conjunto de empleados de una empresa. Las personas encargadas del reclutamiento deben tener en cuenta muchos aspectos relativos para elegir a un candidato idóneo, como pueden ser las habilidades, las ideas, los conocimientos, las necesidades, el desarrollo, los sentimientos, la experiencia, las cargas, etc. (Pérez P., 2010)

Cada día, las empresas buscan maximizar sus recursos para poder cubrir con los requerimientos de sus clientes y así ofrecer un buen precio y servicio. La administración de la producción juega un papel importante en esto.

La administración de la producción es el área que se encarga de la dirección (planeación, organización, control) y análisis de los procesos de transformación de diversos tipos de insumos en productos o servicios. Todas estas contribuciones, a lo largo del tiempo, siguen favoreciendo la buena administración de los procesos, y a la fecha, las actividades de producción están integradas en las estrategias y políticas de las empresas, siendo estas un factor clave para alcanzar los objetivos planteados por la misma.

Un sistema, entre las definiciones más generales, se encuentra que es “un conjunto de objetos unidos por alguna forma de interacción e interdependencia constantes” (Everett, 2012).

Los sistemas tienen la gran clasificación de ser abiertos y cerrados. Los sistemas abiertos hacen énfasis en el intercambio de información con el medio que los rodea; sin embargo, los sistemas cerrados no presentan este intercambio, por lo que pueden ser considerados como herméticos. Para Kast y Rosenzweig (1972), es preferible pensar en un enfoque abierto-cerrado en los sistemas, es decir, que los sistemas son relativamente abiertos y relativamente cerrados.

Todo sistema cuenta con algunos elementos o componentes básicos; entre los más importantes están: entorno, entrada o insumo, procesamiento o transformación, salida, resultado

o producto, retroinformación, ambiente y límites. La importancia de cada uno de ellos es que, dependiendo del sistema en estudio, habrá que identificar cada uno de estos elementos para comprender sus límites y alcances, y así poder aplicar controles, conociendo sus funciones y sus principales interrelaciones.

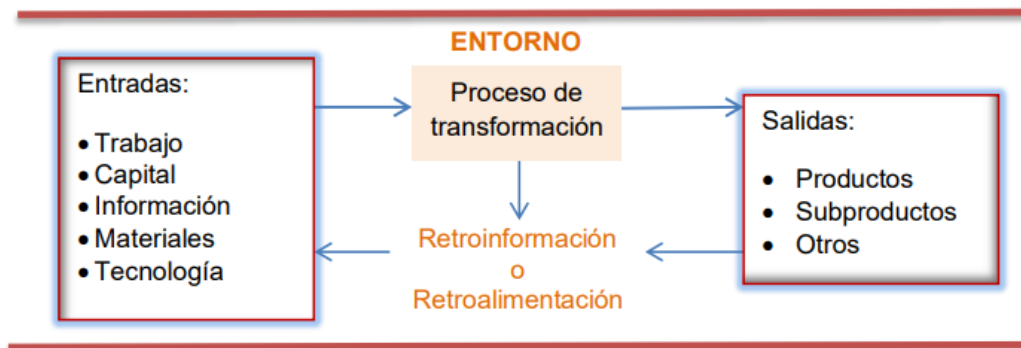
Una empresa, como sistema, es una entidad vista como un todo; es una estructura dinámica de personas, objetos y procedimientos organizados para el propósito de lograr ciertas funciones. Se centra en la limitación de responsabilidades para cada departamento, incluyendo lo que deben hacer, los resultados que deben entregar y su función para agregar valor dentro de la cadena de venta.

Fernández (2003) considera la producción como un sistema abierto, como un todo unitario organizado, formado por dos o más partes interrelacionadas y delimitadas por una frontera identificable de su entorno, con el que interactúa de forma permanente intercambiando información y productos para lograr una misión determinada.

La figura 2, muestra los componentes básicos de un sistema productivo, partiendo de los elementos fundamentales de cualquier sistema.

Figura 2

El sistema productivo



Nota. Adaptado de *Estrategia de producción*, por Fernandez, E. & Avella, L. & Fernández, M., 2003, McGraw-Hill Education.

Se pueden considerar tres recursos fundamentales de un sistema:

1. Creativos: Son parte de la ingeniería de diseño, permite configurar mejores productos con la máxima economía y eficacia.
2. Elementales: Son utilizados directamente en la transformación. (trabajo, capital, información, materiales y tecnología).
3. Directivos: Se concentra en la gestión del proceso productivo, para garantizar el buen funcionamiento de éste.

En resumen, la administración de la producción se relaciona con diferentes sistemas de la empresa, siendo en el proceso productivo donde se aplican mayormente las técnicas. Sin embargo, desde un enfoque macro, todos los departamentos de la empresa forman un sistema, y todos, de una manera u otra, comparten actividades que dependen de que se realicen bien en un departamento para que el otro departamento pueda llevarlas a cabo con mejor calidad.

De igual manera, se encarga de la planeación de la distribución de los insumos, la asignación de trabajadores en base a su perfil, la utilización de materiales y suministros que se utilizarán, así como las máquinas, herramientas y tecnología a emplearse en la elaboración del producto. También incluye guías, métodos de producción, etcétera. Además, todas las actividades de la producción deben ser analizadas y controladas.

La administración de producción presenta aplicaciones nuevas debido a la gran innovación de productos que, día con día, se van actualizando. Por esto, requieren nuevas formas de control, de planeación, de tecnología para su producción, etcétera.

Otro de los aspectos que se deben tomar en cuenta en las tendencias es la globalización, la tecnología y el internet, ya que ayudan a considerar proveedores y/o distribuidores a precios más competitivos. Esto hace que el trabajo de la administración de la producción sea más amplio, y que deba explotar estos recursos, aprovechando esa información y adaptándola a las necesidades que requiere la producción de su bien.

Por tanto, el uso inteligente de la tecnología de información permitirá descartar estratos completos de funciones ineficientes orientadas al cliente que existen en el interior de las empresas, derivando en enormes reducciones de costo, al mismo tiempo que, de hecho, se mejora el servicio al cliente.

Un reto importante de la administración de la producción es personalizar el producto, lo que implica una participación más cercana con el cliente y adaptar procesos productivos ya establecidos. Sin embargo, estas son necesidades actuales que se deben cubrir, sobre todo por la competencia existente y para estar a la altura del mercado.

En estos tiempos, la administración de la producción demanda, o se da el lujo de elegir, que sus materias primas cuenten con alguna norma de control o que cumplan con sus especificaciones. Por eso, ya la calidad, no es un tema de grandes industrias o de empresas transnacionales; sino que, cualquier negocio pequeño, mediano e incluso micro, toma en cuenta esta característica, que hará la diferencia en determinado momento, en el cual el cliente sepa identificar su presencia o su ausencia.

2.1.1 Productos

Un producto es algo que puede ofrecerse a un mercado con la finalidad de que se le preste atención, se adquiera, utilice o consuma, con el objeto de satisfacer un deseo o una necesidad (Fernández, 2003). Así mismo, el producto es algo vendido por una empresa a sus clientes (Ulrich, 2009).

Si bien el producto puede ser tangible como una pelota, e intangible como un servicio en un banco, ambos casos se consideran productos y una empresa deberá interesarse en mejoras e innovaciones tanto a uno como al otro. El análisis del producto, enfocándose hacia la mejora, acarrea procesos más delgados y organizados; que son percibidos por los clientes beneficiando de igual manera a los trabajadores internos como al dueño.

Cada producto se maneja de una manera distinta, por lo que sus procesos de producción son particulares por su misma naturaleza. En algunos casos, por ejemplo, la calidad alimenticia no aplicará; en otros, la especialización será más exigente. En algunos procesos productivos, se enfocará más en su color que en su forma u otro calificativo. Eso hace comprender la importancia de conocer los atributos especiales de cada producto para poder producir de manera eficiente.

El desarrollo de productos es una actividad interdisciplinaria que requiere de la colaboración de casi todos los departamentos de una empresa, siendo tres los esenciales: mercadotecnia, diseño y producción. La primera sirve de mediadora entre la empresa y sus clientes, identifica oportunidades de productos, necesidades de clientes y supervisa el lanzamiento y promoción del producto. Por su parte, el diseño define la forma física del producto; muchas veces se involucran con los clientes finales para recabar información acerca de atributos que al usuario le interesan. Por supuesto, para el diseño final participa personal de distintas disciplinas que completan con sus conocimientos el producto final. Producción se encarga de cómo se va a producir.

Con esto se comprueba que las empresas siempre buscaran entregar al menor tiempo posible para poder seguir manteniéndose en el mercado. Bombas S.A. de C.V. no es la excepción; por ello, en varias ocasiones toma la decisión de procesar equipos aun cuando no tiene todos los componentes en stock, ya que puede avanzar en procesos como pintura, curado, ensamble, soldadura, etc. Este proceso no es muy rentable, ya que los productos se quedan detenidos en el piso productivo, ocupando el espacio de otras órdenes que pueden ser terminadas y vendidas en un menor tiempo. Con este proceso se busca reducir tiempos de fabricación; sin embargo, existe el riesgo de generar gastos en almacenaje y retrasos de tiempo para otras órdenes. Aun así, la urgencia de entrega de algunas órdenes es tan grande que se toma la decisión de empezar la fabricación.

2.1.2 Procesos productivos

Los procesos productivos son conjuntos de operaciones destinadas a transformar los insumos económicos, como mano de obra, tierra, capital y tecnología en productos y servicios destinados a los consumidores. (Munárriz, 2022)

Su objetivo principal es cubrir la demanda de los clientes generando una cantidad determinada de productos dentro de un periodo establecido, de manera que se satisfagan las necesidades del consumidor. Además, se espera que el valor de los insumos de entrada sea menor al valor de los insumos de salida.

Con el transcurso de los años, el avance tecnológico y los cambios sociales han impactado este proceso, ya que los mercados y clientes se han vuelto más exigentes en cuanto a tiempos de entrega, calidad y rendimiento del producto. Esto ha llevado a una evolución constante en los métodos de producción para mantener la competitividad de las empresas en el mercado.

Antes de la Revolución Industrial, la fabricación de productos era artesanal, con una sola persona encargándose de todo el proceso. Sin embargo, a partir de 1750, durante la Revolución Industrial, la demanda de productos aumentó drásticamente, lo que impulsó la implementación de maquinaria y dio lugar a la aparición de las primeras empresas. A pesar de esto, su nivel de servicio seguía siendo lento y no contaban con la capacidad necesaria para fabricar a gran escala. (Munárriz, 2022)

En 1980, Frederick Taylor propone la idea de la fabricación de productos en serie, buscando optimar la producción. Esta idea fue aplicada por Henry Ford en 1913 en el sector automotriz. (Munárriz, 2022)

En 1945, el sistema de producción Toyota apareció con el objetivo de reducir al máximo el desperdicio de materiales, tiempo, mano de obra, recursos, etc., mejorar los procesos y producir la cantidad justa al momento adecuado. (Ohno, 1991)

Un sistema de producción de bienes o de servicios es el proceso de conversión por medio del cual los insumos (entradas o inputs) se transforman en productos o servicios (salidas u outputs), que son útiles para los clientes o usuarios.

Los sistemas de producción, tanto de bienes como de servicios, se clasifican en continuos e intermitentes.

- Sistema de producción continua: El diseño del producto determina la secuencia de actividades para su fabricación. La producción es en gran escala, se manejan productos estándar, y las instalaciones se adaptan a horarios y flujos de operación definidos y no interrumpidos. La transportación de los materiales se realiza a lo largo de la línea de producción en movimiento.

Los obreros, especializados y semiespecializados, son empleados generalmente en este tipo de sistemas, donde se utiliza maquinaria de transferencia automática, equipo de

trayectoria fija para el manejo de materiales o equipos que se utilizan para mover cargas uniformes. Normalmente, funcionan por gravedad o por motor, como bandas, mesas, toboganes y transportadores de rodillos, etc.

En consecuencia, los costos son relativamente bajos, porque la materia prima se almacena durante un tiempo corto y los inventarios se mueven con más rapidez.

- Sistema de producción intermitente: Se caracteriza por lotes de fabricación. En estos casos, se trabaja con un lote determinado de productos que se limita a un nivel de producción, seguido por otro lote de un producto diferente. En este tipo de sistemas, la empresa generalmente fabrica una gran variedad de productos; asimismo, la secuencia del proceso de los trabajos debe estar ordenada para que no se empalmen los productos.

Se produce variedad uno a la vez (por lo general, en los talleres). Los volúmenes de venta y lotes de fabricación son pequeños en relación con la producción total. Se utiliza equipo de trayectoria variable para el manejo de materiales, ya que, como se fabrican varios productos, debe existir mucha flexibilidad en el sistema. Es indispensable contar con equipo movable para el manejo de materiales, tales como carretillas, cajas de herramientas, montacargas, grúas, plataformas y maquinaria de propósito general, como taladros, fresadoras, formadores, esmeriladoras y maquinaria con mayor flexibilidad.

El costo de la mano de obra especializada es relativamente alto y en consecuencia, los costos de producción son más altos que en un sistema de producción continua.

La producción por proyecto se ocupa de obtener productos únicos, generalmente complejos, porque se atiende al pie de la letra lo que el cliente le pide. El flujo de proceso es estático; los productos son generalmente difíciles y si el cliente lo desea, puede haber cambios en el mismo proceso. Al ser personalizados, aumenta el costo, pues los trabajadores son especializados, utilizando maquinaria de uso general y específica en algunas tareas. Se caracteriza por fabricar a alto costo y usar trabajadores especializados.

El trabajo de taller, también conocido como producción artesanal, utiliza herramientas manuales y trabajadores especializados en su oficio. Se hacen muchos productos diferentes y poca producción. Cada trabajador utiliza poco el equipo de su proceso. Cuando existen máquinas que se tienen que compartir por varios trabajadores, es difícil llevar un control de las mismas, de acuerdo al avance de los trabajadores. Aquí se encuentran actividades que requieren prototipos o encargos.

En la producción por lote, se fabrican variedad de productos y volúmenes. Es multipropósito y tiene la flexibilidad para todo tipo de productos. Tiene mayor producción y uniformidad que la artesanal. Costos fijos bajos y costos variables altos. Estructura orgánica y liderazgo profesional. La producción por lotes resulta la alternativa más adecuada cuando al producto le falta estandarización o cuando el volumen de producción es bajo.

La producción en línea de ensamble es un flujo de productos secuencial en línea recta. Utiliza máquinas especializadas y puestos de trabajo poco calificados. Los costos fijos son elevados, mientras que los costos variables son bajos. Se realiza la fabricación con gran volumen de un producto estandarizado, con liderazgo controlador y una división marcada del trabajo.

Por último, la producción de flujo continuo requiere de un mayor volumen de producción, con trabajadores bastante calificados y especializados. Tiene estructura y liderazgo profesional, así como costos fijos y variables altos. Los materiales y productos se producen en flujos continuos sin fin, con productos estandarizados. Se invierte mucho dinero y se utiliza la automatización normalmente.

Identificar el flujo de proceso del sistema empresa arroja información necesaria para tomar decisiones acerca de seleccionar el proceso más adecuado según el volumen de producción o la forma de producir, adaptar el proceso a los requerimientos

estratégicos de personal, estructura, análisis de costos fijos y variables, y evaluar la automatización y los procesos de alta tecnología.

2.1.3 Elementos básicos del proceso productivo

Los elementos básicos del proceso de producción son factores que contribuyen directamente al sistema. Estos se deben controlar desde el inicio del proceso para que la interrelación de todos estos sea la eficiente (materia prima, mano de obra, método de trabajo, máquinas, medio ambiente). El cuidado de la elección de todos ellos en conjunto impacta en la productividad. A continuación, se describen cada uno de ellos.

- **Mano de Obra:** es un conjunto de individuos y el factor más importante que convierte la idea y el diseño en un producto final. Esta puede ser, directa o indirecta, operaria, técnica y/o profesional. Por lo tanto, es necesario que el departamento de Recursos Humanos invierta el tiempo y los recursos para encontrar a las personas más calificadas, logrando así los objetivos de la elaboración del producto y el uso de maquinaria o tecnología, en caso de que el proceso productivo la contemple.
- **Materiales:** son los insumos, productos en proceso, o terminados y los desperdicios. También se pueden clasificar como materias primas, suministros, partes, artículos semiterminados, indirectos, etc. Hay que tomar en cuenta características físicas y químicas con la finalidad de manipulación, almacenamiento y otros que se presenten. Y al igual que en todos los elementos básicos del proceso productivo hay que determinar los costos de los materiales en cualquier parte del mismo donde intervengan.
Determinar cada tipo de proveedor para cada tipo de necesidad es lo ideal; no modificar las características esenciales de las materias primas, porque una variación puede cambiar el resultado del producto que se espera tener, en base a rasgos programados con anterioridad.
- **Medio Ambiente:** se refiere al ambiente de trabajo o clima organizacional. Cuidar el ambiente de la empresa, la temperatura según el trabajo que se realice a través de aparatos indicados, generar una ventilación que equilibre oxígeno adecuado en el área

de trabajo. Así mismo, es importante cuidar la salud de los empleados con una iluminación adecuada para diferentes esfuerzos visuales que exija la actividad y otras variables ambientales que también influyen en la productividad al reducir riesgos de enfermedades.

Aparte de estos factores, que se pueden resolver con equipos adecuados y dispositivos de seguridad industrial, existe también el aspecto del clima organizacional. Este es fundamental para que el medio ambiente de trabajo sea el adecuado para el rendimiento, minimizando la rotación de personal y asegurando que los empleados se sientan a gusto trabajando. Se debe generar un buen ambiente donde los trabajadores, además de recibir una retribución económica, disfruten convivir con su familia laboral. Estos factores, bien controlados, permiten que el trabajador aporte no solo su mano de obra, sino también su mente de obra.

- Maquinaria: teniendo en cuenta el tipo de proceso de la producción, hay que tomar en cuenta el tipo de máquinas de propósito general o especializadas, que se requieren. También es importante determinar el número de máquinas de acuerdo a lo que se desee y planea producir, dispositivos y los requerimientos de suministros para su funcionamiento: vapor, agua, aire comprimido, desagües, conexiones de electricidad y otras condiciones especiales requeridas.

Las máquinas, equipos generales son apropiados cuando el volumen de cualquier producto individual es relativamente bajo, o cuando las corridas de producción son cortas. La automatización y las diferentes máquinas controladas por computadora son casos de equipo especializado, se usan cuando es un alto volumen y periodos largos de producción para poder pagar su inversión.

El estudio de las necesidades en el proceso productivo, es esencial para la administración de la producción. Desde aquí se definen qué máquinas se necesitan y se programan sus mantenimientos, todo eso implica gastos y tiempos dedicados a la maquinaria periódicamente. También hay que incluir en la decisión de adquirir una máquina, los gastos de implementos o refacciones que se ocuparan. Para que la adquisición de maquinaria sea adecuada hay que tomar en cuenta cuál es la producción

planeada, las ventas que se están proyectando, lugar de trabajo, tiempo de vida de las mismas, el mantenimiento de ellas y otras de interés hay que asegurar que la adquisición va a permitir mejoras a la empresa.

- Método de trabajo: procedimientos que se utilizan en las actividades de producción, la forma en que se hace, si van a producir algo con tecnología o no, como será el proceso, los materiales que usarán, etc.
- Secuencias de trabajo: pasos a seguir de un proceso para poder fabricar un producto terminado.

2.2 Recepción de órdenes de compra del cliente

Los negocios existen con la finalidad de obtener un beneficio; sin este, una empresa no tendría oportunidad de crecer ni competir con su competencia en el mercado.

Una empresa tiene como objetivo “*Hacer más con menos*”. Esto involucra usar de la mejor manera los recursos con los que dispone para obtener los resultados esperados. En la actualidad, es indispensable el uso de técnicas y proyectos robustos que ayuden a brindarle un buen servicio a cada cliente que toque sus puertas.

La demanda de los bienes por parte de los clientes permite tener ingresos que ayuden a sostener a las empresas durante largos periodos de tiempo. Estas inician con la recepción de órdenes de compra, que posteriormente se convierten en órdenes de venta.

Una orden de compra es una solicitud por escrito en donde se enlistan materiales que el cliente desea adquirir de un vendedor. La orden de venta nace a partir de estas y es la confirmación de venta de los productos solicitados.

Una vez el cliente recibe una confirmación de venta con el precio negociado, se inicia el proceso de planeación y distribución de tareas para lograr el objetivo final: un producto que satisfaga las necesidades del cliente.

2.3 Lanzamiento de nuevos proyectos

“Formalmente, un proyecto se define como un conjunto de actividades interrelacionadas, parcialmente ordenadas, que deben realizarse para lograr la meta” (Sipper, 1998).

Todo proyecto nace a partir de una necesidad por parte de un cliente. Los pasos a seguir para su lanzamiento y venta al mercado pueden variar debido al origen de este. En este caso, se considera el proceso de Stephen Rosenthal, el cual brinda un proceso en ocho pasos, listados a continuación:

1. Validación de la idea.
2. Diseño Conceptual.
3. Especificaciones y diseño.
4. Producción y pruebas de prototipos.
5. Aceleración gradual de la manufactura.
6. Lanzamiento del proyecto.
7. Aprobación e implementación del proyecto.
8. Aprobación de diseño e inicio de producción masiva.

(Rosenthal, 1997)

Los productos “nuevos” pueden hacerse o crearse y pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Productos totalmente innovadores que crean nuevos mercados.
- Nuevas líneas de productos y servicios que van a nuevos mercados.
- Extensión de líneas de productos y servicios. Generalmente para captar clientes de la competencia, nuevos segmentos o bien para impulsar la demanda.
- Mejora de productos y servicios sustitutivos de los existentes. Basados en estrategias de fidelización, se ofrecen nuevos beneficios y soluciones más avanzadas.

- Reposicionamientos. Cuando se instalan en la mente de los clientes nuevas prestaciones que satisfacen nuevas necesidades.

2.4 Planeación y suministro de materiales

Una vez definido que un nuevo producto o proyecto cumple con las expectativas del cliente, ya sea recibido la orden de compra y a su vez, sea confirmado con la orden de venta, se inicia con el proceso de planeación de recursos y suministro de materiales.

Primero, se deben citar tres pasos importantes para arrancar con la manufactura de un proyecto:

2.4.1 Planeación

“Es un enfoque organizado para lograr alguna meta (en este caso, el proyecto). Comienza por definir los objetivos del proyecto. Después se determinan las actividades que lo componen y cómo interactúan. Se estiman el tiempo y otros recursos requeridos para cada actividad”. (Sipper, 1998)

2.4.2 Programación

“Es el compromiso en el tiempo de los recursos requeridos para realizar el proyecto. Se asigna a cada actividad un tiempo de inicio y un tiempo de terminación. Estos tiempos determinan el tiempo de terminación del proyecto y el uso de recursos en el tiempo”. (Sipper, 1998).

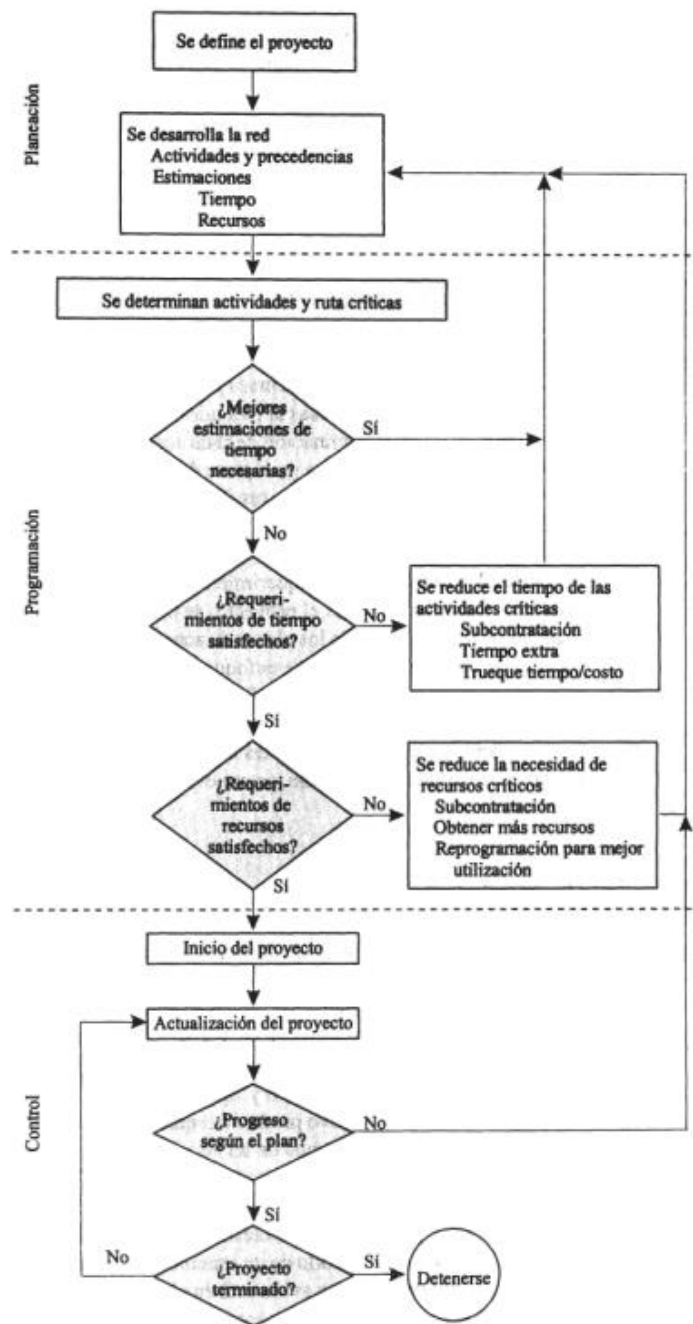
2.4.3 Control

“Supervisa el progreso de las actividades del proyecto y revisa el plan según lo que ocurre”. (Sipper, 1998).

La figura 3 muestra el procedimiento de los tres pasos mencionados anteriormente de manera sistemática.

Figura 3

Proceso de planeación de recursos y suministro de materiales

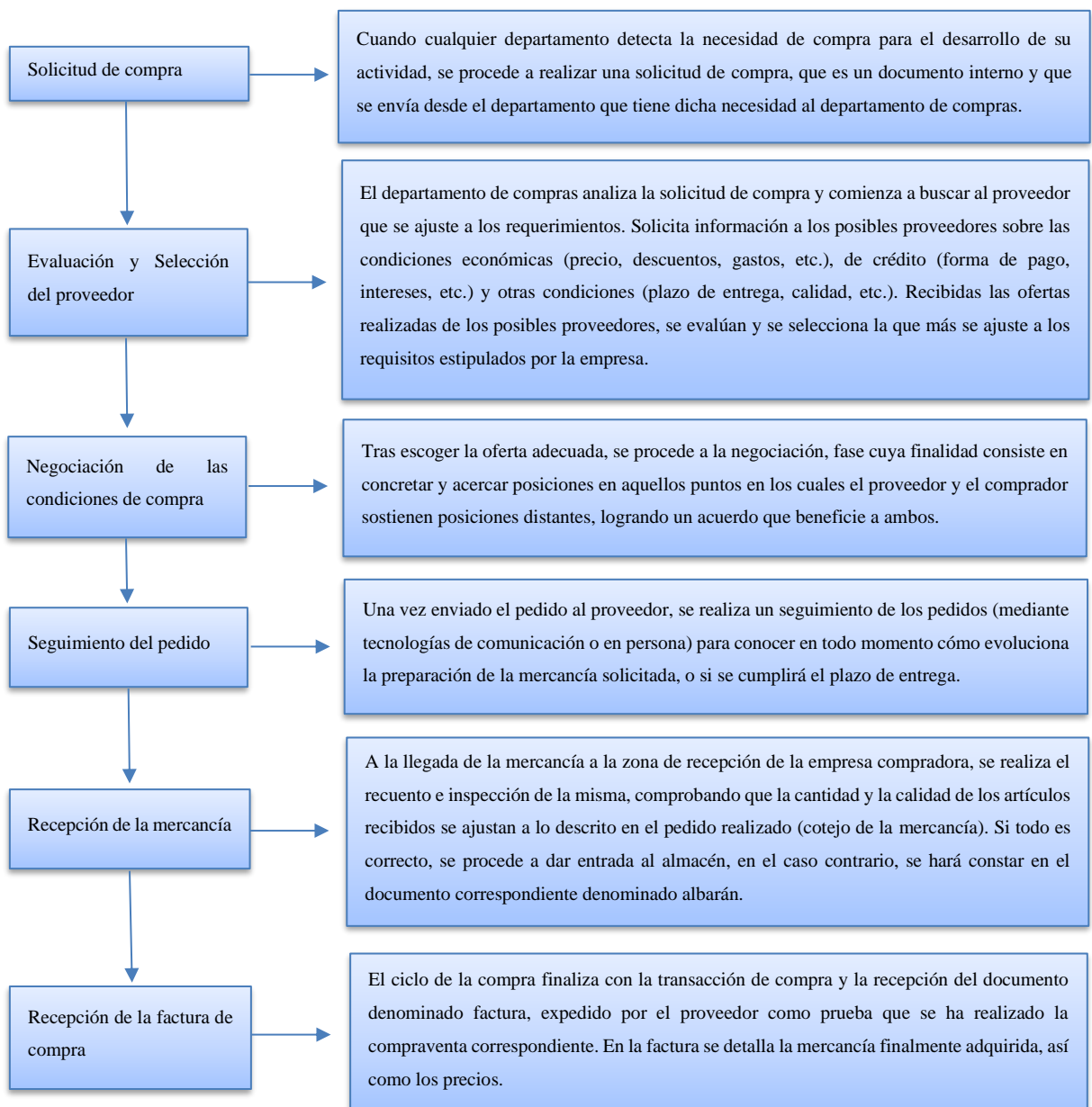


Nota. Adaptado de *Planeación y control de la producción* (p. 32), por D. Sipper, 1998, McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Una vez identificados los procesos de planeación, programación y control, se puede iniciar con el proceso de compras y suministro de materiales.

La cadena de suministros, es una red de proveedores, fábricas, almacenes y centros de distribución, a través de los cuales se adquieren las materias primas, se transforman y se envían al cliente.

El hecho de adquirir las mercancías o materiales necesarios para el desarrollo de la actividad empresarial implica poner en funcionamiento una serie de fases concatenadas que se inician cuando surge la necesidad de abastecerse y concluye cuando el producto y la factura de compra llegan al almacén. Las principales fases de este proceso son: (Escrivá, 2014)



2.5 Métricos de control de la producción

“Los sistemas de control de desempeño pueden servir para dos propósitos, para medir y para motivar.” (Mintzberg, 1979)

2.5.1 OTD (On Time Delivery)

La medición del desempeño es el proceso de medir eficiencia, eficacia y capacidad, de una acción o de un proceso o un sistema, contra una norma u objetivo dado. (Nightingale, 2005)

El OTD (On time delivery) – significa “Entregas a Tiempo”. Trata de cuestionar que tan efectivo es la gestión de pedidos ingresados en comparación con los pedidos facturados en tiempo (órdenes facturadas antes de la fecha en que el cliente lo necesita).

En muchas ocasiones, debido a algún problema en la cadena de suministro, producción o distribución, se enfrentan retos que impiden las entregas acordadas con el cliente. Esto ocasiona que se entregue después de la fecha en que realmente se necesita. Estas órdenes son conocidas como facturadas tarde.

La fórmula para el cálculo del OTD es la siguiente:

$$\text{OTD} = \frac{\text{Órdenes de venta facturadas a tiempo}}{\text{total de órdenes ingresadas.}}$$

Con este métrico se calcula si se está cumpliendo con los compromisos de entrega al cliente.

El deber ser es que el métrico este en un 100%; sin embargo, se requiere de arduo trabajo para lograrlo.

2.5.2 WIP (Work in process)

Se refiere a los productos o tareas que están en proceso de ser completados, pero que aún no han alcanzado su estado final. La gestión eficaz de WIP es crucial en la optimización de procesos y la mejora de la eficiencia operativa.

WIP representa el inventario de productos en diferentes etapas de producción o servicios que aún no están terminados. En un entorno de manufactura, puede incluir piezas parcialmente ensambladas; mientras que, en servicios, puede ser el trabajo en curso en proyectos o tareas (Heizer & Render, 2014).

El Control de inventarios ayuda a evitar obsolescencias y acumulación excesiva de productos en almacén o en el área productiva; de igual manera, reduce costos y asegura que el dinero invertido en materia prima fluya y llegue, en algún punto, a ser una venta.

Existen diferentes herramientas para reducir el tiempo en que un producto está en proceso, como SMED, reducción de cuellos de botella, sistema Just In Time. Reportes de WIP, reuniones con el equipo, etc.

Los métricos que se utilizan son:

- a) **Nivel de WIP:** Mide la cantidad total de inventario en proceso en un momento dado.

Formula:

$$\text{Nivel de WIP} = \text{Cantidad Total de Unidades en Proceso}$$

- b) **Tiempo Ciclo (Cycle time):** Tiempo promedio que tarda una unidad en completar su ciclo desde el inicio hasta la finalización.

Formula:

$$\text{Tiempo de Ciclo} = \frac{\text{Tiempo Total para Completar las Unidades}}{\text{Número de Unidades Completadas}}$$

- c) **Tiempo de espera:** Tiempo promedio que una unidad pasa esperando en una etapa específica del

$$\text{Tiempo de Espera} = \frac{\text{Tiempo Total de Espera}}{\text{Número de Unidades Esperando}}$$

- d) **Rotación de WIP:** Frecuencia con la que el inventario en proceso se convierte en productos terminados, durante un período determinado.

Formula:

$$\text{Rotación de WIP} = \frac{\text{Costo de Producción o Ventas de WIP}}{\text{Nivel Promedio de WIP}}$$

- e) **Porcentaje de reprocesos:** Porcentaje de unidades en proceso que requieren retrabajo o corrección antes de completarse.

Formula:

$$\text{Porcentaje de Reprocesos} = \frac{\text{Número de Unidades Reprocesadas}}{\text{Número Total de Unidades en Proceso}} \times 100$$

- f) **Tasa de defectos:** Porcentaje de unidades en proceso que presentan defectos.

Formula:

$$\text{Tasa de Defectos} = \frac{\text{Número de Unidades Defectuosas}}{\text{Número Total de Unidades en Proceso}} \times 100$$

- g) **Tiempo de Inactividad (Downtime):** Tiempo durante el cual las máquinas o procesos están inactivos debido a problemas técnicos, mantenimiento u otras causas.

Formula:

$$\text{Tiempo de Inactividad} = \frac{\text{Tiempo Total de Inactividad}}{\text{Tiempo Total Operativo}}$$

- h) **Capacidad de producción:** Máxima cantidad de unidades que se pueden producir en un período específico.

Formula:

$$\text{Capacidad de Producción} = \frac{\text{Número de Unidades Producidas}}{\text{Período de Tiempo}}$$

Conocer la capacidad de producción ayuda a gestionar el WIP de manera efectiva y a planificar la producción de acuerdo con la demanda. (Ohno, 1991)

La gestión eficaz del WIP es fundamental para mantener la fluidez de los procesos de producción y servicios, reducir costos y mejorar la eficiencia en la cadena de suministro.

2.5.3 Cumplimiento al plan de producción

El plan de producción es un reporte que se presenta a través de un ERP o a través de un reporte que se baja a Excel u hoja de datos. Este facilita la asignación adecuada de recursos, incluyendo mano de obra, materiales y maquinaria. Esto optimiza el uso de los recursos y minimiza los costos asociados con la producción y el almacenamiento. (Hopp & Spearman, 2001)

Un plan de producción bien elaborado permite a las empresas anticipar y preparar la capacidad necesaria para cumplir con las previsiones de demanda, lo cual es crucial para evitar tanto el exceso de inventario como la escasez de productos. (Heizer & Render, 2014)

Además, proporciona una base sólida para la programación y coordinación de actividades para los supervisores de producción, y todas las áreas de soporte que involucran la fabricación de un producto. Marca la pauta de que se va a producir, la cantidad, en que tiempo y que recursos se necesitan para ello.

Evaluar la capacidad de producción disponible es crucial para asegurar que la empresa pueda satisfacer la demanda sin incurrir en costos excesivos. Esto incluye la capacidad de las máquinas, el tiempo disponible y la disponibilidad de mano de obra. (Hopp & Spearman, 2001)

Monitorear el desempeño de la producción y realizar ajustes según sea necesario es fundamental para mejorar la eficiencia y cumplir con la demanda. Los KPIs (Key Performance Indicators) como el tiempo de ciclo, el nivel de WIP y la tasa de defectos proporcionan información valiosa para esta evaluación. (Hopp & Spearman, 2001)

El cumplimiento del plan de producción se mide mediante una serie de indicadores clave que evalúan la eficiencia, la efectividad y la capacidad de la producción para adherirse a los objetivos establecidos. Estos indicadores proporcionan una visión clara de cómo se está ejecutando el plan y ayudan a identificar áreas que necesitan ajustes.

- a) **Tasa de cumplimiento al plan (Plan Adherence Rate):** Mide el grado en que la producción sigue el plan establecido en términos de cantidad y tiempos.

Formula:

$$\text{Tasa de Cumplimiento del Plan} = \frac{\text{Unidades Producidas Según el Plan}}{\text{Unidades Planeadas}} \times 100$$

- b) **Eficiencia de la producción:** Mide la relación entre la producción real y la producción esperada en un período específico.

Formula:

$$\text{Eficiencia de Producción} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Esperada}} \times 100$$

- c) **Utilización de la capacidad:** Mide el grado en que se está utilizando la capacidad de producción disponible en comparación con la capacidad total planificada

Formula:

$$\text{Utilización de la Capacidad} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad Total Planificada}} \times 100$$

- d) **Costos de producción:** Compara los costos reales de producción con los costos planificados.

Formula:

$$\text{Costo de Producción Real} = \frac{\text{Costo Total Real}}{\text{Costo Total Planificado}}$$

- e) **Satisfacción del cliente:** Mide la satisfacción del cliente con los productos entregados en comparación con lo que se había prometido en el plan de producción. Esto se realiza a través de encuestas de satisfacción del cliente y quejas. Un alto nivel de satisfacción del cliente indica que el plan de producción está alineado con las expectativas del mercado. (Heizer & Render, 2014)

2.6 Retos del proceso de fabricación de una orden de trabajo

En la empresa donde se desarrolla este proyecto, existen muchísimos desafíos que impiden que una orden se fabrique de acuerdo al tiempo cotizado y al primer compromiso de entrega. En seguida se enlistan los principales.

2.6.1 Cambios de ingeniería

Son cambios en los dibujos y diseños de un producto, generados por solicitud del cliente o del mismo proceso de fabricación. Este proceso debe ser documentado correctamente para que, en futuros proyectos se obtenga el mismo resultado.

El proceso de cambios de ingeniería inicia con la solicitud de cambio de alguno de los siguientes parámetros:

- Cambio de materia prima
- Cambio de proveedor
- Nueva maquinaria
- Oportunidad de mejora
- Cambio de Lay out (diseño) del proceso
- Oportunidad de ahorro
- Cambio de especificación o finalidad del producto

- Desarrollo del producto
- Cambio de referencia

Una vez definido el porqué del cambio, se procede a revisar el impacto del mismo, ya sea solo en el producto o si este también involucrara el proceso, la maquinaria y el layout. También se debe evaluar los beneficios que se obtendrán, como ahorro en costos, aumento de capacidad o minimización de desperdicios (tiempo, scrap, horas de trabajo, etc.).

El procedimiento para actualizar el diseño del producto inicia con la notificación del departamento de ingeniería a todo el equipo, a través de correo y en sistema. El departamento de manufactura debe aplicar el cambio en órdenes de trabajo activas y notificar si existen materiales en proceso y si es necesario re trabajarlos y cual serial el método adecuado. Si estas órdenes aún están pendientes de llegada de materia prima, el departamento de compras debe revisar el impacto y si es necesario cancelar órdenes de compra a los proveedores y colocar nuevas.

En ocasiones, la aplicación de estos cambios no es la más efectiva y pueden demorar la entrega del proyecto. La idea es que este cambio se realice en un día, sin embargo, puede impactar en la entrega del proyecto meses. El departamento de planeación, customer service y Project manager deben asegurarse de darle seguimiento a los mismos para cerrar las acciones con cada departamento involucrado.

2.6.2 Omisiones en los diseños de nuevos proyectos

Diseñar un producto no es una tarea fácil; esta requiere un proceso que incluya expertos, un equipo de personas, herramientas, investigación y claro está, creatividad. Además, se debe establecer las funciones, medidas, materiales y apariencia del producto con la ventaja de que podrás agregar o eliminar ítems a medida que trabajes sobre la investigación y desarrollo del mismo.

En algunos productos que se venderán en cantidades altas, puede elaborarse y diseñarse un prototipo, sin embargo, para la fabricación de sistemas auxiliares no es posible debido a que estos equipos tienen un alto precio por que se adaptan específicamente al cliente. Debido a esto, durante la fabricación de los mismos es cuando se detecta que falta algún material, ya sean tornillos, bridas, tuercas, codos, etc., o que las dimensiones del producto no son adecuadas para el ensamble.

La omisión de algún componente en la lista de materiales para fabricar un producto, puede demorar la entrega de un producto días, semanas o incluso meses. Sin embargo, una vez se detecta esta omisión o error en diseño, se debe actuar para buscar reducir el impacto que se generó por no diseñar correctamente el producto desde un inicio.

2.6.3 Faltantes de componentes

Se le llama faltantes de componentes, cuando de una lista de productos para iniciar fabricación está incompleta. Esto puede deberse a que los materiales faltantes tienen una fecha confirmada de llegada larga, o que estos pudieron llegar dañados y se está esperando el replazo. También puede deberse a una omisión en el diseño, y justo durante la fabricación se detectó que es necesario para el ensamble.

El equipo de customer service y Project manager deben comunicar al cliente el impacto de esto y buscar soluciones para reducir lo más posible el tiempo de entrega del producto. Para esto pueden gestionarse desviaciones en el proceso de fabricación, como es encontrar un producto alternativo que sustituya al que hace falta, o revisar si es posible iniciar con el ensamble sin este, para ganar algunos días de fabricación e impactar en lo menor posible al usuario final.

Las órdenes con este problema son bastantes, por lo que el control de las mismas es indispensable para dar una mejor solución en un tiempo corto. La comunicación entre el departamento de ingeniería, manufactura, calidad, customer service, planeación, Project manager, son la clave para que la orden se entregue rápidamente.

2.6.4 Equivocaciones durante el proceso de despacho de materiales

El despacho de materiales es una etapa de la logística cuya finalidad es que el producto salga de almacén y sea entregado a su destino final, a tiempo y en perfectas condiciones. En este caso, se enfoca en el despacho al departamento de producción. El equipo de almacén es el responsable de ejecutar labores como:

1. Asegurar una óptima gestión de mercancías antes del despacho.
2. Planificar las entregas a realizar durante el día.
3. Comprobar que cada producto y su documentación están en orden.
4. Entregar la mercancía al departamento siguiente (Producción o calidad).

Durante el despacho existen posibles errores capaces de impedir que se concrete la entrega completa de la lista de materiales para fabricación de un equipo. Estos pueden ser:

- Confundir un material con otro debido a la naturaleza del producto
- No entregar algún producto al departamento siguiente por error humano
- Dejar los materiales en el área equivocada
- Extraviar algún producto durante el proceso de entrega

2.6.5 Cambios de alcance del cliente

El alcance de un proyecto es una relación detallada de los aspectos del proyecto, incluidos los productos, los plazos, los recursos y los resultados. Un aspecto del alcance puede modificarse tras el inicio del proyecto, lo que da lugar a un cambio de alcance. Dado que la gestión de proyectos permite que éstos sigan siendo adaptables, el cambio de alcance es bastante habitual.

En este se involucra cambio de materiales, cambio en rangos de medición y operación, cambio completamente de naturaleza del producto, cambio de pintura o diseño exterior, cambios en capacidades, etc. Estos cambios involucran demoras en tiempos de entrega y en muchas ocasiones, generan desperdicios de materiales y recursos, que deben ser cobrados al cliente.

La demora, muchas veces en la retroalimentación por parte del cliente y el departamento de ingeniería, pueden ocasionar que los productos queden varados en el proceso productivo por más de una semana. Esto retrasa y causan conflictos a las áreas de planeación, producción y almacén.

2.7 Sistemas de Refrigeración o enfriamiento

Es un conjunto de elementos con relaciones de interacción e interdependencia que le confieren entidad propia al formar un todo unificado. Puede ser cualquier objeto, cualquier cantidad de materia, cualquier región del espacio, etc., seleccionado para estudiarlo y aislarlo (mentalmente) de todo lo demás. Así todo lo que lo rodea es entonces el entorno o el medio donde se encuentra el sistema. (Jaramillo, 2007)

Esta investigación se centrará en los sistemas hidráulicos y de enfriamiento, la hidráulica es un método sencillo para la transmisión de grandes fuerzas mediante fluidos a presión. La hidráulica es la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería como es maquinaria pesada, para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. (Resendiz, 2019)

Componentes básicos de los circuitos hidráulicos:

- Bomba Hidráulica: Es un dispositivo tal, que, recibiendo energía mecánica de una fuente exterior, la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente

a esa presión. Las bombas hidráulicas en maquinaria suelen ser de tres tipos fundamentalmente: Bombas de engranajes, bombas de paletas y bombas de pistones.

- Tuberías: De conducción de los circuitos hidráulicos pueden ser metálicas con tubos rígidos conformados a la medida o bien latiguillos de goma con una o varias capas de alambres de acero trenzado en su interior, dependiendo de la presión para la cual estén diseñados.
- Válvulas: Son las que controlan los flujos de aceite, agua o aire para dirigirlos hacia el lugar conveniente en cada momento. (Resendiz, 2019)

Los sistemas de refrigeración industrial son máquinas y sistemas que se utilizan para eliminar el calor de un producto o proceso determinado. La refrigeración industrial ha sido de suma importancia desde inicios del siglo XX. Industrias como la de alimentos y bebidas, farmacéutica o petroquímica han alcanzado desarrollos importantes gracias a los sistemas de refrigeración industrial. (Refri-Climas, 2023)

Tipos de sistemas de enfriamiento

Existen 4 tipos de sistemas de refrigeración industrial principales.

- **Sistemas de refrigeración por compresión mecánica:** estos sistemas transfieren calor comprimiendo mecánicamente el refrigerante en un líquido frío a baja presión y expandiéndolo en un gas caliente a alta presión. Los refrigerantes son sustancias que pueden hervir en un amplio rango de temperaturas con la aplicación o eliminación de presión. Como todos los líquidos, absorben calor cuando hierven y se convierten en gas, y lo liberan cuando se condensan de nuevo en líquido. Este cambio de estado se aprovecha de forma cíclica para extraer calor de un proceso, trasladarlo y liberarlo. (Refri-Climas, 2023)
- **Sistemas de refrigeración por absorción:** El calor también se transfiere en los sistemas de refrigeración por absorción al comprimir y expandir el refrigerante. Estos sistemas se

basan en el proceso de absorción y calor, en lugar de un compresor mecánico accionado eléctricamente. (Refri-Climas, 2023).

- **Sistemas de enfriamiento evaporativo:** enfrían el aire exterior más cálido al soplarlo sobre almohadillas empapadas de agua a medida que ingresa al recinto. El agua absorbe el calor del aire y se evapora. El aire más frío se canaliza hacia el ambiente que se quiere climatizar y el aire caliente sale de ella. (Refri-Climas, 2023)
- **Sistemas de refrigeración termoeléctrica:** son los únicos en los que no se utiliza refrigerante ni agua. Estos sistemas utilizan una corriente eléctrica y un termopar. El termopar, también conocido como celda Peltier está formado por dos hilos metálicos diferentes que están unidos por ambos extremos. El aislamiento separa el resto de los cables entre sí. Cuando la corriente se dirige al termopar, un extremo se calienta y el otro se enfría. (Refri-Climas, 2023)

2.8 Sistema Auxiliar

Una vez profundizado estos temas, se puede llegar a definir a un sistema auxiliar como un sistema que brinda la oportunidad de incrementar el tiempo o vida útil de un motor o una bomba, ya que permite regular los sistemas de enfriamiento del mismo. (Refri-Climas, 2023)

Estos fueron desarrollados inicialmente por Maurice Leblanc y George Westinghouse ya que crearon la primera máquina en utilizar agua como fluido refrigerante. Sin embargo, posterior a ello no existen más registros del desarrollo de los mismos. Sus componentes principales son:

1. Refrigerantes: diferentes fluidos que transportan el calor de una zona a otra dentro del sistema. Pueden ser gases especiales con propiedades refrigerantes o cualquier otra sustancia que permita refrigerar el proceso, incluso el agua. Los fluidos refrigerantes más comúnmente utilizados en entornos industriales son el amoníaco y el R-134A. Otros refrigerantes que se pueden usar incluyen dióxido de carbono, hidrocarburos y fluorocarbonos. (Refri-Climas, 2023)

2. Compresor: Después que el refrigerante se evapora debido al calor, ingresa al compresor, un dispositivo que elevará tanto su presión como su temperatura. Para que sea eficaz, la temperatura debe ser más alta que la del fluido de condensación para continuar el ciclo de refrigeración. Además, el compresor también funciona como una bomba, ya que mueve el fluido a través del sistema. Los compresores industriales son de los siguientes tipos: centrífugo, giratorio, de tornillo o de pistón. (Refri-Climas, 2023).
3. Condensador: Después de salir del compresor, el refrigerante ingresa al condensador o serpentín, lo cual generalmente ocurre al aire libre. El serpentín del condensador generalmente está expuesto a algo frío, lo que facilita que el refrigerante libere calor. Este entorno de liberación de calor puede ser el aire exterior, agua y otros tipos de fluidos. Cuando libera calor, el fluido se condensa y pasa a fase líquida. El objetivo crucial es que el refrigerante salga del condensador más frío, pero con la misma presión. (Refri-Climas, 2023)
4. Dispositivo de expansión: En este elemento el fluido refrigerante ingresa luego de salir del condensador. Aquí se cumplen dos funciones clave: se disminuye la presión y se reduce la tasa de flujo de refrigerante hacia el evaporador. Este dispositivo esencialmente es una válvula entre las zonas de alta y baja presión de un ciclo de refrigeración. Es en este punto donde el refrigerante pasa a una temperatura que es capaz de refrigerar. (Refri-Climas, 2023)
5. Evaporador: Esta es la etapa culminante del ciclo, donde se absorbe todo el calor no deseado. Esto es similar al condensador, ya que también es un serpentín, con la diferencia de que aquí el refrigerante absorbe el calor y se convierte en gas. El refrigerante sale del evaporador en forma de vapor para entrar nuevamente al compresor. Las aplicaciones industriales utilizan evaporadores de bobina, de aire o enfriadores de líquido. Todo dependerá de cómo se necesite aprovechar la refrigeración en el proceso. (Refri-Climas, 2023)

2.9 Aplicaciones

1. Industria eléctrica: los componentes de los sistemas de producción y distribución de electricidad, como los generadores y transformadores eléctricos, producen calor cuando están en funcionamiento. Por ello, se utilizan sistemas de refrigeración para enfriarlos y optimizar su operatividad. (Refri-Climas, 2023)
2. Industria química y petroquímica: los procesos utilizan plantas de refrigeración a gran escala, las cuales requieren un gran caudal de agua y una ubicación especial si emplean agua de mar o de un río. Se emplean ciclos de compresión y de absorción para enfriar la corriente caliente del proceso, después de que el calor se haya disipado en otras operaciones. Además, dado que también se requieren corrientes calientes en otras partes del proceso, se utilizan intercambiadores de calor para calentar estas corrientes y maximizar la eficiencia de la operación. (Refri-Climas, 2023)
3. Industria farmacéutica: la temperatura es uno de los parámetros más importantes, ya que las cepas empleadas para la producción de fármacos y medicinas son almacenadas normalmente a bajas temperaturas. (Refri-Climas, 2023)
4. Industria de alimentos y bebidas: En esta industria, un aspecto crucial para conservar los productos y evitar posibles contaminaciones microbiológicas es mantener la cadena de frío, donde cada uno de ellos tiene sus propias condiciones óptimas de almacenamiento y conservación. Productos como pescados, aves, carnes, lácteos o frutas, necesitan de sistemas de refrigeración en su procesamiento para mantenerlos a bajas temperaturas y prolongar así el periodo recomendado de consumo. De esta manera se preserva su seguridad alimentaria. (Refri-Climas, 2023).

2.10 Nuevas tecnologías

Se calcula que los sistemas de refrigeración industrial representan alrededor del 20% del consumo de energía promedio en la industria, un dato que indica la importancia de estos sistemas en comparación a otros. Incluso hay algunos sectores que su sistema de refrigeración alcanza el 50% de su carga eléctrica. (Refri-Climas, 2023).

Sin mantener herramientas o máquinas específicas a la temperatura adecuada, todo el proceso industrial podría verse bajo riesgo, lo que posteriormente podría crear un efecto dominó en otras áreas del negocio. Las nuevas tecnologías en refrigeración industrial están revolucionando el sector, permitiendo una mayor eficiencia energética y sostenibilidad. De hecho, en los últimos años, se han desarrollado sistemas y equipos que minimizan el impacto ambiental y reducen los costos operativos. (Inditer, 2023)

En este contexto, las nuevas tecnologías en refrigeración están permitiendo una mayor automatización de los procesos, el uso de gases menos contaminantes y la optimización del consumo energético. Entre ellas, destacan:

- Los sistemas de enfriamiento con CO₂: Los sistemas de refrigeración con CO₂ tienen un bajo impacto ambiental y permiten reducir el consumo energético y los costos operativos a largo plazo. Cabe destacar que con el uso del gas cooler CO₂ está colaborando en un alto porcentaje en la protección del medio ambiente, es por ello que se ha convertido en el preferido en los sistemas de refrigeración industrial. (Inditer, 2023)
- Los compresores de velocidad variable: Estos compresores ajustan la velocidad de compresión automáticamente en función de las necesidades de refrigeración, lo que permite ahorrar energía al adaptarse a las fluctuaciones de carga. (Inditer, 2023)
- La implementación de controles inteligentes: permiten recuperar la energía que se desprende durante el proceso de refrigeración para utilizarla en otros procesos, como la calefacción de edificios o la producción de agua caliente. (Inditer, 2023)
- Sistemas de refrigeración adiabática: Estos sistemas utilizan agua para enfriar el aire que circula en la unidad de refrigeración. Esto reduce la temperatura interior del refrigerante y disminuye la temperatura de condensación, lo que permite reducir el consumo energético. (Inditer, 2023)

Es un hecho a tener en cuenta el que las nuevas tecnologías en refrigeración industrial ofrecen grandes beneficios para la industria, tanto en términos de eficiencia energética como sostenibilidad. Su adopción puede ser un factor clave para el éxito de las empresas en un contexto cada vez más exigente y competitivo. (Inditer, 2023)

2.11 La nueva era basada en la inteligencia artificial

El origen de la inteligencia artificial en la industria se remonta a la década de 1950, cuando los científicos comenzaron a investigar la posibilidad de crear máquinas que pudieran pensar y aprender como los seres humanos. Los primeros intentos se centraron en la creación de programas de software capaces de realizar tareas específicas, como el análisis de datos financieros o la planificación de horarios. (Torres, 2023)

Con el uso de algoritmos de aprendizaje profundo, los sistemas de inteligencia artificial pueden analizar grandes cantidades de datos y aprender de ellos, lo que les permite tomar decisiones más precisas y complejas. Hoy en día, la inteligencia artificial está transformando la industria de muchas maneras, desde la automatización de procesos hasta la optimización de la cadena de suministro. La inteligencia artificial permite a las empresas tomar decisiones más informadas y eficientes, e incluso descubrir oportunidades de crecimiento que antes podrían haber pasado desapercibidas. A medida que la tecnología continúa evolucionando, es probable que se desarrollen aún más innovaciones y avances en la aplicación de la inteligencia artificial en la industria. (Torres, 2023)

La inteligencia artificial (IA) ofrece una serie de beneficios para la industria, que incluyen:

- Automatización: mejorar y programar tareas rutinarias y repetitivas, mejorando la eficiencia, reduciendo errores y dejando a los operadores en tareas más manuales.
- Mejora de la calidad: analiza grandes cantidades de datos y detecta patrones y problemas que podrían pasar desapercibidos para los humanos. Reduciendo la probabilidad de defectos.

- Personalización: analiza las preferencias de los clientes y crea ofertas personalizadas que se adaptan a las nuevas necesidades de los clientes.
- Optimización de procesos: la reducción de costos y mejora en eficiencia es algo que se controla y mejora a través de una planificación de recursos y procesos
- Innovación: abre nuevas oportunidades y formas de pensar en la industria, lo que impulsa la innovación y el desarrollo de nuevos productos y servicios. (Torres, 2023)
- Análisis de datos: analiza las tendencias del mercado y analiza toda la información para recabar datos y prever posibles escenarios de la competencia o del mercado.
- Mejora de la seguridad: detecta y previene riesgos en tiempo real y proporcionar una mayor seguridad en el lugar de trabajo, de igual manera las operaciones más riesgosas ya han sido sustituidas por robots y programas que realizan tareas repetitivas.
- Mejora de la eficiencia y productividad: permite a las empresas automatizar sus procesos y eliminar tareas repetitivas y aburridas. Con la IA, las fábricas pueden operar las 24 horas del día, lo que aumenta la eficiencia y la productividad. De igual manera se incluye un programa de mantenimiento constante para evitar fallas en los programas y maquinas. (Torres, 2023)
- Reducción de costes: La automatización de los procesos puede reducir los costos de mano de obra y aumentar la eficiencia. Además, al identificar y evitar errores, se reducen las pérdidas y los costos asociados. (Torres, 2023)
- Mejora de la toma de decisiones: proporciona análisis y datos precisos que pueden ayudar a los gerentes a tomar mejores decisiones de planificación y producción. (Torres, 2023)

La tecnología de visión artificial y los sensores de detección de movimiento pueden monitorizar el lugar de trabajo y alertar automáticamente a los trabajadores de cualquier peligro potencial. La IA puede utilizarse para prevenir accidentes y mejorar la productividad. (Torres, 2023)

Otra aplicación importante de la IA en las fábricas es el mantenimiento predictivo. La IA puede analizar los patrones de fallos de las máquinas y predecir cuándo necesitan

mantenimiento para evitar las paradas no planificadas que pueden ser costosas en términos de producción y de tiempo de inactividad. (Torres, 2023)

2.12 Excelencia operacional

Es un enfoque estratégico que emplean las empresas para optimizar los procesos internos, con el objetivo de lograr una eficiencia máxima y una ventaja competitiva en el mercado. A su vez, esto trae consigo una reducción en costos y desperdicios al tener un mejor manejo de los recursos. La clave es la integración de tecnologías, prácticas de gestión y cultura organizacional para alcanzar un rendimiento superior sostenible con el tiempo.

Las estrategias clave para lograr la excelencia operacional incluyen la implementación de la mejora continua a través de metodologías como Lean o Six Sigma, el uso de tecnologías avanzadas para automatización y análisis de datos, y la formación constante de empleados. Además, es fundamental establecer procesos estandarizados y medir regularmente el desempeño para identificar áreas de mejora, entre estas estrategias podemos encontrar:

1. Daily Management / Gestión Diaria

Se centra en el manejo eficiente y efectivo de las operaciones diarias, apoyando a los objetivos o métricos de cada empresa. Permite saber a diario si se está en el camino correcto para alcanzar las métricas y proponer mejoras si no es así. Este enfoque incluye, a su vez herramientas como “Go en See (Ir a ver)”, para la resolución de problemas en el piso productivo junto con el equipo multidisciplinario; caminatas Gemba para ver realmente que están haciendo los operadores en los procesos de fabricación; reuniones diarias con todo el equipo involucrado en diferentes escalas y responsabilidades (Daily Accountability Process); y las confirmaciones del proceso que confirman que las tres operaciones anteriores se están cumpliendo (Leader Standard Work, Process Confirmation).

El proceso de responsabilidad diaria (Daily Accountability Process) involucra a todas las personas en todos los niveles organizacionales para asegurarse de que tengan todas las herramientas necesarias para tener éxito en su trabajo y para pedir ayuda cuando sea necesario. Esto puede incluir limpieza (6S), revisión diaria del equipo (mantenimientos programados), recordatorios de seguridad diarios, reuniones de inicio de turno, reuniones matutinas para todos, reuniones diarias del equipo y reuniones de responsabilidad por niveles. (Pereira, 2024)

Leader Standard Work es la rutina o checo diario que realizan los líderes, supervisores, o jefes de turno para comprobar que sus equipos están apegados a los objetivos de la empresa. Confirman el estado del progreso en el trabajo diario, que se sigan los estándares, se reporten áreas de oportunidad o problemas que impidan el cumplimiento al proceso. (Pereira, 2024)

Gemba Walks o caminatas Gemba, ofrece un proceso flexible pero estructurado para identificar oportunidades, desarrollar personas y aprender sobre la operación del día a día. Estas son realizadas por la gerencia o supervisores para identificar riesgos de seguridad, mantener la limpieza y asegurarse que los operativos tengan todo al alcance, a su vez permite una mirada rápida a los tableros de producción para saber si todo marcha de acuerdo a lo planeado. (Pereira, 2024)

La confirmación del proceso (Process Confirmation) es un conjunto de auditorías de estándares de procesos que se incorporan tanto en verificaciones rutinarias como aleatorias. Se realizan a las reuniones diarias, a los procesos, máquinas y herramientas. (Pereira, 2024)

Esta herramienta permite visibilidad y control de los procesos, monitoreo de desempeño, participación activa, desarrollo de habilidades de liderazgo, mejor gestión de los recursos, detección de problemas, control de calidad, etc., que van de la mano con la eficiencia operativa.

2. Problem solving / Resolución de problemas

Implica identificar, analizar y resolver problemas de manera efectiva para mejorar los procesos y lograr objetivos organizacionales. Se apoya de herramientas Lean como es 5 Whys o 5 porqués, paretos, Diagrama Ishikawa o diagrama de pescado y la metodología DIMAC.

Regularmente, un problema es resuelto en los primeros 30 minutos; si esto no es así, es cuando se inicia un proceso de solución más complejo para evitar recurrencia o disminuir los impactos a los clientes. Se puede generalizar en los siguientes pasos, sin embargo, cada empresa utiliza su propio método:

- a) Identificación del Problema: Reconocer y definir el problema claramente, incluyendo una descripción lo más específica posible incluyendo datos como fecha, cantidad, a quien afecta o que afecta, producto específico, etc.
- b) Análisis: Investigar las causas subyacentes del problema usando técnicas analíticas. Las herramientas comunes incluyen los 5 Porqués y el Diagrama de Ishikawa, que ayudan a descomponer el problema en sus causas fundamentales. (Ishikawa, 1982)
- c) Generación de Soluciones: Desarrollar posibles soluciones basadas en datos y análisis. Se utilizan técnicas como el brainstorming o lluvia de ideas para fomentar la creatividad y la generación de ideas, así como reuniones con el equipo, replicaciones de fallas, etc.
- d) Evaluación: Evaluar las soluciones propuestas en términos de viabilidad y impacto. Esto incluye la comparación de costos y beneficios para seleccionar la solución más efectiva.
- e) Implementación: Ejecutar la solución seleccionada e integrar cambios en los procesos.

- f) Revisión y Ajuste: Monitorear y evaluar los resultados de la solución implementada. Hacer ajustes según sea necesario para asegurar que el problema se resuelva completamente o que no genere otro problema.

3. Disminución de desperdicios

Reducir desperdicios no solo ayuda a mejorar la eficiencia, sino que también contribuye a la sostenibilidad y a la reducción de costos, en este se encuentran herramientas como:

- Mapa de flujo de valor (Value Stream Mapping)
- El sistema Just-In-Time (JIT)
- Sistema 5S (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar, y sostener)
- Reducción de cuellos de botella, o sistema SMED.
- Aplicación de metodología Six Sigma que se basa en reducir la variabilidad y mejorar la calidad a través de estadísticas. Metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar).
- La automatización de procesos mediante la adopción de tecnologías avanzadas, como los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) y el uso de IoT (Internet of Things). (Hammer, 1993)
- Mantenimientos predictivos
- Gestión eficiente de inventarios, colaboración con proveedores, participación de empleados, y mejora continua a través de una filosofía Kaizen. (Sipper, 1998)

4. Análisis PESTEL y FODA

El análisis PESTEL y el análisis FODA, muestran los factores internos y externos que se deben de considerar al momento de la búsqueda de nuevas estrategias. Es muy importante saber que amenazas y oportunidades se esperan en un corto, mediano o largo plazo para que estas influyan de manera positiva en el resultado deseado.

Estas herramientas buscan optimizar la toma de decisiones por parte de la gerencia y dirección, identificando la posición actual y previendo las situaciones futuras con un plan estratégico. También ayudan a evitar riesgos externos y mejorar la adaptabilidad a los cambios. Se sugiere hacer estos análisis cada 6 meses para tener la información actualizada de la compañía y poder tomar decisiones fundamentadas.

Un análisis PESTEL es un acrónimo de una herramienta utilizada para identificar las fuerzas macro (externas) que afectan a una organización. Las letras representan Políticas, Económicas, Sociales, Tecnológicas, del Entorno y Legales, de ahí su importancia para el plan financiero de una empresa o un plan de negocio. (Blog de MBA, 2020).

El análisis FODA es un elemento esencial al evaluar la situación general de una empresa; es examinar sus recursos y capacidades competitivas en términos del grado al que le permiten aprovechar sus mejores oportunidades comerciales y defenderse de amenazas externas a su bienestar futuro. Este es llamado así porque se trata de las fortalezas y debilidades de los recursos de una empresa, así como sus oportunidades y amenazas externas. (Strickland, 2014)

2.13 ERP la clave para planificación de recursos

Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés) se han convertido en herramientas esenciales para las organizaciones modernas. Estos sistemas integran múltiples funciones empresariales en una única plataforma, facilitando la gestión y optimización de procesos a través de la consolidación de datos y la automatización de tareas.

Los sistemas ERP proporcionan una visión integral de las operaciones de una empresa al consolidar datos de diversas funciones como finanzas, recursos humanos, ventas, y producción en un solo sistema. Esto mejora la precisión de la información, facilita la toma de decisiones y optimiza los procesos operativos. Según Monk y Wagner (2012), los sistemas ERP

mejoran la eficiencia operativa al reducir la redundancia de datos y la necesidad de entradas manuales.

Uno de los principales beneficios de los ERP es la capacidad de proporcionar información en tiempo real. Davenport (1998) destaca que esta visibilidad en tiempo real permite a las empresas reaccionar rápidamente a los cambios del mercado y tomar decisiones informadas, lo que resulta en una ventaja competitiva significativa. Además, los ERP pueden mejorar la coordinación entre departamentos, reducir costos operativos y aumentar la satisfacción del cliente al mejorar la precisión y la velocidad de los procesos. (O'Leary, 2000)

2.14 SAP un software para todo tipo de empresas

SAP es uno de los principales productores mundiales de software para gestión de procesos de negocio, y desarrolla soluciones adaptables a cada empresa para facilitar el procesamiento eficaz de sus datos y el flujo de información, esta fue fundada en 1972 y su nombre significaba “desarrollo de programas de sistemas de análisis”, mejor conocido ahora como SAP por sus siglas en inglés (*System analyse Programmentwicklung*).

Hoy en día SAP ha establecido un sistema estandarizado global de gestión de recursos con clientes y proveedores a través del soporte de tecnologías avanzadas como inteligencia artificial (IA) y maquinarias en aprendizaje. SAP tiene más de 230 millones de usuarios en la nube, más de 100 soluciones que cubren todas las funciones de negocio y la cartera de productos en la nube más grande de todos los proveedores. (SAP, 2024)

El software recopila y procesa datos en una única plataforma, desde la compra de materias primas hasta la producción y la satisfacción del cliente. Las soluciones de SAP se pueden instalar “on-premise” en las instalaciones del usuario o se pueden usar desde la nube, lo cual ayuda a las empresas a analizar y diseñar de manera eficiente toda la cadena de valor. Las soluciones de SAP también se pueden usar para crear pronósticos, como cuándo se debe reparar una máquina o cómo se desarrollarán los ingresos en el próximo semestre.

SAP ofrece soluciones en varias gamas como finanzas, experiencia al cliente, red de gastos, cadena de suministro, recursos humanos, tecnología de negocios, producción, etc., esta puede ser utilizada para pequeños, medianas o grandes empresas, para que tanto clientes internos y externos compartan la misma información y puedan dar solución a los problemas de una manera eficiente y rápida.

A pesar de sus beneficios, la implementación de un sistema ERP no está exenta de desafíos. La complejidad del software y la necesidad de personal capacitado pueden hacer que una implementación sea costosa y llevar tiempo. (Esteves, 2001). Al-Mashari y Zairi (2000) argumentan que el éxito de un proyecto ERP depende en gran medida de la alineación entre el software y los procesos empresariales existentes. Las empresas a menudo enfrentan problemas durante la integración debido a la resistencia al cambio y la falta de capacitación adecuada, sin embargo, el resultado con el tiempo es impresionante.

2.15 Programas de Microsoft “Excel y Power BI”

Microsoft es una empresa a nivel mundial que desarrolla softwares para análisis y presentación de datos, videojuegos, navegadores, computadoras, entre otras tecnologías de información.

Este cuenta con varias patentes entre ellas Excel y Power BI que son útiles para este proyecto. Excel es utilizado por casi 750 millones de personas y cuenta con un aproximado de 400 funciones en 11 categorías distintas para administrar y registrar información, así como para hacer cálculos avanzados. (Jabbour, 2022). Muchas empresas utilizan este software para gestionar sus recursos de una manera sencilla, sin embargo, hoy en día, empresas a nivel mundial lo siguen utilizando como apoyo en interpretación de datos de algunos ERP.

Este permite gestionar una alta cantidad de datos, generar análisis financieros y realizar gráficas para gestionar de una manera eficiente el tiempo de cada trabajador, desde médicos, maestros, ingenieros, pequeños negocios, etc., pueden utilizarlo y lograr con ello las actividades de su día a día.

Power BI es una colección de servicios de software, aplicaciones y conectores que funcionan en conjunto para la presentación de información de una manera coherente, interactiva y atractiva visualmente, este obtiene sus datos a través de hojas de cálculo de Excel o de archivos que son almacenados en la nube y se presenta en computadoras y dispositivos móviles para la gestión y difusión de información empresarial. Este se adapta a cualquier actividad y regularmente se utiliza para presentación de información y reportes.

Ambos softwares son de utilidad y son utilizados en todo el mundo. En el mercado laboral son indispensables para poder gestionar un empleo, y regularmente brindan una mejor comprensión de los datos y resultados en sus áreas de trabajo, se estima que sigan funcionando por mucho tiempo más y que sigan siendo uno de los pilares en el funcionamiento de las empresas y trabajos de todo tipo.

CAPITULO III. UNIDAD DE ANALISIS (BOMBAS SA. DE C.V.)

3.1 La Empresa

La presente investigación se desarrolló en una empresa que fabrica y genera soluciones para control y movimiento de fluidos, destinadas a las aplicaciones más exigentes y críticas del mundo. Por motivos de confidencialidad, en este proyecto será referenciada con el nombre “Bombas S.A. DE C.V.”.

Esta es una empresa que se encuentra ubicada en el estado de Tlaxcala y que lleva más de 10 años ofreciendo sus servicios en México. Cuenta con tres divisiones dentro de la misma, conocidos como sellos personalizados, sellos en masa y sistemas auxiliares.

Ofrece su conocimiento y experiencia en una amplia gama de productos para el control de caudal y fluidos, ejecución optimizada de maquinaria en sitio, maximización de operaciones y asistencia personalizada en todo el mundo.

Este proyecto se centra en específico a la división de sistemas auxiliares, que es el área con más desviaciones en su proceso estándar y la cual requiere un control para minimizar los impactos a los clientes. Los productos que se fabrican son “sistemas auxiliares”. Los productos, que se muestran en la “Tabla 1. Sistemas Auxiliares”, presentan un nivel de demanda cada vez mayor, lo que significa más ventas y utilidades para la compañía. Esta división se encuentra en etapa de crecimiento y expansión, por lo que es necesario generar un control en este momento de las órdenes en proceso para reducir los problemas que se comentaron en el análisis preliminar.

Sus valores principales son:

1. Seguridad: crear un ambiente seguro en donde cada persona pueda trabajar confiadamente, sin preocuparse por algún tipo de riesgo que pueda correr.
2. Personas: ser una empresa incluyente sin discriminación de ningún tipo.

3. Integridad: ser una empresa transparente con los socios, clientes, accionistas y trabajadores, siguiendo el código de conducta en todo momento.
4. Excelencia: hacer nuestro mayor esfuerzo para obtener los mejores resultados y así ofrecer productos que superen las expectativas de nuestros clientes.
5. Respeto: tomar en cuenta siempre la opinión de todos los trabajadores por igual, y con ella construir mejores procesos.
6. Eficiencia: hacer siempre lo mejor con los recursos que están a nuestro alcance, hacer siempre más con menos y buscar siempre alternativas de solución a cada problema.

3.2 Origen

La empresa Bombas S.A. de C.V. tienen más de 230 años en el mercado, y su posicionamiento actualmente es en todo el mundo. En 2010, se creó la planta de Tlaxcala en donde solo se fabricaban sellos, sin embargo, en 2021, se consideró crear una nueva división dedicada a la fabricación de sistemas auxiliares, con el objetivo de alargar la vida útil de los equipos de los clientes. En el año 2022, debido a la rentabilidad de esta unidad de negocio, el grupo corporativo decidió cerrar una planta ubicada en Tulsa, USA, que fabricaba los mismos equipos y mejor migrar toda la operación y negocio a México, por lo que la demanda incremento en un 300% de manera inmediata.

Con este incremento tan grande en la cantidad de productos demandados, los recursos de mano de obra, materias primas, herramientas, maquinaria incrementaron de igual manera en el año 2023, participando en los sectores de energía, químicos, agua, petróleo, gas, y sectores generales como minería, pulpa y papel, acero y metales primarios, alimentos y bebida, etanol, etc.

3.3 Estructura organizacional

Se compone de un organigrama bastante amplio, representado por el Director financiero (CFO) (Chief Financial Officer) y por un presidente del grupo. Además, existen varios vicepresidentes que representan el área legal, tecnológica, de operaciones, seguridad, etc. Cada empresa del conglomerado cuenta con su gerente de planta y sus gerentes de área, al igual que con diferentes supervisores y empleados administrativos y sindicalizados que ayudan a contribuir al éxito de esta gran empresa. Esta es considerada una empresa que ofrece productos de calidad, los cuales tienen una durabilidad superior en comparación con los de su competencia. Además, todos sus productos están certificados y su gama es bastante amplia.

La planta de sistemas auxiliares de Tlaxcala tiene el siguiente organigrama

Figura 4

Organigrama de Bombas S.A.DE C.V.



A continuación, se describen las funciones que desempeñan los involucrados directos, en este proyecto.

- Gerente de manufactura: es la persona con más responsabilidad dentro de la división de sistemas auxiliares, controlando los departamentos de producción, planeación, customer service, control de documentos, proyectos, almacén, embarques y estimaciones.
- Planeador: responsable de suministrar carga de trabajo a los operadores sindicalizados, así como proporcionar fechas de entrega de acuerdo a los tiempos de fabricación y capacidad instalada del personal y equipos.
- Supervisor de producción: responsable de ejecutar el plan proporcionado por los planeadores en el piso productivo, así como controlar la operación directa de fabricación (operadores, maquinas, recursos, seguridad y salud).
- Almacén: responsable de suministrar las materias primas al departamento de producción para su fabricación.
- Customer service e ingenieros de proyectos: responsables del ingreso y seguimiento de órdenes de venta, poseen la línea directa de comunicación con los clientes.

3.4 Análisis PESTEL y FODA

El proyecto desarrollado de esta materia busca impactar al factor tecnológico, para tener un procedimiento para control y estandarización de órdenes de trabajo, y un plan de producción diario que refleje la información del sistema SAP correctamente, indicando las horas restantes que se necesitan producir, así como el monitoreo y estatus actual de cada orden de trabajo con faltantes de materiales.

Figura 5

Análisis PESTEL de la empresa Bombas S.A. de C.V.

Factor	Aspecto	Tiempo de Impacto			Tipo de Impacto		
		Corto (1 a 2 años)	Mediano (3 a 5 años)	Largo (+ 5 años)	Positivo	Negativo	Indiferente
Político	Prohibición de ventas a clientes con origen ruso así como a proveedores de este mismo país		X			X	
	Acuerdo arancelario para la exportación de enfriadores a un bajo costo	X			X		
	Reducción de jornada laboral a 40 hrs semanales		X			X	
	Aumento de días de vacaciones de cada trabajador	X			X		
Económico	Un unico proveedor de Coils ubicado en Holanda con costes altos	X				X	
	Acuerdo con proveedor de moldes para manejo de altos volúmenes a costos bajos	X			X		
	Personalización de productos de acuerdo a las necesidades de los clientes	X			X		
	Ventas a intercompañías con una tasa de interés fija de 1.21%	X			X		
	Incremento en ventas de producto estándar		X		X		
	Reducción de precios de producto estándar		X			X	
	Altos volúmenes de inventario vs demanda		X			X	
Socio cultural	El personal de soldadores debe ser certificado cada tres años y un año dependiendo si es ASME / PED	X			X		
	El personal actual tiene años de antigüedad y lo lleva a sobreconfiarse y sobrevalorar su trabajo demorando más tiempo	X				X	
	Sindicato muy problemático en cuanto a días festivos y actividades diarias	X				X	
	Ambiente laboral demasiado estresante		X			X	
	Mobiliario de oficina dañado	X				X	
	Rotación alta de personal administrativo		X			X	
Tecnológico	Instalación de líneas de ensamble dedicadas solo a la fabricación de producto estándar	X			X		
	Reducción de variaciones en los costos de sistema vs real producido	X					X
	Sistema SAP no personalizado de acuerdo a la operación de la planta de Tlaxcala	X				X	
	Uso de plan de producción de manera diaria	X			X		
	Computadoras del personal obsoletas	X					X
Ecológico	Separación y reciclaje de residuos de argón, aceites y grasas	X			X		
	Reducción en el consumo de energía eléctrica diaria		X		X		
	Venta de desperdicios y residuos químicos a empresas recicladoras		X		X		
	Eliminación de materia prima obsoleta utilizándola en productos nuevos		X		X		
	Reforestación de árboles en el parque natural "La malinche"			X	X		
	Catástrofe y erupción del volcán Popocatepec			X		X	
	Amenaza de nuevas pandemias y epidemias			X		X	
Legal	Pruebas de líquidos en centrales de lubricación que lleva al desperdicio de cientos de galones		X			X	
	Protección de intelectualidad y patentes diseñadas			X	X		
	Política de ventas a intercompañías a un precio bajo	X				X	
	Legislaciones aduaneras más rígidas	X			X		
	Mantener los registros transaccionales de los últimos 10 años		X		X		

Nota. Imagen elaborada, a partir de la capacitación del Canal Lapatru.

Para el proyecto desarrollado se pudo identificar como áreas de oportunidad claves el establecimiento de un procedimiento de control de órdenes y un plan de producción específico, Este permitió controlar los procesos de cada orden de trabajo y lograr un mejor tiempo de

entrega, una visualización completa para los operadores de lo que deben fabricar diariamente y una mayor precisión en el tiempo restante de fabricación de una orden.

En cuanto a amenazas externas, se identificó que los clientes demandan muchos productos personalizados difíciles de reducir precios y que alargan mucho los tiempos de entrega, así como alta competencia en el mercado y un volumen de inventario alto.

Figura 6

Análisis FODA en la empresa Bombas S.A. DE C.V.

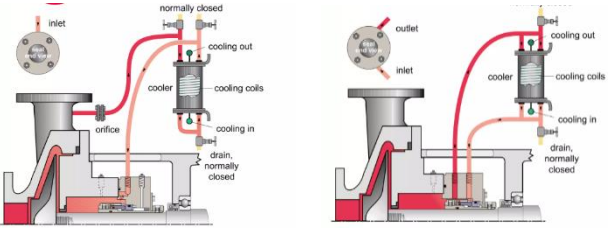
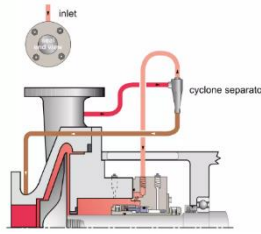
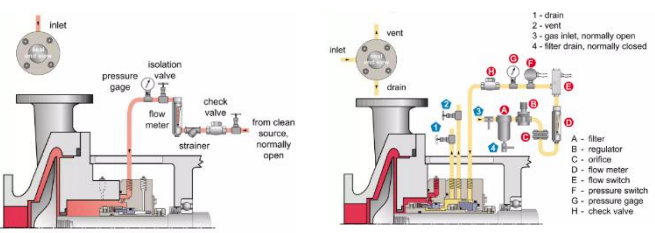
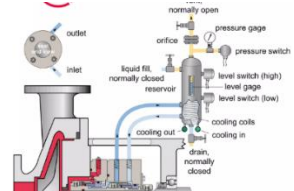
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseños personalizados de acuerdo al cliente. 2. Alta motivación al personal. 3. Uso del sistema SAP como MRP y de . 4. Acuerdo con proveedor de moldes para manejo de altos volúmenes a costos bajos. 5. Personal operativo completo para la implementación de un nuevo modelo de control de producción. 6. Apoyo de la gerencia para implementación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Personal demasiado joven en varios departamentos, como planeación, customer service, proyectos, calidad, etc. 2. Seguimiento a un plan de producción diario. 3. Mezcla de productos estándar y de ingeniería en las líneas de ensamble. 4. Mala relación con algunos clientes por demoras de entrega. 5. Los operadores se rehúsan a llenar formatos y los tableros de producción. 6. El sistema SAP actual no refleja el tiempo restante cuando los operadores ya han fabricado un porcentaje de la orden. 7. No hay un planeador asignado directamente al área de producto estándar.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de costos altos en fabricación de producto estándar. 2. Seguimiento diario a órdenes de trabajo con el uso de un plan de producción. 3. Los nuevos sistemas de MRP permiten visualizar la situación de la empresa en todo momento. 4. Colocar pantallas por centro de trabajo en donde se muestre la carga actual de acuerdo a lo planeado por los planeadores. 5. Asignación de personal dedicado completamente a la producción de producto estándar. 6. Asignación de maquinaria y herramientas dedicado completamente a la producción de producto estándar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alta competencia en el mercado con productos sustitutos a un precio más accesible. 2. Demanda alta de productos personalizados. 3. Tiempos largos de fabricación. 4. Precios altos del producto estándar debido al promedio de tiempo de mano de obra. 5. Prohibición de ventas a clientes con origen ruso así como a proveedores de este mismo país. 6. Un único proveedor de Coils ubicado en Holanda con costes altos. 7. Altos volúmenes de inventario vs demanda

3.5 Producto

Bombas S.A. DE C.V. se encarga de la fabricación de equipos encargados para alargar la durabilidad de las máquinas de los clientes, como bombas, motores o sistemas de lubricación (5 a 10 años). En la tabla 1, se muestra de manera visual algunos de los sistemas auxiliares que se fabrican diariamente.

Tabla 1

Sistemas auxiliares

Línea de productos	Fotografía de referencia
<p>Coolers: refrigeradores sencillos para sistemas que trabajan con agua caliente</p>	
<p>Separadores ciclónicos: ayuda a los sistemas de centrifugado para limpiar sólidos y regresar a la bomba de succión.</p>	
<p>Paneles de control: incrementan la presión de la cámara de sellado y el margen de vapor del fluido.</p>	
<p>Reservorios: despresurizadores de circulación de fluidos en bombas de doble sello.</p>	

<p>Planes complejos: barreras de presurización de fluidos con acumuladores, coolers y reservorios.</p>	
<p>Centrales de lubricación: equipos complejos de circulación de fluidos y gases.</p>	

Nota. Imágenes adaptadas de *Flushing plans*, por M. Singh, 2014, Slideshare (<https://es.slideshare.net/ManishSingh282/flushing-plans>).

Estos productos son elaborados principalmente por tubos de acero en diferentes calibres, instrumentación de medición, tornillería, sellos mecánicos y válvulas. La empresa se encarga de vender la ingeniería de los mismos para adaptarla a las condiciones de cada cliente, por lo que maneja una gran cantidad de modelos; sin embargo, todos regularmente son de alguna de las líneas de producto arriba mencionadas.

3.6 Sistema de producción

El sistema de fabricación que maneja la empresa es intermitente. Los productos regularmente son en bajas cantidades y personalizados de acuerdo a las necesidades de los clientes, por lo que el volumen de productos es alto y no es posible una fabricación en serie del 80% de ellos. El proceso comienza con la identificación de las necesidades del cliente, luego se diseña el producto por el área de ingeniería, se inicia la fase de compra y almacenamiento de materia prima, se llevan estas al área de producción de acuerdo a las instrucciones del departamento de planeación, se fabrican los equipos, se revisan por el área de calidad, se empacan o almacenan de nuevo y se embarcan al cliente final.

Figura 7

Sistema de producción de Bombas S.A. DE C.V.



Nota.: Imágenes recuperadas de diferentes fuentes de internet (2024). Se aprecia el inicio del flujo del proceso de producción con la demanda de los clientes, posterior la compra de materiales, revisión de capacidad, fabricación, revisión de calidad y culmina con el empaquetado y venta.

En seguida, se muestra el análisis de proceso básico para la revisión e impresión de órdenes de producción con todos sus componentes.

Figura 8

Diagrama de proceso para revisión e impresión de órdenes de producción en la empresa Bombas S.A. de C.V

ENTRADA			PROCESO ¿QUÉ?	SALIDA		
PROCESO ANTERIOR	ENTRADA	CRITERIO DE LAS ENTRADAS		SALIDA	CRITERIO DE LAS SALIDAS	PROCESOS SIGUIENTES / CLIENTE
Servicio a Cliente / Intercó / Order Entry / QRC's	Órdenes del cliente/ venta (Customer Order), Reparaciones. Replenishment Order (RO) Safety Stock (Reposición del inventario)	Fecha de entrega Cantidad Número de parte Lead time de componentes y materiales Lote de producción Cantidad de inventario menor a Safety Stock	PROPOSITO: Para que sirve el proceso Administrar los recursos disponibles para alcanzar un objetivo en un periodo de tiempo establecido Analizar posibles alternos para mejorar tiempos de entrega	Impresión de ruta de trabajo (Órdenes de Producción)	Lista de materiales para la elaboración del producto completa Secuencias de operación para la manufactura del producto, Tiempo de operación para la manufactura del producto. Dibujo por NP y/o requerimiento de Cliente.	Producción / Almacén
Requerimiento de materiales (Subensambles)	Órdenes pendiente por generar (POR)	Lo sugerido por PRMS (MRP)		Work List	Programación de órdenes de trabajo.	Producción / Almacén

Nota. Procedimiento recuperado de los documentos internos de Bombas S.A. de C.V. (2024)

a) Desperdicios del proceso

El principal desperdicio que busca atacar este proyecto es el desperdicio en pérdidas de tiempo, por tener proyectos parados demasiado tiempo, por la falta de algún material o seguimiento de algún área de apoyo; también, por tener a los operadores parados, por falta del suministro de materiales de almacén a producción o por el retraso en la liberación de calidad.

También se busca que los operadores sepan, en todo momento, que deben de fabricar y la prioridad de las mismas, para poder entregar productos a tiempo.

b) Materia prima

La materia prima es proporcionada por el departamento de ingeniería cuando se libera un nuevo producto; esta es cargada en la orden de producción y liberada por el departamento de planeación para la compra. Esta es diferente para cada proyecto, pero, como se mencionó arriba, normalmente se emplea tuberías de diferentes calibres, instrumentación de medición, válvulas, sellos, acumuladores, etc.

La compra de materiales se basa de acuerdo al tipo de producto; muchos de estos ya se encuentran en stock disponibles (tornillerías, tuercas, bridas). Sin embargo, otros son comprados para algún proyecto en específico (instrumentación, válvulas). El departamento de compras es el responsable de traer los materiales a tiempo, pero esto no es muy común, ya que los clientes solicitan materiales a un corto tiempo de entrega, lo que lleva en algunas ocasiones a la propuesta de alternos a algunos productos o a la necesidad de iniciar fabricación sin todos los materiales, con el objetivo de adelantar algunos procesos de ensamble, soldadura o pintura.

c) Insumos

Lo que se necesita para fabricar son tanques de argón, brocas, taladros, alambre para soldadura, escargol para soldadura, pintura, llaves de ensamble, pegamento, perla de vidrio, granalla, etc. El proceso de estos insumos está más controlado y rara vez escasea.

d) Mano de obra

El grupo de trabajo actual está conformado por 27 operadores: 14 del área de ensamble, 2 pintores y 11 soldadores. Con el incremento en demanda, se busca la contratación de 4 soldadores más en un futuro cercano. Debido a que el producto es especializado, los soldadores actuales poseen algunas certificaciones, por lo que no es posible la rotación de operadores a otras áreas.

El horario de trabajo es de 7:00 de la mañana a 4:30 de la tarde primer turno y el segundo turno de 1:00 a 10:30 de la noche, contando con media hora de comida, sumando un total de 10 horas laboradas diariamente durante 5 días a la semana, si es necesario tiempo extra de algunos operadores es consultado con el supervisor de producción, planeación y el sindicato.

e) Maquinaria y herramientas

Para realizar todos los procesos, el área productiva cuenta con once líneas de soldadura, dos líneas de ensamble, dos áreas de pulido de metales conocidas como “shotblast”, dos cámaras de pintura, así como una cámara para pruebas hidrostáticas, una para pruebas FAT y una más para el proceso de curado de pintura. Las herramientas siempre se encuentran a la mano del operador y al final de cada turno, son resguardadas de nuevo para evitar accidentes.

f) Tiempos de fabricación

Estos son determinados por los ingenieros de manufactura desde que se libera un producto al área de producción y planeación. Son en base a la experiencia de cada uno de ellos y son cargados a la orden de producción. Regularmente, estos no siempre son correctos y se tienen que hacer ajustes ya en el proceso de fabricación, ya que estos productos son considerados artesanales o hechos a medida para cada línea de producto.

3.7 Indicadores actuales de producción

1. Eficiencia: la relación directa entre los recursos obtenidos contra los recursos utilizados. De acuerdo al área de manufactura, la eficiencia actual del proceso de ensamble es del 95% y del área de soldadura del 80%, ya que no todos los soldadores tienen las certificaciones en cada tipo de soldadura, y también no todos tienen el expertis o habilidad.
2. Productividad: es una medida de qué tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. (Galindo, 2015)
De igual manera en el área de ensamble se determinó una productividad del 90% y en soldadura de 80%, ya que no se están utilizando todas las estaciones de soldadura en cada turno y en ensamble, el movimiento entre diferentes operaciones es alto.
3. Cumplimiento al plan de producción: es un nuevo métrico que se empezó a implementar con este proyecto. Este se encarga de medir el cumplimiento de las órdenes de producción de acuerdo al plan semanal que fija el área de planeación. Este arroja un porcentaje diario que debe ser comparado con el objetivo de 95%.
4. Tiempo de fabricación: es el tiempo en el que una orden de trabajo debe ser terminado de acuerdo al estimado de manufactura. Este tiempo contempla, tiempos de espera, tiempos de fabricación y movimientos.

5. Demora en días: es el tiempo en que una orden ha estado detenida en el proceso de producción, ya sea por falta de materiales, por retraso en respuesta de algún área (ingeniería, calidad, customer service, proyectos, clientes, etc.).

3.8 Identificación de problemas en el proceso de producción

Para el cumplimiento de estos métricos de producción, la coordinación entre las diferentes áreas involucradas es un factor determinante que ayuda a entregar los productos demandados en tiempo y forma a los clientes. Sin embargo, esta no es efectiva, y las órdenes pueden demorar semanas o incluso meses detenidas, esperando materiales o alguna respuesta por parte del personal de la misma.

El espacio y la reserva de capacidad productiva ocasionan que no se fabriquen otros equipos que tienen todo para ser terminados y enviados. La criticidad de las órdenes también juega un papel importante, ya que en varias ocasiones se ha tomado la decisión de sacar de fabricación órdenes no tan urgentes y comenzar con el pre-ensamble de órdenes que no cuentan con todo lo necesario para ser terminadas.

Esto ocasiona desviaciones en el proceso que deben ser aprobadas y gestionadas por el equipo, desperdiciando más tiempo de cada trabajador. Además, pueden muchas veces no terminarse correctamente, ocasionando demoras o incluso afectando proyectos futuros.

El deber ser es que una orden de trabajo inicie con todos los materiales para poder ser terminada de acuerdo al plan contemplado desde el diseño. Sin embargo, existen muchos factores que hacen que se tenga la necesidad de buscar soluciones para reducir tiempo de fabricación y entrega. Estas soluciones se salen del proceso natural y por ello, es necesario controlar y gestionar las mismas para que no ocasionen más demoras para todo el equipo y el cliente final.

En seguida, se listan todas las causas que pueden ocasionar que una orden de trabajo presente faltante de materiales:

1. Debido a la urgencia en los tiempos de entrega, el customer service o ingeniero de proyectos decide iniciar una orden sin algunos componentes para poder adelantar algunos procesos, como pueden ser, inspecciones de calidad y certificados, ensamble, soldadura o pintura. Una vez lleguen los componentes restantes son suministrados, pero hasta ese momento la orden puede quedar detenida.
2. Durante la primera inspección de materiales, se detecta que hacen falta algunos por temas de omisión del departamento de ingeniería, ya sea que la lista de materiales fue transferida a SAP incompleta, o que no se consideró alguno en el diseño inicial.
3. En el proceso de fabricación, el equipo de calidad o producción detectan que un material está dañado o llegó un modelo distinto al que se esperaba.
4. En la fase de producción, algún operador por error llega a dañar un material y este debe reponerse.
5. En la fase de despacho, por error se pueden surtir materiales incorrectos y ocasionar que otros materiales se arruinen por el ensamble o soldadura, esperando una reposición.
6. Que planeación imprima una orden considerando todos los materiales disponibles de acuerdo en sistema, pero almacén, durante el despacho, detecte algún falso inventario o material dañado no reportado, que ocasione que la orden deba esperar hasta que llegue un material nuevo.
7. Cuando se aplique una desviación de algún material, no se considere el cambio de algún otro: por ejemplo, al cambiar el diámetro de una brida, no se considere que el sello también debía cambiar.

Con la implementación de un nuevo procedimiento de control de órdenes en proceso, se busca identificar los tiempos muertos de cada departamento, para dar soluciones en un tiempo no mayor a un día. Con esto, se logrará poder dar una respuesta lo antes posible a los clientes, así como identificar claramente el problema que está impidiendo la entrega.

3.9 Desarrollo y evolución del problema

La empresa objeto de investigación pertenece a un grupo multinacional que lleva más de 200 años en el mercado. En 2021, decidió crear una fábrica que produjera sistemas auxiliares en el estado de Tlaxcala, con el objetivo de alargar la vida útil de las bombas y motores de los clientes y fabricar con mano de obra más económica. Se inició con un volumen bajo de ventas, de alrededor de cincuenta equipos por mes, una nave industrial, seis máquinas de soldadura, una célula de ensamble y aproximadamente cincuenta empleados, con un pronóstico de ventas a futuro nada importante. En el año 2022, debido a la rentabilidad de esta unidad de negocio, el grupo corporativo decidió cerrar una planta ubicada en Tulsa, USA, que fabricaba los mismos equipos a un costo más alto y mejor migrar todo el mercado y negocio a México; por lo que la demanda incrementó a un 300% de manera inmediata a finales de septiembre.

Con este incremento tan grande en la cantidad de productos demandados por los clientes, los recursos también se incrementaron de manera proporcional (mano de obra, materias primas, maquinaria, instalaciones, celdas de trabajo, etc.).

Como se mencionó arriba, se fabricaban alrededor de cincuenta equipos, por lo que la visibilidad de las órdenes en proceso era clara. Con la migración de la nueva demanda, de cincuenta órdenes se cambió a manejar, en promedio, ciento cincuenta equipos por mes a principios de enero de 2023; esta cifra se ha mantenido, y en ocasiones se han tenido picos de hasta 300 equipos por mes. Aun no se cuenta completamente con todos los recursos necesarios, por lo que en ocasiones pueden algunas órdenes perderse en el proceso de fabricación debido a la elevada carga de trabajo en las células de trabajo o en la mano de obra.

El producto, anteriormente estandarizado, se manejaba con pocos modelos; con la migración de la planta de Tulsa, se cambió a la fabricación personalizada (muchos modelos que utilizaban materiales en común). Esto generó deficiencias en el diseño que no se contemplaron desde un inicio; la instrumentación que cada cliente requería presentaba largos tiempos de entrega, y la capacidad laboral estaba rebasando niveles críticos. Por lo tanto, se contrató más personal para poder operar y se instalaron nuevas máquinas.

Todas las áreas de soporte se vieron obligadas a incrementar su personal, y de cincuenta personas laborando se pasó a tener 150 en diferentes departamentos. El área de producción y planeación no fue la excepción; sin embargo, hasta el momento, la comunicación con ellos no había sido la adecuada.

Muchas empresas miden su producción de acuerdo a las piezas fabricadas; sin embargo, en Bombas S.A. de C.V., se mide de acuerdo a las horas fabricadas de cada proceso. En junio de 2023, se tuvo la migración de sistema a SAP. Durante la misma, no se contaron con consultores locales, por lo que el software no se adaptó a las necesidades de los usuarios de Tlaxcala; en cambio, se adaptaron a la operación de una planta en EE. UU. que manejaba una operación relativamente sencilla.

Este software tiene dos formas para confirmar cada secuencia que los operadores comienzan: ya sea confirmarla como “completada” o como “parcialmente completada”. Este último estatus es normalmente el que se les asigna a las órdenes que se detuvieron en el proceso por algún detalle; sin embargo, SAP sigue considerando las horas totales de la operación sin tener en cuenta las horas parcialmente confirmadas. Por ejemplo, si una orden tiene una secuencia de soldadura de 40 horas y el operador confirma parcialmente 25 horas, SAP sigue reportando que faltan aún 40 horas, cuando realmente solo faltan 15 horas para terminar la operación. Esto genera demasiadas discrepancias para el equipo de planeación, y por ende, la carga actual de trabajo no es confiable.

De igual manera, no se tiene un estatus en SAP para colocar un producto con el estatus de DETENIDO o con FALTANTE DE MATERIALES, por lo que esta operación se debe llevar manualmente por ahora, lo que da cabida a muchos errores humanos.

También, el producto al ser un producto personalizado, presenta muchas veces, algunas deficiencias en el diseño que no se contemplan desde un inicio y que alargan los tiempos de entrega.

Otro problema crítico que se tiene es que los instrumentos o materiales que se utilizan para fabricar el producto, presentan tiempos de entrega largos, de más de 30 días, lo que hace que no se pueda tener una rápida respuesta con los clientes. De igual manera, solicitan certificados y particularidades que son difíciles de conseguir con cualquier proveedor.

El objetivo corporativo es reducir los tiempos de entrega largos para poder tomar más presencia en el mercado y así aumentar la satisfacción de los clientes. Se tiene contemplado incrementar la planilla de trabajadores y generar safety stock (almacenaje de materiales de mayor consumo) de los productos con mayor nivel de venta para entregar en un tiempo no mayor a dos semanas. Los proyectos para maximizar los recursos están siendo liderados por el gerente de operaciones, y se pretende en algunos meses incrementar la productividad y eficiencia de la división de sistemas auxiliares. A esto se suma el proyecto de gestión diaria que, junto con el procedimiento de control de producción de este proyecto, robustecerá el control de la cada orden de trabajo.

3.10 Condiciones de la problemática de estudio donde se llevó a cabo la investigación

Actualmente, debido a los tiempos de entrega largos de algunos componentes, se toma la decisión de iniciar con el proceso de fabricación para adelantar algunas secuencias del proceso, como pintura, curado, limpieza, primer ensamble, pruebas de calidad, funcionamiento, eléctricas, etc. Sin embargo, estas no llevan un control y al ser desviaciones de una producción normal, están ocasionando los siguientes problemas dentro del proceso productivo para la fabricación de órdenes: desconocimiento de la localización de proyectos semiterminados, seguimiento tardío de órdenes en el piso de producción por parte de los diferentes departamentos, retardos en el surtimiento de componentes faltantes, además de la falta del análisis estructural de cada una de las órdenes y los problemas presentados para su fabricación.

CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación se realizó de manera inductiva y sugiere que, a partir de un fenómeno dado, se pueden encontrar similitudes en otro, permitiendo entender procesos, cambios y experiencias para abordar el problema planteado al inicio de estas páginas. Será cualitativa, enfocándose en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto. Se llevará a cabo a través de un estudio de caso enfocado en una empresa privada ubicada en el estado de Tlaxcala, que se dedica a la fabricación de sistemas auxiliares y que actualmente tiene una problemática con el control y estandarización de órdenes con faltantes de materiales.

El enfoque cualitativo se ha seleccionado de acuerdo al propósito de examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados. (Sampieri, 2014)

4.1 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

Para trabajar sobre una idea concebida del estudio, el investigador debe familiarizarse con el tema en cuestión, y para esto se empleó el método de observación para poder estudiar el proceso de fabricación de órdenes de trabajo, las actividades que se llevan actualmente dentro de la empresa, las funciones y responsabilidades de los empleados, así como los problemas que pueden presentarse antes y durante el proceso del día a día. De igual manera, fue necesario tener entrevistas con los ingenieros involucrados para poder determinar la mejor manera de solucionar los problemas. A continuación, se definen dos métodos más de investigación que se utilizaron:

Documental-Exploratorio: se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas, no se ha abordado antes o bien, si se desea indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. En pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos; generalmente determinan tendencias, identifican áreas, ambientes, contextos y situaciones de estudio, relaciones potenciales entre variables; o

establecen el “tono” de investigaciones posteriores más elaboradas y rigurosas. Estas indagaciones se caracterizan por ser más flexibles en su método en comparación con las descriptivas, correlacionales o explicativas, y son más amplias y dispersas. Asimismo, implican un mayor “riesgo” y requieren gran paciencia, serenidad y receptividad por parte del investigador. (Sampieri, 2014)

Para esta investigación se llevó a cabo una recopilación de información sobre el sector productivo, desde sus inicios hasta sus más últimos avances durante los últimos años. Se investigó acerca de los procesos de manufactura, desarrollo de nuevos productos, conceptos de calidad, proceso de compra y suministro de materiales que llevan a cabo las empresas manufactureras, así como su relación con la actual problemática de demanda de sus clientes en tiempo record. Esto se realizó utilizando libros, revistas, procedimientos, conferencias escritas, páginas web, inmersión dentro de las áreas productivas entre otros.

Descriptivo: son la base de las investigaciones correlacionales, las cuales a su vez proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y están muy estructurados. Se busca especificar las propiedades, las características y la información referente a las órdenes de trabajo, procesos, actividades, o cualquier otro fenómeno que se involucre en el análisis de este objeto de investigación. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Sampieri, 2014)

Por ende, se inició con la recopilación y análisis de la información mediante aplicación de un procedimiento que permitió dar a conocer los principales problemas que afectan a las órdenes de producción cuando son enviadas a fabricación con faltante de materiales, dando a conocer las condiciones actuales del tema de investigación planteado en el presente documento y brindando la oportunidad de obtener conclusiones objetivas.

Analizada toda esta información, se creó el procedimiento que incluye los problemas más comunes y como solucionarlos, además de las áreas involucradas y sus responsabilidades para limitar las actividades de cada departamento. De igual manera, se creó el reporte que permite conocer la situación actual de cada orden en el área de producción, para tenerlas en cuenta y evitar que estas pasen demasiado tiempo detenidas por algún tema en particular.

El lugar en donde se aplicó el procedimiento fue en la empresa manufacturera Bombas S.A. de C.V.

El tamaño de la muestra se determinó en el marco del muestreo estratificado, tomando en cuenta a la población responsable de cada área de la empresa, lo que refleja una muestra encuestada de 115 trabajadores.

Las técnicas de recopilación de datos son las siguientes:

- Análisis documental: libros, revistas, artículos, tesis, serán revisados para analizar la información bibliográfica.
- Investigación de campo: diseño de instrumento de investigación (encuesta).

4.2 Actividades para la investigación

En este apartado se aborda los procedimientos y las actividades realizadas para la culminación de este proyecto; estos están basados en cada uno de los objetivos planteados al inicio.

A través del desarrollo de una investigación cualitativa, se consideraron las realidades subjetivas en la empresa Bombas S.A. de C.V. con respecto al estudio del proceso de fabricación que llevaban anteriormente de una manera flexible y abierta, con la finalidad de probar la hipótesis planteada previamente y profundizar en el estudio de campo de esta empresa en particular.

4.2.1 Estudio del proceso de fabricación

Se realizó un estudio del proceso de fabricación, considerando el método de la observación y estudio de campo para sensibilizarse con el ambiente o entorno en el cual se llevará a cabo el estudio, identificando informantes que aporten datos y guíen al investigador por el lugar, para adentrarse y compenetrarse con la situación de investigación, además de verificar la factibilidad del estudio. (Sampieri, 2014). Esto comenzó con un recorrido a las dos plantas de fabricación con las que cuenta la división de sistemas auxiliares. Posteriormente, se estudió de manera separada cada celda con las que cuenta la empresa, con la finalidad de identificar los factores que intervienen en cada una. Este estudio tomó un tiempo de seis meses y contempló las áreas de soldadura, ensamble, pruebas de calidad, pintura, curado, empaque entre otras.

4.2.2 Creación de plan de producción

Se creó un reporte en la plataforma de Excel para el control de las todas las órdenes de producción, incluidas las que presentan faltantes de componentes con la finalidad de tener un panorama total del área productiva. Así, se utiliza el método experimental, generando una situación para tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes no lo hacen, y así introducir variables o posibles soluciones para el problema que impide que una orden sea procesada y terminada. (Sampieri, 2014)

Este contempló los siguientes apartados, que con base a la experiencia y a entrevistas con el personal involucrado, son de utilidad para el control y toma de decisiones: una columna para el numero de orden de trabajo, el número de parte del producto, el número de dibujo del mismo, fecha de inicio y termino, cantidad, días de demora, horas totales de trabajo, horas confirmadas, horas restantes, centro de trabajo actual, departamento que debe dar soporte, causa de demora o situación actual, descripción breve del por qué no puede avanzar la orden o comentarios diarios del estatus de la orden.

Este reporte lo llenó el personal de producción y el supervisor diariamente en las columnas de responsable, causa y descripción breve cuando una orden es detenida o presenta faltantes de materiales. El área de planeación es el responsable de actualizarlo al menos dos veces al día, para poder recopilar la información del sistema SAP con el centro de trabajo actual, horas restantes del proceso y días de demora, de igual manera almacén está involucrado para confirmar el despacho de materiales de órdenes con faltantes de materiales y órdenes nuevas, ya que es un archivo compartido para poder tener la información actualizada durante todo el día.

Se realiza una junta diaria durante toda la duración de este proyecto, con todas las áreas de la planta involucradas. La duración es de 30 minutos máximo, para poder reforzar el tiempo de respuesta de las problemáticas, así como para agilizar la liberación de estas órdenes de producción.

4.2.3 Elaboración de un procedimiento para informar los problemas y actividades pendientes de cada orden de trabajo

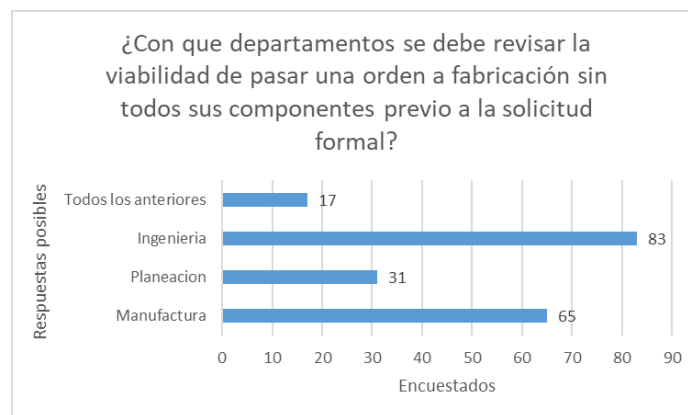
Para la elaboración del procedimiento de control de órdenes de trabajo con faltante de materiales se desarrolló una investigación cualitativa, investigando a los operadores y administrativos que están involucrados en la gestión y manejo de órdenes, tomando una muestra de 115 personas. La entrevista, consto de diez preguntas de opción múltiple para lograr una duración de 15 minutos y no quitar tiempo a los operadores de producción. La información obtenida durante los seis primeros meses observando el proceso de fabricación, permitió elaborar un documento controlado que indica las acciones a tomar si se encuentra con una orden que se detuvo en el área de producción. Este documento fue revisado por las áreas involucradas para hacer correcciones, y una vez definido y aprobado, se capacitó a las personas que manejan las órdenes de venta y atención al cliente para informar de los problemas que afectan sus órdenes y se busquen mejoras en los tiempos de entrega de cada departamento.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con la entrevista realizada que ayudaron a establecer el procedimiento:

La primera pregunta de investigación fue para revisar si los Customer Service / Ingenieros de proyectos conocían, con que departamentos deben revisar la viabilidad de iniciar el proceso de fabricación sin todos sus componentes, se obtuvo que 83 personas consideran que se debe revisar con el departamento de ingeniería, 65 con el de manufactura, 31 con el departamento de planeación y solo 17 personas sabían que se debía revisar con los tres departamentos. Esto debido a que manufactura confirma si es posible adelantar ciertos procesos y planeación analiza la carga actual en cada célula de trabajo para determinar el mejor día de inicio en cada proceso.

Figura 9

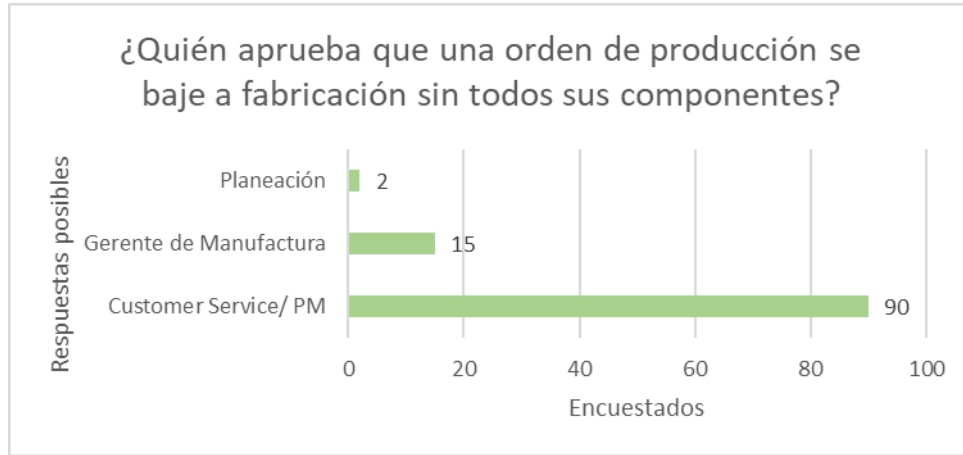
Departamentos para determinar si una orden puede iniciar sin todos sus materiales.



La segunda pregunta de investigación se enfocó en investigar si conocían que para el inicio de una orden era necesaria la aprobación de un área en específico, y se obtuvo que 90 personas consideran que el customer service o ingeniero de proyectos son los responsables de aprobar el inicio de una orden, 15 que lo debe hacer el gerente de manufactura y solo 2 respondieron que el área de planeación. El responsable de aprobación de acuerdo al procedimiento elaborado es el gerente de manufactura, que es quien analiza la urgencia y criticidad de la orden y marca la pauta para que todos los departamentos de soporte (calidad, producción, planeación, manufactura y almacén) colaboren en la reducción de tiempos de fabricación de las ordenes.

Figura 10

Responsable de aprobar el inicio de una orden sin todos sus materiales.

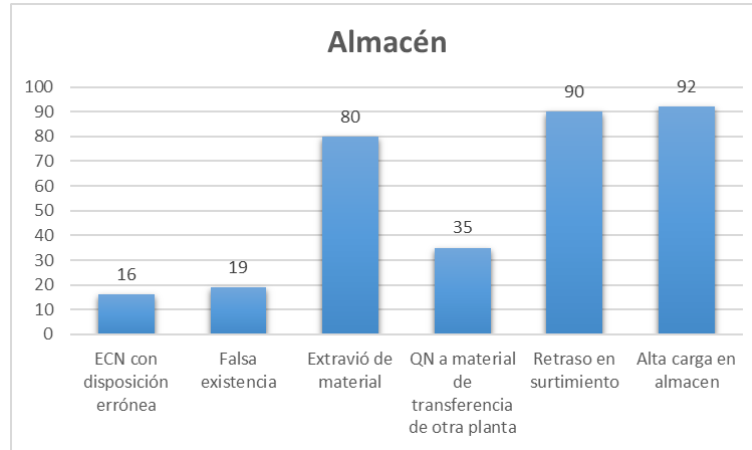


En cuanto a los departamentos que influyen en los problemas que detienen una orden ya en piso productivo, se centró el proyecto en almacén, producción, calidad, ingeniería y compras. Regularmente, estos son los que más se mencionan en las reuniones mensuales. Se agregaron los problemas que se consideran más comunes; sin embargo, se dejó la pregunta abierta para ver si los operadores conocían alguna otra que no se estuviera considerando. Los resultados ayudaron a limitar los problemas que se cargarían en el plan de producción, así como los responsables de los mismos para dar soporte.

Para el área de almacén, respondieron 92 personas que el principal problema de que una orden se retrase es por alta carga en almacén, 90 personas respondieron que es por surtimiento tardío de los componentes faltantes, ya que cuando estos llegan a planta, almacén no los surte hasta que planeación se lo solicita; 80 personas respondieron que otra causa es el extravió de materiales durante la recepción de los mismos por parte de almacén-recibo, 35 más respondieron que es debido a QN's por materiales de transferencia de la división de sellos, 19 por falsa existencia en inventario y 16 por ECNs con disposición errónea.

Figura 11

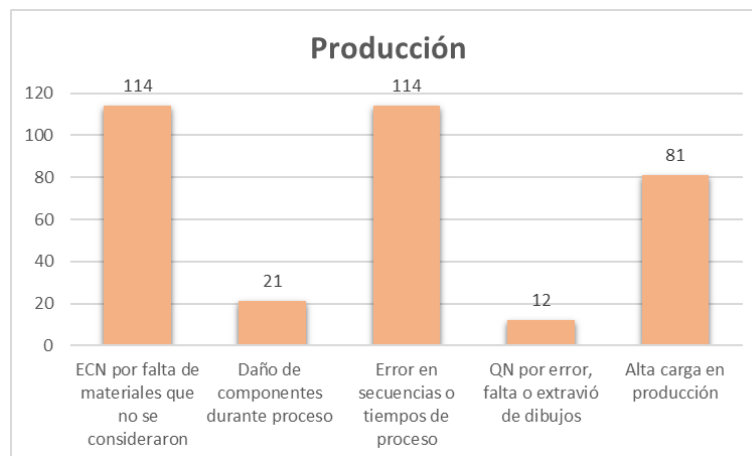
Problemas más comunes del departamento de almacén que provocan que una orden se detenga



La pregunta número 4, recopila la información de los problemas más frecuentes en el proceso de producción, 114 personas informaron que es debido a ECNs por falta de materiales que no se consideraron durante el proceso de diseño por parte de ingeniería, de igual manera, 114 consideraron que es por errores de secuencias o tiempos de proceso que no se colocaron o sobran por parte de mala interpretación de dibujos del área de manufactura, 81 consideran que es por alta carga en producción, 21 por daños en componentes durante el proceso de fabricación y 12 por QNs por error, falta o extravió de dibujos.

Figura 12

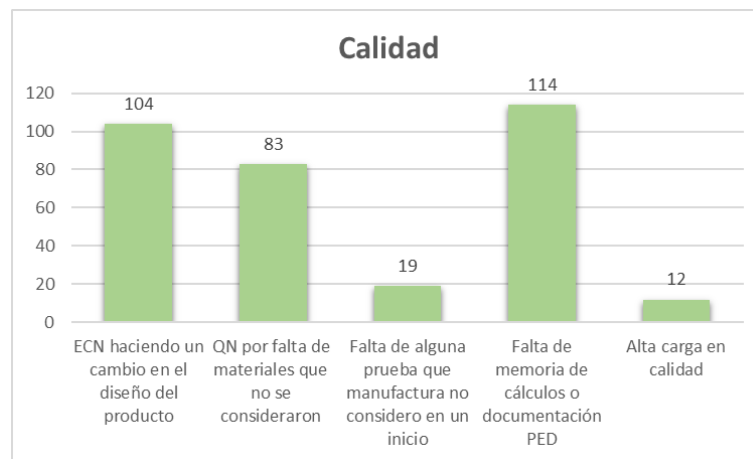
Problemas más comunes del departamento de producción que provocan que una orden se detenga



La pregunta número 5, recopila la información de los problemas más frecuentes en el proceso de calidad, 114 personas informaron que es debido a falta de memorias de cálculo o documentación PED/ ASME, 104 por ECNs haciendo cambios en el diseño de productos, 83 por QN's por falta de materiales que no se tenían considerados desde el diseño, 19 por falta de alguna prueba que manufactura no considero durante la interpretación del dibujo, y 12 por alta carga en el departamento.

Figura 13

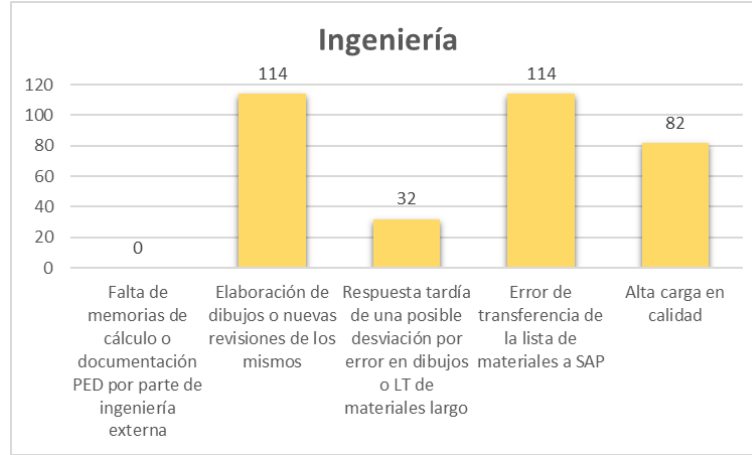
Problemas más comunes del departamento de calidad que provocan que una orden se detenga



La pregunta número 6, recopila la información de los problemas más frecuentes en el proceso de ingeniería, 114 personas informaron que es debido a elaboración de dibujos o nuevas revisiones de los mismos, 114 también indicaron que es por error en la transferencia de las listas de materiales a SAP, 82 por alta carga en su departamento, 32 por respuesta tardía de una posible desviación por error en dibujos o tiempos de entrega de materiales largo, y ninguna persona atribuyo retrasos por la falta de memorias de cálculo o documentación PED/ ASME por parte de ingeniería externa.

Figura 14

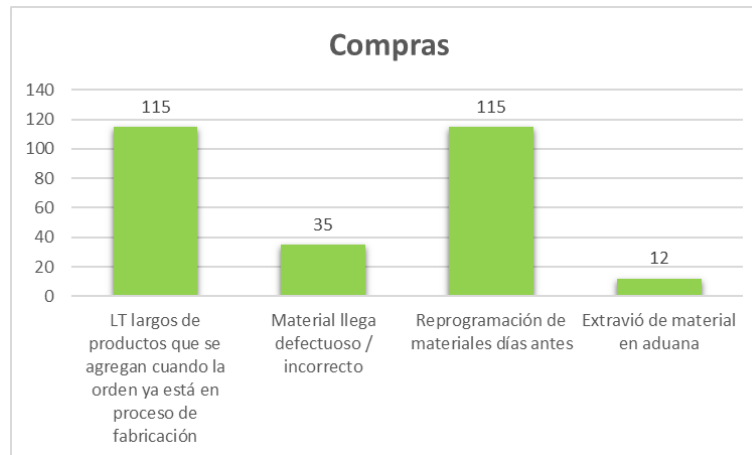
Problemas más comunes del departamento de ingeniería que provocan que una orden se detenga



La pregunta número 7, recopila la información de los problemas más frecuentes en el proceso de compras de materiales, 115 personas informaron que es debido a tiempos de entrega (lead times/ LT) largos, de productos que se agregan cuando la orden ya estaba en proceso de fabricación, 115 también por reprogramación de materiales días antes de la llegada confirmada por el proveedor, 35 por material que llegó defectuoso o fuera de especificación, 12 por extravió en aduana durante el proceso de importación del material.

Figura 15

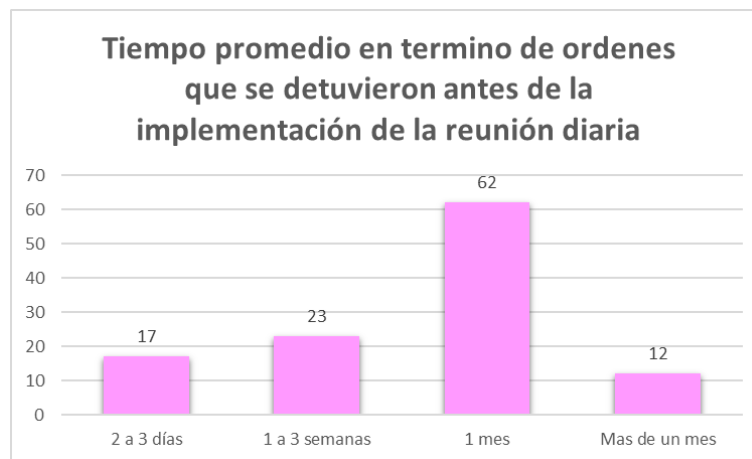
Problemas más comunes del departamento de compras que provocan que una orden se detenga



La pregunta número 8, buscó identificar el tiempo en que una orden era terminada cuando se detenía por algún motivo; 63 personas consideraron que el tiempo promedio era un mes, 23 que era entre 1 a 3 semanas, 17 que eran solo 2 a 3 días y 12 personas que era más de un mes. Esto sirvió para identificar que muchos materiales tenían semanas, incluso meses, detenidos en el piso productivo por diferentes motivos, que en su mayoría era falta de algún material que no se consideró para la fabricación.

Figura 16

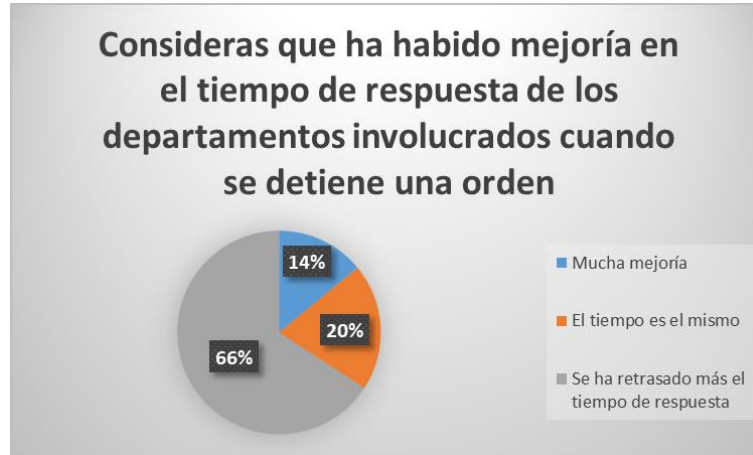
Tiempo promedio de término de una orden, cuando esta se detuvo por algún motivo durante la fabricación



La pregunta número 9, busca mostrar si el personal operativo y administrativo a visto mejoras en el tiempo de respuestas de los diferentes departamentos involucrados cuando una orden se detiene; 75 personas consideraron que no ha habido mejora, al contrario, se ha retrasado más el tiempo de respuesta, 23 consideran que es el mismo tiempo que siempre y 16 que si ha habido mucha mejoría. El métrico de cumplimiento al plan que reporta en las mañanas, incluye estos retrasos y son revisados por la gerencia de planta cuando no se logra el métrico diario.

Figura 17

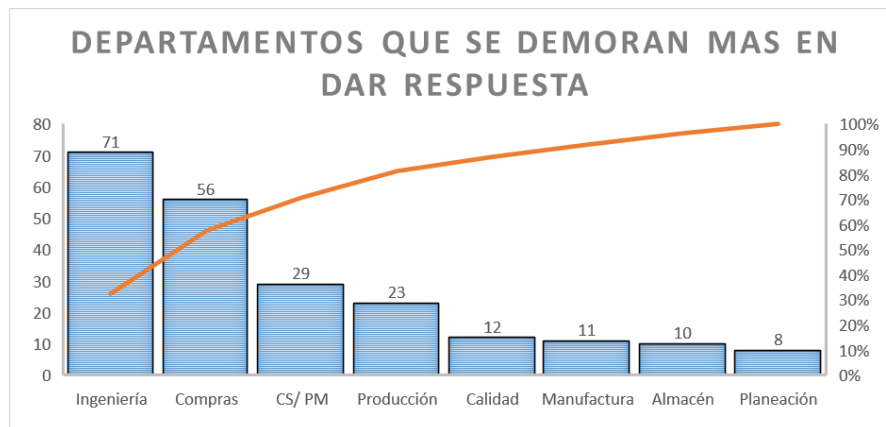
Revisión de mejoras en el tiempo de respuesta de los departamentos involucrados cuando una orden se detiene



La última pregunta, muestra los departamentos que tardan más tiempo en dar respuesta cuando una orden se detiene durante el proceso de fabricación; 71 personas consideran que es el departamento de ingeniería, 56 que es el departamento de compras, 29 que es customer service e ingenieros de proyectos, 23 producción, 12 calidad, 11 manufactura, 10 almacén y 8 planeación. Estos departamentos se incluyeron en el plan de producción, junto con los retrasos más frecuentes que se obtuvieron de las preguntas 3 a la 7 y que deben ser reportados de acuerdo a las instrucciones del procedimiento desarrollado en este proyecto.

Figura 18

Departamentos que se demoran más tiempo en dar respuesta, cuando una orden se detiene en el piso productivo



CAPITULO V. HACIA UNA PROPUESTA

5.1. Procedimiento para el control y estandarización de órdenes con faltantes de materiales

Tomando como base los resultados más relevantes de la investigación, se determinó que es necesario la implementación de un procedimiento para estandarizar y contralar las órdenes de producción con faltantes de materiales, así como de las órdenes en general. A continuación, se muestra el procedimiento generado.

		FIRMAS	CS-I05	
Elaboro:	Planeación		INSTRUCCIÓN PARA INICIAR ORDENES CON FALTANTE DE MATERIALES EN PLANTA 72	
Reviso:	Gerencia de planeación/Gerencia de manufactura			
Dueño de proceso:	Gerencia de manufactura			
Autorizo:	Gerencia de planeación/Gerencia de manufactura/ Gerencia CS			
Fecha de Alta:		28/02/2024	Revisión:	1

1. DEFINICIONES.

Orden con faltante de materiales: Es una orden de venta u/o orden de producción que por alguna razón es solicitada por el Customer Service o ingeniero de proyectos para iniciar con algún faltante de materiales, con el objetivo de avanzar en algún proceso productivo.

WO/ PrdOrd: Produccion Order/ Orden de Trabajo

CO: Customer Order / Orden del cliente

CS: Customer Service / Representante de Customer Service

PM: Proyect Manager/ Ingeniero de proyectos

ECN: Engineering Change Notification / Notificación de cambio de ingeniería.

QN/ NCMR: Quality Notification/ Notificación de calidad por no conformidad

Plan de producción: Listado de órdenes que el departamento de producción debe de procesar en la semana, alineados de acuerdo a prioridades, fechas de impresión y retrasos.

2. EQUIPO UTILIZADO.

2.1 El equipo de seguridad requerido son:

- Lentes
- Tapones
- Faja
- Zapatos de seguridad.

3. ASPECTOS AMBIENTALES.

3.1 Se determinan los Aspectos ambientales en la SH-F01 Matriz de aspectos ambientales , la cual determina:

Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Condición	Control Operacional
Consumo de energía eléctrica: Iluminación, climas, uso de equipo de cómputo, etc.	Calentamiento Global Explotación de recursos	Normal Anormal	Apagar el clima, la luz, desktops y laptop con sus respectivos monitores al salir de la oficina.
Consumo de papel: Impresión de documentos	Deforestación, contaminación de suelo	Anormal	Clasificar y separar el papel en botes identificados por colores, aplica color azul para el papel.

3.2 Control Operacional

3.2.1 Se dará disposición de los residuos mencionados en esta instrucción de acuerdo a Procedimiento SH-P09 Manejo de Residuos no Peligrosos.

4. ACTIVIDADES:

Las ordenes con FALTANTES DE MATERIALES aplican cuando el cliente o algún departamento (CS/PM) solicitan el inicio de la misma con algunos materiales pendientes de llegada que no son utilizados para los procesos iniciales, o que pueden añadirse al final del ensamble.

A) Para los casos en que algún departamento como Producción, Manufactura o Calidad, detonan una orden con faltante de materiales por algún problema interno, deberán agregar de manera manual al plan de producción la información del "Responsable", "Causa" y "Comentario" del por qué se está deteniendo, así como informar al CS/ PM de manera personal.

B) Para el caso en que el cliente y CS/PM soliciten iniciar una orden con faltante de materiales se deberá proseguir de la siguiente manera:

4.1 Notificar al departamento de planeación y al gerente de manufactura correspondiente por correo electrónico especificando lo siguiente:

- 4.1.1 Motivo por el cual debe iniciarse sin todos los materiales.
- 4.1.2 Cliente
- 4.1.3 PO del cliente
- 4.1.4 Numero de parte
- 4.1.5 Código del / los componentes que están pendiente de llegada, su fecha confirmada por el área de compras
- 4.1.6 El alcance de las operaciones que quiere que se avancen antes de la llegada de los últimos componentes faltantes
- 4.1.7 Fecha estimada de embarque
- 4.1.8 Monto comprometido de venta.
- 4.1.9 Visto bueno del departamento de manufactura e ingeniería.

4.2 El CS/ PM del mercado correspondiente deberá revisar las operaciones de la orden de producción en sistema y enviar correo de indicación de los procesos que se avanzaran previos a la llegada de los materiales faltantes, se debe incluir a personal de los siguientes departamentos.

- Planeación
- Producción
- Ingeniería
- Manufactura
- Calidad
- Compras
- Gerencia de Manufactura

4.3 El personal de planeación deberá identificar el status actual en sistema de las Ordenes de producción y órdenes de compra y según sea el caso se procederá de la siguiente manera:

4.3.1 Si la **PrdOrd aún no se imprime** el personal de planeación deberá colocar el comentario de los materiales faltantes y su fecha de llegada en la orden de producción impresa y en el "Plan de Producción" y alinear fechas de inicio de operaciones de acuerdo a la llegada, así como alinear ensambles posteriores.

4.3.2 Si la **PrdOrd ya está impresa** (en piso) deberá revisar el status directamente con producción (supervisor (a) de producción), ingeniería y compras.

4.3.2.1 Si **afecta directamente el ensamble** el Supervisor(a) deberá agregar el comentario de la detención de la orden en el "Plan de producción", colocar el "Responsable", "Causa" y un comentario más amplio, notificar al CS/ PM que lleva esa orden, así como al departamento de planeación en la reunión diaria de las mañanas. Planeación deberá considerar la llegada de materiales y mover la fecha para que no se considere en la carga de producción. De igual manera, el supervisor deberá agregar una tarjeta con el comentario "HOLD" (Figura 1) para que todo el equipo conozca que esa orden se ha detenido.

4.3.2.2 Si **no afecta directamente el ensamble**, el Supervisor(a) deberá continuar con el ensamble lo más que pueda y al mismo tiempo notificar a CS/PM y planeación, así como agregar el comentario a su "Plan de producción". Solicitar al personal de planeación mover la fecha. Se quedará la ruta impresa con el material.

4.3.2.3 **Solicitar a compras el expedite del material faltante** el Supervisor(a) deberá solicitar a ingeniería o calidad el ECN o QN para que a planeación le aparezca demanda y se puedan colocar requisiciones y el departamento de compras pueda adquirir el material faltante.

4.1.1.1 **Revisión de alternos en almacén disponibles** el CS/PM solicitará a ingeniería la revisión de alternos disponibles, de encontrarse alguno, el CS/PM solicitará una desviación o conversión para agregar estos productos a su orden de producción y notificar al equipo de compras y planeación.

- 4.2 El planeador de las células de trabajo deberá actualizar de manera manual el progreso de esa orden y su centro de trabajo actual en el "Plan de producción" diariamente, para que se refleje a producción.
- 4.3 Planeación solicitara constantemente retroalimentación al CS/PM de la llegada de los materiales restantes.
- 4.4 CS/PM deben asegurar que cuando lleguen los materiales faltantes, estos sean surtidos por el departamento de almacén al área de productiva de manera inmediata.
- 4.5 CS dará seguimiento a las ordenes **diariamente**, actualizará y dará status a los departamentos involucrados mediante la reunión diaria de todos los días.
- 4.6 **Cuando el cliente haya solicitado un cambio de diseño**, el depto. de ingeniería deberá notificar cuando ya esté listo el nuevo diseño de la pieza, enviando el ECN el cual debe indicar que componentes se eliminaron o modificaron, que componentes se adicionaron y que BM's deben actualizarse, así como también si el material que se detuvo aún puede ser utilizado.
- 4.7 **Cuando se agreguen materiales por omisión de ingeniería**, el depto. de ingeniería deberá emitir el ECN el cual debe indicar que componentes se eliminaron o modificaron, que componentes se adicionaron y que BM's deben actualizarse, así como también si el material que se detuvo aún puede ser utilizado, de igual manera deberá revisar si hay algún alterno en stock.
- 4.8 Planeación deberá generar las nuevas requisiciones y notificar al área de compras.
- 4.9 Compras deberá colocar la "Orden de compra" y buscar la mejor fecha de entrega con sus proveedores.
- 4.10 En caso de cancelación y que el material ya no pueda ser utilizado, CS/PM notificará al cliente el cargo, facturará el cargo y notificará a calidad las PrdOrds que ya no se utilizarán **para su disposición a través del NCMR asociado a la PO del cargo**.
- 4.11 El depto. de Calidad deberá dar disposición final a los materiales, usando como respaldo el correo de notificación que envía CS/PM.
- 4.12 **CSR deberá notificar a los departamentos involucrados cuando hayan llegado todos los materiales faltantes vía correo**.
- 4.13 Produccion será responsable de terminar la orden de manera normal.

FIG .1 TARJETA DE MATERIAL DETENIDO

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD TARJETA DE MATERIAL DETENIDO H O L D				
FECHA COLOCACION EN HOLD: _____		PROCESO EN QUE SE DETUVO: _____		
WO: _____	NO PARTE: _____	CANT: _____		
MOTIVO POR EL QUE SE DETUVO: _____				
MARQUE CON UNA X EL DEPARTAMENTO RESPONSABLE DE LIBERAR LA ORDEN				
CS	MFG	INGENIERIA	COMPRAS	OTRO
NOMBRE DEL RESPONSABLE: _____				
				AC-F20

5. REFERENCIAS:
NA

6. REGISTROS
NA

7. NOTIFICACION:

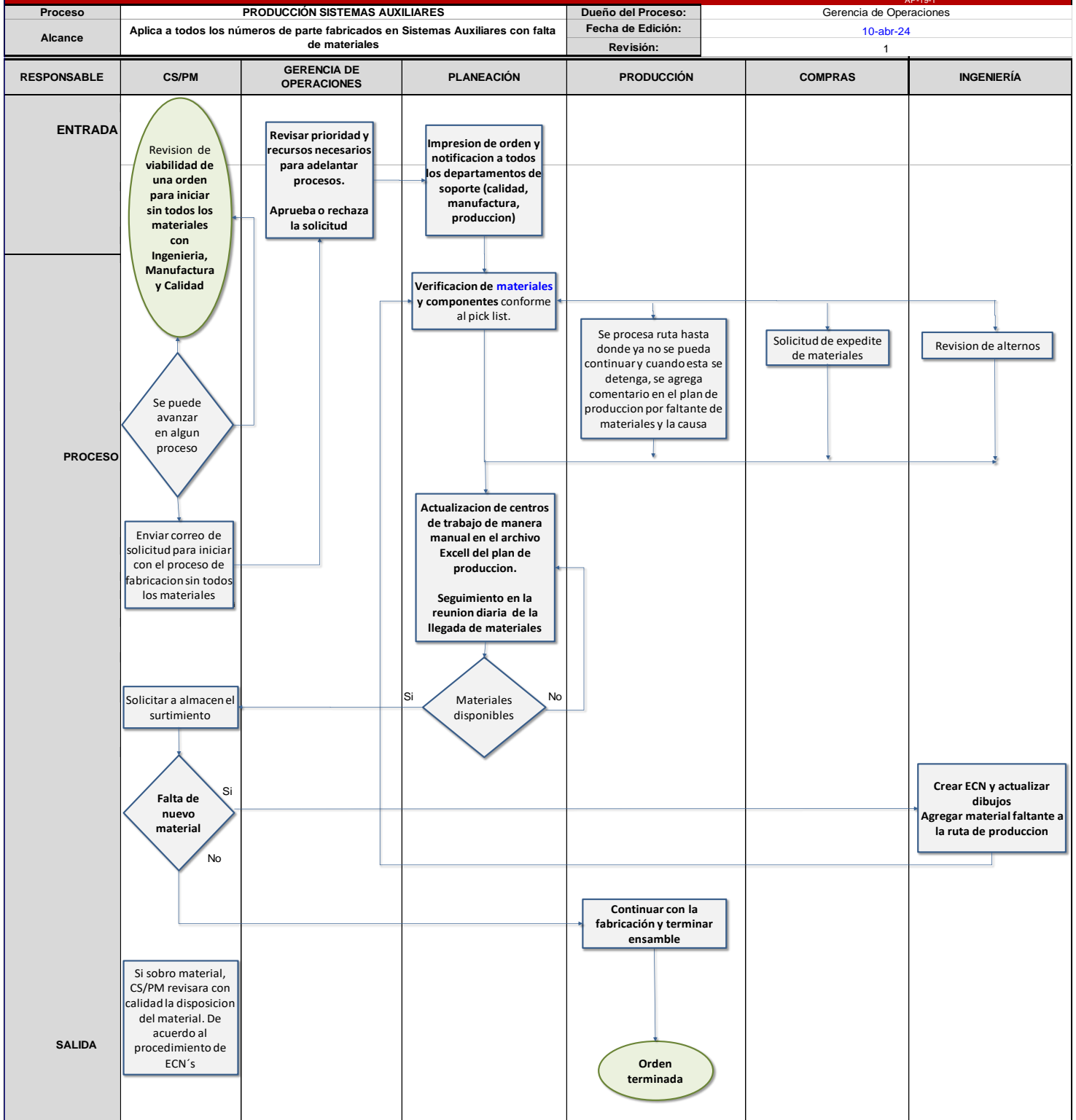
- 7.1 Gerencias de manufactura
- 7.2 Departamentos involucrados
- 7.2 Producción Planta 72.

8. REVISION:

Fecha	Rev.	Ref.	Descripción del Cambio
02/04/2024	1	Puntos 4	Se elimina archivo de Hold que se indicaba en instrucción, las notificaciones se hacen por correo. Se actualiza información indicada en azul.

FLUJO DE PROCESO

AP-19-1



5.2. Plan de producción

Con el procedimiento establecido, se desarrolló un medio adicional para poder darle seguimiento diariamente a las órdenes y estas no estuvieran mucho tiempo detenidas. Con este motivo, se creó el “Plan de producción”, en donde se muestra el estatus de cada una en el piso productivo y planeadas. En este se colocan los comentarios diariamente y si estas presentan demoras, faltantes de materiales, errores en dibujos, retrasos en algunas áreas, etc. El plan de producción es alimentado por el área de planeación y producción, y se le da seguimiento diariamente en la reunión del “Daily Management” de la empresa Bombas S.A. DE C.V.

Con la investigación realizada, se determina que es necesario investigar los problemas que generan una orden con faltantes de materiales y que esta debe ser monitoreada diariamente. Así como se deben establecer métricos, como es el “Cumplimiento al plan de producción”, para determinar si un proceso es eficiente o no, y así determinar mejoras que logren una mejor productividad y utilidad para la empresa. A continuación, se muestra el “Plan de producción que se diseñó a través de la plataforma de Excel; este se alimenta de la información obtenida del sistema SAP que utiliza la empresa.

Figura 19

Plan de producción de la empresa Bombas S.A. de C.V. elaborado en el programa de Excel



																Sub-total	54	55	-1			
Order	Material	Drawing	Qty	Operation Start Date	Operation Finish Date	WK	Operatio n Age (D)	Current WC	Production Status	Secuence Status	Grand Total	Confirmado	Remanentes hrs	Owner	Category	Comments						
10724204			1	10/11/2024	11/21/2024	41.0	5.00	A700-2						PM		En proceso de marcado						
10724207			1	10/11/2024	11/21/2024	41.0	5.00	A700-2						PM		En proceso de marcado						
10627825			5	10/16/2024	11/22/2024	42.0	0.00	A700-2						Compras		pendiente del plate name C05832822Z 11/08 al 11/11						
10741414			1	10/25/2024	12/10/2024	43.0	0.00	A927						Calidad.Proc	Detenida ASME / PEI	No se tienen MTRs para los fittings/ orden para saf						
10744110			6	10/25/2024	11/26/2024	43.0	6.00	A928						P52		En proceso de marcado 0.878 - hidro 0.299						
10721753			1	10/30/2024	12/5/2024	44.0	0.00	A590-8								En proceso de ensamble 3.401// orden para LT_pendie						
10743687			2	11/5/2024	12/23/2024	45.0	0.00	A600-2							En proceso Pintura/ C	Retraso en proceso de pintura/ no hay pendiente p						
10721752			1	11/7/2024	12/13/2024	45.0	0.00	A590-8								En proceso de ensamble 3.857// Orden para LT_pendie						
10742673			3	11/7/2024	11/22/2024	45.0	0.00	A930						Compras		pendiente del plate name C05832822Z 11/08 al 11/11						
10760167			4	11/7/2024	11/22/2024	45.0	0.00	A600-1								En proceso de curado						
10721984			2	11/8/2024	12/31/2024	45.0	0.00	A595						Compras	Agregar Sec. Manufac	Pendiente eliminar secuencias de soldadura						
10749222			2	11/11/2024	11/21/2024	46.0	4.00	A595						Calidad.Proc	Inspeccion	En proceso de soldadura						
10746815			12	11/11/2024	11/29/2024	46.0	6.00	A928								En porceso de marcado 1.366						
10780165			8	11/11/2024	12/3/2024	46.0	0.00	A595								En proceso de soldadura 3.110						
10785731			10	11/12/2024	11/22/2024	46.0	0.00	A600-1								En proceso de pintura 2.318						
10785707			10	11/12/2024	11/22/2024	46.0	0.00	A595								En proces de soldadura 6.542						
10593840			4	11/12/2024	11/21/2024	46.0	0.00	A700-2						Compras		En proceso de marcado						

En la figura 19, se puede apreciar el material, número de orden de producción, fecha de inicio y termino, centro de trabajo, días de vencimiento de la orden, centro de trabajo actual, estatus, horas totales, horas confirmadas, horas restantes, responsable de la causa de atraso, categoría del mismo y comentarios adicionales para tener mayor información. Por último, de lado derecho aparecen todos los centros de trabajo con los que cuenta la empresa y las horas que deben de pasar en cada uno de ellos. Estas últimas columnas indican la carga real por centro de trabajo, restando las horas confirmadas parcialmente, que, a diferencia del sistema SAP actualmente no es posible.

Esta información es reflejada en las pantallas de producción para que los operadores identifiquen el orden en que deben fabricar las piezas, y los acontecimientos que afectan a cada una, para tener el soporte de los departamentos involucrados de manera rápida y eficaz.

El reporte de las pantallas se realizó con el apoyo del departamento de tecnología de la empresa en la plataforma de Power BI y presenta la información de la siguiente manera.

Figura 20

Plan de producción y su presentación en las pantallas de producción



Figura 21

Funcionamiento del plan de producción “cumplimiento al plan y responsables de causas de atraso”

Porcentaje del plan de producción alcanzado. Se basa en tres factores.

- Órdenes programadas del día
- Capacidad instalada
- Tiempo de fabricación planificado frente a tiempo de fabricación confirmado



Departamentos que actualmente están impactando en el cumplimiento del plan de producción y necesitan brindar soporte.

- Los porcentajes en **ROJO** muestran los departamentos con líneas con fechas vencidas.
- Al hacer clic, puede ver los pedidos abiertos que cada departamento debe atender.



Objetivo Diario: 95%

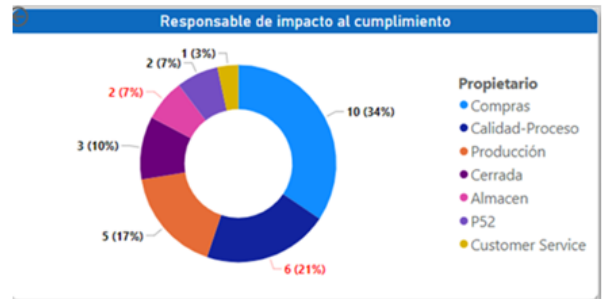


Figura 22

Funcionamiento de plan de producción “Centros de trabajo en donde se encuentran las ordenes y toda su información”

Centros de trabajo con órdenes de fabricación abiertas

- En **ROJO** muestra los departamentos con pedidos con fechas vencidas.

- Al hacer clic, se muestran las órdenes abiertas para cada puesto de trabajo.



Comentarios del estatus actual de manera breve por orden de trabajo

Lista de ordenes abiertas

Fecha de inicio	Fecha de término	Orden	Material	Cantidad	Demora (Días)	Centro de trabajo actual	Área	Secuencia	Horas totales	Horas confirmadas	Horas restantes	Estatus actual
4/2/2024	5/14/2024	10568205		16	8	A930	DESPACHO	PCNF	186.08	0.00	186.08	Detenida ASME / PED
4/12/2024	4/26/2024	10488734		3	1	A930	DESPACHO	PRT	8.68	0.00	8.68	Pendiente Surtimiento
4/11/2024	4/25/2024	10568041		3	1	A930	DESPACHO	PRT	50.07	0.00	50.07	Pendiente Surtimiento

CRITERIOS DE FABRICACIÓN

- Según pedidos con mayor número de días de retraso
- Según fecha de inicio
- De acuerdo con la prioridad establecida por el departamento de planeación

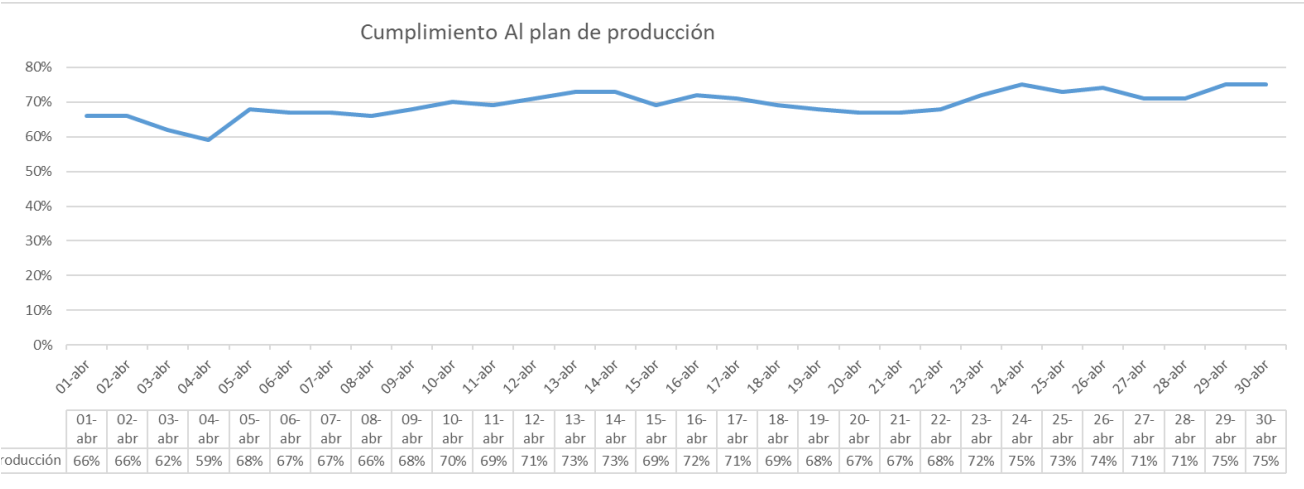
El reporte de producción en las pantallas se actualiza cada 2 horas para que los operadores tengan la información actualizada, y de manera diaria, durante las reuniones matutinas, se reporta el resultado del métrico de “Cumplimiento al Plan de Producción”, así como los departamentos que impactan y se solicitan acciones para poder cerrar actividades pendientes.

Durante el mes de febrero 2023, se realizó la prueba piloto, en la que se registró un incremento en el métrico de cumplimiento al plan de producción, de 66% a un 75% en el primer mes, y una disminución en las líneas del WIP del 17.33% en las ordenes con fecha vencida (sin movimiento por más de 10 días). De igual manera, se han ido cerrando poco a poco las ordenes con más tiempo en piso para mantener un inventario sano.

Debido a la naturaleza del producto, hay varias órdenes que se detienen diariamente, por lo que este proyecto tiene funcionalidad a largo plazo, para poder monitorear y controlar las misma y en algún punto llegar a reducirlas en su totalidad.

Figura 23

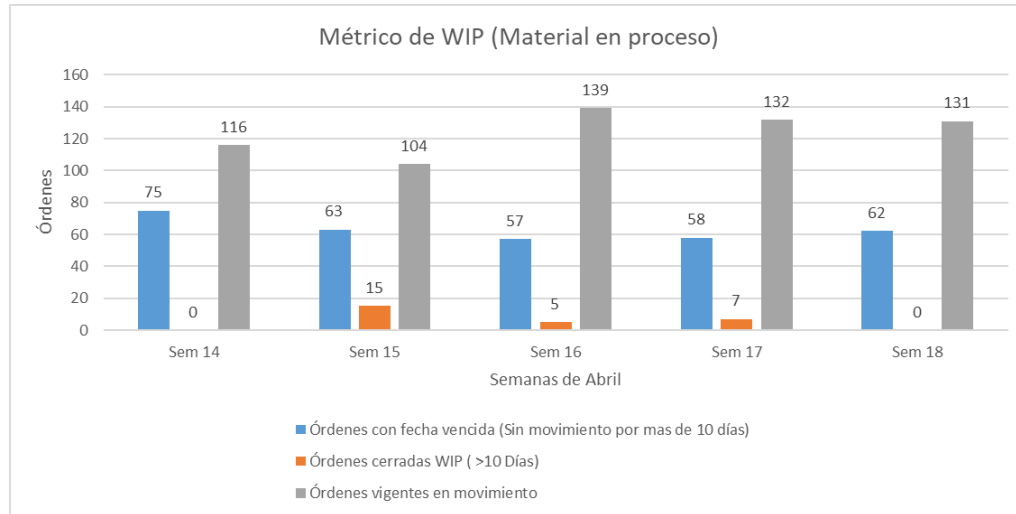
Grafica del cumplimiento al plan de producción durante el mes de abril 2024



Nota. La imagen representa el incremento en el métrico de Cumplimiento al Plan de producción en el mes de abril 2024, se inició con un 66% y este incremento a finales de mes al 75%, ya que los operadores e ingenieros sabían que producir y cuál era la prioridad de las ordenes.

Figura 24

Gráfica del métrico de WIP (Work in process / Material en proceso) durante el mes de abril 2024



Nota. La imagen representa las órdenes que se están procesando en las líneas de producción, las barras grises significan los pedidos que se están fabricando de acuerdo al plan, las azules llevan más de 10 días detenidas por algún problema en piso productivo, y las naranjas llevan menos de 10 días detenidas. Se puede ver que las ordenes con mayor tiempo detenidas (barra azul) se redujeron de 75 a 62 órdenes y de igual manera las de la barra naranja de 15 se redujo a 0.

Conclusiones

La empresa en donde se realizó este proyecto presenta un gran interés por parte del grupo multinacional para asignar cada año más demanda, debido a su bajo costo y excelentes resultados en sus productos. A futuro, se planea un crecimiento de más del 40% de acuerdo a cifras presentadas en las reuniones mensuales de resultados; por ende, es importante el desarrollo de nuevas metodologías que le permitan mantener el control de sus procesos y recursos para cada orden de fabricación o pedido del cliente.

El diseño e implementación de un procedimiento para el control y la estandarización de órdenes de trabajo con faltantes de componentes, es crucial para optimizar la eficiencia operativa y mejorar la gestión de inventarios en cualquier organización. A través de este procedimiento, se establece un enfoque sistemático para manejar y resolver problemas asociados con la falta de componentes, garantizando que las órdenes de trabajo se procesen de manera efectiva y con el menor impacto posible en la producción.

Durante el estudio de caso, se comprobó que no importa que procedimiento o modelo de planeación se utilice; cada empresa debe tener procedimientos fijos y reportes que permitan visualizar correctamente el flujo.

Al manejar eficazmente las órdenes con faltantes de materiales, es posible tener una comunicación efectiva con los departamentos de almacén, producción y manufactura para lograr un avance en el proceso de fabricación previo a la llegada de los últimos materiales críticos y así lograr una reducción en el tiempo de fabricación, comparado a si se hubiera iniciado el proceso de manufactura hasta tener todos los materiales. Este proceso puede mejorar la entrega días o, inclusive, dos semanas, si se hace con la coordinación y el apoyo de todo el equipo; además, de que produce que el cliente este satisfecho y se puedan enviar avances, de ser requeridos.

El procedimiento de manejo de órdenes que se desarrolló, es un documento de cómo se debe manejar una orden y en donde se debe registrar algún incidente o problema. El área de producción necesitaba de un documento o reporte que mostrara las órdenes, cantidades, fechas de entrega, centros de trabajo y actividades pendientes por departamento para poder controlar y dar seguimiento a las órdenes ya impresas en proceso. El procedimiento indica el flujo a seguir, incluyendo la revisión con el equipo de manufactura, la solicitud de aprobación, y la manera de visualizar lo que se tiene que hacer, cuando se tiene que hacer y quien es el responsable de hacerlo.

Del instrumento de investigación realizado, se detectó que, de 115 personas entrevistadas, solo 17 sabían que se debe realizar una validación previa con el departamento de ingeniería, manufactura y planeación en conjunto, ya que algunos solo consideraban a ingeniería, para dar inicio a una orden sin todos los materiales para su fabricación. El procedimiento ya incluye esta validación como punto de partida, para alinearse con los objetivos de la empresa y crear un flujo más efectivo de estas órdenes incompletas (apartado 4.1.9).

De igual manera, se demostró que no aplicaban el proceso de aprobación, tanto customer service e ingenieros de proyectos, solo se dirigían con el área de planeación para la impresión de sus órdenes, lo que llevaba a que no todos los departamentos conocieran el alcance del proyecto ni la criticidad del mismo. Se agregó el apartado 4.1 de aprobación, que incluye al gerente de manufactura para estos casos, ya que él conoce los proyectos críticos y tiene el panorama para decidir a qué órdenes se les debe asignar los recursos, además del departamento de planeación, para comunicar el alcance con producción y todas las áreas involucradas.

Durante el proceso de investigación de las causas más frecuentes que afectan o generan una orden con faltante de materiales, se detectó que los departamentos de ingeniería, compras, almacén, calidad y producción son los principales detonadores. Estos contemplan varias causas; sin embargo, la más crítica son los ECN's que se repitieron en las causas tanto de ingeniería, calidad, producción y compras, todos con respuestas de 114 a 104 personas que coincidían que esto es la causa principal de un atraso.

En las preguntas tres a la siete, para el área de almacén, se detectaron problemas como extravió de materiales (80 respuestas); en producción, otra causa crítica fue error en secuencias o tiempos de proceso (114 respuestas); en calidad, la falta de memorias de cálculo es lo que retrasa las órdenes (114 respuestas); en ingeniería, se obtuvo un número de respuestas iguales en los ECN's y los errores en la transferencia de BOM's de materiales (114 respuestas); para compras, los temas más comunes son los tiempos de entrega largo de los componentes, así como las reprogramaciones (115 respuestas).

Con esta información recabada, se desarrolló el plan de producción, que fue la mejor forma de comunicar los problemas que retrasan una orden a todo el equipo. Este se llevó a cabo con la información de "SAP", en el programa de Microsoft "Excel" y presentado con el apoyo del software de "Power BI" en las pantallas del piso productivo, incluyéndose en el apartado 4.3.2 de este procedimiento.

La pregunta de investigación para determinar el tiempo en que se demoraba una orden para terminarse una vez se detectaba falta de materiales, se identificó que 62 entrevistados consideraban que se demoraba alrededor de un mes y 12 más de un mes. La pregunta número nueve complementa esta información con 75 personas que consideran que no ha habido mejoras en el tiempo de respuestas desde hace tiempo; al contrario, se ha retrasado más el tiempo en los últimos meses.

La última pregunta del instrumento de investigación identificó que el departamento de ingeniería es el que más retrasos tiene en dar respuesta ante un problema que afecta o detiene una orden en proceso; el segundo es compras, el tercero es customer service/ ingenieros de proyectos, y los demás departamentos afectan en un menor número.

Esto mostro y detono la necesidad de reportar cada retraso y el departamento que lo origina para obtener una mejoría en los tiempos de respuesta, a su vez se revisó con el gerente de manufactura para incluirlo en las reuniones matutinas diarias para exponer estos retrasos y se dé solución lo antes posible (apartado 4.5). El métrico de cumplimiento al plan que reporta

en las mañanas, incluye estos retrasos y son revisados por la gerencia de planta cuando no se logra el métrico diario.

La implementación de un sistema de control riguroso asegura la notificación del estado actual y las acciones pendientes para obtener una respuesta rápida y coordinada a los problemas que afectan cada orden de producción con faltante de materiales, mejorando el flujo de trabajo general y reduciendo costos de almacenaje. Este sistema permite que cada área (compras, almacén, producción, planeación, calidad, etc.) esté informada de las actividades pendientes a las que debe dar respuesta o solución para que una orden pueda continuar lo antes posible a su proceso normal. La estandarización asegura que todos los equipos sigan los mismos pasos para manejar faltantes, lo que mejora la coordinación y la transparencia en el proceso.

Por lo tanto, se concluye que la hipótesis se cumplió, y este procedimiento ayuda a informar el estado actual y las acciones pendientes a cada departamento involucrado que están afectando la entrega. Se demostró que, durante el mes piloto de abril 2024, se logró un incremento en el plan de producción del 66% al 75%; y de igual manera, el métrico de WIP se redujo en un 17.33%, mostrando que las órdenes detenidas han ido reduciéndose paulatinamente, y se han entregado a los clientes en un menor tiempo. Se espera que, en los siguientes meses, se mantengan estas tendencias.

Los sistemas ERP, como SAP, son una inversión estratégica que debe ser planeada e implementada a detalle por los desarrolladores y asesores, para que se adapte completamente al proceso y la funcionalidad del mismo sea explotada en un 100%. En la empresa de Bombas S.A. DE. C.V., esto no fue así, ya que la migración se hizo al mismo tiempo que en una empresa en Estados Unidos; ambas no fabricaban lo mismo y no compartían particularidades, por lo que el sistema en México quedó incompleto. Cada que se solicita algún reporte nuevo o transacción en SAP para mostrar y desarrollar alguna operación, lo consideran como un desarrollo que puede durar alrededor de un año o dos.

A pesar de los desafíos, la capacidad de un sistema ERP es extensa y puede personalizarse tanto como el usuario requiera. Se espera que en un futuro exista una mayor flexibilidad para adaptar el proceso actual de las órdenes con materiales incompletos, y todo a futuro sea a través del sistema SAP de manera automatizada. Esto lo convertiría en una herramienta valiosa para lograr la excelencia operacional en el mercado actual en la que la empresa está sumergida.

Recomendaciones

Luego de realizar el presente estudio, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar un espacio especializado para órdenes detenidas por faltante de materiales, para que se puedan localizar fácilmente y se evite el extravío de materiales. Se observó que la empresa mantiene en diferentes zonas piezas y materiales provenientes de sobrantes de producción que no le aportan nada a los nuevos procesos y que ocupan demasiado espacio.
- Continuar con la medición diaria del indicador del cumplimiento al plan y las reuniones diarias para el control de todas las órdenes no solo las incompletas que se desarrollaron en este proyecto, para poder establecer metas en pro de mejoras generales en todos los niveles y departamentos de la organización.
- Se recomienda que el registro de cada operación y su progreso en horas sea registrado a través de escáneres, para ayudar a que los operadores registren a tiempo los centros de trabajo y la situación actual de las órdenes.
- También se recomiendan dispositivos electrónicos por centro de trabajo que muestren el plan de producción, ya que actualmente solo está en dos ubicaciones y los operadores tienden a tener tiempos muertos por estar moviéndose a donde se encuentran las pantallas de producción para consultar lo que tienen que hacer.
- Se recomienda que la visualización de los datos generados en Excel sea presentada por otro sistema y no Power Bi, ya que este en ocasiones no se actualiza correctamente o a tiempo.
- Por último, se sugiere seguir presionando al equipo de desarrollo de SAP para la creación de una transacción que muestre el plan de producción de manera automática, así como que incluya la última operación que se capturo en sistema, para que aparezca el centro de trabajo en donde se tocó un orden por última vez, y esa información ya no sea generada manual en un Excel como actualmente en este proyecto.

Referencias

- Al-Mashari, M., y Zairi, M. (2000). *Enterprise Resource Planning: A Taxonomy of Critical Factors*. *European Journal of Operational Research*, 352-374.
- Araya M. (21 de julio de 2015). *¿Sabe usted administrar?*. https://www.larepublica.net/noticia/sabe_usted_administrar#:~:text=Este%20t%C3%A9rmino%20tambi%C3%A9n%20proviene%20del,est%C3%A1n%20al%20servicio%20de%20otros.
- Blog de MBA. (17 de marzo de 2024). *¿Qué es el Análisis PESTEL y para qué sirve?*. <https://blogs.informacion.com/blog/mba/que-es-analisis-pestel-para-que-sirve/>
- Campa. (9 de octubre de 2017). *Tlaxcala por el camino a la industrialización*. <https://www.campa.com.mx/site/tlaxcala-por-el-camino-a-la-industrializacion/>
- Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones*. Editorial McGraw-Hill.
- Chiavenato, I. y Sapiro, A. (2017). *Planeación Estratégica*. McGraw-Hill.
- Davenport, T. (1998). *Putting the Enterprise into the Enterprise System*. *Harvard Business Review*, 121-131.
- El Sol de Tlaxcala. (10 de octubre de 2019). *En crecimiento industrial en el país, Tlaxcala confirma liderazgo*. <https://www.elsoldetlaxcala.com.mx/local/en-crecimiento-industrial-en-el-pais-tlaxcala-confirma-liderazgo-4291660.html#!>
- Escrivá, J., Savall, V., y Martínez, A. (2014). *Gestión de Compras*. Editorial McGraw-Hill.
- Esteves, J. y Pastor, J. (2001). *Enterprise Resource Planning Systems*. *Communications of the Association for Information Systems* 1-51.
- Everett, E., Adam, Jr. y Ebert, R. (2012). *Administración de la producción y las operaciones*. Editorial Pearson Prentice Hall
- Fernández, E., Avella, L. y Fernández, M. (2003). *Estrategia de producción*. Editorial McGraw-Hill
- Galindo, M. y Ríos V. (2015). *“Productividad” en Serie de Estudios Económicos* [Archivo PDF]. <https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508-mexicoproductivity.pdf>
- Hammer, M. y Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation*. *Business Revolution*. HarperBusiness.

- Heizer, J. y Render, B. (2014). *Operations Management*. Editorial Pearson.
- Hopp, W. y Spearman, M. (2001). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. Editorial McGraw-Hill.
- Inditer. (2023). *Tecnologías en refrigeración industrial: ¿Qué hay de nuevo?*.
<https://inditer.es/blog/tecnologias-en-refrigeracion/#:~:text=Algunas%20de%20las%20nuevas%20tecnologias%C3%ADas%20de%20refrigeraci%C3%B3n%20industrial,...%205%20Sistemas%20de%20enfriamiento%20por%20absorci%C3%B3n>
- Ishikawa K. (1982). *Introduction to Quality Control*. Editorial JUSE Press
- Jabbour, G. (18 de octubre de 2022). *Importancia de saber Excel*.
<https://expansion.mx/tecnologia/2022/10/18/importancia-de-saber-excel-por-que>
- Jaramillo, O. (2007). *El concepto de sistema*.
<https://www.ier.unam.mx/~ojs/pub/Termodinamica/node9.html>
- Kast, F. y Rosenzweig, J. (1972). *General systems theory: Applications for organization and management*. *Academy of Management Journal*, 15(4), 447-465
- Canal Lepatru (13 de septiembre de 2019). *Análisis PESTEL: Ejemplo* [Archivo de Vídeo]. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=Dx47L_jSRr0
- Manish S. (2014). *“Flushing plans”* [Diapositiva PowerPoint]. Slideshare.
<https://es.slideshare.net/ManishSingh282/flushing-plans>
- Mintzberg, H. (1978). *The Structuring of Organizations*. Trade Paperback.
- Monk, E. y Wagner, B. (2012). *Concepts in Enterprise Resource Planning*. Cengage Learning.
- Munárriz, I. (2022). *Proceso productivo*. <https://www.lacienciaeconomica.com/proceso-productivo/>
- Nightingale, D. (2005). *People and Organizational Issues in the Lean Enterprise*. [Diapositivas Powerpoint].
https://ocw.mit.edu/courses/16-85j-integrating-the-lean-enterprise-fall-2005/7851ef926c4afbe41ce40f592530dc52_11_ppl_and_organ.pdf
- O'Leary, D. (2000). *Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce, and Risk*. Cambridge University Press.
- Ohno T. (1991). *El Sistema De Produccion Toyota Mas alla de la produccion a gran escala*. Editorial Productivi.

- Pereira R. (4 de marzo de 2024). *What Is a Lean Daily Management System?*. <https://blog.gembaacademy.com/2020/08/07/what-is-a-lean-daily-management-system/>
- Pérez P. y Merino, M. (13 de octubre de 2010). *Administración de recursos - Qué es, definición y concepto*. <https://definicion.de/administracion-de-recursos/>
- ProgressaLean (22 de mayo de 2015). *Origen y evolución del Lean Manufacturing*. <https://www.progressalean.com/origen-y-evolucion-del-lean-manufacturing/>
- Refri-Climas. (4 de octubre de 2023). *Sistemas De Refrigeración Industrial. Tipos, Componentes*. <https://www.refri-climas.com/sistemas-de-refrigeracion-industrial/>
- Rendón G. (1996). *Dos haciendas pulqueras en Tlaxcala, 1857-1884* [Archivo PDF]. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=fvhrWZjLsm4C&oi=fnd&pg=PA7&ots=S BxBGmqKg9&sig=Ib3I8E7mJMRjUqT3J8U6KcCkglA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Resendiz, E. (2019). *Sistemas Auxiliares* [Archivo PDF]. Idocpub. <https://idoc.pub/documents/13-sistemas-auxiliares-on23jgk2oyl0>
- Rosenthal, S. (1997). *Diseño y desarrollo eficaces del nuevo producto*. Editorial McGraw-Hill.
- Sampieri, H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw-Hill.
- SAP (2024). *What is SAP*. <https://www.sap.com/latinamerica/about/what-is-sap.html>
- Sipper, D. (1998). *Planeación y control de la producción*. Editorial McGraw-Hill.
- Shang, S. y Seddon, P. (2002). *Assessing and Managing the Benefits of Enterprise Information Systems: Lessons Learned from ERP Systems in Practice*. Proceedings of the 23rd International Conference on Information Systems, 114-126.
- Thompson y Strickland (2014). *Administración Estratégica; Textos y Casos*. Editorial McGraw-Hill.
- Torres, A. (2 de mayo de 2023). *Inteligencia Artificial en la Industria*. <https://mesbook.com/inteligencia-artificial-industria/>
- Ulrich, K. y Eppinger, S. (2009). *Diseño y desarrollo de productos*. Editorial McGraw-Hill.
- Zapata, J. (30 de junio de 2010). *Tlaxcala: entre la modernización y la frontera del retroceso - del Prosperato a la Revolución Mexicana*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-80272010000100009

Definición de términos

Alcance de un proyecto: es una relación detallada de los aspectos de un proyecto, incluidos los productos, los plazos, los recursos y los resultados esperados por el cliente.

Almacén: área encargada del almacenamiento y conservación de materias primas, productos semiterminados o terminados.

Área de producción: Área de manufactura en donde se procesan los insumos o materia prima para posteriormente convertirse en productos o bienes.

Cadena de suministro: todas las actividades seriadas que se realizan desde la compra de materiales, transformación en bienes y servicios, transporte y venta del mismo con clientes y proveedores.

Cadena de valor: todas las actividades que producen un cambio en las materias primas para poder fabricar un bien o servicio que satisfagan las necesidades del cliente.

Cambio de alcance: cambios que se originan durante un proyecto que ya ha sido liberado al área de manufactura.

Causa de atraso: acción que detona un retraso durante la fabricación de un producto de acuerdo a las fechas iniciales.

Centro de trabajo (Work center): número o código con el que se identifica una célula de trabajo en sistema, representa una operación.

ECN (Engineering Change Notification): es una notificación de ingeniería de algún cambio que se ha originado al plano de un producto, puede tener alcance solo documental, o incluir nuevos materiales, diseños, medidas, etc.

Estandarización: Definir el proceso del cómo se debe realizar una operación de manera constante.

Gestión: Acción o trámite de dirigir y/o administrar que se debe realizar para conseguir o resolver una actividad.

Horas confirmadas: tiempo en que un operador realiza una operación en su totalidad.

Horas parcialmente confirmadas: tiempo capturado parcialmente de una operación, por ejemplo, si una secuencia de ensamble dura 9 horas, y solo se capturan 3 horas, se le asigna el estatus en sistema SAP como parcialmente confirmada.

NCMR: Notificación de calidad de que un producto no cumple de acuerdo a las especificaciones del dibujo o el estándar de la planta.

Orden de producción: es un número consecutivo de pedido que se desea fabricar y que requiere de insumos o materia prima, una ruta o procesos de fabricación para poder ser transformada.

Scrap: Materiales que no cumplen de acuerdo a sus especificaciones iniciales.

Operaciones: Actividades cuyos procesos revisan, combinan, separan, reforman o transforman las materias primas.

Proceso: conjunto de operaciones mutuamente relacionadas que transforman entradas (materias primas) en salidas de mayor valor (bienes o servicios).

Producto: resultado de un proceso de transformación que satisface las necesidades del cliente.

Programación: proceso de determinar las actividades que se deben de realizar en cada área afectada por un plan de producción, los insumos que se deben suministrar y el tiempo en que se deben de llevar a cabo.

Propuesta de mejora: también conocidas como Kaizen por su origen japonés, acciones que afianzan los puntos fuertes e intentan solucionar los puntos débiles o problemas detectados.

Ingeniero de proyectos (Project Manager/ PM): responsables de la atención del cliente y el manejo de nuevos proyectos o productos, se encargan de la gestión en su totalidad desde el proceso de cotización, estimación, ingreso de la demanda del cliente, fabricación, hasta su facturación en sistema y envió.

Recursos / Materias primas: Todos los materiales necesarios para la elaboración de un producto final.

Reprogramación: proceso de modificación del plan de producción de acuerdo a una reconfirmación de fecha de entrega o inicio de una orden.

Responsable (Owner): departamento causante de que una orden presente un retraso en fabricación de acuerdo al plan.

Ruta de producción (Ruta de trabajo): Serie de pasos u operaciones cargados a la orden de producción para poder fabricar un producto.

Servicio al cliente (Customer Service/ CS): responsables de la atención del cliente y el manejo de órdenes consideras estándar, se encargan de la gestión en su totalidad desde el ingreso de la demanda del cliente hasta su facturación en sistema y envió.

Tiempos de producción: tiempos necesarios para realizar una operación o secuencia en una ruta de trabajo.

Tiempos muertos: actividades que no agregan valor a la transformación de un producto, estos pueden ser inspecciones, movimientos innecesarios, reuniones, etc.

Trazabilidad: procedimientos preestablecidos que permiten conocer el histórico, trayectoria y ubicación de un producto o lote del mismo, desde su compra hasta su salida de material de sistema.

Anexos

a. Índice de Figuras

Figura 1. Actividad Industrial por Entidad Federativa (IMAIEF) 2019.....	8
Figura 2. El sistema Productivo.....	11
Figura 3. Proceso de planeación de recursos y suministro de materiales.....	25
Figura 4. Organigrama de Bombas S.A.DE C.V.....	54
Figura 5: Análisis PESTEL de la empresa Bombas S.A. de C.V.....	56
Figura 6: Análisis FODA en la empresa Bombas S.A. DE C.V.....	57
Figura 7: Sistema de producción de Bombas S.A. DE C.V.	60
Figura 8. Diagrama de proceso para revisión e impresión de órdenes de producción en la empresa Bombas S.A. de C.V	60
Figura 9: Departamentos para determinar si una orden puede iniciar sin todos sus materiales.	74
Figura 10: Responsable de aprobar el inicio de una orden sin todos sus materiales.....	75
Figura 11: Problemas más comunes del departamento de almacén que provocan que una orden se detenga.	76
Figura 12: Problemas más comunes del departamento de producción que provocan que una orden se detenga	876
Figura 13: Problemas más comunes del departamento de calidad que provocan que una orden se detenga	88
Figura 14: Problemas más comunes del departamento de ingeniería que provocan que una orden se detenga	789
Figura 15: Problemas más comunes del departamento de compras que provocan que una orden se detenga	789
Figura 16: Tiempo promedio de término de una orden, cuando esta se detuvo por algún motivo durante la fabricación	790
Figura 17: Revisión de mejoras en el tiempo de respuesta de los departamentos involucrados cuando una orden se detiene.....	91

Figura 18: Departamentos que se demoran más tiempo en dar respuesta, cuando una orden se detiene en el piso productivo	880
Figura 19: Plan de producción de la empresa Bombas S.A. de C.V. elaborado en el programa de Excel	89
Figura 20: Plan de producción y su presentación en las pantallas de producción	89
Figura 21: Tiempo promedio de término de una orden, cuando esta se detuvo por algún motivo durante la fabricación	890
Figura 22: Funcionamiento de plan de producción “Centros de trabajo en donde se encuentran las ordenes y toda su información”	91
Figura 23: Grafica del cumplimiento al plan de producción durante el mes de abril 2024.....	89
Figura 24: Gráfica del métrico de WIP (Work in process / Material en proceso) durante el mes de abril 2024	901
Figura 25: Funcionamiento de plan de producción “Centros de trabajo en donde se encuentran las ordenes y toda su información”	91

b. Índice de Tablas

Tabla 1: Sistemas Auxiliares	58
------------------------------------	----

c. Cronograma de actividades

No Meses / No. De Actividades	1	2	3	4	5	6	8	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

No	Actividad
1	Estudiar el funcionamiento del proceso de Fabricación en la división de Sistemas Auxiliares.
2	Análisis de las variables que intervienen para la detención de órdenes de trabajo.
3	Elaboración del reporte de órdenes de trabajo detenidas en producción en la plataforma de Microsoft Excel.
4	Elaboración de procedimiento para la toma de decisiones de alternativas.
5	Revisión de funcionalidad del procedimiento para la toma de decisiones.
6	Capacitación del personal del área de servicio al cliente para el manejo del procedimiento de toma de decisión de alternativas.

d. Entrevista

ENTREVISTA DE ORDENES CON FALTANTES DE MATERIALES

Departamento: _____ Fecha: _____
Turno: _____ Tiempo en la compañía: _____

1. ¿Con que departamentos se debe revisar la viabilidad de pasar una orden a fabricación sin todos sus componentes previo a la solicitud formal?
a) Manufactura
b) Planeación
c) Ingeniería
d) Todos los anteriores
2. ¿Quién aprueba que una orden de producción se baje a fabricación sin todos sus componentes?
a) Customer Service/ PM
b) Planeación
c) Gerente de Manufactura
3. Selecciona tres problemas más frecuentes por los que se detiene una orden en el proceso de ALMACÉN.
a) ECN con disposición errónea
b) Falsa existencia
c) Extravió de material
d) QN a material de transferencia de otra planta
e) Otro: _____
4. Selecciona tres problemas más frecuentes por los que se detiene una orden en el proceso de PRODUCCIÓN.
a) ECN por falta de materiales que no se consideraron
b) Daño de componentes durante proceso
c) Error en secuencias o tiempos de proceso
d) QN por error, falta o extravió de dibujos
e) Otro: _____
5. Selecciona tres problemas más frecuentes por los que se detiene una orden en el proceso de CALIDAD.
a) ECN haciendo un cambio en el diseño del producto
b) QN por falta de materiales que no se consideraron
c) Falta de alguna prueba que manufactura no considero en un inicio
d) Falta de memoria de cálculos o documentación PED
e) Otro: _____
6. Selecciona tres problemas más frecuentes por los que una orden se detiene por temas de INGENIERÍA
a) Falta de memorias de cálculo o documentación PED por parte de ingeniería externa
b) Elaboración de dibujos o nuevas revisiones de los mismos
c) Respuesta tardía de una posible desviación por error en dibujos o LT de materiales largo
d) Error de transferencia de la lista de materiales a SAP
e) Otro: _____

7. Selecciona tres problemas más frecuentes por los que una orden se detiene por temas de COMPRAS
- LT largos de productos que se agregan cuando la orden ya está en proceso de fabricación
 - Material llega defectuoso / incorrecto
 - Reprogramación de materiales días antes
 - Extravió de material en aduana
 - Otro: _____
8. Selecciona el tiempo promedio en que una orden era terminada cuando era detenida por algún departamento antes de la reunión diaria con los involucrados.
- 2 a 3 días
 - 1 a 3 semanas
 - 1 mes
 - Mas de un mes
9. Considera que ha habido mejora en el tiempo de respuesta de los departamentos involucrados cuando una orden presenta faltante de materiales.
- Mucha mejoría
 - El tiempo es el mismo
 - Se ha retrasado más el tiempo de respuesta
10. ¿Cuál es el departamento que se demora más en dar respuesta a una orden detenida?
- Calidad
 - Planeación
 - Ingeniería
 - Manufactura
 - Almacén
 - Customer Service/ PM
 - Producción
 - Otro: _____
11. ¿Consideras que el proceso de identificación de una orden con faltantes de materiales está completo?, Si no y por qué.
- Si
 - No
 - Por qué: _____
12. ¿Puedes identificar en el sistema SAP y físicamente una orden detenida a simple vista?
- Si
 - No
13. ¿Qué datos consideras importantes a la hora de conocer cuando una orden está detenida?
- Numero de orden de producción
 - Tiempo detenida
 - Piezas
 - Departamento responsable
 - Horas de carga de la estación de trabajo detenidas
 - Monto a facturar
 - Tiempo de entrega
 - Otro: _____
14. ¿Deseas agregar algo más.... _____