

# Optimized planning model based on improvement of methods that allows decreasing deliveries out of time in small and medium enterprises in the clothing sector

Victor Molina<sup>1</sup>, Jose Llontop<sup>1</sup> and Carlos Raymundo, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) Lima-Perú, u201211331@upc.edu.pe and pcapjlo@upc.edu.pe

<sup>2</sup>Dirección de investigaciones, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) Lima-Perú, carlos.raymundo@upc.edu.pe

*Abstract -- Multiple MYPES can not identify the times of production, production capacity and the exact and necessary raw materials for production, that is why they do not apply the correct methodologies for the improvement of processes. Production management and purchasing management consist of administrative tools widely used in different industries to maximize production levels within the organization. These are aimed at an efficient use of resources, reduction of production times by improving methods and correct distribution of work. In the present investigation, the proposal proposes the implementation of different purchasing management tools and methods improvement, which feed a new planning model optimizing the purchasing, production and planning processes. The tools used were the bimanual diagrams together with the standardization of processes, the gozinto diagram and the preparation of a planning template along with traffic lights to identify the daily workload. This model has been validated through direct implementation in the company.*

*This proposal model was applied to an MSE of the garment sector and as a result the reduction of the production time was obtained by 15%, the increase of production capacity without altering existing resources and the reduction of reprocessing by 5%. All this caused the decrease of deliveries out of date.*

*Keywords -- Planning model, Gozinto graph, Work method, Garment company.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.112>  
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

# Modelo optimizado de planificación basado en mejora de métodos que permita disminuir entregas fuera de tiempo en pequeñas y medianas empresas del sector confecciones

Victor Molina<sup>1</sup>, Jose Llontop<sup>1</sup> and Carlos Raymundo, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) Lima-Perú,  
[u201211331@upc.edu.pe](mailto:u201211331@upc.edu.pe) and [pcapjlo@upc.edu.pe](mailto:pcapjlo@upc.edu.pe)

<sup>2</sup>Dirección de investigaciones, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) Lima-Perú,  
[carlos.raymundo@upc.edu.pe](mailto:carlos.raymundo@upc.edu.pe)

**Resumen**– Múltiples MYPES no saben identificar los tiempos de producción, capacidad de producción y las materias primas exactas y necesarias para producción, por ello es que no aplican las metodologías correctas para la mejora de procesos. La gestión de producción y la de compras constan de herramientas administrativas ampliamente utilizadas en distintas industrias para maximizar los niveles de producción dentro de la organización. Estas tienen como objetivo un uso eficaz de los recursos, reducción de tiempos de producción mediante la mejora de métodos y correcta distribución del trabajo. En la presente investigación se plantea como propuesta la implementación de distintas herramientas de gestión de compras y mejora de métodos, las cuales alimenten un nuevo modelo de planificación optimizando los procesos de compra, producción y planificación. Las herramientas utilizadas fueron los diagramas bimanuales junto con la estandarización de procesos, el diagrama gozinto y la elaboración de una plantilla de planificación junto con semáforos para identificar la carga diaria de trabajo. Este modelo ha sido validado mediante la implementación directa en la empresa. Este modelo de propuesta se aplicó a una MYPE del sector confecciones y como resultado se obtuvo la reducción del tiempo de producción en 15%, el aumento de capacidad de producción sin alterar los recursos existentes y la reducción de reprocesos en 5%. Todo ello ocasionó la disminución de entregas fuera de fecha.

**Palabras Claves**– Modelo de planificación, Gráfica de gozinto, Metodo de trabajo, Empresa de prendas de vestir.

**Abstract**– Multiple MYPES can not identify the times of production, production capacity and the exact and necessary raw materials for production, that is why they do not apply the correct methodologies for the improvement of processes. Production management and purchasing management consist of administrative tools widely used in different industries to maximize production levels within the organization. These are aimed at an efficient use of resources, reduction of production times by improving methods and correct distribution of work. In the present investigation, the proposal proposes the implementation of different purchasing management tools and methods improvement, which feed a new planning model optimizing the purchasing, production and planning processes. The tools used were the bimanual diagrams together with the standardization of processes, the gozinto diagram and the preparation of a planning template along with traffic lights to identify the daily workload. This model has been validated through direct implementation in the company.

*This proposal model was applied to an MSE of the garment sector and as a result the reduction of the production time was obtained by 15%, the increase of production capacity without altering existing resources and the reduction of reproprocessing by 5%. All this caused the decrease of deliveries out of date.*

**Keywords**– Planning model, Gozinto graph, Work method, Garment company.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las Micro y Pequeñas Empresas (MYPES) presentan una problemática que afecta directamente su correcto desempeño, esto provoca procedimientos muy variados unos de otros para la misma tarea, inadecuada respuesta al cliente e ineficiencia en el uso de recursos para las actividades productivas. Como principales problemas encontrados en las MYPES de producción del Perú, tenemos los largos y variables tiempos de producción, falta de organización en el área de trabajo y en algunos casos el crecimiento desorganizado de las empresas, donde la comunicación y constante coordinación no existe. Todo lo antes mencionado trae como consecuencia no poder cumplir en fecha con las entregas [1] [2].

Este problema es relevante debido que las Mypes en el Perú generan un gran impacto tanto económico como social para el correcto desarrollo de la nación. Ellas abarcan más del 98% de todas las empresas existentes en el país, proporcionan empleo a casi el 75% de la Población Económicamente Activa (PEA) y constituyen el 45% de aporte al Producto Bruto Interno (PBI) [3]. Hoy en día, la industria textil también tiene un peso importante en la economía mundial y es uno de los sectores más influyentes a la hora de definir algún tratado o acuerdo comercial a nivel internacional. El consumo masivo, el que los productos formen parte de nuestra vida diaria y la cantidad de empleos que genera, son los factores que le dan relevancia a este sector [5]. Por lo explicado anteriormente, es que múltiples autores han propuesto distintos modelos de planificación de producción bajo distintos enfoques tales como la gestión por procesos, mantenimiento preventivo total, producción lean, etc y aplicados de distintas formas como la

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.112>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

programación lineal, programación difusa, programación multi-objetivo, etc. En el estado del arte profundizaremos sobre los modelos existentes y los compararemos con el presente modelo propuesto.

Las empresas buscan constantemente ser más flexibles y hacer mejoras en sus sistemas productivos para satisfacer las necesidades de sus clientes a un menor costo y disminuyendo desperdicios [4]. Por ello, el objetivo de la presente investigación es implementar herramientas de ingeniería para la a reducción de reprocesos y entregas fuera de fecha, ello garantiza al cliente una fiabilidad más elevada y a la empresa una mejora general en sus resultados. Sin embargo, para poder realizar una correcta implementación de ellas, las empresas deben identificar distintas variables del proceso productivo, tales como: los tiempos de producción, capacidad de producción e insumos exactos a emplear para su producción. La mayoría de las Mypes en el Perú no posee los conocimientos adecuados para identificar estas variables clave, por ello es que no son capaces de aplicar de manera adecuada las distintas herramientas que permitan mejorar sus procesos y lograr reducir las entregas a destiempo.

Por todo lo antes mencionado, en la presente investigación se propone un modelo de planificación de producción, el cual, se apoya en la mejora de métodos de trabajo y la implementación de un nuevo proceso de compras. Comenzando por la identificación del tiempo de producción, para identificar el cuello de botella. Luego, la implementación del nuevo proceso de compras, seguido de la implementación del modelo de planificación y por último la documentación y estandarización de todo lo antes mencionado.

El presente artículo se organiza en 4 secciones. Inicia en la revisión de la literatura, donde se expondrán ideas de distintos autores para el problema mencionado. En la segunda sección se explicará el aporte de la investigación y las herramientas propuestas. En la tercera sección, el procedimiento de implementación y los resultados de esta. Por último, se mencionarán las conclusiones y recomendaciones de la investigación para futuros temas de análisis.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### A. *Gestión Por Procesos*

La gestión por procesos es considerada como una ventaja competitiva sostenible. Este principio de gestión consiste en un enfoque integral, el cual adapta cada aspecto de una empresa, es decir, los procesos en función a los requerimientos y necesidades de clientes externos e internos [6]. Desde la perspectiva operativa, se encarga de medir el rendimiento de los procesos, definir metas de desempeño a corto, mediano y largo plazo y de ejecutar las actividades de reingeniería de procesos, buscando acortar o erradicar los gaps de desempeño,

los cuales se encuentran directamente relacionados con los costos [7]. La gestión por procesos (BPM) tiene como propósito alinear los procesos de las empresas hacia los requerimientos y necesidades de los clientes, procurando siempre su satisfacción. Esto quiere decir que, la gestión por procesos es estructurada, multifuncional, analítica y, sobre todo, centrada al cliente y al mismo tiempo, al proceso de mejora continua. También, abarca la estrategia de la empresa, el diseño organizacional, coordinación entre áreas, gestión de rendimiento y la gestión del conocimiento para la resolución de problemas buscando siempre la mejora continua [8]. La disciplina BPM tiene como principal requisito las tecnologías de información de la empresa y el conocimiento del negocio, con la finalidad de adoptar procedimientos y practicas comunes para así tener una visión integral del plan estratégico y la gestión de todos los procesos de la empresa [9].

### B. *Estudio Del Trabajo*

Se entiende por estudio del trabajo, genéricamente, ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo que se utiliza para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras [10]. Los diagramas son poderosas herramientas de modelado que ayudan a diseñar modelos y comunicarlos a los interesados. En la mayoría de los casos, la construcción de un diagrama conceptual es el primer paso y muy importante en el proceso de modelado [11]. El diagrama bimanual es una herramienta del estudio de métodos la cual es empleada para el estudio del movimiento ejecutado al realizar una tarea o labor. Este diagrama muestra todos los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derecha e izquierda y las relaciones que existen entre ellas. El propósito del diagrama bimanual es identificar los patrones de movimientos ineficientes y observar las violaciones a los principios de la economía de movimientos. Este diagrama facilita la modificación de un método de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada de las dos manos, así como un ciclo parejo más rítmico que mantenga los retrasos y la fatiga del operario a nivel mínimo [10].

### C. *Planificación Del Requetimiento De Materiales*

La planificación de requerimiento de materiales es una técnica que permite a las empresas calcular los requerimientos dependientes a sus elementos. Consiste en el desfasamiento de necesidades de materias primas en función del programa de producción y del tiempo de entrega de materias primas. Se puede decir que es un sistema de planeación para las cantidades requeridas de materias primas, piezas, ensambles y subensambles necesarios, se encarga de programar la compra

de ellos tomando en cuenta las órdenes de producción actuales [12]. El gráfico Gozinto es una herramienta de la planificación de requerimiento de materiales (MRP), ella es fácil de usar para ilustrar gráficamente la estructura de un producto. Este es un gráfico dirigido y ponderado que describe las relaciones cuantitativas de entrada y salida de todos los elementos que entran y salen durante un proceso de producción, puede resumir la información de múltiples listas de materiales o mapas de productos generando mejores relaciones entre proveedores y compradores [13]. Las tasas de producción solicitadas de artículos de venta se desglosan para crear la necesidad de componentes de todos los artículos subyacentes en la Lista de materiales. El inventario se compara con la tasa de producción deseada del artículo para conocer la cantidad exacta a comprar de determinado componente. Las tasas de producción se comparan con el tiempo de entrega del artículo, si es probable que se produzca una escasez en el futuro, el artículo está señalado para una recarga mediante la compra de este. Se puede estimar la carga de trabajo futura en varias secciones de producción según los componentes disponibles [14]. En las estrategias de compra, la teoría de empresas individuales posee la ventaja competitiva que las empresas son totalmente responsables de sus recursos y la confidencialidad de su información. La teoría relacional posee las mismas características, además, de las buenas relaciones entre empresas como una importante unidad de análisis para el análisis y la comprensión de cada negocio [15].

#### D. Estandarización

La estandarización ayuda a eliminar errores dado que es un repositorio de la memoria organizacional y expresa la mejor información disponible del conocimiento y experiencia pasada. La normalización convierte el mejor conocimiento organizacional disponible en una rutina formal y patrón repetitivo de acciones organizacionales interdependientes, ello trae consigo control, coordinación, mejora de transferencia de conocimiento entre los empleados y proporciona una sensación de estructura y secuencia para trabajar reduciendo la ambigüedad, eliminando el olvido y la confusión. En este sentido, la estandarización es una buena manera de lograr que los empleados realicen sus actividades con homogeneidad, uniformidad y coordinación, las cuales son características importantes para la reducción de errores [16]. La estandarización de procesos tiene como objetivo garantizar que tanto la utilización de los recursos materiales como la de los recursos humanos tengan un rendimiento óptimo [17].

#### E. Gestión De La Producción

La gestión de la producción es una actividad principal de toda organización que relaciona de manera integral todas las áreas de una organización, permite saber cómo exactamente se producen los bienes y/o servicios y posibilita implementar nuevas tecnologías a fin de buscar la mayor eficiencia y

rentabilidad. La gestión de producción tiene bajo control y responsabilidad los procesos, la calidad, la capacidad y los inventarios. La correcta administración y gestión de estas cuatro decisiones permitirá que la producción sea exitosa [18]. Sin embargo, múltiples industrias se caracterizan por producir un mix de productos de diferentes características, distintos tiempos de producción y con distinta demanda de materia primas [19]. Los diferentes productos, los distintos procesos y distintas unidades de procesamiento que estos siguen, así como las limitaciones de almacenamiento, tiempos de producción, cantidad y capacidad instalada son variables comunes por analizar al realizar la programación de la producción [20].

### III. APORTE

Se realizó la búsqueda de los distintos modelos de planificación de producción. A continuación, se muestra una matriz en la cual se evalúan y comparan unos con otros las diferentes dimensiones que abarcan los distintos modelos de planificación revisados [21] [22] [23] [24].

TABLE I. Matriz de comparación de modelos de planificación

Autores	MG	MER	MEP	PL	PLMO	PMD	MT	PRM	MPT	GPN
Esteso, A. Alemany, M. Ortiz, A y Peidró, D. (2018)	X	X	X		X					
Siti, K. Meiliana y Hasegaf, E. (2018)	X					X		X		
Robert, G. Matthias, K. Tanja, N. Kurt, M y Wilfried, S. (2018)	X			X					X	
Esta investigación	X	X	X	X			X	X		X

La presente investigación desarrolla un modelo de planificación desde el enfoque de la gestión de procesos del negocio apoyándose de la gestión de compras y la mejora de métodos de trabajo. Se inició mediante el diagnóstico del método de trabajo levantando los métodos existentes en la empresa, se revisó bibliografía y se comparó con los de otras empresas, ello dio como resultado una notable oportunidad de mejora, se adaptaron los métodos y se capacitó a los trabajadores logrando disminuir los tiempos de producción y mantener un estándar de ellos. Luego, se revisó y documentó el proceso de compra utilizando la herramienta gozinto logrando erradicar las compras erradas de materias primas para producción. Por último, se procedió a armar la plantilla de planificación de producción con los tiempos ya definidos y con la certeza que las materias primas no faltaran durante producción y teniendo en cuenta el factor de carga diario.

A continuación, se explicará cada característica del modelo propuesto en la presente investigación.

- Maximizar ganancia (MG): Se refiere a la obtención del máximo beneficio posible a obtener con los recursos existentes en la empresa. Se da como consecuencia de la disminución de los tiempos estándar de producción dado que la capacidad del taller de producción aumenta sin aumentar el recurso

humano, es decir, se puede hacer más con la misma cantidad de recursos existentes. A demás, al controlar las entregas tardías, se dejó de pagar penalidades lo cual trajo como consecuencia un aumento en la utilidad de los pedidos.

- Minimizar entregas con retraso (MER): Dentro de las distintas actividades de confección de una prenda, el área de costura demuestra ser siempre el cuello de botella durante la producción en serie, es por ello que el presente modelo enfoca sus esfuerzos en el óptimo uso del tiempo en esta área. Para minimizar la tardanza en la entrega de pedidos la suma del tiempo de finalización de cada trabajo no debe exceder el plazo total de entrega brindado al cliente. Llevado a una pequeña escala, esto quiere decir que la programación de producción de “i” prendas no debe exceder la capacidad máxima diaria, Ello podría expresarse tal como se muestra en la ecuación número 1:

$$\sum (i \times j) \leq k \quad (1)$$

Donde:

*k*: Capacidad máxima de costura en horas.

*i*: Cantidad a producir de la prenda “z”. *j*:

Tiempo de costura de la prenda “z”. *z*:

Tipo de prenda.

- Minimizar entregas parciales (MEP): Las entregas parciales se dan cuando no se recibe el 100% de la cantidad de prendas solicitadas por el cliente. El presente modelo utiliza la gestión visual para descomponer las órdenes de producción en distintos días y mostrar de manera rápida y gráfica que tan cargado se encuentra un día para asignarle producción y en qué periodo de tiempo se cumplirá totalmente el pedido. Ello se da mediante 3 colores semáforo, los cuales se encuentran asociados a 3 rangos de valores de carga diaria.
  - Verde: Significa que aún se puede asignar producción al día. Los valores de carga diaria asociados a este color se encuentran dentro del rango [0-0.80].
  - Amarillo: Significa que el día se encuentra a punto de copar la capacidad máxima permitida de producción, por lo que hay que ser precavidos con la producción a asignar a dicho día. Los valores de carga diaria asociados a este color se encuentran dentro del rango ]0.90-1].

- Rojo: Quiere decir que el día se encuentra copado de producción, en caso el valor de carga diaria exceda el 1, se debe distribuir la producción en los siguientes días hasta que sea menor o igual a 1.

El valor de carga diaria se encuentra dado por la siguiente ecuación:

$$\sum ((i \times j)/k) \quad (2)$$

Donde:

*k*: Capacidad máxima de costura en horas.

*i*: Cantidad a producir de la prenda “z” en el día “w”.

*j*: Tiempo de costura de la prenda “z”.

*z*: Tipo de prenda.

*w*: Día de producción.

- Programación Lineal (PL): La programación lineal se encuentra dedicada a optimizar una función con distintas variables sujetas a una serie de restricciones. En el presente modelo se tiene como principal restricción la capacidad del área de costura en horas y las ecuaciones lineales planteadas anteriormente concentran sus esfuerzos en distribuir la producción de forma óptima para cumplir a tiempo con las órdenes de producción y así no seguir incurriendo en penalidades por entregas tardías o incumplimientos.
- Método de trabajo (MT): Es la medición del trabajo y de los factores que afectan el resultado final, ya sea producto o servicio. Como se mencionó en un inicio, se revisó bibliografía respecto al proceso de confección de prendas, se levanto el método de la empresa mediante los diagramas bimanuales y se comparó con el método de otras empresas. Con ello se desarrollaron nuevos diagramas bimanuales, los cuales fueron traducidos a instructivos y con ellos se capacitó a los operarios logrando una reducción en los tiempos estándar de costura.
- Plan de requerimiento de materiales (PRM): Es una técnica que permite a las organizaciones calcular los requerimientos dependientes a los distintos productos dentro del portafolio. Se utilizó el gráfico gozinto para descomponer las distintas prendas y hallar la demanda de materias primas por cada una de ellas, se redefinieron los alcances y responsabilidades de los participantes del proceso de compra y se concluyó por la elaboración y redacción del procedimiento, con todo ello se logró reducir las equivocaciones durante el proceso de compra garantizando la disponibilidad de materias primas durante la producción.

- Gestión de procesos de negocio (GPN): La gestión de procesos es muy utilizada en las distintas organizaciones para el levantamiento y documentación de procesos, para la preparación ante una certificación, para la introducción de un nuevo proceso y para el rediseño o mejora de los procesos existentes como es el caso de la presente investigación.

A continuación, se muestra un flujograma de los procesos a realizar para la implementación del presente modelo.

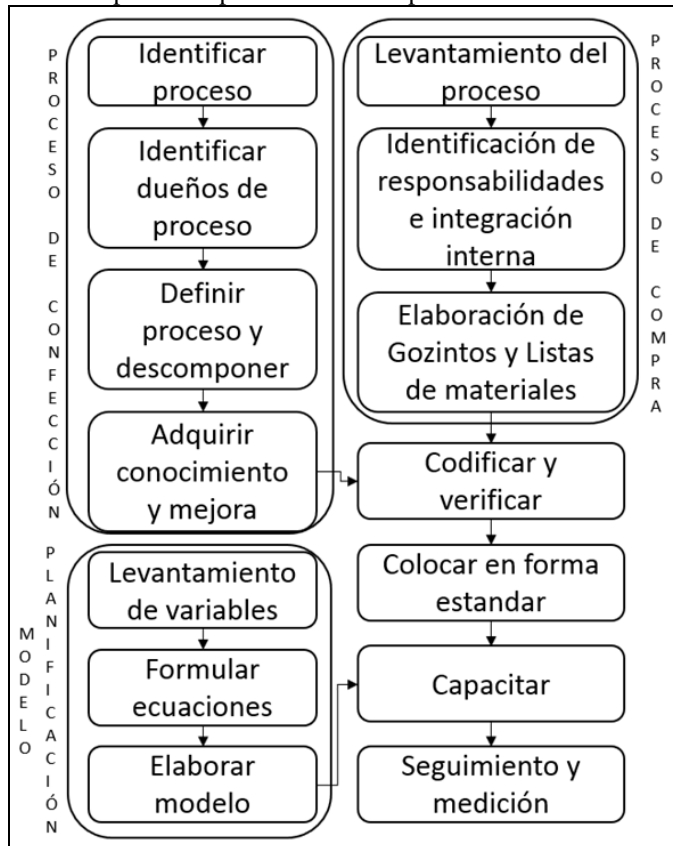


Figura 1. Flujograma de la implementación del modelo

Para la implementación del presente modelo se siguieron las etapas ilustradas en la ilustración anterior. A continuación, se explicará cada una.

- Proceso de confección:
  - Identificar proceso: No todos los procesos son adecuados para la estandarización. Antes de intentar crear un estándar de procedimientos operativos, las personas que realizan el trabajo de documentación deben asegurarse de que el proceso tiene entradas, salidas y operaciones

idénticas en cada paso. Por ejemplo, un proceso de adaptación personalizada como la alta costura o ropa de diseñador hecha a medida no puede estandarizarse. Cada cliente elige diferentes tipos de prendas, en diferente en tamaños y exige diferentes estilos. Por otro lado, la estandarización es posible si el mismo tipo de prenda, estilo y tamaño se utilizan para una serie de clientes.

- Identificar dueños del proceso: En esta fase, los maestros del proceso se identifican para articular y codificar sus conocimientos. Esta etapa corresponde a la fase de relación de valor del marco de la gestión del conocimiento. Un maestro de procesos como fuente de conocimiento es el que conoce mejor la forma de llevar a cabo una tarea. En algunos casos, solo hay una persona en una empresa que puede realizar una tarea específica. Esta persona es el maestro de proceso entonces.
- Definir proceso y descomponer: La pregunta de si se usará un equipo o un entrevistador para adquirir el conocimiento del maestro de procesos puede venir a la mente. Sin embargo, el autor afirma que pueden usarse dos técnicas básicas con resultados muy similares si son aplicadas en grupos o individualmente. El diagrama de flujo y las entrevistas.
- Adquirir conocimiento y mejora: La adquisición de conocimiento es uno de los pasos de los marcos del ciclo de vida de la gestión del conocimiento y también se denomina captura de conocimiento, representación de conocimiento y extracción de conocimiento. Se trata de extraer conocimiento de las fuentes de la empresa. Este conocimiento podría estar en forma explícita o tácita. La adquisición de conocimiento explícito es directa. Parte del conocimiento del maestro de proceso puede estar en la forma escrita. En caso no encontrarse escrita, el maestro de proceso le dirá cómo se desempeña en el equipo. Por otro lado, la extracción del conocimiento tácito se conoce desde hace mucho tiempo como una tarea desafiante. Para convertir el conocimiento tácito en conocimiento explícito, la confianza entre el proveedor de conocimiento y los buscadores de conocimiento debe estar garantizada. El proveedor no debe ser reacio a compartir su conocimiento. Este es un requisito previo para el intercambio efectivo de información.

- Proceso de compra:
  - Levantamiento del proceso: se realizan entrevistas, talleres y recolección de documentación en caso exista. Se debe delimitar los procesos sucesores y predecesores y determinar la prioridad del proceso frente al punto de vista de los objetivos empresariales. El conocimiento se documenta para poder reflejar la situación actual. La documentación resultante está compuesta por: Diagramas de flujo, fichas de descripción, políticas de negocio o procedimientos. Luego se identifican debilidades, las cuales, son en la mayoría de los casos el punto de partida para un rediseño de procesos. Eventualmente, se usan simuladores para la evaluación de variantes o escenarios y para diseños de nuevos procesos. En ambos casos el resultado será un modelo de procesos deseado (To be).
  - Identificación de responsabilidades e integración interna: La integración interna es vista como una herramienta crítica para el éxito en el área de la información, permite a las empresas una mejor alineación de objetivos y el trabajo continuo de las áreas o departamentos rompiendo con la mentalidad de unidad aumentando la conectividad entre las mismas y la constante coordinación entre las diferentes funciones. Esto se traduce en un enfoque grupal hacia las metas a corto, mediano y largo plazo mediante el intercambio de información de forma más rápida y precisa entre procesos. También aumenta la colaboración, fortalezas y competencias de los distintos departamentos de la empresa. Todo ello se genera mediante la difusión de la documentación del paso anterior.
  - Elaboración de gozintos y listas de materiales: Para calcular exactamente los requisitos de material, se debe tener disponible la información sobre la estructura del producto y los pasos de producción requeridos. En compañías industriales, la información sobre la estructura de un producto puede estar disponible en diferentes formas, ya sea en tablas, almacenado en el sistema MRP de la empresa, en listas de materiales (Bills of materials – BoM), en mapas de productos o en recetas de producción.
- Modelo de Planificación:
  - Levantamiento de variables: Se definen las variables a analizar en la organización. Luego se procede a recabar información sobre las mismas mediante entrevistas, observación y medición para aquellos datos de los cuales no se disponga de información inmediata.
  - Formulación de ecuaciones: La prioridad del presente modelo es la disminución de tardanzas. Con los datos recopilados en el paso anterior, se procede a reemplazar los datos en las ecuaciones propuestas (1) y (2).
  - Elaboración del modelo: Se colocan las ecuaciones en una plantilla de fácil uso para todo nivel organizacional. La complejidad de esta representación gráfica es a criterio de los encargados y dependerá mucho del grado de instrucción de los colaboradores.
- Codificar y verificar: Los conocimientos generados deben escribirse, el encargado o los miembros del equipo deben desarrollar mapas de proceso, flujos o procedimientos. Es muy importante notar que la documentación del proceso es iterativa y la revisión paso a paso del modelo es necesaria para desarrollar adecuadamente este paso. La implementación de nuevos procesos requiere que la información en los documentos sea clara para cualquier empleado ya que esta será utilizada por muchos empleados. En otras palabras, la reutilización del proceso depende de si puede estar bien entendido por los usuarios. Probablemente, el problema más importante en la codificación de estándares operativos es eliminar o minimizar las diferencias de interpretación o ambigüedad semántica.
- Colocar en forma estándar: Una vez que se crean los documentos para cada paso, se combinan para crear un documento único. Las personas que se unieron a este documento verifican las inconsistencias de este procedimiento por último se codifica.
- Capacitar: Se preparan las capacitaciones para implementar y concientizar a todo el personal sobre los nuevos procesos. Estas pueden ser dadas por personal interno o externo.
- Seguimiento y medición: Se realizan auditorías periódicas para medir distintos indicadores, los cuales serán comparados con los valores obtenidos en la

auditoria inicial o identificación de oportunidades de mejora.

Los indicadores asociados al problema y a la motivación a tomar en cuenta en el presente modelo son:

- Tiempo de costura de prenda “x”: El cual se encuentra dado por tiempo estándar de producción de cada prenda.
- % de Órdenes de producción ininterrumpidas: El cual se encuentra dado por la división de (Cantidad de Órdenes de producción ininterrumpidas del mes) / (Total de órdenes de producción del mes).
- % de Órdenes de compra erradas: El cual se encuentra dado por la división de (Cantidad de órdenes de compra erradas durante el mes) / (Total de órdenes de compra del mes).
- % de Reprocesos: El cual se encuentra dado por la división de (Cantidad de Prendas designadas a ser reprocesadas) / (Total de prendas confeccionadas del mes).

#### IV. VALIDACIÓN

##### A. Empresa

Se considera como caso de estudio una Mype perteneciente al sector confecciones principalmente dedicada a elaborar uniformes, ya sean laborales, empresariales o de instituciones educativas. La empresa se encuentra en la provincia de Lima (Perú) y cuenta con menos de 12 empleados, entre personal administrativo y operarios, su facturación anual es de S/.400,000 aproximadamente. La jornada de trabajo es de 8 horas durante 5 días a la semana y el tipo de producción que manejan es bajo pedido. Sus 3 productos mas producidos son los polos o T-shirt (43%), pantalones (17%) y casacas (14%).

##### B. Problemática

Durante el último año, la empresa ha presentado el problema de entregar el 60% de pedidos fuera de fecha. Ello trajo como consecuencia pagos por penalidades, los cuales, significan un 4% de la facturación anual. Las entregas a destiempo se ocasionaron por 3 principales motivos, 36% por baja producción (deficiente planificación e inadecuado método de trabajo), 33% por una deficiente gestión en el proceso de compras (deficiente cálculo en materiales a comprar, compras fuera de fecha o errores en especificaciones técnicas) y 15% por reprocesos.

##### C. Indicadores Iniciales

Se realizó una auditoria de diagnóstico para conocer la situación inicial de la empresa y se tomaron en consideración los siguientes indicadores:

- Tiempo estándar de costura polos: 270 segundos.
- Tiempo estándar de costura pantalones: 1484 segundos.
- Tiempo estándar de costura casacas: 2588 segundos.
- % de órdenes de producción ininterrumpidas: 55%
- % de órdenes de compra erradas por año: 10.34%
- % de reprocesos por mes: 8%
- Capacidad horas hombre de costura por mes: 320 horas.

##### D. Implementación

Habiendo contextualizado la empresa en estudio y el problema, se procederá a explicar el paso a paso de la implementación. Si bien el problema principal es el orden y planificación de producción, primero se deben tener definidos los tiempos de producción para que el modelo sea confiable y el suministro de materias primas correcto para no interferir con la producción, es por ello que primero se inició por el proceso de confección, luego el de compra y por último el modelo de planificación.

- Proceso de confección:
  - Identificar proceso: Lo primero que se hizo en la empresa en estudio, fue identificar el cuello de botella. Un cuello de botella es aquel proceso más lento que los demás que componen la cadena de producción. El análisis dio como resultado que la actividad de costura era el cuello de botella. Los tiempos y el estudio realizado junto con la tabla westinghouse para las prendas que significan la mayor producción para la empresa se encuentran en la siguiente tabla.

TABLE II. Analisis de resultados de actividades de costura

	Polos	Casacas	Pantalones
Testan	270	2588	1484,54
Compensación	1.15	1.15	1.15
Fcalificación	1	1	1
Prom	235	2250	1291
Cantidad Tabla	120	120	60

- Identificar el dueño o dueños del proceso: Dadas las características de la empresa, en el área de costura trabajan dos operarios, los cuáles para la



presente investigación, son considerados los dueños del proceso.

- Definir el proceso y descomponerlo: Se realizaron diagramas bimanuales del proceso de costura de las 3 prendas que representan la mayor producción y se compararon contra los métodos empleados en Gamarra (un emporio famoso en la ciudad de Lima-Perú por ser considerados expertos en el rubro textil y confecciones) para el mismo proceso. A continuación, se presentan las tablas resumen de los diagramas bimanuales de polos, pantalones y casacas respectivamente.

TABLE III. Tabla de resultados de diagramas bimanuales

	Polos	Casacas	Pantalones
Testan	231	2113	950
Compensación	1.15	1.15	1.15
Fcalificación	1	1	1
Prom	200.31	1837.1	826
Cantidad Tabla	120	120	120

- Adquirir conocimiento y mejora: Luego de haber descompuesto las actividades del proceso, se procedió a documentar las actividades del método propuesto de costura.
- Capacitaciones: Se realizaron 2 capacitaciones con 15 días de diferencia entre una y otra según lo planificado. Sin embargo, hubo un atraso de una semana por una sobrecarga de pedidos.
- Seguimiento: Se realizó el seguimiento respectivo realizando una nueva toma de tiempos y los resultados fueron los siguientes.

- Proceso de compra:

- Levantamiento del proceso: Se levantó y diagramó el proceso de compras de la empresa, los rectángulos rojos identifican aquellas actividades donde se encontraron errores y se identificaron oportunidades de mejora.

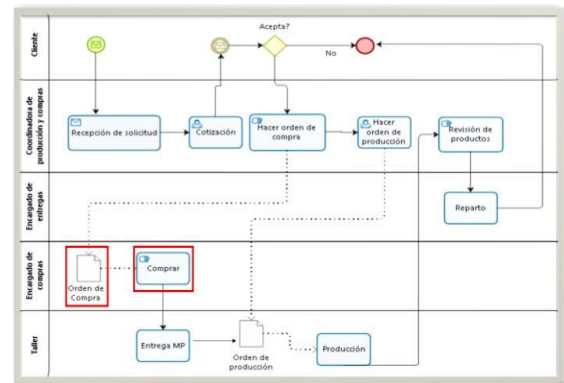


Figura 2. Proceso de compras

- Identificación de responsables e integración interna:

Se definió un formato para órdenes de compras y se elaboró el procedimiento de compras, todo ello se comunicó y difundió ante el resto del personal de la empresa. Además, se realizó la identificación de responsabilidades entre el encargado de compras y la coordinadora de producción y compras.

- Elaboración de diagramas de Gozinto:

- Por último, para conocer las materias primas exactas a comprar, se realizaron los diagramas de gozinto de polos (T-shirt) tallas S, M y L. Ellos se muestran a continuación respectivamente.

- Capacitación: Se realizó una capacitación en conjunto a la coordinadora de producción y compras y al encargado de compras.

- Seguimiento: Se realizó el seguimiento correspondiente mediante el indicador de órdenes de compras erradas.

- Modelo de planificación:

- Levantamiento de variables: Los tiempos de producción se obtienen del último paso de la mejora en el proceso de confección, es decir, el seguimiento. Luego de ello, se evaluó la capacidad mensual en horas hombre para el área de costura, el resultado fue de 320 H-H. En el nuevo proceso de compras, se obtiene la variable de materias primas a comprar según el tipo de prensa que se vaya a producir y garantiza la disponibilidad de los insumos necesarios para iniciar una producción ininterrumpida.

- Formulación de ecuaciones: Se realizan las ecuaciones de factor de carga diario y se procura que la producción asignada no exceda dicho factor en 0.85. Esto debido que día a día siempre existen contratiempos propios de la presente industria donde los cambios deben ser rápidos y muy pocas veces son anticipados.
- Capacitación: Se realizó una capacitación a la coordinadora de producción y compras, ello debido que solo es ella la que maneja esta herramienta.
- Seguimiento: El seguimiento al presente modelo es diario dado que otorga el horizonte de trabajo de los próximos días. El modelo va cambiando día a día según se recepcionen nuevos pedidos por parte de los clientes e irá cambiando o redistribuyendo los pedidos actuales según lo considere la coordinadora de producción y compras. El seguimiento se realiza con el indicador % de órdenes ininterrumpidas.
- Elaboración del modelo: Se programan las ecuaciones del paso anterior y se plasman en una plantilla de Excel. Nos apoyamos de un semáforo de indicador aplicado al factor de carga para identificar aquellos días mas o menos cargados. A continuación, se puede apreciar la plantilla elaborada.

#### E. Indicadores Finales

A continuación, se muestran los indicadores post implementación, los cuales fueron obtenidos mediante auditorias y seguimiento con determinada periodicidad según aplique para cada caso.

- Tiempo estándar de costura polos: 231 segundos.
- Tiempo estándar de costura pantalones: 950 segundos.
- Tiempo estándar de costura casacas: 2113 segundos.
- % de órdenes de producción ininterrumpidas: 84%
- % de órdenes de compra erradas por año: 0%
- % de reprocesos por mes: 2%
- Capacidad horas hombre de costura por mes: 320 horas.

#### F. Resultados

La implementación dio como resultado distintos indicadores y procedimientos para mantener la sostenibilidad de la presente implementación, ellos se listan a continuación.

- Procedimiento de costura de polo.
- Procedimiento de costura de pantalón.
- Procedimiento de costura de casaca.
- Ficha técnica de indicador % de reprocesos.
- Formato para toma de pedido y medidas.
- Formato para compras.
- Procedimiento de gestión de compras.
- Ficha técnica de indicador % de órdenes de compras exitosas.
- Formato de planificación en Excel.
- Ficha técnica de indicador % de órdenes de producción ininterrumpidas.

También, como resultado final de la implementación se obtiene la comparación entre los indicadores iniciales y los indicadores finales, los cuales se encuentran resumidos en la siguiente tabla.

TABLE IV. Tabla de comparación de indicadores

INDICADORES			
NOMBRE	Und. de medida	INICIALES	FINALES
Tiempo estándar de costura polos	Segundos	270	231
Tiempo estándar de costura pantalones	Segundos	1484	950
Tiempo estándar de costura casacas	Segundos	2588	2113
Órdenes de producción ininterrumpidas	%	55	84
Órdenes de compra erradas por año	%	10.34	0
Reprocesos por mes	%	8	2
Capacidad de costura por mes	Horas Hombre	320	320

Una mejora en los indicadores antes mencionados tuvo un impacto en el problema inicial, el cual fue que el 60% de entregas se realizaba fuera de tiempo trayendo como consecuencia el pago de penalidades. Las entregas a destiempo fueron reducidas a un 20.30% y se logró reducir el impacto por concepto de pago de penalidades en un 66.20%.

#### V. CONCLUSIÓN

Este estudio ha demostrado la implementación de herramientas mediante la gestión por procesos de negocio para disminuir los tiempos de producción que afectaban la alta incidencia en entregas tardías y la reingeniería del proceso de compras. Estos cambios fueron la línea base de un nuevo

modelo de planificación de manera que este nuevo modelo se relaciona con el tiempo del cuello de botella, permitiendo que este se aproveche de forma ordenada y óptima.

La propuesta de mejora estuvo diseñada para reducir el tiempo de elaboración y por ende, el tiempo de entrega de productos a los clientes, a través de la aplicación de gestión de compras, gestión de producción y análisis de métodos de trabajo, lo cual en primera instancia redujo el tiempo estándar de costura para T-shirts en 14.50%, los errores en compras fueron de llevados al 0% y las órdenes de producción ininterrumpidas alcanzaron un 84%. Así mismo, las entregas fuera de fecha se redujeron de 60% a un 20.30%.

#### REFERENCES

- [1] Merkle, C. & Santos, A. (2015). A teoria das restrições e o sistema de produção. *Espacios*, Vol. 36 (Nº1)
- [2] Marulanda, N, Hincapié, E. & Echeverry, F. (2016). Caracterización de la implementación de lean manufacturing vs teoría de restricciones: Estudio de caso colombiano. *Espacios*, Vol 37 (Nº25)
- [3] Produce (2017). Ministerio de Producción. Obtenido de <http://www.produce.gob.pe/>
- [4] Santos, Z. Vieira, L. & Balbinotti G. (2015). Lean manufacturing and ergonomic working conditions in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, Vol 3
- [5] Produce (2015) Estudio de investigación del sector textil y confecciones
- [6] Giraldo, J; Ovalle, D & Santoro, F (2014) Aproximación Metodológica Sensible y Adaptable al Contexto para la Integración de Procesos de Negocio en la Industria del Café. pp.163-173. En: *Información Tecnológica*.
- [7] Rohloff, M (2011) Advances in business process management implementation based on a maturity assessment and best practice exchange. pp. 383-403. Potsdam: University of Potsdam.
- [8] Nadarajah, D & Abdul, S (2014) A review of the importance of business process management in achieving sustainable competitive advantage. pp.522-529. En: *The TQM Journal*.
- [9] Lederer, Y & Goeke, R. (2011) Identification of appropriate responsibilities and positions for business process management success seeking a valid and reliable framework. pp. 127-146. En: *Business Process Management Journal*.
- [10] Niebel, B y Freivalds, A (2014) *Ingeniería Industrial de Niebel, Métodos, Estándares y Diseño del trabajo 13ª. Ed. México D.F.: McGraw-Hill.*
- [11] Voinov, A. (2018). Conceptual Diagrams and Flow Diagrams. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences.
- [12] Wang, H. Gong, Q. Wang, S (2016) Information processing Structures and Decision-making Delays in MRP and JIT. En: *International Journal of Production Economics*
- [13] Glock, C y Abedinnia, H (2015) Decomposing bills of materials using the gozinto list method. En: *International Journal of information and operations management education*.
- [14] Segerstedt, A. (2017). Cover-Time Planning/Takt Planning: A technique for materials requirement and production planning. *International Journal of Production Economics*, 194, 25–31.
- [15] Matias, E y Lambert, D (2015) Measuring the Financial Benefits of Cross-Functional Integration Influences Management's Behavior. pp. 25-40 En: *Journal of Business Logistics*.
- [16] Nissinboim, N y Naveh, E (2018) Process standardization and error reduction: A revisit from a choice approach.
- [17] Fin J, Vidor G, Ceconello I. & Machado V, (2017) improvement based on standardized work: an implementation case study.
- [18] Bellido, Y., Rosa, A.L., Torres, C., Quispe, G., Raymundo, C. (2018) Modelo de Optimización de Desperdicios Basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en Micro y Pequeñas Empresas del Rubro Textil. CICIC 2018 - Octava Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informatica y Cibernetica, Memorias 1, pp. 148-153
- [19] Estes, A. Alemany, M. Ortiz, A y Peidró, D (2018) A multi-objective model for inventory and planned production reassignment to committed orders with homogeneity requirements
- [20] Gerd J. y Marcus B (2017) A sustainable aggregate production planning model for the chemical process industry, *Computers and Operations Research*.
- [21] Tabucanon, M y Estraza, M (1989) multi-objective production planning model for a garment factory.
- [22] Estes, A. Alemany, M. Ortiz, A y Peidró, D. (2018) A multi-objective model for inventory and planned production reassignment to committed orders with homogeneity requirements.
- [23] Komsiyah, S. Meiliana. Ekaputera, H. (2018) A Fuzzy Goal Programming Model for Production Planning in Furniture Company
- [24] Glawar, R. Karner, M. Nemeth, T. Matyas, K y Sih, W. (2018) An approach for the integration of anticipative maintenance strategies within a production planning and control model