



Conciencia Tecnológica  
ISSN: 1405-5597  
contec@mail.ita.mx  
Instituto Tecnológico de Aguascalientes  
México

# Mejora de la Productividad en una Empresa Manufacturera del Norte del Estado de Veracruz

Urbano-Aparicio, José; García-Santamaría, Luis Enrique; de la Mora-Ramirez, Tomas; Vargas-Gonzalez, Jaqueline; Cruz-García, Víctor

**Mejora de la Productividad en una Empresa Manufacturera del Norte del Estado de Veracruz**

Conciencia Tecnológica, núm. 61, 2021

Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94467989005>

## Mejora de la Productividad en una Empresa Manufacturera del Norte del Estado de Veracruz

*Productivity Improvement in a Manufacturing Company in the North of the State of Veracruz*

*José Urbano-Aparicio*  
*Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, México*  
jose.aparicio@tesjo.edu.mx

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94467989005>

*Luis Enrique García-Santamaría*  
*Tecnológico Nacional de México/ITS de Misantla, México*  
legarcias@itsm.edu.mx

*Tomas de la Mora-Ramírez*  
*Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, México*  
tomas.delamora@tesjo.edu.mx

*Jaqueline Vargas-González*  
*Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, México*  
jaqueline.vargas@tesjo.edu.mx

*Victor Cruz-García*  
*Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, México*  
victorgarciacruz8@gmail.com

Recepción: 27 Febrero 2021  
Aprobación: 28 Mayo 2021

### RESUMEN:

El artículo plantea el problema de productividad al que se enfrenta una empresa manufacturera del norte del estado de Veracruz dedicada a elaborar tarimas de madera. La empresa no contaba con procesos de producción y consumo de materia documentados prima porque las actividades productivas se realizaban de forma empírica. Para abordar el problema de productividad, se utilizaron las herramientas Programa Maestro de Producción (PMP) y Programa de Requerimiento de Materiales (MRP). Su aplicación se realizó en seis pasos metodológicos: determinación del SKU de los productos (1), identificación del sistema de producción (2), cálculo de los pronósticos (3), realización del PMP (4), conformación del billete de materiales (BOM) (5) y se determinó el MRP (6). Implementar las herramientas, permitió optimizar un 35% el recurso económico, disminuir el presupuesto de compras en 40%, la cantidad de inventario almacenado (50%) y fue liberado espacio físico en un 55%. De tal forma que la utilización de PMP y MRP como estrategia para mejorar la productividad, ayudó a los administradores en la toma de decisiones, la mejora en el control de insumos, y cumpliendo con la demanda del cliente en cuanto a pedidos producidos.

**PALABRAS CLAVE:** PMP, MRP, procesos formalizados, insumos.

### ABSTRACT:

The article raises the productivity problem faced by a manufacturing company in the north of the state of Veracruz dedicated to making wooden pallets. The company did not have documented raw material production and consumption processes because productive activities were carried out empirically. To address the productivity problem, the Master Production Program (PMP) and Material Requirement Program (MRP) tools were used. Its application was carried out in six methodological steps: determination of the SKU of the products (1), identification of the production system (2), calculation of forecasts (3), realization of the PMP (4), formation of the bill of materials (BOM) (5) and the MRP (6) was determined. Implementing the tools allowed the economic resource to be optimized by 35%, reducing the purchasing budget by 40%, the amount of inventory stored (50%) and physical space was freed by 55%. In such a way that the use of PMP and MRP as a strategy to improve productivity, helped managers in making decisions, improving the control of supplies, and meeting customer demand in terms of orders produced.

**KEYWORDS:** PMP, PMS, formalized processes, supplies.

## INTRODUCCIÓN

La globalización de los mercados, ha hecho que las empresas tomen decisiones constantes en busca de mejorar su competitividad. Esta búsqueda de competitividad, normalmente se basada en disminuir costos y el incremento de la calidad. La calidad reflejada en el producto, y en los tiempos de entrega. sobre todo, porque las empresas buscan la mejora de sus procesos, y entre ellos el proceso de producción y su planificación [1].

La planeación de la producción (PMP) consiste en establecer de forma anticipada decisiones organizacionales que permitan optimizar el uso de los recursos en un lapso de tiempo que sea conveniente para la empresa [2]. Al mismo tiempo que el PMP determina las cantidades y fechas en que deben estar dispuestos los inventarios de distribución de la empresa.

En este sentido, al PMP solo le conciernen los productos y componentes sujetos a la demanda externa a la unidad productiva [3, 4]. Mientras que el MPS es un plan detallado que establece la cantidad específica y fechas exactas de fabricación de los productos, considerando las bases para los tiempos de envío y entrega al cliente, logrando los objetivos estratégicos de la empresa, resolviendo las negociaciones entre fabricación y mercadotecnia, al utilizar eficazmente la capacidad de la planta [5].

En este sentido, los administradores hacen uso de herramientas metodológicas, con la finalidad de aprovechar el recurso económico y físico con el que cuenta la empresa [6, 7, 8].

El PMP considera un horizonte de tiempo y depende del tipo de producto, el volumen de producción, y los componentes de tiempo de entrega. Esto supone diferentes horizontes de tiempo, pero la programación debe extenderse lo suficiente para que los tiempos de entrega de todas las compras y los productos terminados sean incluidos [9, 10].

La planeación de la producción plantea diversos objetivos, a destacarse dos la programación de productos terminados para que se elaboren rápidamente y se hayan comprometido con los clientes (1), y poder evitar sobrecargas o subcargas de las instalaciones de producción, donde la capacidad de producción se utilice con eficiencia (2) [9].

El PMP se divide en cuatro partes conocidas como barreras temporales. La primera parte se identifica como “congelada”, significa que esta primera parte del PMP no puede modificarse excepto si se requiere de forma muy particular.

La segunda conocida como “firme” permite hacer cambios, pero solo bajo situaciones específicas. La tercera, se conoce como “completa” y significa que se ha asignado a los pedidos toda la capacidad de producción disponible. La última, identificada como “abierta” significa que no se ha asignado toda la capacidad de producción y en esta parte se acomoda la programación de nuevos pedidos [4,6,7].

Para desarrollar un programa de producción, es necesario tener en cuenta el horizonte temporal, los periodos o segmentos temporales, plazos de rigidez, la frecuencia o ritmo de revisión. El horizonte temporal, ya que es el tiempo que se tiene en cuenta en el plan. Los periodos o segmentos temporales, que son segmentos de tiempo que componen al horizonte temporal para determinar el nivel específico de fuerza de trabajo, recursos, tasa de producción, niveles de *stock*, entre otras decisiones. Los plazos de rigidez, al ser periodos de tiempo en los que se definen las decisiones de planeación y una vez tomadas no pueden modificarse. Y por último, la frecuencia o ritmo de revisión, que considera el tiempo que transcurre entre dos versiones sucesivas del plan, depende de aspectos tecnológicos y organizativos del sistema productivo [8,9].

En la Figura 1 se muestran los pasos para elaborar un PMP, a partir de las aportaciones de [3,4,6].



FIGURA 1.  
Paso para elaborar el PMP.

Fuente: Elaboración propia a partir del concentrado que proponen [3,4,6].

Los resultados obtenidos a partir de la revisión de la literatura muestran resultados favorables al utilizar PMP como el control de la producción, la reducción de costos y mejora del abastecimiento del inventario [11]. Así mismo, el uso de PMP permitió identificar las cantidades a producir en las semanas planificadas, controlar pedidos y niveles de inventarios [12]. Por tanto, el uso de PMP, se puede ver fortalecido si en su puesta en marcha se personal calificado y ambientes de demanda variable.

Para tener un buen PMP es necesario suministrar los recursos materiales para la empresa. En este sentido, MRP como técnica de planificación de producción y gestión de *stock* se utiliza cuando el método de gestión de flujo de material parte de datos de demanda [13]. Como beneficio del uso de MRP se controlan y programan los materiales necesarios y disponibles para las operaciones de producción, sin necesidad de tener inventario excesivo [14]. Los beneficios asociados a la aplicación de MRP permiten planear y controlar la compra de los materiales necesarios para producir los productos requeridos, asegurando su cumplimiento en la fecha de entrega de sus productos [13]. Por otro lado, el uso de MRP como herramienta para resolver problemas de retraso, permite mejorar sistemas de adquisición de materias primas [1].

En el mismo sentido, el uso de la técnica mejora la cantidad de producción en un horizonte de planeación junto con la cantidad de materia prima a partir de soluciones con aplicación matemática [15].

Entre las funciones principales que proporciona un sistema MRP se destacan tres: Ordenar productos, ordenar cantidades y ordenar en el tiempo adecuado [9]. De tal forma que, MRP considera políticas de codificación que incluye la política de contar con un SKU. En la Figura 2 se muestra una forma de codificar para generar SKU de la materia prima y de los productos terminados. Así mismo, la Figura 3 muestra los elementos necesarios para elaborar el MRP y las áreas de la empresa que se involucran.

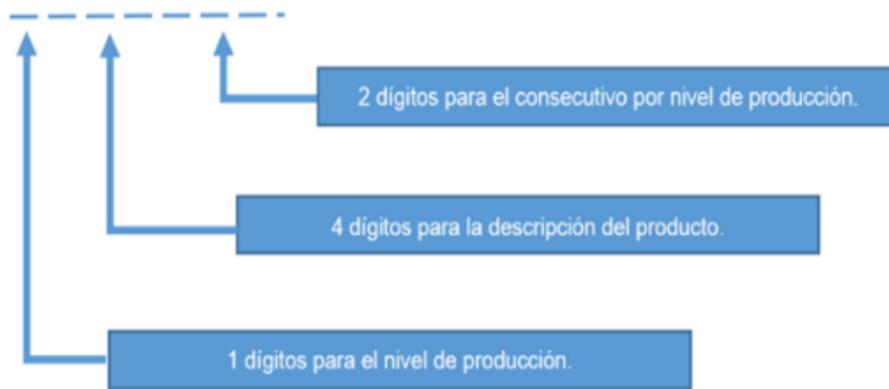


FIGURA 2.  
Codificar un producto.

Fuente: Elaboración propia a partir del concentrado que propone [9].

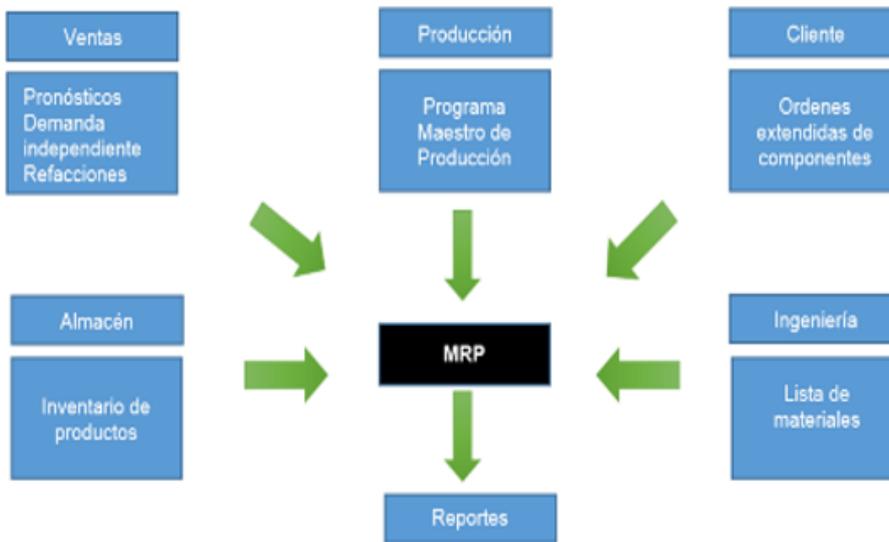


FIGURA 3.  
Requerimientos para elaborar un MRP.

Fuente: Elaboración propia a partir del concentrado que proponen [3,6,13].

A partir de la revisión de la literatura, se propone un método para aplicar el PMP y MRP en la empresa manufacturera tal como se muestra en la Figura 4.

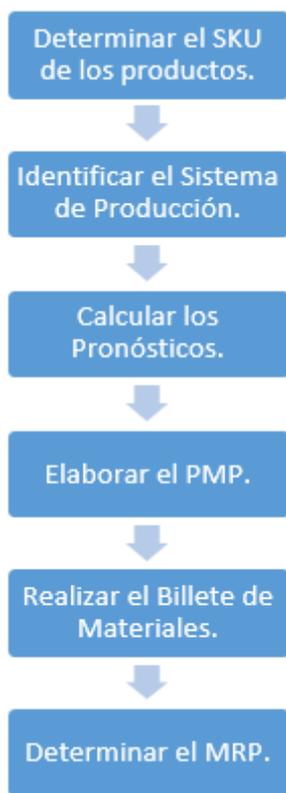


FIGURA 4  
Requerimientos para elaborar un MRP.

Fuente: Elaboración propia a partir del concentrado que proponen [1,14].

El trabajo de investigación se centra en una empresa manufacturera del Norte del Estado de Veracruz, México, dedicada a la fabricación de tarimas de madera con calidad de exportación. Una vez analizados sus procesos, se identificó la falta de formalización de éstos, es decir, realizaban sus compras de forma empírica, de acuerdo con el encargado de producción. Es necesario señalar que el encargado no tiene una formación administrativa o ingenieril, sin embargo, ha estado en la empresa por más de 6 años, lo que avala su experiencia en el ramo.

A partir de la falta de formalización de los procesos documentados de la entrada de materia prima, se presentaban problemas de abastecimiento, control de inventarios y como consecuencia deficiente control sobre la producción de los pedidos de los clientes. Se presentaban retrasos de dos semanas en entrega y sobre excesos de materia prima, por ejemplo, cantidad de clavos por más de 150 kilogramos.

Se recomendó con base en los fundamentos teóricos y características del problema implementar PMP y MRP en la empresa, como una herramienta de mejora de la productividad de las operaciones a partir de su planeación y administración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La elaboración del PMP y el MRP en la empresa manufacturera constó de seis pasos. El primero, consiste en determinar el SKU de los productos. El segundo, permite identificar el sistema de producción. El tercer paso calcular los pronósticos. Elaborar el programa maestro de producción, es el cuarto paso. Como quinto paso se realiza el billete de materiales (BOM) y finalmente se determinar el MRP de los productos.

## Paso 1. SKU de los productos.

La finalidad de tener un SKU por producto permite orden y control de los materiales de materia prima y producto terminado. En la Tabla 1 se observa un código SKU para los productos en la empresa. La Tabla 2 muestra los elementos que forman la materia prima y se destacan la madera, clavos, etc. y para los diferentes productos terminados de la empresa.

TABLA 1.  
Conformación de SKU's.

### SKU Codificación

Concepto	Descripción
T	TAECOMA
1	Planta 1
001	Producto Terminado
01	Producto Materia Prima y es parte del primer producto

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 2.  
SKU de productos.

SKU	Descripción	Tipo de Medida	Códigos UPC
T100100	Tarima 10 Lbs	Pieza	
T100101	Duela de carga T10Lbs	Pieza	
T100102	Duela de Soporte T10Lbs	Pieza	
T100103	Barrote T10Lbs	Pieza	
T100104	Clavo para madera 3 pulgadas	Pieza	
T100200	Tarima Jumbo	Pieza	
T100201	Duela de carga TJumbo	Pieza	
T100202	Duela de Soporte TJumbo	Pieza	
T100203	Barrote TJumbo	Pieza	
T100300	Tarima Tacón 10 Lbs	Pieza	
T100301	Duela de carga TTacon 10 Lbs	Pieza	
T100302	Duela de Soporte TTacon 10 Lbs	Pieza	
T100303	Tacón TTacon 10 Lbs	Pieza	
T100400	Tarima 40 Lbs	Pieza	
T100401	Duela de carga T40Lbs	Pieza	
T100402	Duela de Soporte T40Lbs	Pieza	
T100403	Barrote T40Lbs	Pieza	
T100500	Tarima Mega	Pieza	
T100501	Duela de carga TMega	Pieza	
T100502	Duela de Soporte TMega	Pieza	
T100503	Tacón TMega	Pieza	
T100600	Avión	Pieza	
T100601	Duelas Avión	Pieza	
T100602	Soporte Avión	Pieza	
T100700	Tarima Tacón Mega	Pieza	
T100701	Duela de carga TTacon Mega	Pieza	
T100702	Duela de Soporte TTacon Mega	Pieza	
T100703	Tacón TTacon Mega	Pieza	
T100800	Tarima Barrote 2.40	Pieza	
T100801	Duela de carga TBarrote	Pieza	
T100802	Duela de Soporte TBarrote	Pieza	
T100803	Barrote TBarrote	Pieza	

Fuente: Elaboración propia.

## Paso 2. Sistema de producción.

El sistema de producción es denominado Lote a Lote o producción por lotes. El tamaño de lote varía de acuerdo con la necesidad del cliente, porque la política de la empresa establece que el cliente puede pedir el lote de cada producto completo o una cantidad menor. El sistema de inventarios utilizado es el sistema jalar para no generar inventario.

En la Tabla 3 se muestra cada producto con SKU, su descripción, el tipo de sistema de producción, el inventario de seguridad y el tiempo de entrega. Además, se observa que el tiempo de desfase o *Lead Time* entre producir y entregar es de una semana para los productos.

TABLA 3.  
Sistema de Producción.

Cantidad Pedido	Producto Terminado	Descripción	Técnica de Producción	Cantidad de Lote	Inventario de seguridad	Tiempo de Entrega/Desfase (Semanas)
1	0	Tarima 10 Lbs	Lote a Lote	60	5	1
1	0	Tarima Jumbo	Lote a Lote	30	0	1
1	0	Tarima Tacón 10 Lbs	Lote a Lote	10	0	1
1	0	Tarima 40 Lbs	Lote a Lote	30	0	1
1	0	Tarima Mega	Lote a Lote	5	0	1
1	0	Avión	Lote a Lote	10	0	1
1	0	Tarima Tacón Mega	Lote a Lote	5	0	1
1	0	Tarima Barrote 2.40	Lote a Lote	2	0	1

Fuente: Elaboración propia.

## Paso 3. Calcular Pronósticos.

La Tabla 4 muestra los pronósticos del primer semestre utilizados para realizar la planeación agregada de la empresa.

TABLA 4.  
Pronósticos de la empresa.

Artículo	Planeación Agregada											
	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tarima 10 Lbs	195	236	255	171	477	480	570	545	561	388	494	110
Tarima Jumbo	210	150	210	305	235	185	220	280	310	240	241	110
Tarima Tacón 10 Lbs	30	30	90	60	162	245	220	250	300	320	428	140
Tarima 40 Lbs	180	330	0	20	98	195	187	110	66	300	0	33
Tarima Mega	26	1	20	12	49	29	45	43	48	50	36	11
Avión	0	23	0	0	37	0	135	13	23	57	0	0
Tarima Tacón Mega	0	0	0	0	78	16	15	27	24	20	32	6
Tarima Barrote 2.40	5	10	0	5	16	0	38	35	8	19	0	0

Fuente: Elaboración propia.

#### Paso 4. Programa Maestro de Producción.

La empresa optó elaborar un programa a 12 semanas para los diversos productos que fabrica porque se está manejando las barreras temporales de firme, flexible y abierto, considerando la duración de cuatro semanas por cada barrera temporal.

Se toman en cuenta los mismos pronósticos para la planeación agregada de cada producto, utilizando una previsión del 80% (previendo ciertas circunstancias como paro de máquinas, falta de colaboradores etc.). Además, se considera el inventario inicial, el inventario de seguridad, el pedido del cliente, el inventario final, la capacidad de la empresa para producir cada producto y finalmente al conjugar estos elementos se obtiene la cantidad a producir en esa semana. Para fines prácticos solo se muestra el PMP para el producto Tarima 10 Lbs. en la Tabla 5.

TABLA 5.  
PMP Tarima 10 Lbs.

**Programa Maestro de Producción (PMP)**  
**Tarima 10 Lbs.**

Previsión del 80% 0.08 Meses	Firme				Flexible				Abierto			
	Enero				Febrero				Marzo			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pronósticos PA	13	60	60	60	60	54	60	60	12	60	60	15
Pronósticos Con Previsión	12	55	55	55	55	50	55	55	11	55	55	14
Inventario Inicial	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario de Seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedidos del Cliente	30	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario Final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capacidad Producción TAECOMA	7%	26%	16%	16%	16%	14%	16%	16%	32%	16%	16%	4%
Plan de Producción	25	90	55	55	55	50	55	55	110	55	55	14

Fuente: Elaboración propia.

**Paso 5. Billeto de materiales (BOM).**

También conocido como BOM (*Bill of materials*), el billete de materiales, describe los componentes para elaborar un producto terminado y determina los elementos en las cantidades que conforman el producto terminado. En la Figura 5 se relaciona que para elaborar la tarima 10 Lbs son necesarios cuatro elementos para la duela de carga y la conforman siete piezas, la duela de soporte que requiere dos piezas y los barrotes, que son dos piezas junto con 54 clavos. Para fines prácticos solo se muestra el análisis de la Tarima de 10 Lbs.

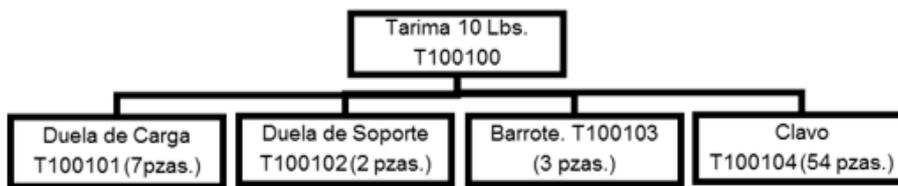


FIGURA 5.  
Árbol de Niveles de Materiales para la Fabricación de Tarima 10 Lbs.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 6 muestra la lista de materiales de materia prima necesarios para elaborar un producto terminado con sus respectivas cantidades.

TABLA 6.  
Lista de materiales de materia prima.

**Lista de Materiales para la elaboración de los productos**

Producto Terminado	Tarima 10 Lbs <small>100000</small>	Tarima Jumbo	Tarima Tacón 10 Lbs <small>100000</small>	Tarima 40 Lbs <small>100000</small>	Tarima Mega	Avión	Tarima Tacón Mesa	Tarima Barrote 2.40
SKU	T100100 (Piezas)	T100200 (Piezas)	T100300 (Piezas)	T100400 (Piezas)	T100500 (Piezas)	T100600 (Piezas)	T100700 (Piezas)	T100800 (Piezas)
T100101	7							
T100102	2							
T100103	3							
T100104	54	51	84	48	84	24	84	54
T100201		9						
T100202		3						
T100203		3						
T100301			9					
T100302			8					
T100303			9					
T100401				9				
T100402				2				
T100403				3				
T100501					9			
T100502					8			
T100503					9			
T100601						6		
T100602						4		
T100701							9	
T100702							8	
T100703							9	
T100801								7
T100802								2
T100803								3

Fuente: Elaboración propia.

### Paso 6. Elaboración del MRP de los productos.

Para elaborar el MRP se considera el plazo mensual, semestral o anual. El MRP se elabora a corto plazo (tres meses) debido a que es una empresa pequeña y no cuenta con suficiente recurso económico para planear más allá de este horizonte de tiempo.

Se considera el árbol niveles de cada producto y, la Tarima 10 Lbs. está formado por cuatro elementos. Además, se considera la cantidad de producto terminado a fabricar por semana tomado del programa de producción por semana y se multiplica por la cantidad de cada elemento que lo conforma, siendo para la Tarima 10 Lbs multiplica 25 por 7 para determinar el número de duela de carga y se resta la existencia en almacén. También se descuenta la cantidad programada para evitar solicitar más materia prima.

Se señala que un kilo de clavo de tres pulgadas elaborado para madera tiene un total de 190 clavos. La caja tiene 25 kilos. Se considera que el Lead Time es de un día, es decir que el producto comprado llega en la misma semana que se necesita, debido a la posición estratégica de la empresa, por estar instalada en un lugar céntrico y por la suficiente capacidad de sus proveedores de materia prima. Para fines prácticos las Tablas 7,8, 9 y 10 muestran el MRP para la Tarima 10 Lbs.

TABLA 7.  
MRP Duela de carga T10Lbs.

T100101 Duela de carga T10Lbs

Meses	Enero				Febrero				Marzo			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidad Bruta	175	630	386	386	386	348	386	386	773	386	386	97
Inventario Disponible	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepción Programada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plan de Producción	174	630	386	386	386	348	386	386	773	386	386	97

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 8.  
MRP Duela de Soporte T10Lbs.

**T100102 Duela de Soporte T10Lbs**

Meses	Enero				Febrero				Marzo			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidad Bruta	50	180	110	110	110	99	110	110	221	110	110	28
Inventario Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepción Programada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plan de Producción	50	180	110	110	110	99	110	110	221	110	110	28

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 9.  
MRP Barrote T10Lbs.

**T100103 Barrote T10Lbs**

Meses	Enero				Febrero				Marzo			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidad Bruta	75	270	166	166	166	149	166	166	331	166	166	41
Inventario Disponible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepción Programada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plan de Producción	75	270	166	166	166	149	166	166	331	166	166	41

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 10.  
MRP Clavo para madera tres pulgadas.

**T100104 Clavo para madera 3 pulgadas**

Meses	Enero				Febrero				Marzo			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necesidad Bruta	1350	4860	2981	2981	2981	2683	2981	2981	5962	2981	2981	745
Inventario Disponible	1425	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recepción Programada	0	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plan de Producción (Piezas)	0	0	2981	2981	2981	2683	2981	2981	5962	2981	2981	745
Kilogramos de clavo	0	0	16	16	16	14	16	16	31	16	16	4

Fuente: Elaboración propia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de elaborar el PMP para cada producto de la empresa, se denota que los resultados fueron distintos para cada uno de los productos. Un ejemplo es no producir en los primeros tres meses la Tarima Tacón Mega 10 Lbs. El MRP mostró la cantidad de materia prima necesaria para cumplir con la demanda, sin generar excedentes. Lo anterior permitió a los administradores tomar decisiones con respecto a recursos económicos por cada uno de los productos. La planeación del PMP y del MRP permitió optimizar el recurso económico en un 35%, además el presupuesto de compras se disminuyó en un 40% porque se compró con antelación y solo en la cantidad necesaria la materia prima. Todo el almacén se afectó porque el inventario disminuyó en un 50%, lo que ocasionó liberar espacio físico en un 55%.

Se han realizado trabajos sobre PMP y MRP, sin embargo, la aportación de este artículo fue realizar un PMP y MRP para una empresa manufacturera utilizando pronósticos bajo demanda incierta de una empresa manufacturera al norte del Estado de Veracruz.

## CONCLUSIONES

Se concluye que la empresa formalizó su proceso de planeación de los insumos para producir a través de la implementación del PMP y MRP. Los administradores pueden manejar mejor las cantidades de los materiales evitando así el problema de no contar con materia prima suficiente para cubrir la demanda de los clientes.

El principal logro es haber optimizado el recurso económico en un 35%, debido a que se realizaron compras con antelación y en la cantidad necesaria.

Un beneficio más muy notable fue liberar espacio físico en un 55% en el área de almacén de materia prima.

Se considera por este equipo de trabajo continuar con el estudio del grado de participación de un proveedor hacia su cliente y cómo afecta la demanda, analizando con modelos económicos diversos escenarios.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa del norte del Estado de Veracruz y al C.A. de Ing. Industrial del Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán por las facilidades prestadas.

## REFERENCIAS

- 1 L. S. Espinoza Martínez y L. M. Sánchez Melgarejo, «Plan de requerimiento de materiales y la reducción de costos en el área de producción, empresa Manufactura de Metales Calessi S.A.C. El Agustino 2015,» *INGosis*, vol. 2, n° 1, pp. 228-234, 2015.
- 2 Y. Reyes Sotelo, J. Mula, M. Díaz Madroñero y E. Gutiérrez González, «Plan maestro de producción basado en programación lineal entera para una empresa de productos químicos,» *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, pp. 147-168, 2017.
- 3 S. Nahmias, *Análisis de la producción y las operaciones*, US: Mc Graw Hill, 2012.
- 4 T. Vogel, B. Almada-lobo y C. Almeder, «Integrated versus hierarchical approach to aggregate production planning and master production scheduling,» *OR Spectrum*, vol. 39, pp. 193-229, 2017.
- 5 V. K. Ortiz Triana y A. J. Caicedo Rolón, «Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado en Colombia,» *Ingeniería Industrial*, pp. 114-127, 2014.
- 6 L. Münch Galindo y J. García Martínez, *Fundamentos de Administración*, Mexico: Trillas, 2009.
- 7 C. V. Navarrete y O. P. Gutiérrez, «Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios,» *Revista Ciencia UNEMI*, vol. 10, n° 22, pp. 29-38, 2017.
- 8 Y. Rodríguez-Cruz y M. Pinto, «Modelo de uso de información para la toma de decisiones estratégicas en organizaciones de información,» *Transinformação*, vol. 30, n° 1, pp. 51-64, 2018.
- 9 L. J. Krajewski, L. P. Ritzman y M. K. Malhotra, *Administración de Operaciones*, Naucalpan Estado de México: Pearson, 2008.
- 10 Y. R. Zotelo, J. Mula, M. Díaz-Madroñero y E. G. González, «Plan maestro de producción basado en programación lineal entera para una empresa de productos químicos,» *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, vol. 24, pp. 147-168, 2017.
- 11 C. X. G. Medina y M. G. V. Negrón, «Uso de la planificación y control de la producción en empresa PYMES exponiendo el caso de la empresa ATABEX S.R.L.,» *REVISTA LATINO-AMERICANA DE INOVAÇÃO E ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, vol. 6, n° 10, pp. 255-277, 2018.
- 12 N. Sablón Cossío, E. Orozco Crespo, C. Y. Lomas Rosero y Y. Montero, «Plan maestro de producción de una empresa textil. Caso de estudio de Imbabura, Ecuador,» *Uniandes EPISTEME. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 5, n° 4, pp. 448-462, 2018.
- 13 G. Miño Cascante, E. Saumell Fonseca, A. Toledo Borrego, A. Roldan Ruenes y R. R. Moreno García, «Planeación de requerimiento de materiales por el sistema MRP. Caso laboratorio farmacéutico oriente. Cuba,» *Tecnología Química*, vol. 35, n° 2, pp. 248-260, 2015.
- 14 C. E. Bustos Flores y G. B. Chacón Parra, «El MRP en la gestión de los inventarios,» *Visión Gerencial*, pp. 5-17, 2007.
- 15 C. Fierro y C. Rosero, «Modelo de Programación Lineal para un Sistema de Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP) aplicado a la Mediana Industria de Calzado Caso MARCIA "Buffalo Industrial",» *Repositorio Interno Universidad Técnica de Ambato. Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Artículos Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización*, pp. 1-7, 2017.

- 16 C. A. Castro Zuluaga, C. Canalejo y R. Jaramillo Botero, «Guía para la implementación de un sistema de información para el apoyo a la planeación, programación y control de la producción tipo push en PYMES,» *Tecnura*, vol. 10, n° 19, p. 108-119, 2006.
- 17 M. C. Gracia Ramos, M. Yagüez Inza, P. López, J. González y M. Cazanovas Ramon, Guía práctica de economía de la empresa II: áreas de gestión y producción, Barcelona España: Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona, 2007.
- 18 O. Dante Boiteux, A. Crominas Sunias y A. Lusa García, *EOLI: Enginyeria d'Organització i Logística Industrial*, pp. 2-40, 2007.