

INFORME FINAL PROYECTO 2017

“MODELO DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN LAS MYPES DE LIMA NORTE”

Lucio JARA BAUTISTA

Ana María ANGELES LAZO

Luz Noemí RAMÍREZ SAAVEDRA

COLABORADORES

Julián CCASANI ALLENDE

Nilda FLORES NIEVES

Clarissa CHÁVEZ BECERRA

Instituto de Investigación

*Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas*

Universidad Nacional Federico Villarreal

## **Resumen**

El paradigma de fabricación está sufriendo una importante evolución en todo el mundo. El uso de ordenadores y de internet ha cambiado la forma en que se diseñan y fabrican productos terminados. Según las últimas tendencias de fabricación, los productos están sujetos a tiempos de ciclo de vida cada vez más cortos, frecuentes cambios de diseño, producción en pequeños lotes y restricciones para mantener bajos niveles de inventario. En la economía peruana el 98% del universo empresarial son micro y pequeñas empresas, de las cuales el 80% son gestadas por innovadores y emprendedores. Cada año la SUNAT registra trescientas mil nuevas pequeñas unidades productivas, pero de estos doscientos mil liquidan o desaparecen en el intento de producción competitiva por su escasa productividad y rentabilidad, básicamente por falta del modelo de producción y productividad que permita interactuar en el proceso de financiamiento de recursos disponibles para consolidar su inserción a la economía de mercado competitivo. Es fácil observar la necesidad de cambio, pero difícil de cambiar nosotros mismos, o que cambie nuestra organización, en la forma que deseamos resolver las siguientes preguntas: ¿qué producir?, ¿cuánto producir?, ¿para quién producir? y ¿cómo producir? Para contestar estas preguntas, requiere analizar los diversos enfoques: económico, técnico, social, medio ambiental y visión sistémico integral, garantizando el flujo de suministros, producción, distribución y comercialización, que permita lograr objetivos, mediante métodos y técnicas que propician procesos eficaces para satisfacer las necesidades de producción en relación directa con los clientes del mercado.

**Palabras Clave:** Producción, productividad, rentabilidad.

## **Abstract**

### "MODEL OF PRODUCTION AND PRODUCTIVITY IN THE MYPES OF NORTH LIMA"

The manufacturing paradigm is undergoing an important evolution throughout the world. The use of computers and the Internet has changed the way finished products are designed and manufactured. According to the latest manufacturing trends, products are subject to increasingly short life cycle times, frequent design changes, production in small lots and restrictions to maintain low inventory levels. In the Peruvian economy, 98% of the business universe are micro and small companies, of which 80% are gestated by innovators and entrepreneurs. Each year the SUNAT registers three hundred thousand new small productive units, but of these two hundred thousand liquidate or disappear in the attempt of competitive production due to its low productivity and profitability, basically due to lack of the production and productivity model that allows to interact in the financing process of available resources to consolidate its insertion to the competitive market economy. It is easy to observe the need for change, but difficult to change ourselves, or change our organization, in the way we want to solve the following questions: what to produce? how much to produce? for whom to produce? and how to produce? To answer these questions, it is necessary to analyze the different approaches: economic, technical, social, environmental and integral systemic vision, guaranteeing the flow of supplies, production, distribution and commercialization, which allows to achieve objectives, by means of methods and techniques that propitiate effective processes for meet production needs in direct relation with market customers.

**Keywords:** Production, productivity, profitability.

## Introducción

El paradigma de la fabricación está sufriendo una importante evolución en todo el mundo. El uso de ordenadores y de internet ha cambiado la forma en la que se diseñan y fabrican productos. Según las últimas tendencias en fabricación, los productos están sujetos a tiempos de vida cada vez más cortos, frecuentes cambios de diseño, producción en pequeños lotes y restricciones para mantener bajos los niveles de inventario en proceso. En el Perú el 98% del universo empresarial son micro y pequeñas empresas, de las cuales el 80% son gestadas por innovadores y emprendedores. Cada año la SUNAT registra trescientas mil nuevas pequeñas unidades productivas, pero de estos doscientos mil liquidan o desaparecen en el intento de producción competitiva por su escasa productividad, básicamente por no contar con el modelo de producción y productividad que permita interactuar en el financiamiento de sus recursos disponibles para consolidar su inserción a la economía de mercado. Es fácil aceptar la necesidad de cambio en nuestro mundo, pero difícil es cambiar nosotros mismos, o que cambie nuestra organización, en la forma que hacemos las cosas, a las cuales podríamos llamar producción y productividad en las Mypes de Lima Norte, nos insta detenernos a reflexionar acerca de lo que hacemos y preguntamos: ¿qué producir?, ¿para quién producir?, ¿cómo producir? Parece que sí, comenzando por adaptarnos a los cambios en el entorno social y económico, internet, la protección del medio ambiente, la creciente humanización, la incorporación masiva a economía mundial y nuevos imperativos de producción y productividad entre los desafíos. La visión sistémica aplicada a la gestión de producción y productividad, con ética y responsabilidad social, en particular cuidando el entorno, el ambiente y el empleo de las personas. Existen profesionales muy capaces dentro o fuera de la organización que son destinados a realizar cambios, al mismo tiempo que planean ideas brillantes que permitirán ganar o ahorrar el valor monetario, deberían inventar los nuevos empleos de las personas que serán liberadas de funciones obsoletas. Lo pueden hacer, empleando herramientas tecnológicas, por su condición de seres humanos. (Castro, 2001).

El diseño de producción asistido por computador (CAD) y la fabricación asistida por ordenador (CA.M) se han convertido estándares en el diseño y fabricación de productos sofisticados. Hoy en día, se emplea el CAD de forma rutinaria para diseñar productos, que se fabrican en células de producción flexible asistidas por ordenador (CAM). Gestionar de forma eficiente los sistemas de producción se han convertido en un proceso tan crítico como utilizar la tecnología apropiada para diseñar los componentes a fin de reducir los despilfarros en todos los aspectos relacionados con la ingeniería y producción se ha convertido en un aspecto vital para la supervivencia de los negocios. (Santo, 2002). La visión sistémica aplicada a la gestión de procesos de producción, presenta una visión integral del cambio en la organización, logrando sinergia de los conceptos de diseño, sistemas, gestión y procesos. Sistema es un todo mucho más allá de la suma de las partes, donde hay mucha energía. Gestión viene de gestar o dar a luz y está por sobre administrar u

operar, es una labor sistémica, creativa, reflexiva y cuestionada que se ve los procesos productivos como medio para cumplir el propósito de la organización y los organiza para sea más conveniente a ese fin. Procesos es la forma cómo hacemos las cosas. Desde elaborar y vender un producto, hasta pagar a un proveedor. Se ve a los procesos de producción como creaciones humanas, con todas las posibilidades de acción sobre ellos: diseñar, describir, documentar, comparar, eliminar, modificar, alinear o rediseñar. Entonces, el diseño de procesos de producción es una forma sistémica de identificar, comprender y aumentar el valor agregado de los procesos productivos en la empresa para cumplir con la estrategia del negocio y elevar el nivel de satisfacción de los clientes. (Gutiérrez, 2014).

El sistema de producción o de operaciones se define como un conjunto de componentes cuyo comportamiento depende tanto de las partes como de la forma en que interactúan los factores productivos para determinar su productividad apropiadamente. Es el conjunto de procesos o procedimientos, diseñados para transformar variables o recursos de entrada en variables de salida o productos por unidad de tiempo, propiciando una alta interrelación entre los elementos que la integran para la obtención de un producto o servicio. Conjunto de elementos (materiales, recurso humano, maquinaria, procedimiento, servicios, capital de trabajo, información, insumos), organizados y relacionados entre sí, que corresponde a una función específica, con el fin de obtener un producto o servicio adecuado y oportuno. (Mercado, 2012).

El criterio para la formulación del problema: Lo primero es seleccionar el proyecto, los procesos y sistemas de operaciones, los productos nuevos o rediseños por funcionalidad, calidad, costos o competitividad. Todo conforme a los resultados de los diagramas de proceso, de Pareto, causa-efecto. Luego de la selección se deben presentar los datos, los dibujos, los planos, el ciclo de vida, las especificaciones, los requerimientos de cantidad, calidad y plazo de entrega. Para mejorar las actividades de producción lo primero es conocer que fuentes de problemas existen, pero incluso antes es preciso comprender el origen y alcance de los problemas. En este sentido resulta vital conocer la variabilidad que afecta a los indicadores como la productividad y la calidad. (Vollmann, 2005).

El desarrollo de productos y procesos. Los productos son los bienes y servicios, y los procesos son los medios (herramientas y equipos usados para producirlos). Los insumos provienen tanto del ambiente externo que es el mercado y del ambiente interno-técnico de la empresa. La administración debe desarrollar y satisfacer las necesidades de los clientes usando los recursos disponibles y la capacidad tecnológica de la organización. (Monks, 2012).

La planeación de bienes y servicios puede distinguirse por diferencias como las listadas en las tablas N° 1, 2 y 3. La planeación de bienes es frecuentemente más formal debido a que los diseños, dibujos de ingeniería y estándares de calidad tienden a ser mucho más específicos. Además, el ambiente productivo está separado del consumidor. Esto significa que la programación, el armado y el control de las actividades de producción pueden ser rigurosamente controlados. Las actividades de servicio tienden a ser más flexibles y la producción generalmente tiene lugar en presencia

del consumidor. La planeación de procesos productivos consiste en el diseño y la implementación de un sistema de trabajo para generar los productos deseados en las cantidades requeridas, en tiempos previstos y con costos aceptables. Esta transformación de recursos en bienes y servicios de mayor valor es el corazón tecnológico de una operación de producción. Ésta fusiona factores del ambiente externo de mercado y la propia base tecnológica interna de la organización mediante la actividad productiva económicamente eficiente que cuantifica mediante la productividad, que es la relación entre producción total lograda entre los recursos utilizados por unidad de tiempo. Los procesos de transformación actual van desde montaje mecánico, eléctrico y procesos químicos (o de bienes), hasta procesos médicos, de educación e información (para servicios). Los sistemas de producción intermitentes son usados para producir pequeñas cantidades o lotes de muy diferentes artículos en equipo de uso relativamente general. En consecuencia, proponemos los siguientes objetivos:

**Objetivo General.** Diseñar el modelo de producción y productividad en las Mypes de Lima Norte que permita establecer los estándares estratégicos a corto, mediano y largo plazo, a fin de garantizar el flujo de bienes y/o servicios, que respalde la salud económica.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar los procesos productivos mediante la relación de variables en las Mypes de Lima Norte.
- Mejorar el sistema productivo estratégico, operativo como apoyo para la productividad en las Mypes de Lima Norte.

## MÉTODO

Se estableció la secuencia del método de investigación, mediante la subdivisión en los siguientes elementos:

- a) Participantes.** La población seleccionada para la ejecución del proyecto de investigación son las Mypes de Lima Norte del Departamento y Provincia de Lima con población seleccionada en el ámbito de estudio con 2871 Mypes en promedio aproximadamente, agrupadas en Asociación de MYPES, cuya selección específica fue por rubro que se dedican a las siguientes actividades productivas y económicas específicas como son: servicios, comercialización, metal mecánica, construcción, confección y tejidos, alimentos, gráfica, informática y comunicación, carpintería, industrial, limpieza, calzado y cuero, carpintería, química, artesanía, publicidad, decoración, etc., localizados en la zona denominada Lima Norte, con demarcación distrital de Carabayllo, Comas, Los Olivos, Santa Rosa, Ancón, Puente Piedra, Independencia y San Martín de Porres. Asimismo, se consideran las Mypes constituidas y operativas durante los 12 meses de los años 2015, 2016 y 2017 respectivamente, con base de producción y planificación estratégica: en ventas, producción, finanzas comercialización, etc., mediante la determinación de indicadores de capacidad tecnológica, rentabilidad, rotaciones, productividad, etc., Tabla 1, 2 y 3, con la población técnico laboral

de los distritos mencionados que se encuentran involucrados para desarrollar sus actividades económicas, administrativas, productivas, financieras, con el método estadístico de muestreo estratificado.

**b) Instrumentos.** La necesidad de recolectar, tabular y cuantificar la información referente a los datos productivos y de servicios en las Mypes de Lima Norte, se diseñó formatos de encuesta y la entrevista a los ejecutivos y técnicos (Tablas 1, 2, 3 y anexo N° 1) con el objeto de captar información sobre datos necesarios de producción, recursos y ventas, que requieren para una buena gestión competitiva en la utilización de recursos de manera eficaz y productiva, como también la determinación de las necesidades de implementación para el control de los recursos materiales, humanos y procesos logísticos que permita cumplir con la cantidad de demanda anual a fin de elaborar cuadros estadísticos representativos correspondiente a precios, costos, cantidades y ventas, número de horas disponibles y aprovechadas como resultado de la gestión tecnológica. El método estadístico será muestra estratificada que consiste en dividir a las Mypes productivos en grupos homogéneos relativos llamados estratos, con el objeto de determinar indicadores.

También, el análisis necesita los conceptos y teorías necesarias como: misión, visión, objetivos, estrategia, fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

**c) Procedimientos.** Se definió las siguientes actividades: selección de fuentes de información, localización de las unidades productivas, conceptos básicos de administración, producción, marketing y finanzas. Así tenemos la misión, visión, objetivos estratégicos, técnicas, procesos, gestión logística, metas y conceptos generales de las variables independientes y dependientes del modelo de producción y productividad, con los ejes estratégicos: gestión, clientes, conocimiento, tecnología de información, etc., que facilitará a los ejecutivos y técnicos, la posibilidad de generar puestos de trabajo que ofertan las Mypes de Lima Norte, según las tablas 1, 2 y 3, como también formatos de anexos 1.

Es importante revisar la estructura económica de la población tales como: población adecuadamente empleada, población desempleada, población subempleada, pobreza, población económicamente activa, etc., según el mapa de la pobreza de Lima Norte.

Para implementar el diseño del modelo de producción y productividad, que determine la medición de la gestión competitiva de producción y/o servicio, se deberá tener en cuenta los indicadores de optimización integral aplicable a las Mypes de Lima Norte, que describe como variables de comparación del sistema tecnológico en las tablas 1, 2 y 3.

Se contempla en los anexos las tablas elaborados como fuente propia y datos estadísticos obtenidos. Se detallan en las tablas de cotejos siguientes: Tabla 1, Tabla 2, tabla 3, tabla 4,

## Resultados

La Modelo de Producción y Productividad en las Mypes de Lima Norte, se basa en pensamiento y conocimientos teórico y prácticos que requieren revisar los conceptos modernos que han llegado a establecer sobre la base de los indicadores operativos, rentabilidad y de gestión que miden los resultados, según las herramientas de planeamiento, el cuadro de mando integral que considera los cuatro ejes principales como son: la organización y capacitación del recurso humano, procesos de producción, la satisfacción de los clientes y resultado financiero de una entidad, estos ejes no deben considerarse como un medio de producción externo que puede adquirirse en cualquier momento, sino como un input y output que puede perfeccionarse o generarse a través del propio proceso transformador. Además, la comprensión de las perspectivas, hacen necesarios que llegue a dominarse los procesos de planificación ligados al tiempo, mediante los procesos administrativos, que permiten tomar un conjunto de decisiones relativas, según los indicadores de adquisición, producción, distribución y comercialización, lo que incluye la gestión y la transferencia de tecnología. En el desarrollo del proyecto de investigación se opta en analizar los términos y conceptos que corresponden al tema de investigación como instrumento de planeación del proceso de gestión competitiva de recursos patrimoniales y procesos de producción en las Mypes de Lima Norte, luego los factores que influyen en la administración, producción y distribución de los productos.

Como resultado se definen las variables que involucran el Modelo de Producción y Productividad en las Mypes de Lima Norte, según las Tablas N° 1, 2 y 3, del anexo, en la parte c) del método.

### Aplicativo de balance de línea

Balance de línea. Es la técnica que cuantifica que resuelve el problema de cuello de botella en los puntos críticos del proceso productivo, o sea trata de minimizar el tiempo ocioso en la línea de producción y mejora la eficiencia del balance de línea. Por ejemplo: El proceso productivo de fabricación cuenta con 10 operaciones, tiempos y precedencias. Elaborar el balance de línea con tiempo ciclo 50, 70 y 90 segundos, según la tabla siguiente:

Operaciones	Tiempos Seg.	Precede
1	40	--
2	30	1
3	50	1
4	36	2
5	20	2
6	25	3
7	19	3
8	10	4, 5
9	14	6, 7



10	30	8, 9
	274	

a).- Con tiempo ciclo 50 Seg.

Número de estaciones (N) =  $274 / 50 = 5.48$  luego. N = 6 Estaciones.

Estaciones	Operaciones	Tiempos Seg.	Tiempo Ocioso
1	1	40	10
2	2	30	20
3	3	50	0
4	5, 6	45	5
5	4, 8	46	4
6	7, 9	33	17
7	10	30	20
		274	76

Eficiencia de balance Eb =  $(274 / 7 \times 50) (100) = 78.29 \%$

b).- Con tiempo ciclo 70 Seg.

Número de estaciones (N) =  $274 / 70 = 3.91$  luego. N = 4 Estaciones.

Estaciones	Operaciones	Tiempos Seg.	Tiempo Ocioso
1	1, 2	70	0
2	3, 7	69	1
3	4, 5, 8	66	4
4	6, 9, 10	69	1
Suma Total		274	6

Eficiencia de balance Eb =  $(274 / 4 \times 70) (100) = 97.86 \%$

b).- Con tiempo ciclo 90 Seg.

Número de estaciones (N) =  $274 / 90 = 3.08$  luego. N = 4 Estaciones.

Estaciones	Operaciones	Tiempos Seg.	Tiempo Ocioso
1	1, 3	90	0
2	2, 4, 5	86	4
3	6, 7, 9	58	32
4	8, 10	40	50
Suma Total		274	86

Eficiencia de balance Eb =  $(274 / 4 \times 90) (100) = 76.11 \%$

En conclusión, el mejor balance de línea es con tiempo ciclo con 70 seg. Con eficiencia 97.86 %.

### Caso aplicativo de pronóstico

A base de los datos históricos de ventas en unidades para los 7 años consecutivos, se determina el presupuesto de ventas, punto de equilibrio y utilidad.

Tabla N° 6 A Datos históricos de ventas (cantidad) que se detallan

Años	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ventas	1230	1280	1240	1350	1300	1290	1450

Fuente propia

Además, tienen los siguientes datos adicionales: Costo fijo 72000 soles, costo variable unitario

140 soles y precio unitario de venta 200 soles. Determine:

- 1.- El pronóstico de ventas (cantidad) para el año 2018.  $X = \text{Años}$ ,  $Y = \text{Ventas}$
- 2.- El punto de equilibrio para los años 2017.
- 3.- ¿Cuál es la utilidad que espera alcanzar el año 2018?
- 4.- Represente gráficamente los datos calculados

Tabla N° 6 B Pronóstico por el método de mínimos cuadrados o regresión lineal

X	Y	XY	X . X
1	1230	1230	1
2	1280	2560	4
3	1240	3720	9
4	1350	5400	16
5	1300	6500	25
6	1290	7740	36
7	1450	10150	49
28	9140	37300	140

$$Y = a + b X$$

$$Y = aX + b X . X$$

$$a = (\sum Y . \sum X . X - \sum X \sum X Y) / (N \sum X . X - \sum X . \sum X)$$

$$b = (N \sum X . Y - \sum X \sum Y) / (N \sum X . X - \sum X . \sum X)$$

$$Y = a + b X$$

Fuente propia

$$a = (9140 \cdot 140 - 28 \cdot 37300) / (7 \cdot 140 - 28 \cdot 28) = 1200$$

$$Y = 1200 + 26.43 \times 8 = 1411.44$$

$$b = (7 \times 37300 - 28 \times 9140) / (7 \times 140 - 28 \times 28) = 185/7 = 26.43$$

- 1.- El pronóstico de ventas (cantidad) para el año 2018.  $X = \text{Años}$ ,  $Y = \text{Ventas}$

$$Y = a + b X$$

$$Y = 1200 + 26.43 \times 8 = 1411.4$$

2.- El punto de equilibrio para los años 2017 y 2018.

$$Q_x = 72000 / (200 - 140) = 1200 \text{ Unid.} \quad \text{Venta.} = 1200 \times 200 = 240000 \text{ soles}$$

Tabla N° 6 C Costeo Variable para 1200 Unidades

Ventas	200	1200	240000
Costo de Ventas	140	1200	168000
Margen de Contribución	60	1200	72000
Costo fijo			72000
Utilidad de operación			0

Tabla N° 6 D Método de Costeo Variable 1411 Unidades del año 2018

Ventas	200	1411	282200
Costo de Ventas	140	1411	197540
Margen de Contribución	60	1411	84660
Costo fijo			72000
Utilidad de operación			12660

Cálculo de Punto de Equilibrio a partir de valores monetarios

$$\text{Ventas en Soles} = \text{Costo Fijo} / ((1 - \text{Costo Variable}) / \text{Ventas})$$

$$\text{Venta en Soles} = 72000 / ((1 - 197540) / 282200) = 240000 \text{ soles}$$

$$\text{Cantidad de Equilibrio} = \text{Venta en soles} / P_x$$

$$Q_{eq} = 240000 / 200 = 1200 \text{ Unidades} \quad \text{P.E.} = (1200, 240000)$$

$$\text{Rentabilidad} = \text{Utilidad} / \text{Ventas} = 12660 / 282200 = 0.045 \quad 4.5 \% \text{ sobre Ventas}$$

### Caso Aplicativo de Gestión de Inventarios.

Una empresa mediana que es distribuidora nacional que tiene su almacén principal localizado en Comas. El consumo se cuantifica en 8500 unidades por mes y puede adquirirse por lotes de 12750 unidades. La tasa de mantenimiento del inventario es del 20% con precio unitario del artículo es de 120 soles, es decir el costo unitario de mantenimiento es de 24 soles por unidad como promedio. El stock máximo que desea mantener es de 16000 unidades. La demora total es de 60 días. Determinar:

a).- Frecuencia de compra y tiempo de consumo de lote económico.

b).- Stock de protección y tiempo de stock de protección.

c).- Tasa de consumo mensual y tiempo de demora real.

d).- Nivel de inventario y puntos de pedido.

e).- Análisis de costo combinado total

Solución:

Datos del problema:

$$S = 8500 \text{ Unds. / mes} \times 12 \text{ meses / año} = 102000 \text{ unidades/año.}$$

$$Q_c = 12750 \text{ unidades, } T = 20\% \quad P_x = 120 \text{ soles}$$

$$C_{mu} = (P_x) (T) = 120 \text{ soles} \times 0.2 = 24 \text{ soles} \quad Q_{m\acute{a}x} = 16000 \text{ unidades}$$

$$D_t = 60 \text{ d\acute{a}as}$$

$$\text{Costo unitario de adquisici3n (a)} = [(Q_c/2) (P_x.T)] = (S / Q_c) (a)$$

$$[(12750 / 2) (120 \times 0.2)] = (102000 / 12750) (a)$$

$$[153000] = (8) (a) \quad a = 19125 \text{ soles.}$$

$$a).- X = S/Q_c = (102000 \text{ unidades / a\~{n}o}) / (12750 \text{ unidades /pedido}) = 8 \text{ pedidos/a\~{n}o}$$

$$t = (12 \text{ meses/a\~{n}o}) / (8 \text{ pedidos/a\~{n}o}) = 1.5 \text{ meses} = 45 \text{ d\acute{a}as}$$

$$b).- \text{Stock de Protecci3n} = Q_{m\acute{a}x} - Q_c = 16000 \text{ Und} - 12750 \text{ Und} = 3250 \text{ unidades}$$

$$\text{Tiempo de Stock de Protecci3n} = \text{Stock} / T_c = 3250 / (102000/12) = 0.3824 \text{ meses}$$

$$c).- \text{Tasa de consumo} = S / 12 \text{ meses} = (102000 \text{ Und /a\~{n}o}) / (12 \text{ meses/a\~{n}o}) = 8500 \text{ unidades/mes.}$$

$$\text{Tiempo de demora real } dr = D_t - K t = 2 \text{ meses} - 1 \times 1.5 \text{ meses} = 0.5 \text{ meses}$$

$$d).- NI = \text{Stock de protecci3n} + dr (T_c) = 3250 \text{ Und.} + 0.5 (102000/12) = 7500 \text{ Und.}$$

$$\text{Puntos de pedido } PP = ((t - dr), NI).$$

$$PP1 = [(1.5 - 0.5), 7500] = [(1.0, 7500)] \text{ tiempo 1 mes con nivel de inventario 7500}$$

$$PP2 = [(3.0 - 0.5), 7500] = [(2.5, 7500)] \text{ tiempo 2.5 meses con nivel inv. 7500}$$

$$PP3 = [(4.5 - 0.5), 7500] = [(4.0, 7500)] \text{ tiempo 4 meses con nivel inv. 7500}$$

$$PP4 = [(6.0 - 0.5), 7500] = [(5.5, 7500)] \text{ tiempo 5.5 meses con nivel inv. 7500}$$

$$PP5 = [(7.5 - 0.5), 7500] = [(7.0, 7500)] \text{ tiempo 7 meses con nivel inv. 7500}$$

$$PP6 = [(8.0 - 0.5), 7500] = [(8.5, 7500)] \text{ tiempo 8.5 meses con nivel inv. 7500}$$

$$PP7 = [(9.5 - 0.5), 7500] = [(10.0, 7500)] \text{ tiempo 10 meses con nivel inv. 7500}$$

$$PP8 = [(12.05 - 0.5), 7500] = [(11.5, 7500)] \text{ tiempo 11.5 meses con nivel inv. 7500}$$

Tabla N° 13 Análisis de costo combinado total con frecuencia de 8 pedidos anuales.

X	S	Q <sub>c</sub> /2	(Q <sub>c</sub> /2)(P <sub>x</sub> .T)	(X) (a)	CCT
---	---	-------------------	--	---------	-----

1	102000	51000	1224000	19125	1243125
2	51000	25500	612000	38250	650250
3	34000	17000	408000	57375	465375
4	25500	12750	306000	76500	382500
5	20400	10200	244800	95625	340425
6	17000	8500	204000	114750	318750
7	14571.4	7285.7	174837.1	133875	308732.1
8	12750	6375	153000	153000	306000
9	11333.3	5666.67	136000	172125	308125
10	10200	5100	122400	191250	313650

**Estudio de métodos de trabajo.** Es necesario para el establecimiento de tiempos de trabajo, la mejor de los métodos, la formación de los operarios y la determinación de las fases de trabajo para la planificación de la producción. Así también es necesario determinar los rendimientos en los trabajos manuales, o de los realizados con las máquinas, se deben buscar fórmulas de remuneración del trabajo que tengan en cuenta la valoración de los puestos y la medida del rendimiento o la eficiencia.

**Caso aplicativo de volumen de la mano de obra para la demanda constante.**

Se consideran las siguientes condiciones:

- 1.- Estabilidad del personal fabril.
- 2.- Periodo de planeamiento para un año.
- 3.- Un solo turno de operación (a 8 horas).
- 4.- Número de horas hombre por unidad del producto = 10 horas. Para producir 226316 unidades, implica  $226316 \times 10 = 2263160$  horas hombre.
- 5.- Vacaciones del personal en el mes de julio, durante las dos primeas semanas para todo el personal.
- 6.- Plan de producción para un solo producto.
- 7.- Costo de la hora ordinaria (CHO) = 30 soles.
- 8.- Costo hora extra (CHE) = 50 % más que hora ordinaria (HO) =  $30(1.5) = 45$  soles.
- 9.- Índice de ausentismo (debido a enfermedad y otros motivos) = 2 %.
- 10.- Número máximo horas extras = el 25 % de las horas ordinarias.  $8 \text{ H.O.} = > 2 \text{ H.E.}$
- 11.- Costo de almacenamiento de una hora hombre por mes = 0.40 soles.

12.- Inventario inicial = 0 unidades.

Determinación del Índice de ausentismo.

1.- Considerar una serie histórica de inasistencia del personal.

2.- Para cada uno de los periodos de la serie, calcular el índice d ausentismo.

Índice de ausentismo para cada periodo =  $(\sum \text{de horas perdidas (por inasistencia del personal)} / (\sum \text{de horas disponibles}))$ .

3.- Una unidad requiere 10 H-H. Almacena 1 H-H / mes = 0.40

Costo de almacenaje =  $10 \times 0.40 = 4$  soles.

Volumen mano de obra (número operarios) =  $(\text{Requerimiento de H-H}) / (\text{Horas Línea})$ .

Requerimiento de Horas Hombre son los requerimientos de productos terminados convertidos en horas hombre.

Hora línea es el número de horas que dispone cada operario durante un año (todos los operarios disponen del mismo número de horas de línea).

**Tabla 6 Cuadro de requerimiento de horas hombre de la demanda.**

Mes	Días del Mes	Almacenamiento Mensual		Demanda Acumulativa	
		Cantidad	Horas Hombre	Cantidad	Horas Hombre
Enero	31	225	2250	225	2250
Febrero	28	225	2250	450	4500
Marzo	31	225	2250	675	6750
Abril	30	225	2250	900	9000
Mayo	31	225	2250	1125	11250
Junio	30	225	2250	1350	13500
Julio	31	225	2250	1575	15750
Agosto	31	225	2250	1800	18000
Setiembre	30	225	2250	2025	20250
Octubre	31	225	2250	2250	22500
Noviembre	30	225	2250	2475	24750
Diciembre	31	225	2250	2700	27000
	365	2700	27000		

Para determinar horas línea se define días laborables y 8 horas por día.

Requerimiento de horas hombre = 27000 H-H. Sr multiplica siempre por 8 y el resultado por 2 o 3 turnos.

**Tabla 7 Cuadro de Horas Línea.**

Mes	Días del Mes	N° Días Laborables	Horas Línea Mensuales	Horas Línea Acumuladas
Enero	31	22	176	176
Febrero	28	19	152	328
Marzo	31	21	168	496
Abril	30	22	176	672
Mayo	31	22	176	848
Junio	30	20	160	1008
Julio	31	12	96	1104
Agosto	31	22	176	1280
Setiembre	30	20	160	1440
Octubre	31	23	184	1624
Noviembre	30	19	152	1776
Diciembre	31	21	168	1944
	365	243	1944	

Hora línea = 1944 horas por cada operario. Vacaciones el mes de julio.

Hora línea (ajustada) =  $1944 (1.00 - 0.02) = 1944 \times 0,98 = 1905.12$  Horas Línea.

Volumen de la mano de obra =  $27000 / 1905.12 = 14.17$  Operaros.

Análisis de costo de mano de obra, se considera los siguientes pasos:

1.- Utilizando 14 operarios y 0.17 operarios dar en horas extras.

2.- Ocupar 15 operarios y aceptar tiempo ocioso remunerado.

Evaluar las alternativas factibles.

1).- Costo total de las horas ordinarias es como sigue:

$Ct\ H\ O = (N^\circ\ horas\ ordinarias) (C\ H\ O) = 14 \times 1905,12 \times 30 = 800150.40$  soles.

Cálculo de las horas extras.

$Ct\ H\ E. = (N^\circ\ H\ E) (C\ H\ E) = (27000 - 14 \times 1905.12) \times 45 = 14774.40$  soles.

Por lo tanto, Costo Total =  $Ct\ H\ O + Ct\ H\ E = 800150.40 + 14774.40 = 814924.80$  soles.

2).- Costo Total de horas ordinarias.

$Ct\ H\ O = (N^\circ\ H\ O) (C\ H\ O) = 15 \times 1905.12 \times 30 = 857304$  soles.

Por lo Tanto, conviene la primera alternativa con 14 operarios.

Se debe formular el plan de producción para la alternativa de 14 operarios con el objeto de conocer la distribución mensual de horas ordinarias y extraordinarias, además determinar el costo de almacenamiento.

Cálculo de Horas Ordinarias Ajustado =  $14 \times 0,98 \times 176 = 2415$  Horas Ordinarias

Cálculo de Horas Extras =  $0,25 \times 2415 = 604$  Horas Extraordinarias.

**Tabla 8 Disponibilidad de horas hombre para 14 operarios.**

Días del Mes	Mes	Hora Línea Mensual	Horas Ordinarias	Horas Extras/ Mes
31	Enero	176	2415	604
28	Febrero	152	2085	521
31	Marzo	168	2305	576
30	Abril	176	2415	604
31	Mayo	176	2415	604
30	Junio	160	2195	549
31	Julio	96	1317	329
31	Agosto	176	2415	604
30	Setiembre	160	2195	549
31	Octubre	184	2524	631
30	Noviembre	152	2085	521
31	Diciembre	168	2305	576
365		1944	26671	6668

**Ejemplo aplicativo de préstamo.**

Una pequeña empresa obtiene préstamo de 25800 soles, cancelable con pagos vencidos semestralmente durante dos años consecutivos con tasa de interés del 36% anual capitalizable mensualmente. Calcular la cuota de pago y cuadro de servicio de la deuda.

$P = 25800$  soles  $i = 0.36$        $M = 2$  semestres       $n = 2$  años       $R = ?$

Cálculo de tasa Efectiva (i ef)

$I_{ef} = (1 + 0.36 / 12)^{12} - 1 = 0.1941$

$R = 25800 [0.1941 (1,1941)^4] / [(1,1941)^4 - 1] = 9855$

Cuadro de servicio de l deuda con periodo semestral (m).



m	Deuda	Interés 0.1941	Amortización	Cuota de pago
0	25800	--	--	--
1	25800	5007.8	4847.2	9855
2	20952.8	4066.9	5788.1	9855
3	15164.7	2943.5	6911.5	9855
4	8253.2	1601.8	8253.2	9855
Suma Total		13620	25800	39420

### Caso Aplicativo sobre inversión en los Mypes.

Como modelo aplicativo se toman los datos de inversión de una empresa industrial que tienen tres proyectos alternativos de inversión denominados A, B y C, los mismos cuentan con ingresos y egresos proyectados para cuatro años consecutivos con una inversión inicial correspondiente que se detallan en la Tabla 6; Se pide determinar:

- Valor actual neto (VAN) para la tasa de interés del 18% anual.
- Priorizar con criterio de tasa interna de retorno (TIR) y recomendar dos proyectos.

**Tabla 12. Proyectos alternativos de inversión para Mypes de Lima Norte.**

Años	Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C			
	Ingreso	Egreso	Flujo Neto	Ingreso	Egreso	Flujo Neto	Ingreso	Egreso	Flujo Neto	
0		-14336	-14336		-13791.2	-13791.2		-14000	-14000	
1	12000	-8000	4000	18000	-13000	5000	13000	-7000	6000	
2	17000	-12000	5000	17000	-13000	4000	14000	-9000	5000	
3	17000	-10000	7000	19000	-13000	6000	15000	-9500	5500	
4	17000	-11000	6000	20000	-13000	7000	16000	-10000	6000	
VAN 15%			831.40				1,329.19			
TIR			18.00%				20.00%			

a) Aplicando el criterio de valor actual neto (VAN) es igual a la sumatoria de flujos netos de caja actualizados con tasa de corte menos la inversión inicial. Para VAN del proyecto A se tiene la siguiente equivalencia financiera:

$$VAN(15) = 12000 / (1.15)^1 + 17000 / (1.15)^2 + 17000 / (1.15)^3 + 17000 / (1.15)^4 - 14336$$

$$VAN(15) = 831.80$$

b) Aplicando el criterio de tasa interna de retorno se obtiene cuando diferencia es nula entre la sumatoria de flujos de caja actualizados con tasa de interés única menos la inversión inicial.

$$VAN = 12000 / (1.18)^1 + 17000 / (1.18)^2 + 17000 / (1.18)^3 + 17000 / (1.18)^4 - 14336$$

VAN (A) = 0.00 entonces la TIR = 0.18, también 18%.

Este resultado nos indica, que para financiar el proyecto debemos conseguir el dinero prestado de la terceras personas, con el costo de capital del mercado (Ck) que sea menor que la TIR del proyecto, es decir (Ck <= TIR), para que el proyecto en marcha sea rentable, es un criterio financiero importante que determina el punto de equilibrio financiero. Los proyectos recomendados serian C y B porte tienen mayor TIR del 20%..

### Caso Aplicativo de programación lineal en producción y su análisis de sensibilidad

Una empresa de muebles dedica a producir Sillas, Mesas y Roperos empleando tres tipos de maderas que son: Cedro, Pino y Caoba. El Cedro emplea a razón de 4, 3 y 5 para Silla, Mesa y Ropero, el Pino emplea a razón de 2, 4 y 3 para Silla, Mesa y Ropero; y de igual forma utiliza Caoba en relación de 4, 2 y 4 para Silla, Mesa y Ropero respectivamente. La disponibilidad de maderaje es: 460 pies cúbicos de Cedro, 340 pies cúbicos de Pino y 400 pies cúbicos de Caoba. Además, se estiman el precio de venta unitarios en 225, 210 y 880 soles para Silla, Mesa y Ropero. Costos variables unitarios son 25, 120 y 640 soles respectivamente. Determine producción óptima de los Modelos Primal y Dual, Efectuando el análisis de sensibilidad.

Modelo de programación lineal

Objetivo  $Z_j = 200 X_1 + 90 X_2 + 240 X_3$  Máx

Restricciones:

$$1).- 4 X_1 + 3 X_2 + 5 X_3 \leq 460$$

$$1).- 2 X_1 + 4 X_2 + 3 X_3 \leq 340$$

$$1).- 4 X_1 + 2 X_2 + 4 X_3 \leq 400$$

### Tablero 9 Técnica de simplex primal

Ck	Xk	Cj	200	90	240	0	0	0	Sum	Valor
		B	X1	X2	X3	S1	S2	S3	Com	Min
0	S1	460	4	3	5	1	0	0	473	92
0	S2	340	2	4	3	0	1	0	350	113.3
0	S3	400	4	2	4	0	0	1	411	100
Zj		0	0	0	0	0	0	0		
Zj - Cj => 0		--	-200	-90	-240	0	0	0		
240	X3	92	4/5	3/5	1	1/5	0	0	473/5	115
0	S2	64	-2/5	11/5	0	-3/5	1	0	331/5	-160

0	S3	32	4/5	-2/5	0	-4/5	0	1	163/5	40
Zj		22080	192	144	240	48	0	0		
Zj - Cj => 0		--	-8	54	0	48	0	0		
240	X3	60	0	1	1	1	0	-1	62	
0	S2	80	0	2	0	-1	1	1/2	165/2	
200	X1	40	1	-1/2	0	-1	0	5/4	163/4	
Zj		22400	200	140	240	40	0	10		
Zj - Cj => 0		--	0	50	0	40	0	10		
Variable Dual			D1	D2	D3	Y1	Y2	Y3		

Solución óptima y tabla de equivalencias

Zj = 22 400	Wj = 22 400
X1 = 40 Unidades, Variables Reales	D1 = 0 Variable por defecto
X2 = 0 No se Produce	D2 = 50 Precio Sombra
X3 = 60 Unidades	D3 = 0 Variable por defecto
S1 = 0 Variable por exceso	Y1 = 40 Variables Reales
S2 = 80 Recurso Sobrante	Y2 = 0 Precio Sombra
S3 = 0 Recurso Agotado	Y3 = 10

**Tablero 10 Final de solución del modelo primal**

Ck	Xk	Cj	200	90	240	0	0	0	Sum	Valor
		B	X1	X2	X3	S1	S2	S3	Com	Min
240	X3	60	0	1	1	1	0	-1	62	
0	S2	80	0	2	0	-1	1	1/2	165/2	
200	X1	40	1	-1/2	0	-1	0	5/4	163/4	
Zj		22400	200	140	240	40	0	10		
Zj - Cj => 0		--	0	50	0	40	0	10		
Variables Dual			D1	D2	D3	Y1	Y2	Y3		

Análisis de sensibilidad. Consiste en determinar los límites superiores e inferiores de los coeficientes de las variables reales que intervienen en la solución óptima.

a).- Análisis de los coeficientes del funcional  $\Delta C_j$ , Se determina mediante la siguiente formula:

$$(- (Z_j - C_j) / (a_{ik} > 0)) \leq \Delta C_j \leq (- (Z_j - C_j) / (a_{ik} < 0))$$

$$- (10) / 5/4 \leq \Delta C_j \leq - (50) / -1/2 ; - (40) / -1$$

$$-8 \leq \Delta C_j, \leq 100; 40$$

$$C1 = 200 + \text{Límite Superior} = 200 + 40 = 240 \quad Z_j = 240 X1 \ 90 X2 + 240 X3$$

$$\text{Límite Inferior} = 200 - 8 = 192 \quad Z_j = 192 X1 \ 90 X2 + 240 X3$$

$$-(40) / (1); - (50) / (1) \leq \Delta C_j \leq - (10) / (-1)$$

$$-40; -50; \leq \Delta C_j, \leq 10$$

$$C3 = 240 + \text{Límite Superior} = 240 + 10 = 250 \quad Z_j = 200 X1 \ 90 X2 + 250 X3$$

$$\text{Límite Inferior} = 240 - 40 = 200 \quad Z_j = 200 X1 \ 90 X2 + 200 X3$$

### Modelo dual de minimización

Objetivo  $W_j = 460 Y1 + 340 Y2 + 400 Y3 \text{ Min.}$

Restricciones:

$$1).- 4 Y1 + 2 Y2 + 4 Y3 \Rightarrow 200$$

$$1).- 3 Y1 + 4 Y2 + 2 Y3 \Rightarrow 90$$

$$1).- 5 Y1 + 3 Y2 + 4 Y3 \Rightarrow 240$$

### Tablero 11 Final del dual

Ck	Xk	Cj	460	340	400	0	0	0	Sum	Valor
		B	Y1	Y2	Y3	D1	D2	D3	Com	Min
0	D2	50	0	-2	0	1/2	1	-1	97/2	
460	Y1	40	1	1	0	1	0	-1	42	
400	Y3	10	0	-1/2	1	-5/4	0	1	41/4	
Wj		22400	460	260	400	-40	0	-60		
Wj - bj ≤ 0		--	0	-80	0	-40	0	-60		
Variables Primal			S1	S2	S3	X1	X2	X3		

Variación de los coeficientes de las disponibilidades  $\Delta b_j$

$$(- (w_j - b_j) / (a_{ik} < 0)) \leq \Delta b_j \leq (- (w_j - b_j) / (a_{ik} > 0))$$

$$(-(-60)/(-1)) \leq \Delta b_j \leq -(-80)/(1); -(-40)/(1);$$

$$-60 \leq \Delta b_j \leq 80; 40$$

$$B1 = 460 \text{ -- Límite Superior} = 460 + 40 = 500 \quad W_j = 500 Y1 + 340 Y2 + 400 Y3$$

$$\text{Límite Inferior} = 460 - 60 = 400 \quad W_j = 400 Y1 + 340 Y2 + 400 Y3$$

$$(-(-10)/-5/4); (-(-80)/-1/2) \leq \Delta b_j \leq -(-60)/1$$

$$-32; -160 \leq \Delta b_j \leq 60$$

$$B3 = 400 \text{ --Límite Superior} = 400 + 60 = 460 \quad W_j = 460 Y1 + 340 Y2 + 460 Y3$$

$$\text{Límite Inferior} = 400 - 32 = 368 \quad W_j = 460 Y1 + 340 Y2 + 368 Y3$$

### **Discusión**

Para toda unidad económica en la producción de bienes y/o servicios se determinan cuatro ejes estratégicos fundamentales: 1).- potencial humano y sistema de aprendizaje, 2).- procesos internos eficaces, 3).- clientes plenamente satisfechos 4).- resultados financieros rentables

Esto se complementan con los componentes fundamentales como son: a) costo unitario (sumatoria del importe del valor monetario de insumos utilizados, mediante el proceso tecnológico, según la estructura del producto y número de unidades producidas), b) productividad (valor total del número de unidades producidas dividido entre el total de los insumos de calidad utilizados para las unidades producidas), rentabilidad (utilidad total obtenida dividida entre las ventas netas del mismo periodo) y capacidad operativa que determina entre (recurso total real aprovechado dividido entre el recurso total nominal disponible planeado).

Para toda empresa industrial el producto del costo unitario por la productividad es igual a la unidad, porque están en relación inversa. Estos modelos de análisis de las variables endógenas convierten a la empresa industrial de posición competitiva en el posicionamiento de la imagen y marca, donde la mayoría de los gerentes buscan activamente formas de reforzar su capacidad y habilidad administrativa para obtener una gestión de desempeño efectivo. ¿Por qué existen tanto interés el diseño de procesos de mejora continua, como estrategia y control de la organización? Por las siguientes razones que se describen:

- a) La calidad y aceptabilidad de los productos o servicios que oferta la empresa, finalmente serán tomadas las decisiones por los clientes quienes generan ingresos para la empresa;
- b) Razón por la cual los gerentes buscan mejorar su proceso productivo, acorde con la infraestructura física disponible, para determinar la capacidad de producción, lo cual constituye la toma de decisiones de inversión.
- c) La tecnología requiere la toma de decisiones de inversión en función de liquidez de la empresa;

- d) El diseño de estrategia y control representan costos y gastos, pero por la política de depreciación de los activos fijos generan ingresos de fuente interna de financiamiento de la empresa,
- e) La estrategia y control convierte a la empresa en posición competitiva mediante el mapa estratégico de las perspectivas, por la razón que incrementa su productividad.
- f) Si los ejecutivos de la empresa no optan por la estrategia y control, ocasionaría la improductividad y el desequilibrio en la gestión de las Mypes, en no aceptar a nuevas formas de trabajo en acorde con el avance tecnológico. Como afirman la mayoría de los autores consultados.

### **Conclusiones**

- a).- La mejora continua es posible en cualquier organización, sin importar su giro de negocio.
- b).- Siempre es mayor el beneficio cuanto mayor es la participación.
- c).- Si se realiza el análisis de lo que se hace se puede conocer dónde conviene mejorar.
- d).- Si se piensa en mejorar y se actúa para mejorar, se obtiene una mejora.
- e).- Todo proceso puede ser mejorado, como también la atención al cliente.
- f).- Las características de los productos pueden mejorarse a gusto del cliente.
- g).- Si mejora la organización, mejora la satisfacción de clientes y mejoran sus ventas.
- h).- La base del modelo de mejora continua es la autoevaluación.

### **Recomendaciones**

- a).- Alcanzar los mejores resultados, no es labor de un día. Es un proceso progresivo en el que no puede haber retrocesos.
- b).- Lo deseable es mejorar un poco día a día, y tomarlo como hábito, y no dejar las cosas tal como están, teniendo altibajos.
- c).- Los círculos de calidad deben ser implementados e iniciar con la motivación.
- d).- La frecuencia de reuniones debe ser de acuerdo a la disponibilidad de los participantes.
- f).- La gerencia debe proveer de la información necesaria hacia los círculos de calidad para que tengan mejor elemento de juicio.
- g).- El servicio debe ser orientado hacia el usuario, teniendo en cuenta sus necesidades, preferencias y situación personal.
- h).- La innovación y mejora continua van la mano debido a la competitividad de las organizaciones.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS**

- Castro, A. y Otros (2001). *Técnicas de Administración de la Producción*. México, Limusa.
- Gutiérrez, H. (2014). *Calidad y Productividad*. México, McGraw Hill.
- Mercado, E. (2012). *Productividad Base de la Competitividad*. México, Limusa.
- Monks J, G. (2012). *Administración de Operaciones*. México, McGraw Hill.
- Santos J. y otros. (2006). *Mejorando la Producción con Lean Thinking*. Madrid, Pirámide.
- Vollmann E. y otros. (2005). *Planeación y Control de la Producción*. México, McGraw Hill.