

# Administración industrial I

Cadena de suministro - producción - costos

Gloria E. Miño Cascante  
Alcides N. García Flores  
Ángel G. Guamán Lozano  
Julio C. Moyano Alulema



ESPOCH  
2018

**ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:**  
**CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS**

---

**ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS**

---

**Gloria Elizabeth Miño Cascante**

**Alcides Napoleón García Flores**

**Ángel Geovanny Guamán Lozano**

**Julio César Moyano Alulema**



**DIRECCIÓN DE  
PUBLICACIONES**



**ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS**

© 2018 Gloria Elizabeth Miño Cascante, Alcides Napoleón  
García Flores, Ángel Geovanny Guamán Lozano, Julio César  
Moyano Alulema

© 2018 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Panamericana Sur, kilómetro 1 ½  
Dirección de Publicaciones Científicas  
Riobamba, Ecuador  
Teléfono: (593 3) 299 8200  
Código Postal: EC060155

Aval ESPOCH

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego  
(*peer review*).

Corrección y diseño:  
La Caracola Editores

Impreso en Ecuador

Prohibida la reproducción de este libro, por cualquier medio, sin la previa  
autorización por escrito de los propietarios del Copyright.

CDU: 658  
Administración industrial I :  
cadena de suministro – producción - costos  
Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Dirección de Publicaciones, 2018  
157 pp. vol: 17 x 24 cm  
ISBN: 978-9942-35-443-3  
1. Administración de empresas  
2. Administración industrial  
3. Cadena de suministros, producción, costos



## CONTENIDO GENERAL

### CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LA CADENA DE SUMINISTROS..... 10

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 Conceptos de gestión de la cadena de suministro y logística ..... | 10 |
| 1.2 Procesos push vs. pull .....                                      | 17 |
| 1.3 Segmentación de la cadena de suministro .....                     | 19 |
| 1.4 Análisis ABC .....                                                | 20 |
| 1.5 Manejo de la incertidumbre .....                                  | 24 |
| 1.5.1 Distribución normal $\sim N(\mu, \sigma)$ .....                 | 24 |
| 1.5.2 Distribución Log-normal $\sim \Lambda(\mu^*, \sigma^*)$ .....   | 25 |
| 1.5.3 Distribución de Poisson $\sim P(\lambda)$ .....                 | 25 |
| 1.6 Planificación y previsión de la demanda .....                     | 26 |
| 1.7 Análisis de series temporales .....                               | 29 |
| 1.8 Gestión de inventario .....                                       | 33 |
| 1.9 Clasificación del inventario .....                                | 36 |
| 1.9.1 Costo total de inventario .....                                 | 37 |
| 1.10 Modelo EOQ .....                                                 | 40 |
| 1.10.1 Sensibilidad EOQ frente al tamaño de la orden .....            | 46 |
| 1.11 Introducción a los modelos de redes .....                        | 47 |

### CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN .....

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Consideraciones de productividad .....                                           | 65 |
| 2.2 Eficacia, eficiencia, efectividad .....                                          | 65 |
| 2.3 Productividad .....                                                              | 67 |
| 2.4 Ecuación productividad de un solo factor .....                                   | 67 |
| 2.5 Productividad total o multifactor .....                                          | 67 |
| 2.6 Caso 1. La producción aumenta, pero la productividad se mantiene constante ..... | 69 |

|                                                                                                                         |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 2.7 Caso 2. Aumenta la producción, pero disminuye la productividad.....                                                 | 71     |
| 2.8 Caso 3. Los insumos se mantienen constantes y,<br>al incrementar la producción se incrementa la productividad. .... | 71     |
| 2.9 Caso 4. La producción se mantiene constante<br>y la productividad aumenta.....                                      | 72     |
| 2.10 Procesos industriales.....                                                                                         | 73     |
| 2.10.1 Roscado de interiores .....                                                                                      | 73     |
| 2.10.2 Roscado de exteriores .....                                                                                      | 74     |
| 2.10.3 Torneado .....                                                                                                   | 74     |
| 2.10.4 Fresado .....                                                                                                    | 75     |
| 2.10.5 Moleteado o garfilado.....                                                                                       | 76     |
| 2.10.6 Soldadura .....                                                                                                  | 77     |
| 2.10.7 Taladrado.....                                                                                                   | 77     |
| 2.10.8 Diagramas de procesos de trabajo.....                                                                            | 78     |
| 2.10.9 Diagrama de operaciones de procesos .....                                                                        | 78     |
| 2.10.10 Descripción del proceso de producción de puertas .....                                                          | 80     |
| 2.10.11 Diagrama de análisis de proceso .....                                                                           | 83     |
| 2.11 Diagrama de circulación o recorrido.....                                                                           | 87     |
| 2.12 Diagrama hombre-máquina .....                                                                                      | 88     |
| 2.13 Diagrama hombre- dos máquinas .....                                                                                | 90     |
| 2.14 Hoja de ruta .....                                                                                                 | 92     |
| 2.15 Hoja de operación .....                                                                                            | 93     |
| <br>CAPÍTULO 3. COSTOS EN LA PRODUCCIÓN.....                                                                            | <br>96 |
| <br>3.1 Costos .....                                                                                                    | <br>96 |
| 3.2 Gasto.....                                                                                                          | 96     |
| 3.3 Clasificación de los costos .....                                                                                   | 97     |
| 3.4 Elementos del costo de producción .....                                                                             | 100    |

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.5 Materia prima directa.....                                     | 101 |
| 3.6 Mano de obra directa .....                                     | 101 |
| 3.6.1 La importancia de la mano de obra.....                       | 101 |
| 3.7 Costos indirectos de fabricación.....                          | 102 |
| 3.8 Sistema contable.....                                          | 102 |
| 3.8.1 Plan de cuentas.....                                         | 103 |
| 3.8.2 Contabilización de la materia prima.....                     | 106 |
| 3.9 Control de la materia prima .....                              | 107 |
| 3.9.1 Promedio ponderado .....                                     | 107 |
| 3.9.2 FIFO.....                                                    | 108 |
| 3.9.3 LIFO.....                                                    | 108 |
| 3.9.4 Última compra o costo actual.....                            | 109 |
| 3.10 Control de existencias .....                                  | 111 |
| 3.10.1 Existencias máximas.....                                    | 111 |
| 3.10.2 Existencias mínimas .....                                   | 112 |
| 3.10.3 Existencias críticas.....                                   | 112 |
| 3.11 Contabilización de la mano de obra. ....                      | 136 |
| 3.12 Contabilización de los costos indirectos de fabricación. .... | 143 |
| 3.13 Distribución de los costos indirectos de fabricación. ....    | 143 |
| 3.14 Prorrateo .....                                               | 145 |
| 3.15 Hoja de costos .....                                          | 145 |
| 3.16 Estados de pérdidas y ganancias .....                         | 148 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                                  | 152 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Productos con distinta cadena de suministro.....                                    | 10 |
| Figura 2. Intercambio de recursos en todos los eslabones de la cadena.....                    | 12 |
| Figura 3. Complejidad en la cadena de suministro.....                                         | 13 |
| Figura 4. Esquema general de las relaciones entre las entidades.....                          | 14 |
| Figura 5. Diferentes ciclos que se generan en las interacciones.....                          | 15 |
| Figura 6. Modelo de gestión de la cadena de suministro.....                                   | 17 |
| Figura 7. Diferentes combinaciones de un producto.....                                        | 18 |
| Figura 8. Diagrama de pareto que muestra la clasificación ABC.....                            | 23 |
| Figura 9. Comportamiento de los datos en la distribución normal.....                          | 24 |
| Figura 10. Comportamiento de los datos<br>en la distribución logarítmica normal .....         | 25 |
| Figura 11. Comportamiento de los datos en la distribución de Poisson....                      | 26 |
| Figura 12. Principales interrogantes que se presentan<br>para la previsión de la demanda..... | 27 |
| Figura 13. Comportamiento del nivel en los datos.....                                         | 30 |
| Figura 14. Tendencia creciente de la demanda.....                                             | 30 |
| Figura 15. Factor de estacionalidad a lo largo del tiempo.....                                | 31 |
| Figura 16. Modelo clásico del inventario de ciclo.....                                        | 37 |
| Figura 17. Establecimiento de una política de inventario.....                                 | 40 |
| Figura 18. Análisis de los costos logísticos clásicos.....                                    | 42 |
| Figura 19. Comportamiento de los datos de sensibilidad.....                                   | 46 |
| Figura 20. Red de transporte simple de BruchCo.....                                           | 49 |
| Figura 21. Solución optimizada para el caso de transporte.....                                | 49 |
| Figura 22. Restricción de conservación del flujo.....                                         | 51 |
| Figura 23. Red de trasbordo de BruchCo.....                                                   | 52 |
| Figura 24. Solución de la red de trasbordo mediante el uso de Solver.....                     | 53 |
| Figura 25. Factores que inciden en la productividad.....                                      | 65 |
| Figura 26. Machuelos.....                                                                     | 74 |
| Figura 27. Kit de una tarraja.....                                                            | 74 |
| Figura 28. Proceso de torneado.....                                                           | 75 |
| Figura 29. Fresado.....                                                                       | 76 |
| Figura 30. Ruedas para moletear y ejemplo de moleteado.....                                   | 76 |
| Figura 31. Tipos de soldadura.....                                                            | 77 |
| Figura 32. Taladrado en una pieza.....                                                        | 77 |
| Figura 33. Diagrama de operaciones de procesos.....                                           | 79 |

Figura 34. Diagrama de proceso de producción de puertas.....82

Figura 35. Fabricación de puertas metálicas.....88

Figura36. Clasificación de costos.....98

Figura 37. Proceso de la materia prima.....106

Figura 38. Libro diario .....125

## INTRODUCCIÓN

Las industrias, a una escala global, están orientadas a generar productos de alta calidad y a costos competitivos para el mercado. Por eso, gran parte de sus esfuerzos se orientan a obtener procesos eficientes y optimizados. Dicho estado se obtiene renunciando a las prácticas ortodoxas y tradicionales que se han venido heredando desde la época dorada de la Revolución Industrial (1760-1840). En este texto, se encuentran plasmados tres pilares para ese cambio de paradigma en las organizaciones y se ha titulado como *Administración industrial*.

Inicialmente se hace introspección de los costos en la producción de bienes y servicios, se revisa la clasificación general de los costos, mano de obra directa, sistemas contables, materia prima, control de existencias mínimas, máximas y contabilización de costos. Además se analizan los estados de pérdidas y ganancias para la toma efectiva de decisiones. Una vez establecidos los costos básicos, se deben estudiar todos los eslabones de la cadena de suministro revisando aspectos fundamentales como: sistemas *push-pull*, análisis de ABC, gestión de inventario, clasificación, costo del inventario, modelo de la cantidad económica del pedido. Finalmente, estos análisis requieren la medición de la productividad en las organizaciones. Para eso se usan ejercicios de aplicación orientados a conocer los procesos industriales más comunes. Además se muestra el uso de diagramas de operaciones, de análisis de procesos, de recorrido, diagrama hombre-máquina, ruta y operaciones.

Este trabajo busca ser un aporte significativo para las empresas, estudiantes e investigadores que busquen conocer los fundamentos de la administración industrial eficiente. Como autores, esperamos que este libro sea del agrado de sus lectores y que sus sencillos consejos ayuden al desarrollo sostenible de la empresa.

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO

### 1.1 Conceptos de gestión de la cadena de suministro y logística

Antes de establecer el concepto de cadena de suministro es necesario analizar el caso de cuatro productos diferentes que inicialmente se podría pensar que tienen distintos canales de comercio. Pensemos en los plátanos que se venden en una tienda de comestibles de Estados Unidos, un conjunto de repuestos automotores, calzado para mujeres y un lote de fundas de cemento de hormigón (figura 1).



Figura 1. Productos con distinta cadena de suministro

Fuente: autores

No hay nada que podría ser similar en estos sistemas de abasto y lo interesante de la gestión de la cadena de suministro es que cada producto tiene una historia, y cada producto es parte de múltiples cadenas. Cada uno de estos elementos integra un conjunto de estrategias, tiempos o costos de servicio por lo que se hace difícil pensar que un solo modelo logístico llegue a dictar parámetros estándar a seguir en todos los casos.

La globalización hace que cualquier producto, en algún momento, fluya a través de algún tipo de cadena de suministro en cierto lugar del mundo. Es muy raro que se pueda pensar que un elemento se fabrique y se consuma en el mismo lugar, exactamente al mismo tiempo. Es necesario tener cadenas de suministro para superar el absolutismo del tiempo y el espacio.

Pero, de nuevo, se analizan estos cuatro productos muy diferentes, y lo que es interesante es que hay una gran cantidad de similitudes. Así que, si se observan los plátanos y se comparan con los zapatos, se sabe que los plátanos se echan a perder con el tiempo, pero también lo serán los zapatos de mujer porque el estilo y la moda son muy inconstantes, así que lo que hay en esta temporada no permanecerá durante demasiado tiempo; es decir, los dos productos tienen el carácter

perecedero. Completando este análisis se viene a la mente la pregunta: ¿cuánto tiempo algo se mantendrá fresco y en condiciones de ser vendido a su precio normal estándar?

A continuación, se puede pensar en el abastecimiento. En ocasiones, no se tiene una gran variedad de donde elegir como es el caso de la fuente de cemento, o por donde se puede obtener la fuente de los plátanos. No se pueden cultivar plátanos en Alaska. Se podría tratar de cultivarlo en invernaderos, pero sería muy caro. No se puede extraer cemento de donde no existe la materia prima para fabricarlo. Así que a veces el producto está ligado a un lugar de abastecimiento que no se puede cambiar.

Posteriormente, se podría pensar que los productos son elementos individuales simples como el plátano; hay realmente sólo una parte de la fruta o una de cemento, considerando que existen muchos productos químicos que le podrían poner como aditivos al cemento. Pero se debe fijar en productos similares, los repuestos automotores y los zapatos están formados por componentes ensamblados y podría ser que esos componentes no son hechos por el mismo fabricante; por lo tanto, se va construyendo una cadena de suministro más grande.

Y, por último, se puede analizar el mercado objetivo. Para los zapatos, una mujer es probablemente la que los compre o, quién sabe, tal vez un chico. Alguna persona está comprando esto como un consumidor, al igual que pasa con los plátanos. Se observa estos cuatro productos diferentes. Lo realmente interesante es que las personas que manejan las cadenas de suministro en cada uno de estos productos están tomando las decisiones acerca de la obtención de la fuente, la cantidad de inventario, el pronóstico de demanda, el lugar para abastecer el inventario o la forma de mover el producto desde el origen de la materia prima hasta el consumo final.

Entonces, ¿qué es una cadena de suministro? Se puede pensar en una cadena de suministro como si fueran dos partes o más que están vinculados por un flujo de recursos. La idea de las cadenas de suministro es la gestión de los flujos de producto o material, información y dinero entre múltiples partes y cuya última instancia busca cumplir con la satisfacción del cliente.



## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

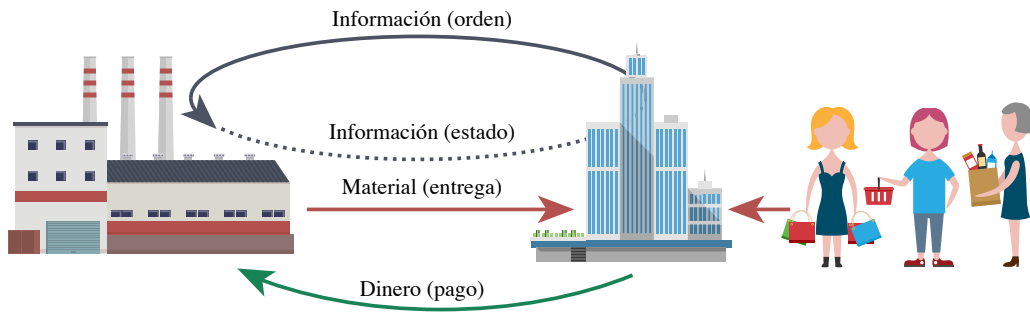


Figura 2. Intercambio de recursos en todos los eslabones de la cadena

Fuente: autores

Un minorista tiene vínculos comerciales con un fabricante. El cliente entra y realiza una compra con su carrito. En algún momento, la tienda va a tener que hacer un pedido o enviar algún tipo información a su proveedor. Este va a enviar material en forma de una entrega de vuelta a la tienda, así que el flujo físico se mueve. Entonces, eventualmente, el minorista enviará dinero o pago o términos financieros al proveedor. Además, durante todo el proceso, se intercambia información del estado del envío. Se puede ver que estos tres flujos principales, información, material y dinero, siempre van y vienen entre las diferentes partes de la cadena de suministro.

La gestión de la cadena de suministro busca minimizar los costos, maximizar los beneficios, mejorar el nivel de servicio a los clientes, y todas las métricas del sistema.

Pero a diferencia del modelo mostrado en la vida real pasa algo diferente; se podría tener un vínculo directo más allá de estos escalones entre los múltiples proveedores de una cadena, y saltar un montón de estos jugadores intermedios para que el producto vaya directamente al cliente final, así que no es solo un simple enlace uno a otro, es más una red compleja conocida comúnmente como cadena de suministro.

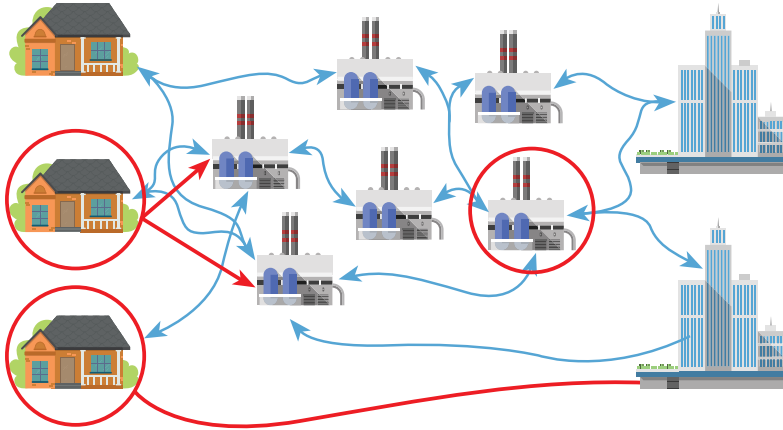


Figura 3. Complejidad en la cadena de suministro

Fuente: autores

El propósito principal de una cadena de suministro o *supply chain* es satisfacer las necesidades del cliente considerando estas tres condiciones básicas:

- ▶ Existe solo una fuente de ingresos para las organizaciones: el cliente.
- ▶ Los pagos entre las partes son solo un intercambio de fondos.
- ▶ La división de los pagos dentro de la cadena de suministros está en función del poder y las condiciones del mercado.

Se escucha que la gente se refiere a logística y cadenas de suministro, y muchas veces las personas tienen dificultades para distinguir cuál es la diferencia. Eso es porque la gente usa los términos de manera muy diferente y no siempre significan lo mismo. Así que a continuación se muestran algunas definiciones reconocidas:

El primero es del Centro de Transporte y Logística de Instituto Tecnológico de Massachusetts, que establece una idea general de la logística e implica gestionar el flujo de artículos, información, efectivo e ideas a través de la coordinación de procesos de la cadena de suministro y a través de la estrategia de adición de valor (MIT, 2017).

La Universidad de Stanford tiene una buena definición, que está más centrada en los flujos del sistema, la gestión de la cadena de suministros, con la gestión de material, información, y los flujos financieros en una red de proveedores, fabricantes, distribuidores y clientes. (Stanford Graduate School of Bussiness, 2017).

Y finalmente, *Fortune* tiene una definición bastante buena que dice: lo llamen distribución, logística o cadena de suministro, cualquiera que sea el nombre, es el sinuoso, arenoso, y el proceso engorroso por el cual las compañías mueven los materiales, piezas y productos a los clientes. (Hackett, 2017)

Entonces, ¿cuál es la diferencia entre logística y cadenas de suministro?

La logística es una palabra muy antigua. Tiene sus raíces en el ejército; el adjetivo griego *logistikos* significa "calificado" y "calculador", y, así, el primer uso administrativo de la palabra fue en tiempos romanos y bizantinos, cuando había un oficial administrativo militar con el título "logista". Ahora, el término *supply chain management*, por otro lado, es muy nuevo. Fue acuñado en 1982 por Keith Oliver, consultor en Booz Allen Hamilton, y se le acredita con este término en una entrevista para el *Financial Times*. (Lanester y Oliver, 2003).

En conclusión, se puede hablar de logística como el flujo físico de elementos mientras que la gestión de la cadena de suministro es más amplia.

## Perspectivas de la gestión de la cadena de suministro

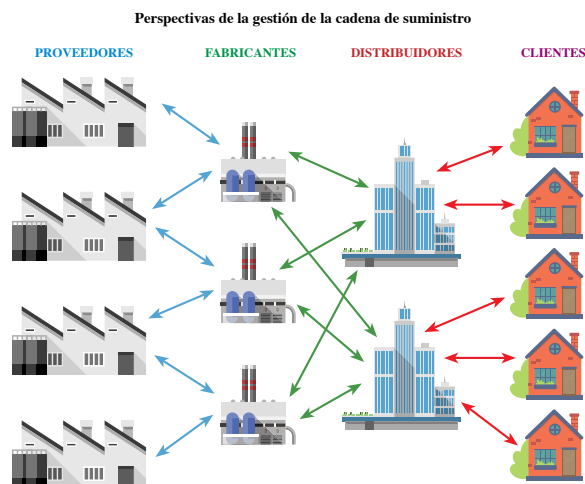


Figura 4. Esquema general de las relaciones entre las entidades

Fuente: autores

Otra manera común es construir un diagrama simple como se muestra en la figura 4. Se parece a un diagrama de flujo del producto, donde el producto casi siempre va de izquierda a derecha, de materias primas a sus productos terminados. Comúnmente cuando va de izquierda a derecha, se designan como río arriba a los proveedores y a los clientes se los designa como aguas abajo.

La cadena de suministro también se representa a través de ciclos y hay diferentes etapas en el sistema. Iniciando en una de los clientes, a esto se le conoce como Ciclo de Pedido del Cliente: como por ejemplo si un cliente va a una cafetería, llega, hace el pedido, recibe con gusto el pedido y paga por eso. Todo tipo de ciclo de orden sigue este mismo proceso.

De la misma manera se comportan el resto de los ciclos de la cadena de suministros, el minorista abasteciéndose del distribuidor, este a su vez recibiendo reabastecimiento de los fabricantes hasta que finalmente el proveedor final podría tener dos o más cadenas, dependiendo del tipo de producto y la complejidad en la distribución; lo interesante son todos los ciclos entre estas diferentes etapas.



Figura 5. Diferentes ciclos que se generan en las interacciones

Fuente: Chopra y Meindl, 2008.

En el espacio comprendido entre el cliente y proveedor, el tamaño del pedido aumenta, así, por ejemplo, al comprar un tubo de pasta de dientes o tal vez un galón de leche, al pasar al ciclo de reposición, el minorista podría ordenar cajas o paletas de producto de su distribuidor; este podría tener que pedir camiones completos de producto desde el fabricante, y entonces ese fabricante podría ordenar una carga en trenes, ferrocarriles o camiones completos de materia prima para su proceso de fabricación. Así que el tamaño de pedido se hace cada vez más grande.

Todos estos ciclos tienen una interdependencia entre sí. La planificación de la demanda es fundamental para saber el número de clientes que se podrían presentar. Lo mismo sucede con la planificación de suministros. De hecho, estos dos procesos juntos, planificación de la demanda y de la oferta, se reúnen en un solo proceso. Uno de los desafíos a los que se enfrenta una empresa es equilibrar lo que se dice a los clientes, y lo que se puede ofrecer a los proveedores. Una de las cosas que las cadenas de suministro necesitan para administrar de forma eficiente sus recursos es equilibrar la oferta y demanda. Así, una de las principales funciones de las cadenas de suministro es coordinar esa interacción entre ellas.

Otra perspectiva muy popular es la referencia de operaciones de la cadena de suministro o modelo SCOR. Fue desarrollado por el Consejo de la Cadena de Suministro y el Consejo de la Cadena de Abastecimiento, pionero en el concepto de tener métricas que abarcan toda una cadena de suministro, hasta que a mediados de los noventa, cada empresa tenía sus propias métricas para sus propias operaciones (Salazar, Cavazos, y Martínez, 2012).

## MODELO DE REFERENCIA DE OPERACIONES DE LA CADENA DE SUMINISTRO (SCOR)

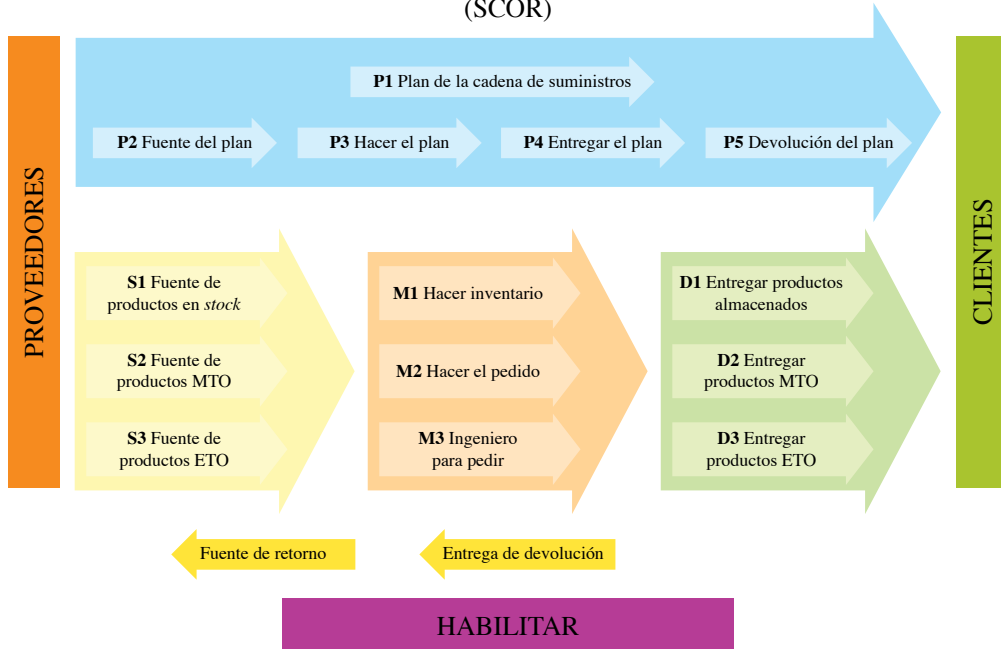


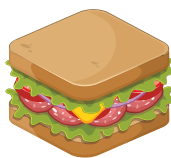
Figura 6. Modelo de gestión de la cadena de suministro  
Fuente: Bolstorff y Rosembaum, 2010

Dentro del Consejo de la Cadena de Suministro, surgieron un conjunto de métricas, la documentación y los procesos que lo apoyan la gestión una cadena de suministro en su conjunto utilizando el modelo SCOR.

### 1.2 Procesos *push* vs. *pull*

Las estrategias de segmentación son una de las herramientas clave que se necesita para ejecutar una cadena de suministro. Existen diferentes formas en las que se pueden segmentar los productos, así como los distintos tipos de cadenas de suministro internas que se tiene dentro de la organización. Mediante este método, se consigue personalizar los procesos.

Una forma de clasificar los procesos de la cadena de suministro es con un sistema *push* o *pull*. Para ilustrar esto, a continuación se muestra un ejemplo sencillo. En Riobamba, existe una cafetería en la que se venden sándwiches. Algo que se puede asegurar es que se puede aprender casi todo sobre logística y cadena de suministro de una tienda de sándwiches.



$$\text{Sándwich} = \text{pan} + \text{proteína} + \text{cremas para untar} + \text{cobertura}$$

|           |          |           |           |
|-----------|----------|-----------|-----------|
| <b>18</b> | <b>6</b> | <b>10</b> | <b>20</b> |
|-----------|----------|-----------|-----------|

**¡21 600 sándwiches únicos!**

Figura 7. Diferentes combinaciones de un producto

Fuente: autores

En la tienda, las personas hacen sándwiches con la mano, otras cortan el pan, añaden un poco de tomate y lechuga. Algunas cosas son pre-hechas y son producidas bajo demanda. En esta tienda, tenían 18 diferentes tipos de pan, seis diferentes tipos de pavo o pollo y más ingredientes, si se combinan se consiguen unos 21.600 sándwiches únicos y eso es sólo teniendo en cuenta que se tiene una sólo guarnición; si se permite tener dos ingredientes adicionales, como la lechuga y el tomate sube a más de 400.000.

Ahora, obviamente, no se pueden tener todos estos sándwiches pre-elaborados. A veces alguien podría querer entrar y no esperar a que una persona le prepare el sándwich; puede ser que deseen llegar a esta pequeña área donde se pueden ver algunos sándwiches pre-elaborados. Lo que se tiene aquí son dos procesos muy diferentes para satisfacer la demanda de un sándwich; por lo que se les asignan nombres formales a estos.

En el primer caso, se hace el producto una vez que ha sido ordenado; así que se está preparando la orden. Cuando se tienen sándwiches pre-elaborados, se fabrican de acuerdo a un pronóstico de mercado, en el que se analizan la cantidad, el tipo y la forma de hacerlos.

En un sistema *push* o de empuje, la decisión se basa en el inventario o en una previsión, lo que se espera o anticipa a entrar, es proactivo, por lo que se está haciendo antes de tiempo y está sobre la base de una necesidad o demanda proyectada. Un sistema *pull* o de halar es donde alguien entra y se da respuesta a esa orden. La demanda se conoce porque alguien realmente hizo el pedido, se sabe con certeza, y es reactivo.

Cuando se analizan las cadenas de suministro, hay muy pocas que son todo 100 % *push* o *pull*. Por lo general, tienen una combinación de ellos. El punto en el que la cadena de suministro cambia de ser de empuje a uno de tirón a veces se

llama el límite de *push* / *pull* y es el lugar en el que se ha terminado de hacer el inventario sobre la base de un pronóstico y se está cambiando a la demanda real.

### 1.3 Segmentación de la cadena de suministro

La segmentación es el proceso por el cual una firma determina qué productos fluyen a través de qué canales o cadenas de suministro. Por lo general, las empresas operan múltiples cadenas sobre la base de las necesidades del cliente, del tipo de los productos e incluso el tipo del proveedor que ofrece los productos.

Todo depende de las condiciones del producto que se está vendiendo, el cliente al que se le está sirviendo y los proveedores. Las empresas segmentan sus productos, clientes y proveedores para que puedan tratarlos de una mejor forma y de manera más eficiente. Así, la segmentación solo tiene sentido si se va a hacer algo diferente en los distintos productos o los diferentes clientes que se está segmentando.

Este proceso puede ser ejecutado en múltiples actividades de la empresa como son:

- La contratación de la compra
- Planificación de la previsión / demanda
- Planificación del inventario
- Control de inventario
- Almacenamiento / Manejo de materiales
- Gestión de pedidos
- Gestión del transporte
- Servicio al cliente

Existen varias formas en las que se puede segmentar a los clientes o proveedores, de acuerdo a consideraciones especiales del sistema que pueden ser:

- Plazo de servicio
- Nivel de servicio
- Historial de compras



## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

- Tamaño de la orden / Volumen
- Geografía
- Tendencias de las ventas
- Demográficas
- Importancia estratégica

O también sobre la base de otros criterios para gestionar cada uno de los elementos como:

- Características físicas (valor, tamaño, densidad, etc.)
- Características de la demanda (volumen de ventas, volatilidad, duración de las ventas, etc.)
- Características de suministro (disponibilidad, ubicación, fiabilidad, etc.)

Tal vez existan clientes exigentes que tienen tiempos de entrega cortos y otros clientes que tienen un plazo de ejecución muy largo. Por ejemplo, si se venden neumáticos siendo un fabricante, se podría estar dando servicio solo se describe uno de clientes; fabricantes de equipos originales que necesitan un tiempo de espera muy pequeño para hacer llegar estos neumáticos a las plantas para que puedan ponerlos en los automóviles y no cerrar la línea de producción

#### 1.4 Análisis ABC

La manera más común de hacer la segmentación de los productos es el uso de algo que se llama un análisis ABC. El proceso consiste simplemente en una categorización que se crea mediante un proceso de priorización a través del análisis de los ingresos acumulados de productos o familias de productos. En la práctica, es muy útil para una empresa porque puede saber a qué productos destina sus esfuerzos en nivel de servicio. A continuación, se detallan las principales características de este método.

Artículos clase A - los pocos importantes

- Se incluyen muy pocos artículos de alto impacto
- Requerir la mayor atención y revisión gerencial
- Esperan que se hagan muchas excepciones

Este grupo de artículos son a los que la empresa debe prestar la mayor parte de su atención. Se necesita tratar a estos de manera diferente por su alto contacto.

#### Artículos de clase B – parte media

- Muchos artículos de impacto moderado (a veces la mayoría)
- Control automatizado y gestión por excepción
- Las reglas pueden ser usadas para A (pero usualmente demasiadas excepciones)

Se consume mucho tiempo con los artículos B cuando se habla del inventario, porque existen diferentes maneras para manejarlos. Una de ellas es automatizar el control lo cual requiere de una alta inversión. Se pueden configurar diferentes políticas para este grupo como mantenerlos más alejados en la cadena de producción. Lo importante es que los artículos son tratados un poco diferente a la anterior categoría.

- Muchos, si no la mayoría, de los ítems que componen un impacto menor
- Los sistemas de control deben ser lo más simples posibles
- Reducir el desperdicio de tiempo de gestión y atención
- Grupo en regiones comunes, proveedores, usuarios finales

Para este tipo de artículos se desea que las organizaciones no pasen demasiado tiempo ordenando, clasificando o destinando sus esfuerzos. En consecuencia, se desarrollan sistemas de control lo más sencillos posibles.

| N° | ID PARTE | PRECIO | DEMANDA ANUAL | VALOR ANUAL |           | %  | Categorías   |
|----|----------|--------|---------------|-------------|-----------|----|--------------|
| 10 | 756HJ2   | 24,99  | 334           | \$ 8 346,66 | 8346,66   | 38 | A<br>80 - 20 |
| 15 | 58JH4    | 7,7    | 675           | \$ 5 197,50 | 13 544,16 | 62 |              |
| 5  | 2M993    | 4,45   | 612           | \$ 2 723,40 | 16 267,56 | 74 |              |
| 6  | 3HHT8    | 6,1    | 220           | \$ 1 342,00 | 17 609,56 | 80 |              |

# ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

## CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

|       |        |      |      |              |           |      |              |
|-------|--------|------|------|--------------|-----------|------|--------------|
| 8     | 89KE   | 1,32 | 786  | \$ 1 037,52  | 18 647,08 | 85   | B<br>15 - 30 |
| 1     | 5497J  | 2,25 | 260  | \$ 585,00    | 19 232,08 | 87   |              |
| 18    | 38JQ2  | 0,77 | 690  | \$ 531,30    | 19 763,38 | 90   |              |
| 16    | 2340P  | 6,22 | 66   | \$ 410,52    | 20 173,9  | 92   |              |
| 14    | 990RT  | 3,89 | 89   | \$ 346,21    | 20 520,11 | 93   |              |
| 7     | 56M4   | 3,1  | 110  | \$ 341,00    | 20 861,11 | 95   |              |
| 4     | P001   | 0,77 | 388  | \$ 298,76    | 21 159,87 | 96   | C<br>5 - 50  |
| 11    | 978SD3 | 7,75 | 24   | \$ 186,00    | 21 345,87 | 97   |              |
| 9     | 45O3   | 12,8 | 14   | \$ 179,20    | 21 525,07 | 98   |              |
| 17    | 378A   | 0,85 | 148  | \$ 125,80    | 21 650,87 | 98   |              |
| 2     | 3K62   | 2,85 | 43   | \$ 122,55    | 21 773,42 | 99,0 |              |
| 19    | 56TT7  | 1,23 | 52   | \$ 63,96     | 21 837,38 | 99,3 |              |
| 12    | 78HJQ2 | 0,68 | 77   | \$ 52,36     | 21 889,74 | 99,6 |              |
| 20    | 7UJS2  | 4,05 | 12   | \$ 48,60     | 21 938,34 | 99,8 |              |
| 3     | 8845O  | 1,5  | 21   | \$ 31,50     | 21 969,84 | 99,9 |              |
| 13    | 23LK   | 0,25 | 56   | \$ 14,00     | 21 983,84 | 100  |              |
| Total |        |      | 4677 | \$ 21 983,84 |           |      |              |

Tabla 1. Clasificación ABC de los distintos productos del inventario

Fuente: autores

En este proceso, existe una gran cantidad de arbitrariedad. Los artículos no se detienen en el nivel C, es posible que tengan la clase D, E, F, doble F, triple F. Cuando se piensa en la industria de piezas de repuesto, podrían tener elementos de los que se mueven una pieza de recambio cada cinco años o incluso más.

La clasificación ABC es un proceso muy simple: parte de una lista de elementos de SKU (Stock-keeping unit) como en el ejemplo de la tabla 1. En la columna dos se detallan los identificadores de parte, en la siguiente columna se muestra el precio individual de cada uno de los artículos. Se puede ver que va desde alrededor de \$ 25 por elemento hasta alrededor de \$ 0,25. En la siguiente columna se tiene la demanda anual de cada producto. La columna cinco se obtiene multiplicando el precio por la demanda anual.

El análisis muestra dos funciones, el costo de cada elemento y la demanda. Se tiene un valor anual para cada uno de los artículos que posteriormente se deben ordenar de mayor a menor. Se muestra que la parte 756HJ2 es el más alto valor anual.

Se hace una nueva columna con el valor acumulativo, además de calcular el porcentaje de la misma. Los 8 347 divididos por el valor total, 21 984, significan el 38%. Así se encuentra el porcentaje del valor anual. Terminado este proceso, se continúa con la categorización. Se escoge el 20 % o superior de SKU, aproximadamente corresponde al 80 % del valor. El siguiente conjunto da aproximadamente el 15 % del valor, y luego los artículos C que dan el resto.

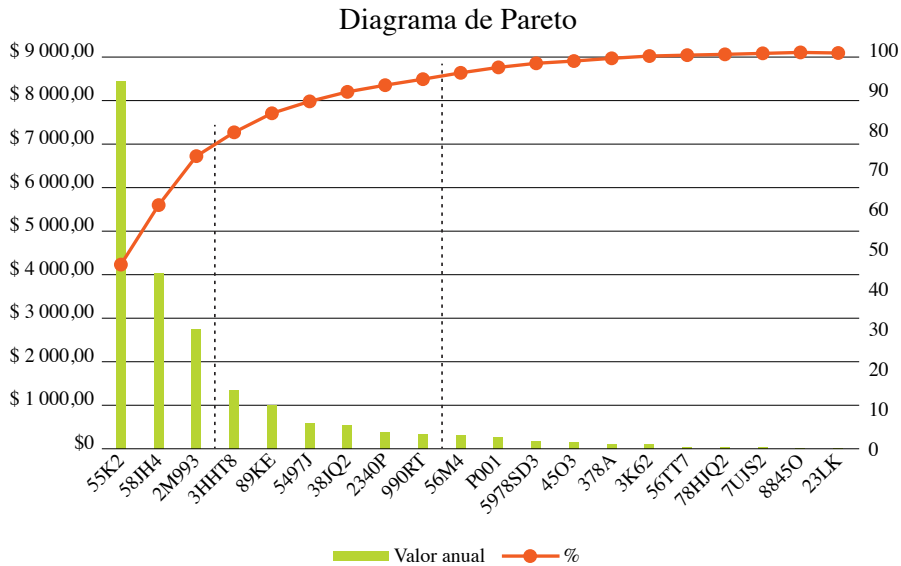


Figura 8. Diagrama de Pareto que muestra la clasificación ABC

Fuente: autores

El proceso de análisis ABC se resumen en los siguientes pasos:

1. Identificar los SKU a los que la administración debe dedicar tiempo
2. Dar prioridad a los SKU por su valor a la empresa
3. Crear agrupaciones lógicas
4. Ajuste según sea necesario

A veces lo llaman la regla 80-20. Cada compañía hace una clasificación semejante a esta, pero no siempre este proceso se detiene allí. Es posible que se desee incluir la variabilidad de la demanda.

La variabilidad de la demanda podría ser importante. Por ejemplo, se desean vender 250 artículos en el transcurso de un año. Probablemente importa si se han vendido las 250 unidades en un día frente a vender un artículo cada día durante los 250 días de trabajo. Tener el estado de equilibrio, uno cada día, frente a toda la demanda en un solo día es muy diferente. La gráfica de Pareto muestra un punto de corte, denominado coeficiente de variación, que es la desviación estándar de la demanda sobre la media, o el promedio.

En resumen, se ha introducido una forma de categorización que muestra que la segmentación es más un arte que una ciencia. No existen reglas puras para ello, es un poco arbitrario en algún momento. Pero el punto clave del proceso es fragmentar los productos en segmentos que se pueden tratar de manera diferente.

### 1.5 Manejo de la incertidumbre

En la cadena de suministro intervienen una gran cantidad de variables que, bajo ciertos parámetros pueden alterar su normalidad. Por eso, existe una gran cantidad de incertidumbre en todo el sistema. Hay una gran cantidad de variabilidad en la demanda, en el tiempo de tránsito o tiempo de espera, en la fabricación del producto; así que hay incertidumbre y variabilidad en todo el proceso.

#### 1.5.1 Distribución normal $\sim N(\mu, \sigma)$

Existen tres familias de distribuciones. La primera de ellas es la distribución normal que, en general, se utiliza mucho en ciencias industriales; es la curva en forma de campana simétrica donde se tienen dos parámetros,  $\mu$ , que es el promedio, y la sigma, que es la desviación estándar o  $\sigma$ .

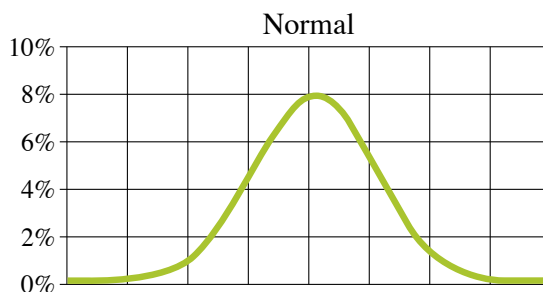


Figura 9. Comportamiento de los datos en la distribución normal

Fuente: autores

Se aplica para una variable continua que va desde menos infinito a más infinito ( $-\infty < x < +\infty$ ), es simétrica alrededor de la media, lo que significa que hay una cantidad igual en el lado derecho como en el lado izquierdo. La media, la mediana y la moda tienen el mismo valor.

### 1.5.2 Distribución Log-normal $\sim \Lambda (\mu^*, \sigma^*)$

Luego está la distribución logarítmica normal. Es sesgada a la derecha; la media y la mediana no son las mismas, con una larga cola a la derecha, así que es continua mayor que 0 ( $0 < x < +\infty$ ) e inclinada a la izquierda. Es menos común pero, para las cadenas de suministro, eso es un atributo real fuerte de la distribución logarítmica normal. No se pueden tener valores negativos.

Se usa con menos frecuencia que la distribución normal. Se utiliza cuando se analiza el transporte, porque, como cualquier persona que ha esperado un avión o un autobús, sabe que puede tener esta media, pero algunas veces puede tener largas esperas.

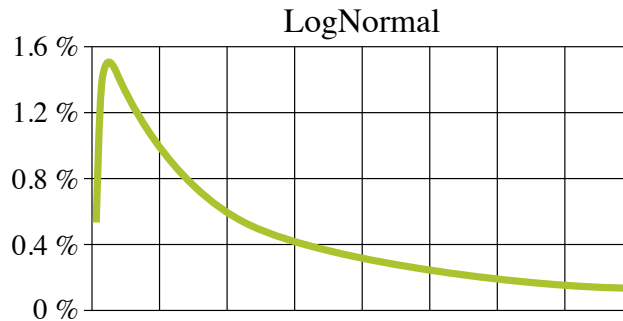


Figura 10. Comportamiento de los datos en la distribución logarítmica normal

Fuente: autores

### 1.5.3 Distribución de Poisson $\sim P (\lambda)$

La tercera distribución que se utiliza es la distribución de Poisson, y tiene un solo parámetro,  $\lambda$ . Landa es, en realidad, la media y la varianza. Es discreta (enteros  $\geq 0$ ) y por eso se utiliza. Siendo mayor o igual a 0, sirve para los artículos con valores bajos.

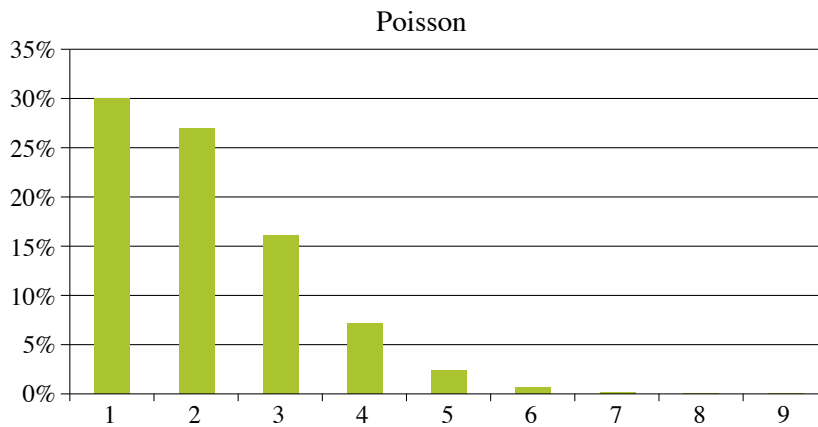


Figura 11. Comportamiento de los datos en la distribución de Poisson

Fuente: autores

## 1.6 Planificación y previsión de la demanda

La capacidad de pronosticar la demanda es algo bastante crítico y por lo general un primer paso en el diseño de una cadena de suministro; el propósito de establecer un pronóstico de demanda es determinar la capacidad planeada, manejo del inventario o establecer el plan de transporte. Siempre existen razones para hacer esta actividad.

En el momento de analizar el proceso de la demanda aparecen tres preguntas principales que se trata de contestar. La primera es, ¿qué deberíamos hacer para formar y crear la demanda de nuestro producto? Esta fase a veces es conocida como la planificación de la demanda y centra sus esfuerzos en cuatro variables:

- Producto y embalaje
- Promociones
- Fijación de precios
- Lugar

Se consideran aspectos como el tamaño y la forma final del producto. Una empresa se enfrenta ante varios escenarios, se analiza cómo cambiará la demanda, si la gente realmente quiere o no un producto determinado; se asume como estrategia las promociones de mercado considerando que el 40 % de todos los

productos se venden bajo algún tipo de promoción. Las promociones impulsan enormes oscilaciones en el negocio. Además se examinan qué tipo de canales están siendo utilizados; se considera el tamaño del negocio, son tiendas grandes o pequeñas de comestibles. Así pues, ahora se puede pensar en la siguiente pregunta: ¿cuál se espera que sea la demanda? y, por tanto, ahí es dónde se introduce el concepto de pronóstico, que puede ser:

- Estratégico, táctico, operacional
- Considera factores internos y externos
- Línea de fondo, imparcial y libre

Existen diferentes niveles del pronóstico: estratégico, táctico, y operacional. Todos ellos varían con el horizonte temporal que se trata de planear, considerando factores internos como externos. No se debe establecer un pronóstico basado en lo que se desea que suceda o lo que le gustaría ver.

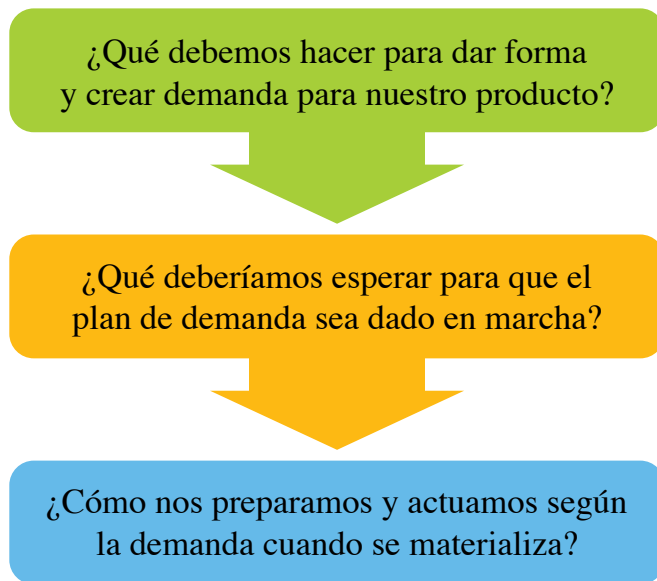


Figura 12. Principales interrogantes que se presentan para la previsión de la demanda  
Fuente: autores

Y luego la tercera pregunta, dado que se tiene esa demanda, ¿para cuándo esta comenzará a materializarse?. Esto es conocido como la administración de



la demanda y se da al final del proceso; pero es un proceso en curso, es donde se trata de equilibrar la demanda y el suministro a través de la organización.

La planificación de la demanda pasa por mercadotecnia o ventas donde se desarrollan los productos. El pronóstico es hecho en sitios diferentes dentro de una compañía, muchas veces se hace en el área de comercialización, a veces en el área de operaciones. Pero la gestión de la demanda es el proceso que involucra a toda la empresa porque está equilibrando la demanda y la oferta.

Por lo tanto, la herramienta clave o proceso utilizado aquí es el procesador S & OP (Planificación de Ventas y Operaciones); que esencialmente es una reunión o serie de mecanismos que atan las operaciones o el área de suministro con la demanda. La oferta se centra en minimizar el costo y el inventario. Esto hace que las actividades de la cadena de suministro se ejecuten tan eficientemente como sea posible y equilibran esto con la demanda.

El S & OP crea un puente a través de la empresa para tratar de equilibrar lo que se quiere vender y lo que se es capaz de hacer. Estas son las tres preguntas clave dentro del proceso de demanda y se diferencian durante el horizonte temporal. Se puede pensar en un plan estratégico o pronóstico estratégico como varios años, por ejemplo, en la industria de productos farmacéuticos se podría planear 5, 10 o más años porque se tiene que basar en la vida de la medicina que se crea.

Para las grandes inversiones en infraestructura, como para el departamento de transporte de un gobierno, se tienen que mirar de 20 a 30 años debido a la vida del producto, la inversión, la carretera, el puente, tiene una larga vida útil. Estos pronósticos ven el nivel estratégico, principalmente para estrategias de inversión. Aparecen grandes interrogantes de planificación de la capacidad, la construcción de una nueva planta, los grandes cambios de negocio. Es ahí donde se consigue bajar a nivel táctico.

Se puede pensar en proyectos tácticos trimestrales, así como proyectos de semanas o meses. Son realmente todas aquellas cosas que se pueden cambiar dentro de unos quince días, dentro de un mes o una semana. Durante el mes o la semana, se puede pensar en la planificación de la capacidad a corto plazo, planes maestros o planificación del inventario. Cada tres meses más o menos, se ajusta el trabajo, la mano de obra y un poco de la planificación de ventas que, en su mayoría, corren en ciclos trimestrales.

Finalmente se tienen los planes operacionales a corto plazo y se pronostica a lo largo de días u horas. Muchas veces se ve esto para el transporte en las

operaciones corrientes, en la planificación de producción o en el despliegue del inventario. Así pues, si una inversión es alta, como para una fábrica o una planta grande, si va a durar 50 años y toma cinco a 10 años construirla, luego se va a necesitar una visión a largo plazo como para planear cuántos camiones necesita el próximo lunes; por lo tanto, el tipo del pronóstico depende del horizonte para el cual se desea planear.

| Nivel       | Horizonte       | Objetivos                                                                                                                                                                                 |
|-------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estratégico | Año/Años        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificación comercial</li> <li>Planificación de capacidad</li> <li>Estrategias de inversión</li> </ul>                                           |
| Táctico     | Cada tres meses | <ul style="list-style-type: none"> <li>Proyectos de la marca</li> <li>Elaboración de un presupuesto</li> <li>Planificación de ventas</li> <li>Planificación de la mano de obra</li> </ul> |
|             | Meses/Semanas   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificación de capacidad a corto</li> <li>Maestro que planea</li> <li>Planificación del inventario</li> </ul>                                    |
| Operacional | Días/Horas      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificación de transporte</li> <li>Planificación de producción</li> <li>Despliegue del inventario</li> </ul>                                     |

Tabla 2. Principales niveles que se presentan para la planificación de la demanda  
 Fuente: autores

### 1.7 Análisis de series temporales

El uso predominante del análisis de series temporales es para pronosticar la demanda de un producto maduro a nivel SKU en un corto periodo de tiempo, ya sea semanas, meses, trimestres o un año, en que la demanda de artículos es independiente, las piezas críticas son maduras y se tiene un histórico de datos. A continuación, se presentan algunos componentes de las series temporales:

#### Nivel (a)

El primer componente que se analiza es el nivel. Este es el valor donde la demanda gira alrededor de la media. Como se ve en la figura 15, se tienen todas las diferentes observaciones, aparecen todo tipo de oscilaciones alrededor de un cierto nivel, y esto captura la escala del análisis de series temporales, porque de esta manera se establece el nivel en el lado de la demanda. Ningún otro patrón

presenta un valor constante, no hay otros componentes presentes. Entonces se establece que el pronóstico va a ser este valor constante y es solo la media o el promedio de los valores.

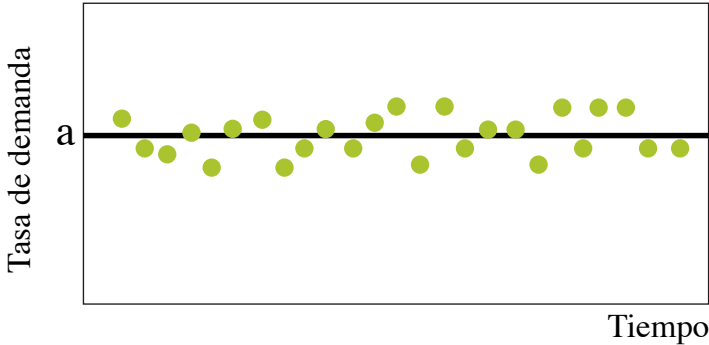


Figura 13. Comportamiento del nivel en los datos  
Fuente: autores

**Tendencia (b)**

El segundo componente es la tendencia, y se define como la tasa de crecimiento o disminución. Es un movimiento persistente en una dirección u otra. En la figura 14 se muestra una tendencia positiva, pero los datos también pueden tener una tendencia negativa. Es típicamente lineal con valor de pendiente  $b$ , aunque puede ser exponencial, cuadrática, etc.

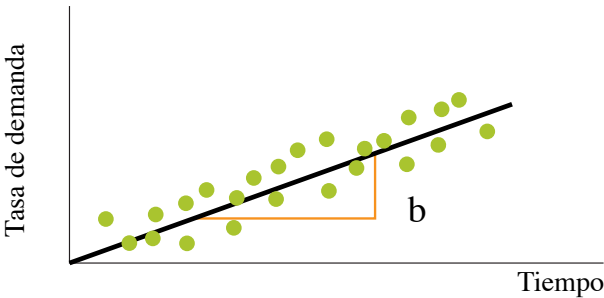


Figura 14. Tendencia creciente de la demanda  
Fuente: autores

La tendencia exponencial es peligrosa porque se debe asegurar que va a crecer exponencialmente. Se tiene que supervisar y controlar el servicio muy de cerca. Si se empieza a modelar, la tendencia estallará.

### Variaciones estacionales (F)

Luego aparece la estacionalidad, que es un ciclo repetido alrededor de un período conocido o fijo de tiempo-hora, diario, semanal, mensual, trimestral o anual con un factor F. Puede ser causada por fuerzas naturales o por el hombre. Para países que cuentan con las cuatro estaciones, por ejemplo, se puede pensar en el verano y el invierno. En el invierno, las tiendas de supermercado tienen la demanda de ciertos productos específicos para la estación. En Ecuador, existen épocas del año como los inicios del período de clases en las diferentes regiones, el Día del Niño, Navidad, entre otros, en los cuales el flujo del comercio es más notorio; y eso significa que hay esta estacionalidad. No es nada que tiene que ver con causas naturales sino que todo es hecho por el hombre. Se debe considerar que cuando se habla de series de tiempo es un método de caja negra, solo se ve la estacionalidad para tratar de ver los patrones en los datos existentes.

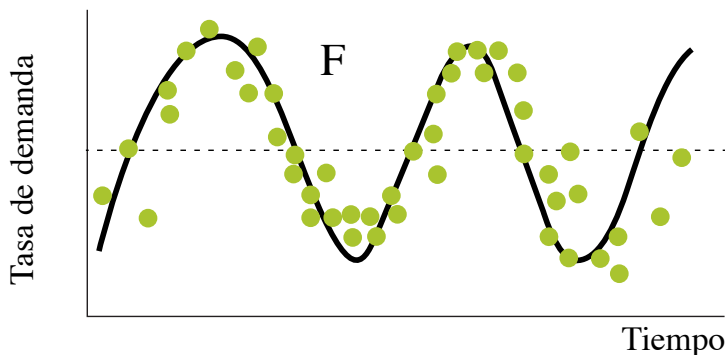


Figura 15. Factor de estacionalidad a lo largo del tiempo

Fuente: autores

### Fluctuaciones al azar ( $\epsilon$ )

Son variaciones irregulares e impredecibles que se presentan en la demanda. Esto se debe a que una predicción nunca será totalmente exacta. Por eso se presenta algo que, en el análisis de datos, se conoce como el ruido.

### Movimientos cíclicos (C)

Un movimiento cíclico no es como la estacionalidad; sí, es un movimiento periódico, pero no es con un período fijo, la longitud de la misma difiere. Muchas veces se utiliza para los ciclos económicos o de cualquier tipo, condiciones económicas o macroeconómicas a más largo plazo. Por ejemplo, el PMI es el Índice de gestión de compras del Instituto de Gestión de Suministros. Es un valor que oscilan entre 0 y 100. El número clave es 50. Si este índice toma valores inferiores a 50, significa que la economía se está contrayendo y, si está por encima, se dice que se está expandiendo.

La escala se obtiene a través de la aplicación de varias encuestas. Así, a octubre de 2010, existió una recesión global. Considerando que, en los períodos anteriores los valores fueron mayores a 50 y que luego de este período se tuvo una contracción muy grande, se tiene ya un ciclo económico en el que no existe algún tipo de tendencia marcada, pero si aparecen estos valores denominados movimientos cíclicos.

### Modelos de series temporales

Los dos modelos que a continuación se van a revisar son los pronósticos acumulativos y mixtos. Para la cadena de suministro, el uso predominante de análisis de series temporales es para pronosticar la demanda de un producto maduro en un corto período de tiempo, ya sea semanas, meses, trimestres, año, en que la demanda de artículos es independiente. El modelo tradicional de series de tiempo se usa para un producto maduro, con un tiempo corto y productos independientes.

El procedimiento es relativamente sencillo. Primero, se elige un modelo para el patrón de demanda con el tiempo, se estima y calibran los parámetros para el modelo. Estos parámetros sirven para predecir o estimar el futuro. Luego el paso crítico, que a menudo se ignora en muchas empresas, es revisar el rendimiento del modelo y ajustar los parámetros; estas previsiones son vivas, por lo que siempre se debe comprobar y asegurarse de que los parámetros todavía tienen sentido. Algunos de los modelos que se puede utilizar son los siguientes:

Multiplicativo:  $x_t = bF_t C_t e_t$  o también como:  $\ln(x_t) = \ln(b) + \ln(F_t) + \ln(C_t) + \ln(e_t)$

Aditivo:  $x_t = a + bt + F_t + C_t + e_t$

Mixto:  $x_t = (a + bt) F_t + C_t + e_t$

$$xt = a + btFt + Ct + et$$

$$xt = aFt + bt + Ct + et$$

El modelo acumulativo y el mixto difieren en una suposición básica e importante que son los valores históricos. Existen dos hipótesis extremas, una es que se trata de datos muy importantes y el otra es que no son tan importantes para análisis.

|                                                      |                           |
|------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Modelo de Nivel:</b>                              | $x_t = a + e_t$           |
| <b>Modelo de Tendencia:</b>                          | $x_t = a + bt + e_t$      |
| <b>Modelo mixto Nivel - Estacionalidad:</b>          | $x_t = aF_t + e_t$        |
| <b>Modelo mixto Nivel- Tendencia-Estacionalidad:</b> | $x_t = (a + bt)F_t + e_t$ |

Donde:

$x_t$  =demanda real en el período t

t = período de tiempo (0, 1, 2, ..., n)

a = Componente de nivel

b = tendencia lineal

$F_t$  = Índice estacional apropiado para el período t

$C_t$  = Índice cíclico del período t

$e_t$  = Error – variable aleatoria independiente ( $\mu=0$ ) y constante  $\sigma^2$

## 1.8 Gestión de inventario

Primero, ¿por qué se mantiene el inventario? Existen muchas razones. Por ejemplo, la cafetería que anteriormente se mencionó, donde se tiene gran cantidad de materias primas, ya sea lechuga, carnes y pan horneado, luego se pueden combinar en sándwiches y ofrecérselas a los clientes que quieren el producto. Entonces, ¿por qué una cafetería quiere mantener inventario? Una razón es para cubrir el tiempo de proceso, No se desea tener que cocer una rodaja de pan cada vez que alguien solicita un sándwich, se tarda demasiado tiempo.

Otra razón es desligar los procesos o permitir que uno de ellos se desacople; por lo tanto, además de la cocción de pan, también se debe tener a alguien para cortar los tomates, quizá otra persona para el corte de carne con el fin de combinarlos para ponerlos en el sándwich. Se podría tener algún inventario de rodajas de tomate y de carnes. Así no es necesario ir donde esa persona para pedirle que

los corte cada vez que los necesiten. De esta manera, el cliente se desliga del proceso de corte de tomates, de la persona que corte la carne y de todos los diferentes procesos que se necesitan para hacer un sándwich. A fin de hacer que esto suceda, se debe tener un inventario para permitir que el desacoplamiento pueda suceder.

La siguiente razón es la idea de previsión o especulación. Ambos están de alguna manera relacionadas. Se pronostica una gran oleada de pedidos de sándwiches alrededor de la hora del almuerzo, así que se va preparar un buen número antes de tiempo preparando los sándwiches por la mañana, listos para cuando se necesiten. En este punto se tiene un factor de previsión. La especulación es un poco diferente. La idea aquí, es que se podría querer comprar algunas cosas antes de tiempo porque se cree que el precio aumentará más adelante; por eso se compra ahora, mientras su nivel es bajo. Esto sucede mucho en los productos básicos, como el cobre o el estaño, que la gente va a tratar de comprar por adelantado antes de que aumenten los precios. Se está especulando que el precio va a aumentar.

Otra gran categoría es la reducción de los costos de control. Cada vez que un cliente realiza un pedido, cuesta tiempo y dinero. Se necesita establecer la mejor manera de agregar los pedidos. Este método produciría que se consuma menos tiempo para controlarlos y para colocar los pedidos. Si se hace esto, tal vez solo se están poniendo los pedidos de pan cada dos días en lugar de cada día, o cada vez que necesito un nuevo pan, provocando que sea necesario tener más inventario para cubrir el tiempo entre las entregas. Esta es otra razón para tener un inventario que permita minimizar los costos de control de una organización.

La última variable es la incertidumbre. Si se hace presente este factor entonces se requiere tener mayor inventario en tránsito conocido comúnmente como *buffer*. La empresa podría haber pronosticado una demanda del producto, pero se llega a saber que va a ser un poco mayor a lo establecido, así que es necesario aprovisionarse con inventario extra. Lo mismo se aplica a la oferta. Si se tiene un proveedor que no es coherente, que quizá sus tiempos de entrega no son estables, a veces viene un lunes, a veces un miércoles, entonces también se requiere tener suministro extra en caso de que la entrega se ejecute con retraso, de tal manera que no se agoten los productos.

En resumen, una empresa mantiene el inventario por:

- Tiempo de proceso de la cubierta
- Permitir el desacoplamiento de procesos
- Anticipación / especulación
- Minimizar los costos de control

- Regulaciones frente a incertidumbres:
  - ▶ Demanda
  - ▶ Suministro
  - ▶ Entrega
  - ▶ Fabricación / Procesamiento

## Decisiones de inventario

Ahora, se va a echar un vistazo a los tipos de decisiones que una organización toma. Realmente se pueden desglosar en los niveles estratégico, táctico y operacional.

En el nivel estratégico, son las cosas que se deciden para uno, dos, tres años, es decir, a más largo plazo; no son decisiones que se toman todos los días. Podrían ser cosas tales como, ¿cuáles son las alternativas potenciales para mantener el inventario? Por ejemplo, tal vez solo quiero tener transporte muy, muy, muy rápido en lugar de tener un montón de inventario; si alguien exige algo, solo se le envía a ellos muy rápido en lugar de tener inventario extra allí para poder satisfacerlos. Es un clásico de compensación, una alternativa clásica para tener inventario, algo que se desea que sea una decisión a más largo plazo.

También es posible que se desee ver cómo la cadena de suministro o cómo el producto está diseñado ¿Está diseñado teniendo en cuenta la cadena de suministro? ¿Cómo van a enviar las cosas y cómo van a almacenarlas?

En el plano táctico, las decisiones son tomadas dentro un mes, un trimestre o un año. Por eso se conocen como decisiones de despliegue. ¿Y qué artículos debo transportar específicamente como inventario y dónde debo colocarlos? Esto es especialmente importante cuando se está lanzando un nuevo producto. Además, ¿en qué forma debo mantenerlos? Tal vez se tiene, por ejemplo, un teléfono inteligente que se está vendiendo, y existen diferentes carcasas de color. Se requiere mantener los componentes internos separados de las diferentes carcasas de color en la tienda para que siempre se puedan agregar, y así no se tenga pre-empaquados rojos, naranjas o azules. En un punto de la compra, se desea decidir cuál color poner. En este caso estarían almacenados, se tendría inventario. Los componentes principales y las carcasas se las manejaría por separado.

Al final se llega al último nivel que se conoce como el nivel operacional. Estas son decisiones que se toman a diario, semanalmente o mensualmente. Exis-



ten tres grandes preguntas que la empresa se hace. La primera es la frecuencia con la que se debe comprobar el inventario: ¿el estado? ¿Se debe estar siempre revisándolo? ¿Se debería verificarlo una vez a la semana? ¿Una vez cada dos semanas? ¿Con qué frecuencia se debe comprobar? Entonces la siguiente pregunta es ¿cuándo se debe hacer un pedido? ¿cómo se sabe cuándo realizar el pedido? Aunque se está revisando cada semana, ¿se hace la colocación del pedido cada semana o se espera que ocurra algún desencadenante? Y entonces la última pregunta es ¿cuánto se debe pedir? ¿qué tan grande debe ser la reposición? Estas preguntas combinadas determinan lo que se conoce como la política de inventario y estas decisiones de reposición son fundamentales para establecer una eficiente cadena de suministro.

### 1.9 Clasificación del inventario

El primer tipo de clasificación se conoce como categorías financieras o de contabilidad. Si se recuerda la cafetería, se es capaz de identificar cuáles eran las materias primas: los tomates, las cabezas de lechuga. Se identifica el trabajo en proceso o los componentes como cuando los tomates se cortan en rodajas o el pan se corta en rodajas. Y se puede señalar a los productos terminados: los sándwiches en sí; la idea aquí es que todas las categorías financieras miran el valor añadido.

El cómo añadir valor en los procesos se convierten en una categoría de contabilidad; esto tiene sentido para la contabilidad, porque así es como se busca tener en cuenta todos los costos. Pero una cosa que estas categorías de contabilidad no hacen es rastrear los costos de oportunidad. De este modo, realmente no ayudan a determinar cómo se quiere administrar el inventario. Por eso es que también se deben centrar los esfuerzos en lo que se conoce como categorías funcionales y estos roles son las formas en que se utilizan los inventarios. A continuación, se presentan tres de ellos:

- Ciclo del *stock*
- *Stock* de seguridad
- *Pipeline stock*

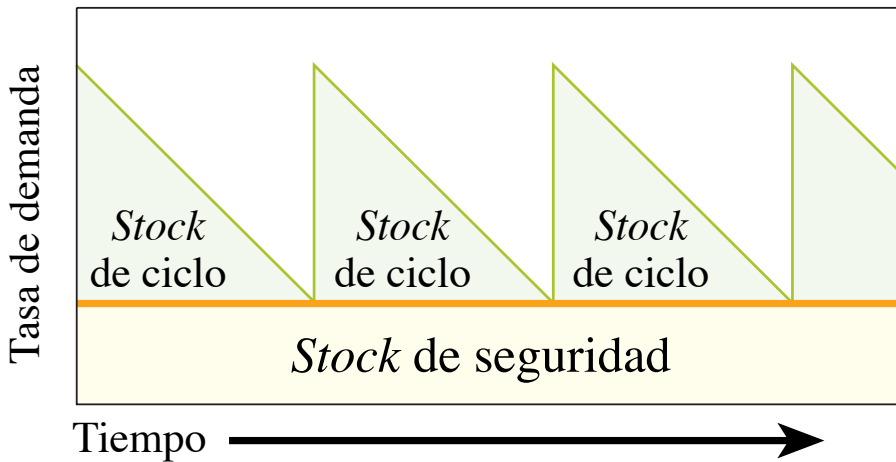


Figura 16. Modelo clásico del inventario de ciclo

Fuente: autores

La gráfica de inventario se describe en el eje horizontal el tiempo o solo el paso del tiempo; en el eje vertical, se presenta solo la cantidad de inventario que se tiene. La primera categoría es el ciclo del *stock* y es simplemente la cantidad de inventario que se tiene entre las entregas o los reabastecimientos.

El tiempo de ciclo es todo el período en días, semanas o meses que se debe esperar para realizar el reabastecimiento. El área triangular es conocida como el inventario del ciclo, es la cantidad de inventario

El inventario de seguridad es la cantidad de producto que se tiene para cubrir o amortiguar los efectos de la incertidumbre, ya sea incertidumbre de la demanda, del suministro o del procesamiento, así que es la cantidad de material de seguridad. El *stock* del ciclo flota en el almacén de seguridad. La tercera categoría es llamada *Pipeline stock*, este es el inventario donde se ha puesto la orden, pero aún no ha llegado, está en camino, en la vía, está en el camión, está siendo procesado, pero aún no ha llegado.

### 1.9.1 Costo total de inventario

La siguiente expresión se conoce como la ecuación de costo total y sirve para determinar las políticas que sirvan para minimizar el costo total de inventario.

$$TC = \text{Compra} + \text{Orden} + \text{Mantenimiento} + \text{Capital} + \text{Escasez}$$

Esta sección se centra en el análisis de los costos relevantes y son aquellos costos críticos para la toma de decisiones debido a que son factores que se pueden controlar por la empresa. Hay cinco componentes básicos para el costo total estándar que son:

- Costo de compra (valor unitario)
- Costo de ordenar (configurar)
- Costo de mantenimiento (mantener)
- Costo del capital
- Costo de escasez

El primer elemento se conoce como el precio de compra, ese es el valor unitario, el costo por elemento cuando se compra. El siguiente es el costo de orden y corresponde al valor que lleva actualmente realizar un pedido. Luego aparece el costo que lleva el mantener el inventario, no el valor del inventario propiamente dicho. Por otro lado, se incluyen los costos capitales que representan el valor de mantener estático el producto en el inventario. La última categoría es el costo de la escasez, y son los gastos en que se incurre si no se tuviera *stock*, si no se tiene suficiente demanda o suministro para satisfacer la demanda.

El costo de compra usa la variable  $c$  y las unidades van a ser dólares por elemento o dólares por unidad. Es un costo variable, de modo que esta es una variable con respecto a la cantidad adquirida. Se puede determinar dependiendo de si se está comprando este producto de algún proveedor, a partir de un tercero. Se verá como el precio de compra, la cantidad que le cuesta a la empresa tener el producto en sus instalaciones. O tal vez si la empresa hace el mismo producto, se suma un costo de transferencia, un costo de fabricación. Entonces es un poco más complicado, es un análisis que requiere más trabajo por parte de un analista. Entonces el precio de compra es relevante si el precio varía con la cantidad que se compre o varía en función de la distribución que se puede hacer.

La siguiente categoría son los costos por ordenar y se usa la variable  $c_o$  para identificarla, sus unidades son los dólares por orden. Así que, si se puede pedir 10, 100 o 200 unidades de un elemento, este es ese costo fijo por esa orden. No cambia con respecto al volumen que se ordenó. Son todos esos gastos al momento en que se realiza, para recibir y procesar ese pedido. Todas las actividades de procesamiento, la facturación, la auditoría, la mano de obra que se tardan en hacerlo. En la manufactura, esto se conoce como el costo de una carrera, cuánto tiempo y a qué costo se consigue preparar una máquina para hacer un producto determinado.

Se analiza entonces, cómo se puede determinar este número. En realidad, es un poco complicado, no es tan fácil como el precio de compra, que es bastante claro y fácil de medir. A veces se tiene que hacer un análisis del flujo de trabajo. Una manera común es mirar en el transcurso de unos seis meses a un año, y se quiere resumir todos los costos administrativos y otros costos como los costos laborales y se dividen por el número total de pedidos que se procesan con los costos totales. El valor es a veces un número difícil de conseguir.

La tercera categoría son los gastos en que se incurre por tener el inventario en la mano, no necesariamente el costo total del inventario, porque ya se ha pagado por ello con el precio de compra. Este es el costo en que se incurre por tener el inventario almacenado. Se utiliza  $h$ , que se puede considerar como el coeficiente de explotación. Este factor es esencialmente un porcentaje a lo largo del tiempo. Podría ser el costo de almacenamiento si se tiene un almacén, la cantidad de espacio que se necesita. Si algo ocupa mucho espacio, va a costar más; la empresa se enfrenta a la interrogante de que, si es el almacenamiento que realmente se quiere, si se tiene toda la seguridad necesaria en el espacio, en los seguros o tal vez los impuestos. El costo de almacenamiento aumentará a medida que el valor del producto aumenta, dando lugar a que aparezcan los costos de riesgo por robo, daño u obsolescencia.

La cuarta categoría corresponde al costo de capital, porque cada dólar invertido para la adquisición del inventario es el dólar que no se está usando en otro lugar. En este caso, se puede considerar como un dólar por dólar del inventario o el costo de capital. A veces es conocida como tasa crítica de rentabilidad, la cual una empresa necesita tener en su inversión para estar por encima de una cierta tasa de retorno.

La última categoría corresponde a la escasez o costos de *stock* representada por  $c_s$ . Sus unidades corresponden al dólar por elemento, aunque también podría ser dólar por hora. Para los pedidos en espera los costos representan aquellos elementos cuando los clientes esperarán la llegada del producto, por ejemplo, cuando se piensa en un teléfono inteligente de alta gama, cuando llegan nuevos libros, la gente se suscribe a ellos y luego serán ordenados y estarán pendientes hasta que el producto llegue realmente a sus manos. En términos generales se presentan en los siguientes aspectos:

- Costo de no tener un artículo en *stock*
- Pedido pendiente - el cliente esperará el artículo
- Ventas perdidas - el cliente va a otra parte
- Ventas perdidas del cliente - el cliente se va para siempre
- Costos de interrupción - mantiene la línea de producción

### 1.10 Modelo EOQ

La cantidad económica del pedido o EOQ es el modelo clásico para cálculo de la cantidad de reposición que se requiere para una organización. Este proceso es bastante robusto y permite establecer soluciones óptimas, aunque muchas veces no se pueden realizar por las restricciones. Esto se debe a que el modelo asume que la demanda es uniforme y determinista. El tiempo de adelanto es instantáneo (0) y el monto total solicitado es recibido.

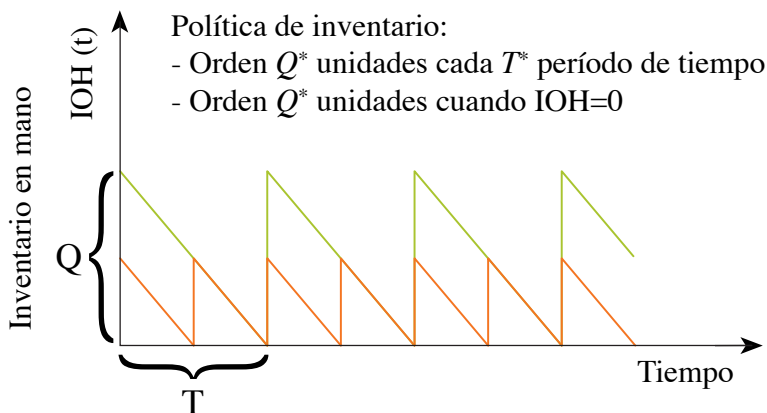


Figura 17. Establecimiento de una política de inventario

Fuente: autores

A continuación, se demuestra la obtención del modelo matemático de la cantidad óptima del pedido.

$$TC = \text{Orden} + \text{Compra} + \text{Contener} + \text{escasez}$$

$$TC = \text{Orden} + \text{Compra} + \text{Contener} + \text{escasez}$$

$$TC(Q) = cD + c_i \left( \frac{D}{Q} \right) + c_e \left( \frac{Q}{2} \right) + c_s E[\text{unidades cortas}]$$

Los costos que son relevantes para la cantidad de orden de decisión son:

$$TRC(Q) = c_i \left( \frac{D}{Q} \right) + c_e \left( \frac{Q}{2} \right)$$

Donde:

D = demanda media (unidades/hora)

c = variable (compra) costo (\$/unidad)

$C_i$  = costo pedido fijo (\$/fin)

h = transportar o mantener carga (\$/inventario \$/hora)

$C_e = ch$  = exceso de costo espera (\$/unidad/tiempo)

Q = cantidad de pedido de reposición (unidades/fin)

T = (tiempo de ciclo de pedido/orden)

$N = 1/T$  = pedidos por hora (fin/hora)

TRC(Q) = total de costo relevante (\$/hora)

TC(Q) = costo total (\$/hora)

Para explicarlo de mejor manera, se presenta el siguiente ejemplo que muestra la diferencia entre los costos relevantes y la cantidad del pedido.

Cuál es la cantidad óptima de pedido para un producto con:

- ▶ Demanda = 2 000 unidades/año
- ▶ Costo de colocar una orden = 500 \$/orden
- ▶ Costo del producto = 50 \$/unidad
- ▶ Costo de mantenimiento = costo 25 % del costo unitario por año
- ▶ Precio de venta del producto = 75 \$/unidad

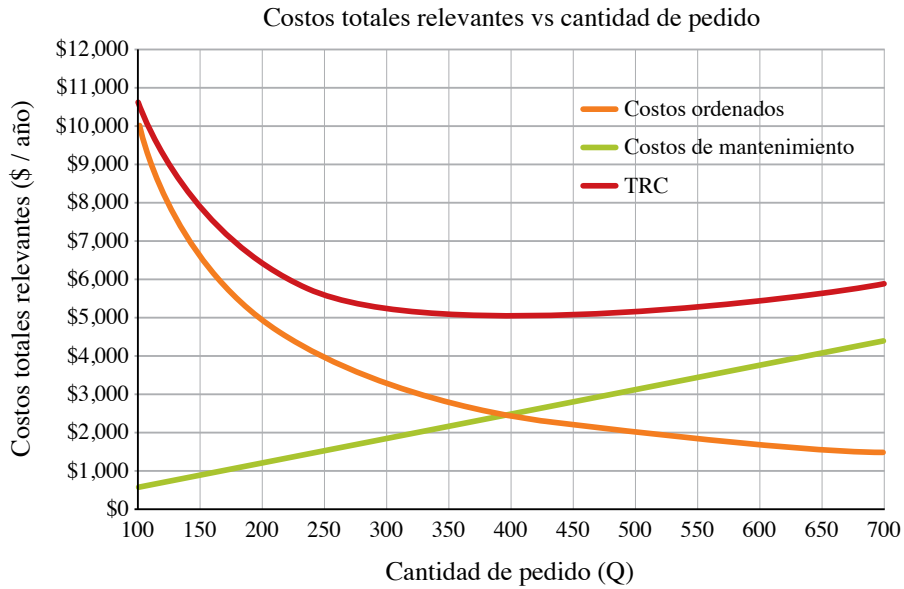


Figura 18. Análisis de los costos logísticos clásicos

Fuente: autores

Para encontrar el tamaño de lote óptimo ( $Q^*$ ) se aplican dos condiciones:

Las condiciones de primer orden

$$TRC[Q] = \frac{c_t D}{Q} + \frac{c_e Q}{2}$$

$$\frac{dTRC[Q]}{dQ} = \frac{-c_t D}{Q^2} + \frac{c_e}{2} = 0$$

$$\frac{c_e}{2} = \frac{c_t D}{Q^2}$$

$$Q^2 = \frac{2c_t D}{c_e}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2c_t D}{c_e}}$$

### Condiciones de segundo orden

$$\frac{dTRC[Q]}{dQ} = \frac{-c_t D}{Q^2} + \frac{c_e}{2}$$

$$\frac{d^2 TRC[Q]}{d^2 Q} = \frac{2c_t D}{Q^3}$$

Este valor es positivo para cualquiera de los valores positivos para de  $c_t$ ,  $D$  o  $P$ . Así,  $Q^*$  es un mínimo global

$$Q^* = \sqrt{\frac{2c_t D}{c_e}} \quad (1)$$

El  $T^*$  o tiempo entre reposiciones óptimo se obtiene mediante:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2c_t D}{c_e}} \quad T^* = \frac{Q^*}{D} \quad (2)$$

Recordando que:

$Q^*$ = unidades / orden

$D$ = unidades / año

$T$ = años / orden

$N = 1/T$  = pedidos / año

Se tiene lo siguiente:

$$T^* = \left(\frac{1}{D}\right) \sqrt{\frac{2c_t D}{c_e}} = \sqrt{\frac{2c_t}{D^2 c_e}}$$

Se debe asegurar de poner  $T^*$  en unidades que tengan sentido (días, semanas, meses, etc.), no es recomendable dejarlo en años.

$$T^* = \sqrt{\frac{2c_t}{D c_e}} \quad (3)$$



## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

Para encontrar el óptimo total de los costos relevantes ( $TRC^*$ ) se usa:

$$TRC[Q] = \frac{c_i D}{Q} + \frac{c_e Q}{2} \qquad Q^* = \sqrt{\frac{2c_i D}{c_e}}$$
$$TRC(Q^*) = \frac{c_i D}{\sqrt{\frac{2c_i D}{c_e}}} + \frac{c_e \sqrt{\frac{2c_i D}{c_e}}}{2} = \frac{c_i D \sqrt{c_e}}{\sqrt{2c_i D}} + \frac{c_e \sqrt{2c_i D}}{2\sqrt{c_e}}$$

$$\frac{\sqrt{c_i c_e D}}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{c_i c_e D}}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{c_i c_e D}}{\sqrt{2}}$$

$$TRC'(Q^*) = \sqrt{2c_i c_e D}$$
$$TC(Q^*) = cD + \sqrt{2c_i c_e D} \qquad (4) \text{ y } (5)$$

Se recuerda que el total de costo relevante no es igual al costo total. Se necesita añadir el costo de adquisición de nuevo.

Ejemplo paso a paso: EOQ

Encontrar la cantidad de orden óptima, la política de inventario, y el total de los costos correspondientes a un producto con las características siguientes:

Demanda = 2 000 unidades/año

Costo de colocar una orden = 500 \$/orden

Costo del producto = 50 \$/unidad

Celebración = costo 25 % del costo unitario por año

Precio de venta del producto = 75 \$/unidad

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(500)(2000)}{12.5}} = 4000 \text{ unidades/ orden}$$

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{400}{2000} = 0,2 \text{ años / orden} = 73 \text{ días / orden}$$

$$N^* = \frac{1}{T^*} = \frac{2000}{4000} = 5 \text{ órdenes / año}$$

$$\begin{aligned} TRC(Q^*) &= \sqrt{2c_i c_e D} = \sqrt{2(500)(12,5)(2000)} \\ &= 5\,000 \text{ dólares / año} \\ HC = OC &= 2500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TC(Q^*) &= cD + \sqrt{2c_i c_e D} = (50)(2000) + 5000 \\ &= 10\,5000 \text{ dólares/año} \end{aligned}$$

La política determina que se ordenen 400 unidades cuando IOH (*Inventory on Hand*) sea 0 y cada 73 días.

Para encontrar la sensibilidad del modelo EOQ, se hace la suposición de que se usa “mal” la cantidad de la Orden,  $Q$ . ¿Cuán peor será el costo total relevante por estar usando “mal”  $Q$  versus  $Q^*$ ? Para eso se analiza lo siguiente:

$$\begin{aligned} \frac{TRC(Q)}{TRC(Q^*)} &= \frac{\frac{c_i D}{Q} + \frac{c_e Q}{2}}{\sqrt{2c_i c_e D}} \\ &= \frac{c_i D}{Q\sqrt{2c_i c_e D}} + \frac{c_e Q}{2\sqrt{2c_i c_e D}} = \left( \frac{\sqrt{c_i D}}{Q\sqrt{c_e}} + \frac{\sqrt{c_e Q}}{\sqrt{2c_i D}} \right) \\ &= \left( \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \right) \frac{\sqrt{c_i D}}{Q\sqrt{2c_e}} + \frac{\sqrt{c_e Q}}{2\sqrt{2c_i D}} = \left( \frac{\sqrt{2c_i D}}{2Q\sqrt{c_e}} + \frac{\sqrt{c_e Q}}{2\sqrt{2c_i D}} \right) \\ &= \left( \frac{1}{2} \right) \left( \frac{\sqrt{2c_i D}}{Q\sqrt{c_e}} + \frac{\sqrt{c_e Q}}{\sqrt{2c_i D}} \right) \quad \frac{TRC(Q)}{TRC(Q^*)} = \left( \frac{1}{2} \right) \left( \frac{Q^*}{Q} + \frac{Q}{Q^*} \right) \end{aligned}$$

1.10.1 Sensibilidad EOQ frente al tamaño de la orden

Del ejemplo anterior, se dependen los valores de:  $D=2000$ ,  $c=50$ ,  $c_e=12.5$  y  $c_i=500$ . En la siguiente tabla, se cambian los valores del tamaño de lote para determinar cuánto varía frente a la solución óptima.

| Q       | Costos de ordenar ( $c_i/Q$ ) | Costos de mantenimiento ( $c_e Q/2$ ) | Total de los costos relevantes | Q/Q*  | TRC /TRC* |
|---------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------|-----------|
| 800     | \$ 1 250                      | \$ 5 000                              | \$ 6 250                       | 200 % | 125 %     |
| 600     | \$ 1 667                      | \$ 3 750                              | \$ 5 417                       | 150 % | 108,3 %   |
| Q*= 400 | \$ 2 500                      | \$ 2 500                              | \$ 5 000                       | --    | --        |
| 200     | \$ 5 000                      | \$ 1 250                              | \$ 6 250                       | 50 %  | 125 %     |
| 20      | \$ 50 000                     | \$ 125                                | \$ 50 125                      | 5 %   | 1002,5 %  |

Tabla 4. Análisis de la sensibilidad del modelo EOQ  
Fuente: autores

Los datos determinan que no existe demasiada variabilidad en los datos comparados con la solución óptima.

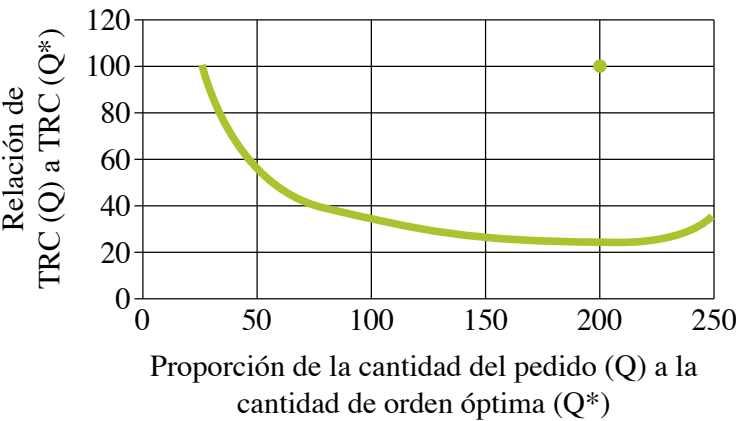


Figura 19. Comportamiento de los datos de sensibilidad  
Fuente: autores

## 1.11 Introducción a los modelos de redes

Muchas veces es necesario analizar la ubicación de nuevas instalaciones o centros de distribución que buscan minimizar los costos de producción y transporte a través de una red que satisface la demanda. El objetivo del problema es encontrar las localizaciones de una lista de candidatos, que minimice los costos totales de entrega desde este punto hasta  $i$  puntos de destino sobre una red dada.

Para el diseño de optimización de redes, se debe considerar la demanda regional, aranceles, economías de escala y los costos agregados de los factores para decidir las regiones en las cuales se ubicarán las instalaciones, utilizando el siguiente modelo genérico:

$$\text{Min } Z = \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} + \sum_i f_i Y_i \quad (6)$$

Sujeta a,

$$\sum_j x_{ij} \leq S_i \quad \forall i \in S \quad (7)$$

$$\sum_i x_{ij} \leq D_j \quad \forall j \in D \quad (8)$$

$$x_{ij} - M_{ij} Y_i \leq 0 \quad \forall ij \quad (9)$$

$$\sum_j Y_i \geq P_{\text{Min}} \quad (10)$$

$$\sum_i Y_i \leq P_{\text{Max}} \quad (11)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall ij \quad (12)$$

$$Y_i = \{0, 1\} \quad \forall i \quad (13)$$

Donde,

Centros de distribución  $i$  (CD)

Clientes  $j$

$x_{ij}$  = flujo en el arco de CD  $i$  al cliente  $j$

$Y_i$  = 1 si se abre el CD  $i$ ; = 0 caso contrario

$S_i$  = capacidad de abastecimiento del DC  $i$  (unidades)

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

$D_j$  = demanda por consumidor  $i$  (unidades)

$c_{ij}$  = costo por servir al cliente  $j$  desde el CD  $i$  (\$ /unidad)

$f_j$  = costo fijo por abrir un CD  $i$  (\$)

$P_{min}$  = número mínimo de CD para abrir

$P_{max}$  = número máximo de CD para abrir

$M$  = un numero grande

A continuación, se muestra un ejemplo de la aplicación de este tipo de red para hacer uso del modelo matemático de programación lineal:

#### Caso de estudio

BruchCo tiene dos instalaciones que limpian, tamizan y clasifican la arena para su uso en cemento, cajas de arena infantiles y playas temáticas pequeñas. Distribuyen la arena de sus dos plantas a clientes de tres regiones diferentes, donde se empaquetan y se venden. Cada planta tiene un suministro semanal máximo específico de arena disponible y cada región tiene una demanda mínima semanal esperada.

El costo de distribuir una tonelada de arena difiere entre cada planta y región de emparejamiento, debido a la distancia y otros factores. ¿Cuánta arena BruchCo debería enviar de cada planta a cada región en la semana para satisfacer la demanda con los costos de distribución más bajos?

Datos:

$$S_1=100, S_2= 125$$

$$D_1=25, D_2=95, D_3 = 80$$

$$C_{11}=250, C_{12}=325, C_{13}=445$$

$$C_{21}=275, C_{22}=260, C_{23}=460$$

La red de BruchCo se muestra a continuación y se puede notar que existen seis arcos posibles por donde se puede trasladar la arena a cada una de las regiones.

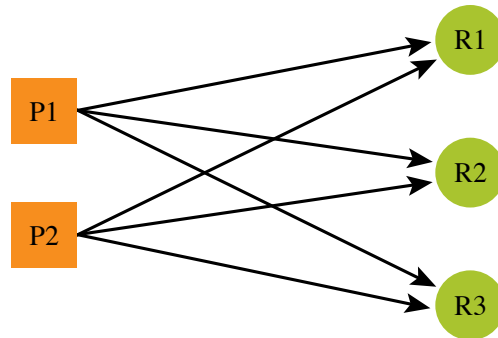


Figura 20. Red de transporte simple de BruchCo

Fuente: autores

Se respetan todas las restricciones del sistema para que se pueda modelar en la herramienta de Solver de Excel como se muestra a continuación:

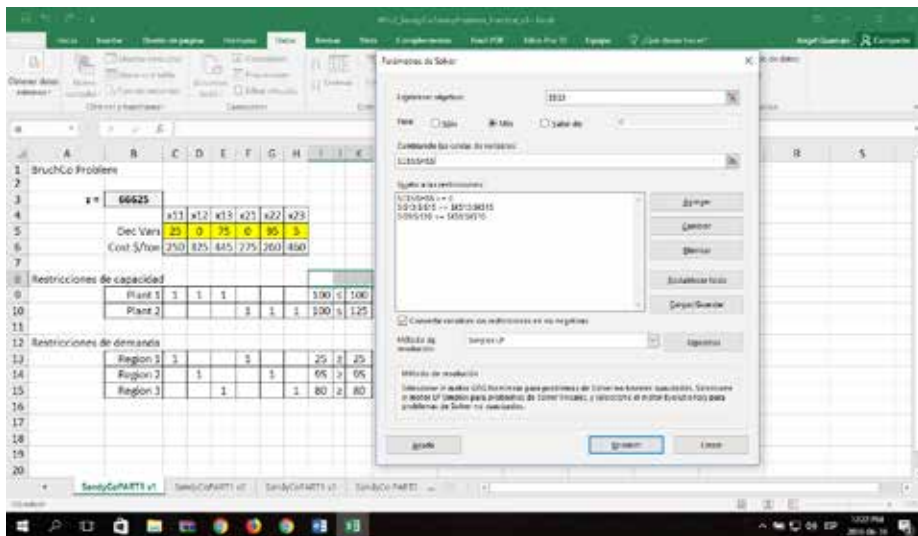


Figura 21. Solución optimizada para el caso de transporte

Fuente: autores

Para la resolución del problema se establece una función objetivo, las celdas que suman el total de la cantidad enviada y el total de la cantidad enviada a cada región de consumo.

### **Función objetivo**

$$B3=\text{SUMAPRODUCTO}(C5:H5,C6:H6)$$

### **Capacidad**

$$I9=\text{SUMAPRODUCTO}(C9:H9,\$C\$5:\$H\$5)$$

$$I10=\text{SUMAPRODUCTO}(C10:H10,\$C\$5:\$H\$5)$$

### **Demanda**

$$I13=\text{SUMAPRODUCTO}(C13:H13,\$C\$5:\$H\$5)$$

$$I14=\text{SUMAPRODUCTO}(C14:H14,\$C\$5:\$H\$5)$$

$$I15=\text{SUMAPRODUCTO}(C15:H15,\$C\$5:\$H\$5)$$

El resultado optimizado del problema es de \$ 66 625 semanales desde las dos plantas de tratamiento de arena hasta cada uno de los tres mercados. Este tipo de problemas establecen un modelo de red que genera, en teoría, un mínimo total de recorrido. Se muestra que se deben enviar 25 toneladas de arena desde la planta 1 hasta la región de consumo 1, de igual forma enviar 75 toneladas desde la planta 1 hasta la región 3. Por otro lado, se deben entregar 95 y 5 toneladas desde la planta 2 hasta las regiones 2 y 3 respectivamente.

Existen ocasiones en las que las empresas necesitan espacios de almacenamiento temporal por los cuales se dé un flujo de mercadería rápido, sin demoras y sin presencia del producto por prolongados períodos de tiempos. Se debe garantizar que todos los elementos que ingresen a estos espacios deben salir, como se muestra en la figura 22.

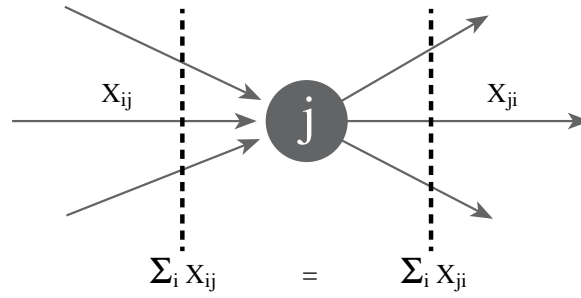


Figura 22. Restricción de conservación del flujo

Fuente: autores

## Variante

El ejemplo anterior se puede modificar para que se tenga una perspectiva mejor del tema, siempre y cuando se sigan respetando las restricciones del modelo de transporte y, sobre todo, la conservación del flujo detallada a continuación:

$$MinZ = \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}$$

Sujeta a:

$$\sum_j x_{ij} \leq S_i$$

$$\sum_i x_{ij} \geq D_j$$

$$\sum_i x_{ij} - \sum_i x_{ji} = 0$$

$$x_{ij} \geq 0$$

BruchCo todavía tiene dos instalaciones que limpian, tamizan y clasifican la arena para el uso en el cemento, cajas de arena para los niños, y playas pequeñas. Han añadido dos centros de empaquetado a la red. La arena se mueve ahora de las plantas a los centros de envasado y luego a las regiones. Cada planta tiene un suministro semanal máximo específico de arena disponible y cada región tiene una demanda mínima semanal esperada. El costo de distribuir una tonelada de arena difiere entre cada planta, centro de empaquetamiento y combinación de región debido a la distancia y otros factores.



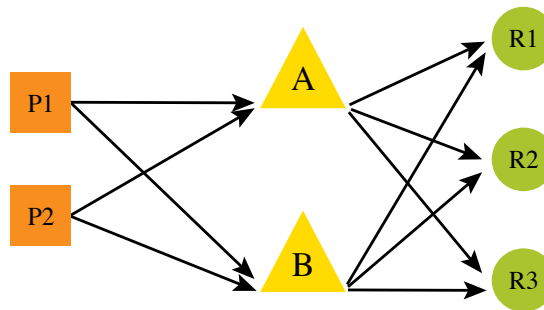


Figura 23. Red de trasbordo de BruchCo

Fuente: autores

Datos:

$$S_1=100, S_2=125$$

$$D_1=25, D_2=95, D_3=80$$

$$C_{1A}=190, C_{1B}=210$$

$$C_{2A}=185, C_{2B}=105$$

$$C_{A1}=175, C_{A2}=180, C_{A3}=165$$

$$C_{B1}=235, C_{B2}=130, C_{B3}=145$$

Como se puede notar que existe la incorporación de nuevos costos en la red de distribución, que corresponden a los valores de transportar desde las plantas de tratamiento de arena a los centros de empaquetamiento (CE), y desde estos CE a las regiones de consumo. Una vez establecidos estos valores, se procede a la resolución del problema de transporte como anteriormente se había detallado.

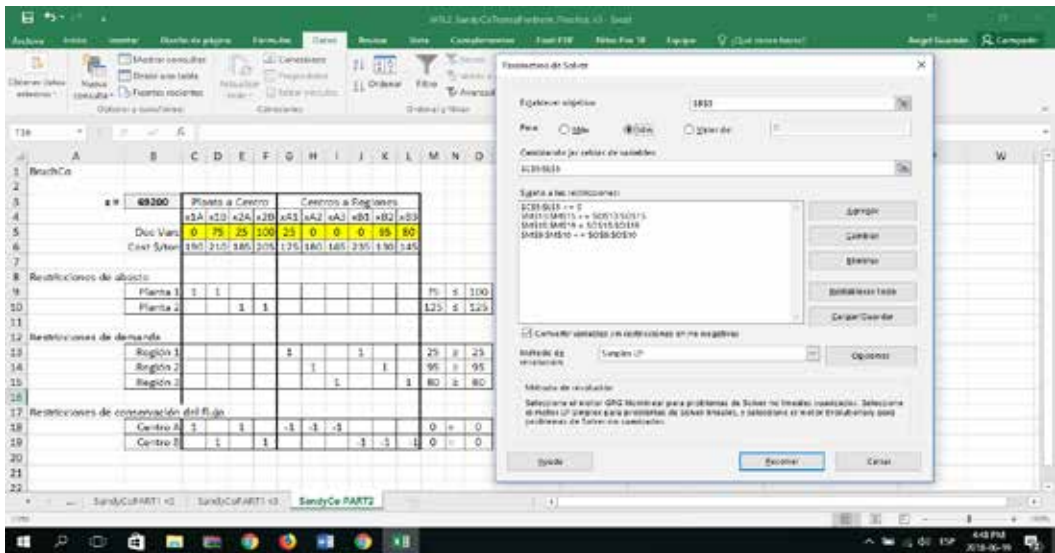


Figura 24. Solución de la red de trasbordo mediante el uso de Solver.

Fuente: autores

El planteamiento para la solución de este tipo de problema radica en identificar cual es la función objetivo. En este caso, se integran dos lugares intermedios de manejo temporal de materiales. Se analizan los siguientes criterios:

## Función objetivo

$$B3 = \text{SUMAPRODUCTO}(C5:L5, C6:L6)$$

## Capacidad

$$M9 = \text{SUMAPRODUCTO}(C9:L9, \$C\$5:\$L\$5)$$

$$M10 = \text{SUMAPRODUCTO}(C10:L10, \$C\$5:\$L\$5)$$

## Demanda

$$M13 = \text{SUMAPRODUCTO}(C13:L13, \$C\$5:\$L\$5)$$

$$M14 = \text{SUMAPRODUCTO}(C14:L14, \$C\$5:\$L\$5)$$

$$M15 = \text{SUMAPRODUCTO}(C15:L15, \$C\$5:\$L\$5)$$

### Conservación del flujo

M18=SUMAPRODUCTO(C18:L18,\$C\$5:\$L\$5)

M19=SUMAPRODUCTO(C19:L19,\$C\$5:\$L\$5)

La solución óptima establece que semanalmente, a BruchCo, le costará \$69 200 manejar toda la red de distribución y esto es obvio porque se manejan más instalaciones en la empresa y sin considerar los costos fijos que esto representa. Como red de distribución optimizada, se determina que la planta 1 abastece 75 toneladas al centro de acopio B, mientras que la planta de procesamiento 2 envía 25 y 100 toneladas semanales a los centros A y B respectivamente. Desde el centro de acopio A, se envían 25 toneladas a la región 1; desde el centro B, se abastece a las regiones las regiones 2 y 3 con 95 y 80 toneladas semanales.

### Retroalimentación del capítulo

1. Basado en la introducción que se presentó, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
  - a. Las cadenas de suministro solo se utilizan para productos perecederos.
  - b. Cada tipo de producto tiene una cadena de suministro única y dedicada.
  - c. Cada producto forma parte de múltiples cadenas de suministro.
  - d. Las cadenas de suministro de zapatos para mujeres de alta moda no tienen nada en común con las de los plátanos.
  
2. Cuando la gente habla de los proveedores de una empresa de “primer nivel” o “nivel uno”, ellos quieren decir:
  - a. Aquellos proveedores que llegan primero al mercado.
  - b. Aquellos proveedores que son la prioridad número 1 de esa empresa.
  - c. Aquellos proveedores que venden directamente a esa empresa.
  - d. Aquellos proveedores que también son clientes de esa empresa.

3. Según lo aprendido, el término «logística»:

- a. Es una palabra muy antigua, basada en la palabra griega para ‘flujo material’.
- b. Es principalmente sobre la gestión del movimiento de materiales.
- c. Fue acuñado en 1982 durante una entrevista para el Financial Times.
- d. Abarca todas las actividades, desde el suministro crudo al cliente.

4. Una manera común de visualizar una cadena de suministro es ‘mapearla’: identificar en un mapa la ubicación geográfica de las diferentes entidades que componen la cadena de suministro y representar el flujo físico de bienes entre ellos. Una de las ventajas de esta perspectiva de la cadena de suministro es que facilita:

- a. Reducir los costos de transporte en la red.
- b. Optimizar el flujo de información entre los miembros.
- c. Identificar las fuentes de riesgo asociadas a una región.
- d. Acortar la longitud geográfica de los vínculos más largos.

5. La idea principal detrás de la perspectiva de sistemas para la cadena de suministro es:

- a. Pensar en cada silo de funciones como su propio sistema.
- b. Definir fronteras claras a la cadena de suministro.
- c. Pensar en toda la cadena de suministro como un sistema.
- d. Acercarse sistemáticamente a sus principales proveedores.

6. Cuando la Fuerza Aérea de Costa Rica decide pagar a un contratista de defensa como Stark Corp basado en el número de horas de “tiempo de funcionamiento” u horas disponibles para volar para los aviones de combate que ofrece, este es un ejemplo de:

- a. Proliferación de SKU
- b. Un enfoque omni-canal
- c. Un enfoque sistémico
- d. Un enfoque basado en los resultados
- e. Ninguno de los anteriores

7. Su mejor amigo se va a casar y le ha pedido que sea su padrino. Para la ceremonia, usted tendrá que comprar un esmoquin. En una ciudad cercana se encuentra una tienda llamada Rio Desing, que ofrece algunos estilos de esmoquin. La tienda tiene en el inventario uno de los estilos de trajes que le gusta, en un tamaño que le queda perfectamente, por lo cual compra el esmoquin de inmediato. Desde el punto de vista de Rio Desing, ¿cuál de los siguientes aspectos describe mejor la cadena de suministro para el esmoquin que usted compró?

- a. Hacer al inventario
- b. Realizar pedido
- c. Ingeniería a la orden
- d. Ninguno de los anteriores

8. Es el movimiento gradual de ascenso o descenso de los datos a lo largo del tiempo.

- a. Estabilidad
- b. Tendencia
- c. Picos estacionales
- d. Ciclos

9. La estacionalidad:

- a. Muestra de datos de ascenso o descenso que se repite.
- b. Tienen una  $\sigma$  mayor con relación a la media.
- c. Se pueden ver afectados por interacciones de factores que influyen en la economía.

d. Son “saltos” en los datos causados por el azar y situaciones inusuales.

10. Agrupe la siguiente lista de componentes del inventario en las categorías ABC.

| Número de parte | Precio por unidad | Unidades vendidas |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| SKU57896        | 63,35             | 118               |
| SKU25303        | 52,09             | 264               |
| SKU66892        | 97,08             | 357               |
| SKU71496        | 124               | 546               |
| SKU59086        | 263,98            | 510               |
| SKU75859        | 517,41            | 87                |
| SKU42812        | 1327,16           | 110               |
| SKU63835        | 826,79            | 68                |
| SKU65216        | 170               | 132               |
| SKU35162        | 255,89            | 388               |
| SKU96637        | 157,81            | 476               |
| SKU87190        | 252,58            | 77                |

11. Usted ha sido contratado por The Beatle Company (TBC) para servir como su gerente de transbordo de *pellets*. The Beatle es una empresa conjunta de energía pública y privada dedicada a generar energía nuclear limpia y segura. TBC utiliza una nueva tecnología basada en *pellets* radiactivos. Estos *pellets* pueden generar electricidad durante años en las centrales nucleares de TBC. Una vez que los *pellets* radiactivos se agotan, se retiran del uso activo y se recogen en las plantas para su eliminación al final del mes. Una vez al mes, los *pellets* agotados se retiran de las plantas, se transportan a un sitio de inspección para su examen y luego se trasladan de nuevo a un lugar de almacenamiento dedicado para su custodia. Se le ha informado que dos de las centrales nucleares de TBC, denominadas Planta Uno y Planta Dos, necesitan retirar los gránulos agotados en las siguientes cantidades:

- ▶ Planta Uno quiere enviar hasta 83 *pellets* por mes.
- ▶ Planta Dos quiere enviar hasta 127 *pellets* por mes.

Esta es la cantidad de *pellets* que estas dos plantas quieren enviar por mes. Sin embargo, el número exacto de *pellets* que realmente se moverán fuera de cada planta depende del espacio disponible en los sitios de almacenamiento dedicados que finalmente los recibirían. TBC está obligada por ley a mover tantos *pellets* fuera de las plantas como los sitios de almacenamiento son capaces de recibir. Usted ha sido informado de que dos de los sitios de almacenamiento dedicados de TBC, denominados Almacén X y Almacén Y, están listos para recibir pellets agotados de las plantas de TBC, en las siguientes cantidades:

- ▶ Almacén X está listo para recibir un total de 97 *pellets* por mes.
- ▶ Almacén Y está listo para recibir un total de 101 *pellets* por mes.

Dado que las dos plantas quieren enviar más *pellets* por mes que lo que los dos sitios de almacenamiento pueden recibir, usted sabe que algunos *pellets* tendrán que permanecer en su planta de origen hasta un momento posterior. Esto no es un problema, ya que cada una de las plantas de TBC tiene la capacidad de almacenar temporalmente los *pellets* que no se envían, de acuerdo con lo que la ley lo permite.

En este momento, solo un sitio de inspección está disponible para recibir los *pellets* de las dos plantas, inspeccionarlos y enviarlos a los dos sitios de almacenamiento. Se llama Sitio de Inspección A. Observe que los sitios de inspección no tienen capacidad de almacenamiento: los *pellets* entran, son inspeccionados y continúan su viaje a los sitios de almacenamiento. Mover material radiactivo no es fácil y por lo tanto no es barato tampoco. Existen varios aspectos de planificación y seguridad involucradas. Cada cargamento de *pellets* tiene que ser monitoreado de cerca y protegido para evitar la pérdida de material radioactivo. Además, los vehículos que transportan el material tienen que moverse con relativa lentitud, para evitar accidentes. Por lo tanto, es muy costoso transportar los gránulos radiactivos de la planta al sitio de inspección, y desde allí al sitio de almacenamiento. sobre la base de estimaciones y datos históricos, TBC ha calculado los siguientes costos de transporte, en dólares por *pellet* movido:

- Cuesta \$ 7,33 mover un *pellet* desde Planta Uno al sitio de inspección A.
- Cuesta \$ 9,29 mover un *pellet* de la Planta Dos al sitio de inspección A.
- Cuesta \$ 3,49 mover un *pellet* desde el sitio de inspección A al almacén X.
- Cuesta \$ 9,41 mover un *pellet* desde el sitio de inspección A hasta el almacén Y.

a. Usted decide optimizar el transbordo de *pellets* agotados de las plantas a los sitios de almacenamiento (parando en el camino en el sitio de inspección A, por supuesto) con el fin de minimizar el costo mensual de transporte total. En esta solución optimizada, ¿cuántos *pellets* Planta Dos podrá enviar al sitio de inspección A cada mes?

En esta solución optimizada, ¿cuánto es el costo mensual de transporte total para TBC?

¡Buenas noticias! Un segundo sitio de inspección ha sido habilitado para recibir *pellets* de las dos plantas, inspeccionarlos y enviarlos a los dos sitios de almacenamiento. Se denomina sitio de inspección B. Si se consigue que utilizarla resulte más económica se usa este espacio. Sin saber nada de los costos de transporte relacionados con este nuevo sitio de inspección, ¿podemos saber algo sobre el costo total de transporte que TBC pagará cada mes para mover los *pellets* agotados de las plantas a los sitios de inspección y luego a los sitios de almacenamiento?

- ▶ El costo puede permanecer igual o ser mayor, pero no será menor.
- ▶ El costo puede permanecer igual o disminuir, pero no será mayor.
- ▶ Es imposible saber cuál de las dos afirmaciones anteriores será el caso.

b. TBC ha calculado los siguientes costos de transporte para el sitio de inspección B, en dólares por *pellet* movido:

- Cuesta \$ 6,59 para mover un *pellet* desde planta uno al sitio de inspección B.
- Cuesta \$ 8,87 mover un *pellet* desde la planta dos al sitio de inspección B.
- Cuesta \$ 4,63 mover un *pellet* desde el sitio de inspección B al almacén X.
- Cuesta \$ 8,77 mover un *pellet* desde el sitio de inspección B al almacén Y.

Como antes, se optimizará el transbordo de *pellets* agotados de las plantas a los sitios de almacenamiento, deteniéndose primero en los sitios de inspección, para minimizar el costo mensual de transporte total. ¿Cuánto costará este TBC cada mes?

c. Acaba de recibir dos correos electrónicos de su jefe. el primero le informa que una tercera planta nuclear, llamada Planta Tres, está lista para mover hacia



fuera hasta 179 *pellets* agotados por mes. El segundo le dice que un tercer sitio de almacenamiento dedicado, llamado Almacén Z, está listo para recibir un total de 103 *pellets* agotados por mes de las plantas de TBC. TBC ha calculado los siguientes costos de transporte para la nueva planta y sitio de almacenamiento, en dólares por *pellet* trasladado:

- Cuesta \$ 9,11 mover un *pellet* de la planta tres al sitio de inspección A.
- Cuesta \$ 5,41 mover un *pellet* de la planta tres al sitio de inspección B.
- Cuesta \$ 8,81 mover un *pellet* desde el sitio de inspección A hasta el almacenamiento Z.
- Cuesta \$ 8,63 mover un *pellet* desde el sitio de inspección B al almacenamiento Z.

Una vez más se optimizará el transbordo de *pellets* empobrecidos de las tres plantas a los tres sitios de almacenamiento, deteniéndose primero en el sitio de inspección, para minimizar el costo mensual de transporte total. En esta solución óptima, ¿cuántos *pellets* de la Planta Uno envía al sitio de inspección B?

En esta solución optimizada, ¿cuánto es el costo mensual de transporte total para TBC?

12. Recientemente ha sido nombrado director de Categoría para tuercas y pernos en BrushCo, un fabricante con una gran demanda de pernos en sus tres fábricas. Usted ha investigado el mercado y ha encontrado cuatro proveedores para una cierta venta constante SKU, ECU21R45. La demanda semanal de tornillos de sus fábricas es:

- Fábrica 1: 5 000 cajas / semana
- Fábrica 2: 12 000 cajas / semana
- Fábrica 3: 18 000 cajas / semana

Cada uno de los cuatro proveedores puede proporcionar el ECU21R45, pero difieren en precio unitario, capacidad semanal y distancia a las tres fábricas de BrushCo. Los precios unitarios y la capacidad semanal para cada uno de los cuatro proveedores se muestran a continuación:

- Proveedor 1: PernosCop - costo unitario: \$ 2,40 / caja; capacidad 11 000 cajas / semana.

- Proveedor 2: AnsiEUCop - costo unitario: \$ 3.00 / caja; capacidad 11 000 cajas / semana.
- Proveedor 3: GuayTools- costo unitario: \$ 2.00 / caja; capacidad 6 000 cajas / semana.
- Proveedor 4: Branford Inc - costo unitario: \$ 2.60 / caja; capacidad 11 000 cajas / semana.

Usted está tratando de planificar el flujo semanal de pernos de estos proveedores a sus fábricas. Basado en el contrato actual con su compañía de transporte, el costo de transporte de la unidad para una caja de pernos es \$ 0,02 por kilómetro de cualquiera de los proveedores a cualquiera de las fábricas. Las distancias entre los cuatro proveedores y las tres fábricas se indican en la siguiente tabla

|                 | Distancia de transporte en<br>kilómetros |              |              |
|-----------------|------------------------------------------|--------------|--------------|
|                 | Fábrica<br>1                             | Fábrica<br>2 | Fábrica<br>2 |
| PernosCop       | 350                                      | 680          | 900          |
| AnsiEU-<br>Cop  | 110                                      | 330          | 750          |
| GuayTools       | 425                                      | 450          | 670          |
| Branford<br>Inc | 780                                      | 325          | 390          |

- ¿Cuál es su costo total semanal?
- ¿Cuál la solución optimizada para la red?

13. Cuando ocurre un desastre natural, las cadenas de suministro normales se interrumpen y muchos suministros vitales no pueden llegar a los afectados a través de las rutas normales. Para manejar el primer par de días después del desastre, muchas organizaciones no gubernamentales (ONG) especializadas trabajan duro para asegurar suministros vitales tales como alimentos, mantas y medicamentos, y entregarlos a las personas en las áreas afectadas. Para ello, establecen redes de suministro temporales, que solo funcionan durante el tiempo que sea necesario.

Supongamos que está trabajando con una de esas ONG para establecer una red temporal para distribuir kits de desastre después de un huracán. Los kits deben ser entregados una vez por semana, siempre que sea necesario, a ocho alber-

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

gues temporales, ubicados a pocas horas en automóvil desde el aeropuerto.

Para simplificar las operaciones, se pretende establecer un centro de logística y distribución (CD) que controle toda la distribución. Todos los envíos entrantes serán transportados desde el aeropuerto directamente al centro por el ejército, y desde el CD, se planificará cómo se entregan los kits a los refugios.

Está eligiendo entre cinco ubicaciones para la CD. Las distancias entre los cinco lugares posibles y los ocho refugios se muestran en la tabla a continuación. Los datos también se encuentran a continuación.

La demanda semanal en cada refugio se ha estimado de la siguiente manera:

| Distancia en kilómetros |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                         | AL 1 | AL 2 | AL 3 | AL 4 | AL5  | AL 6 | AL 7 | AL 8 |
| CD1                     | 0,61 | 3,32 | 9,5  | 6,52 | 7,77 | 1,92 | 8,52 | 9,75 |
| CD2                     | 5,04 | 0,51 | 1,34 | 5,06 | 0,22 | 6,33 | 4,61 | 3,28 |
| CD3                     | 3,99 | 2,41 | 2,33 | 3,95 | 8,84 | 5,94 | 8,87 | 0,94 |
| CD4                     | 5,58 | 6,8  | 7,32 | 8,54 | 5,15 | 6,06 | 8,42 | 2,16 |
| CD5                     | 7,87 | 9,64 | 0,7  | 5,92 | 2,7  | 0,26 | 0,5  | 3,4  |

Demanda en miles

| Albergue 1 | Albergue 2 | Albergue 3 | Albergue 4 | Albergue 5 | Albergue 6 | Albergue 7 | Albergue 8 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 14         | 8          | 25         | 22         | 20         | 17         | 18.5       | 23         |

La capacidad de la CD se limitará a 160.000 kits por semana. Cuesta \$ 100 000 por semana para configurar y ejecutar un CD.

Camiones que pueden operar en las carreteras después del huracán son escasos, por lo que desea elegir la ubicación de la CD para minimizar el trabajo de transporte (ton/km, o el total de kit/millas viajado) en la red temporal. Tenga en cuenta que el trabajo de transporte por kit es proporcional a la distancia.

► ¿Cuál de los cinco lugares debe elegir la ONG para minimizar el trabajo de transporte en la red temporal?

13. Sobre la base de los datos establecidos en el ejercicio anterior. Analizar la siguiente situación, debido a las condiciones del camino, los refugios más alejados del centro pueden sufrir de entregas tardías y poco fiables. Como resultado,

usted está pensando en abrir más de una CD. Para compensar los costos fijos con los costos variables, usted estima que cada milla transportada cuesta \$ 2 por kit. Suponiendo que el ejército está bien con la entrega de sus suministros a más de una CD, ¿cuál es el número óptimo de CD?

14. Diseñar un nuevo SmartPhone compuesto de subconjuntos que se pueden poner juntos en el punto de venta para permitir la personalización.

- Operativos
- Tácticos
- Estratégicos

16. Cada modelo de reposición de inventario tiene que hacer algunas suposiciones. ¿Puede identificar cuáles de las siguientes son hipótesis para el modelo EOQ básico o también conocido como cantidad económico de pedido?

- Demanda estable y constante
- Varias ubicaciones
- Ilimitado
- Horizonte de planificación de capacidad infinita
- Pérdida de pedidos
- Productos no perecederos

17. La cantidad económica de pedido (EOQ) esencialmente hace un *trade-off* entre los costos fijos por pedido y los costos de explotación (costos variables por elemento retenido). ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

- Como la cantidad de la orden  $q$  es mayor, el costo de mantenimiento aumentará.
- Como la cantidad de la orden  $q$  es mayor, el costo de aumentarán.
- El punto donde la cantidad del pedido es un óptimo se produce cuando los costos de tenencia de inventario son iguales a los costos de pedidos.
- El orden de los costos es una función lineal con respecto a la cantidad del pedido.

Encontrar la cantidad de orden económica. Suponga que tiene un producto con demanda muy estable de 1 200 unidades por año. El ordenar le cuesta \$ 100 por fin, el costo de la partida es de \$ 10 por unidad, y el costo de llevar el inven-

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

tario es de 10 % anual. Se desea vender este producto a los clientes por \$ 17,50 por unidad. ¿Cuál es la cantidad de pedido económico (EOQ) o  $Q^*$  en unidades? ¿Cuál es el valor de  $Q^*$  en dólares?

A veces, la cantidad de inventario es descrita en términos de cuánto tiempo duraría con la demanda existente, por ejemplo, semanas o meses de suministro de alimentación. ¿Qué es  $Q^*$  en términos de meses de abastecimiento? ¿Cuál es el tiempo de ciclo óptimo en días para ordenar?

## CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN

Una vez analizados los principales fundamentos de la cadena de suministro, en la siguiente sección se analizan los principales conceptos, procesos y formas de estandarizar un sistema de producción. De esta manera, se identificarán aquellas actividades que permiten agregar valor a un producto o servicio.

### 2.1 Consideraciones de productividad

En el tiempo actual cuando el bajo ritmo de aumento de la productividad en las empresas de transformación de un bien o servicio hace que los conocimientos científicos tecnológicos influyan en la productividad, obviamente sin olvidar el talento humano como parte importante en la ejecución de la secuencialidad de las operaciones, para que ese bien o servicio tenga el valor agregado.

Además de los factores internos empresariales, se deben considerar algunos factores exógenos que inciden en la productividad, detallada en la figura 25: medio ambiente físico, medio ambiente social, medio ambiente económico, entorno cultural, medio ambiente político.

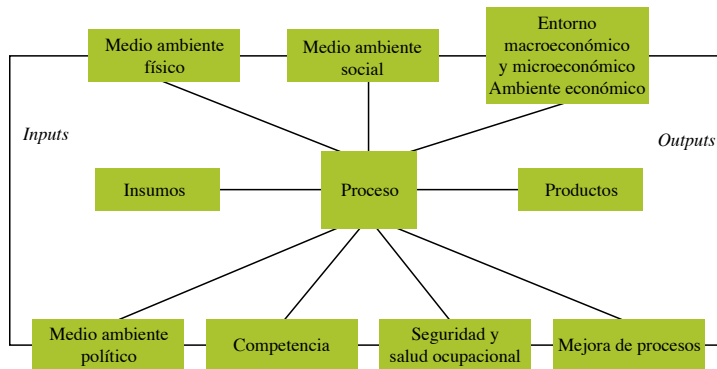


Figura 25. Factores que inciden en la productividad  
Fuente: Valladares, 2014.

### 2.2 Eficacia, eficiencia, efectividad

#### Eficacia

El término eficacia es disponer de la capacidad ejecutiva necesaria para poder hacer algo. Por lo tanto, si alguien o una empresa disponen de los recursos

para hacer algo que se propone o necesita y además posee la capacidad de usarlos en función de ese propósito, es eficaz.

Eficacia: es la relación objetivos/resultados bajo condiciones ideales:

$$Eficacia = \frac{Objetivos}{Resultados} \quad (1)$$

Estos resultados son los que se obtienen bajo condiciones que pueden considerarse ideales. El concepto de eficacia abordado con este tipo de enfoque económico quiere decir que el propósito a que se aspira puede lograrse bajo las condiciones que favorezcan al máximo su consecución, los recursos puestos en función de ese fin fueron eficaces.

### **Eficiencia**

El término eficiencia expresa el poder lograr un efecto, una consecuencia, también puede interpretarse como alcanzar un propósito.

Eficiencia: es la relación recursos/resultados bajo condiciones reales

$$Eficacia = \frac{Recursos}{Resultados} \quad (2)$$

La eficiencia se evalúa a partir de comparaciones. Los estudios de eficacia y efectividad no incluyen recursos; los de eficiencia, sí. Para que haya eficiencia, el proceso tiene que ser efectivo; el más eficiente es el que mejor relación recursos/resultados presenta.

### **Efectividad**

El término efectividad se define como el logro exitoso de los objetivos establecidos en la empresa de bienes o servicios o de una organización que hace cosas que conduzcan a un efecto o una consecuencia real, verdadera y que no deja lugar a dudas; ha demostrado efectividad, sin otras consideraciones.

## 2.3 Productividad

Al tener que productividad es un indicador de la eficiencia en la empresa, es decir como una medida de las unidades producidas de cualquier bien o servicio por unidad del talento humano, capital, energía, entre otros, significa el aprovechamiento de los recursos existentes en la empresa para agilizar la elaboración del producto, de tal forma ofrecer al cliente calidad y entrega a tiempo.

La productividad según (Freivalds, 2009) es el resultado de la optimización generado por la producción de un bien material o un servicio dividido para los recursos que se implementaron en la transformación o producción.

### Ecuación de productividad

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \text{Productividad} \quad (3)$$

Entonces la productividad se puede medir con la relación de producto o servicio generado sobre insumos o recursos utilizados, dependiendo si estos son de uno o varios factores.

### Índices de la productividad

La productividad según Freivalds (2009) se divide en:

#### Productividad de un solo factor

Indica la relación entre los bienes y servicios producidos (*outputs*/producción) y un recurso (*input*/factor productivo) utilizado en su producción.

## 2.4 Ecuación productividad de un solo factor

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad de factores productivos empleados (inputs)}} \quad (4)$$

## 2.5 Productividad total o multifactor

Indica la relación entre los bienes y servicios producidos (*outputs*/producción) y todos los recursos (*inputs*/factores productivos) utilizados en su producción.



Ecuación Productividad total o multifactor

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Trabajo+Material+Energía+Capital+Varios} \quad (5)$$

### Ejercicios de productividad

1. En una empresa se fabrican 3000 motores (mismo tipo). El número de trabajadores que se emplean es de 250 y los mismos trabajaron 1600 horas en el mes en esa actividad. Calcule la productividad del trabajo por trabajador y por hora.

La fórmula general es:

$$\frac{Producto}{Insumo} = Productividad$$

Sustituyendo

$$Productividad = \frac{3000}{250} = 12 \text{ motores / trabajador}$$

$$Productividad = \frac{3000}{1600} = 1,875 \text{ motores / hora}$$

2. La Compañía ABC muestra los siguientes datos sobre los productos que se fabricaron y los insumos que se consumieron para un período dado: la producción es de 2500 unidades, el número de trabajadores que intervienen en el proceso son 200, la cantidad de insumo en materiales es de 550; el capital invertido, de 350, el costo en energía, de 380; y otros gastos generados, de 130.

Datos

Producción = 2500 unidades

Trabajadores = 200 personas

Insumo de materiales = 550

Insumo de capital = 350

Insumo de energía = 380

Insumo otros gastos = 130

Calcular la productividad total.

Cálculo de la productividad de cada uno de los elementos que intervienen

$$Productividad = \frac{2500}{200} = 12,5 \text{ producto / hombre}$$

$$Productividad = \frac{2500}{550} = 4,54 \text{ producto / material}$$

$$Productividad = \frac{2500}{350} = 7,14 \text{ producto / capital}$$

$$Productividad = \frac{2500}{380} = 6,57 \text{ producto / energía}$$

$$Productividad = \frac{2500}{130} = 19,23 \text{ producto / gastos}$$

Productividad total:

$$Productividad = \frac{2500}{200+550+350+380+130} = \frac{2500}{1610} = 1,55$$

## 2.6 Caso 1. La producción aumenta, pero la productividad se mantiene constante

1. En la empresa textil Matius en la segunda semana del mes de julio, se tiene una producción de 528 camisetas semanales talla S. Para ello, se dispone de 220 metros de tela como materia prima, la que se adquiere a un valor de, \$ 6 el metro. Como información adicional, se tiene que el precio de venta de cada unidad es de \$ 10. Pero, para la tercera semana del mes de julio, la producción se elevó a 600 camisetas, incrementándose la cantidad de materia prima consumida a 320 metros de tela.

### Análisis del problema

Productividad de las camisetas de la segunda semana

$$Productividad (tela) = \frac{528 \text{ camisetas / semana}}{220 \text{ metros de tela / semana}} = 2,4 \text{ camisetas / metro de tela}$$

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

Productividad de las camisetas de la tercera semana

$$Productividad (tela) = \frac{600 \text{ camisetas/semanales}}{250 \text{ metros de tela/semanal}} = 2,4 \text{ camisetas / semanales}$$

La productividad

$$P_{(tela)} = \quad = 1 \quad 0 \%$$

Comprobación:

La producción se incrementa de 528 unidades a 600 unidades, pero la productividad se mantiene constante no aumenta ni disminuye.

2. En el año 2014, en la empresa de lácteos ecuatoriana El Salinerito, se proceso un total de 15 000 unidades en quesos, utilizando para ello un total de 9 000 litros de leche. Tras realizar un análisis de valor del producto, se han introducido cambios en el proceso para el año 2015, los cuales han supuesto un aumento de producción con que se ha obtenido 18 500 unidades de producto si la materia prima se incrementa en 11 000 litros de leche. Determinar la productividad en los años 2014 y 2015

#### Análisis del problema

Calcular la productividad obtenida en los dos años

$$Productividad (2014) = \frac{15\,000 \text{ quesos}}{9\,000 \text{ litros de leche}} = 2 \text{ quesos / litros de leche}$$

$$Productividad (2015) = \frac{18\,500 \text{ quesos}}{11\,000 \text{ litros de leche}} = 2 \text{ quesos / litros de leche}$$

$$Análisis \text{ de productividad} = \quad * 100 \% = 0 \%$$

Comprobación:

La producción se incrementa en 3500 unidades en el años 2015 pero la productividad se mantiene constante, no aumenta ni disminuye. Debido a que permanece constante de en los dos años de estudio.

## 2.7 Caso 2. Aumenta la producción, pero disminuye la productividad

1. La empresa Ecuatrán produce 700 transformadores en el mes de agosto. Para ello utiliza 300 metros en planchas de acero, pero para el mes siguiente la producción se eleva a 900 transformadores, incrementándose la cantidad de consumo a 500 metros de plancha de acero.

### ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Productividad del material del primer mes

$$P_{(planchas)} = \frac{700 \text{ transformadores / mes}}{300 \text{ metros de planchas / mes}} = 2,333 \text{ transformadores / m de plancha}$$

Productividad de del material del segundo mes

$$P_{(planchas)} = \frac{900 \text{ transformadores}}{500 \text{ metros de plancha}} = 1,8 \text{ transformadores / m de plancha}$$

La productividad disminuye

Por tanto

$$P_{(planchas)} = \quad = 1,28 \quad 28 \%$$

Comprobación:

$$C = \left( \frac{28}{100} * 1,8 \right) + 1,8 = 2,3$$

La producción se incrementa de 700 unidades a 900 unidades, pero la productividad disminuye en el segundo mes en un 28 %.

## 2.8 Caso 3. Los insumos se mantienen constantes y, al incrementar la producción, se incrementa la productividad

1. Josué y Paúl hacen tortas que venden a supermercados. Las dos personas y sus tres empleados invierten 40 horas diarias para producir 125 tortas. ¿Cuál es su productividad? Si la empresa aumenta su producción a 135 tartas por día.

¿Cuál es ahora su productividad? ¿Cuál ha sido la variación porcentual de la productividad?

### ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Productividad de 125 tortas

$$P_{(125 \text{ tortas})} = \frac{125 \text{ tortas}}{40 \text{ horas}} = 3,125 \text{ tortas/hora}$$

Productividad de 135 tartas

$$P_{(135 \text{ tortas})} = \frac{135 \text{ tortas}}{40 \text{ horas}} = 3,375 \text{ tortas/hora}$$

La productividad incrementa

$$P_{(incr.)} = \quad = 1,08 \quad 8 \%$$

Comprobación

$$C = \left( \frac{8}{100} * 3,125 \right) + 3,125 = 3,375$$

En este ejercicio se mantiene constante el tiempo de trabajo realizado por las cinco personas, llegando a incrementar la productividad en un 8 %.

## 2.9 Caso 4. La producción se mantiene constante y la productividad aumenta

1. En la empresa Z, se obtiene una producción de 18 000 unidades de un producto. Para el proceso, se requieren 15 trabajadores a jornada completa durante 21 días; mientras que, en la empresa N, que realiza el mismo producto y para obtener esa misma producción, trabajando también a jornada completa se necesitan 11 trabajadores durante 20 días. ¿Cuál es la productividad de las dos empresas relativa solamente al factor de trabajo?

## ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Productividad en la empresa Z

$$P_{(X)} = \frac{18\,000 \text{ unidades}}{15 \text{ trab.} * 8 \text{ h} * 21 \text{ días}} = \frac{18\,000 \text{ unidades}}{2420 \text{ horas}} = 7,43 \text{ unidades / hora}$$

Productividad de la empresa N

$$P_{(Y)} = \frac{18\,000 \text{ unidades}}{11 \text{ trab.} * 8 \text{ h} * 20 \text{ días}} = \frac{18\,000 \text{ unidades}}{1760 \text{ horas}} = 10,22 \text{ unidades / hora}$$

La productividad respecto al factor trabajo

$$P_{(incr.)} = \frac{10,22}{7,43} = 1,376 \quad 37,6 \%$$

Comprobación

$$C = \left( \frac{37,6}{100} * 7,43 \right) + 7,43 = 10,22$$

## 2.10 Procesos industriales

Un proceso industrial es un conjunto de pasos ordenados cuyas acciones u operaciones, efectuadas en forma individual/combinada, son ejecutadas en forma sistemática, estrechamente relacionadas entre sí, cuyo propósito es la modificación, aprovechamiento de las características de la materia prima, de tal forma que el resultado final es el producto requerido por el cliente o para satisfacer necesidades del ser humano para el mejoramiento de la calidad de vida. Implica una evolución del estado del elemento, donde se requiere una serie de procesos como la que se detallan a continuación.

### 2.10.1 Roscado de interiores

El machuelo es una herramienta de corte útil para elaborar los hilos de una rosca de interiores. Este tornillo es de acero aleado, templado y rectificado, con ranuras a lo largo de la herramienta que permiten el desalojo de las rebabas arrancadas al generar el giro o rotación (figura 26). Los machuelos se fabrican en medidas normalizadas y en los dos sistemas de medidas internacionales: el métrico decimal y el sistema inglés.

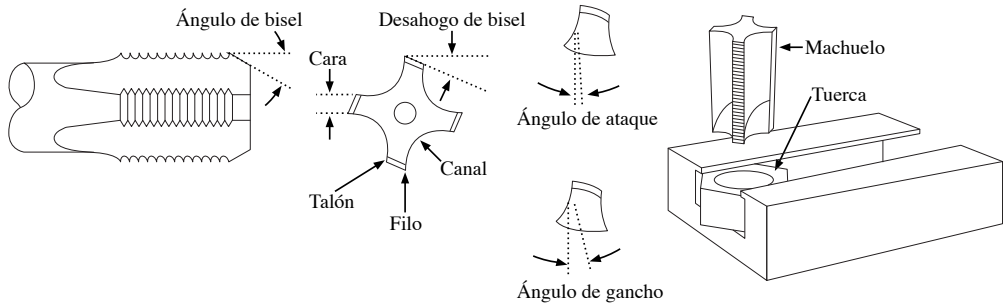


Figura 26. Machuelos

Fuente: Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven R, 2002)

### 2.10.2 Roscado de exteriores

La terraja o tarraja de roscar es una herramienta manual de corte que se utiliza para el roscado manual de pernos y tornillos de cualquier tipo de material en un proceso productivo. Por ejemplo, se utiliza para realizar las roscas de los conductos para agua. Existe una terraja para cada tipo de tornillo normalizado, de acuerdo a los sistemas de roscas vigentes. Esta herramienta se monta en un útil llamado portaterrajas o brazo bandeador, donde se le imprime la fuerza y se ejecuta un giro para el roscado necesario, ilustrado en la figura 27.



Figura 27. Kit de una tarraja

Fuente: Urda Fernández Bravo y García Castro, 2016

### 2.10.3 Torneado

El torneado de la figura 28 es el proceso donde se mecanizan superficies en revolución, arrancando viruta, con una herramienta de filo que incide sobre la pieza que se trabaja. Esta herramienta de filo posee una geometría determinada, que depende de la operación que se quiera ejecutar como refrentado, cilindrado, taladrado, ranurado, roscado, moleteado.

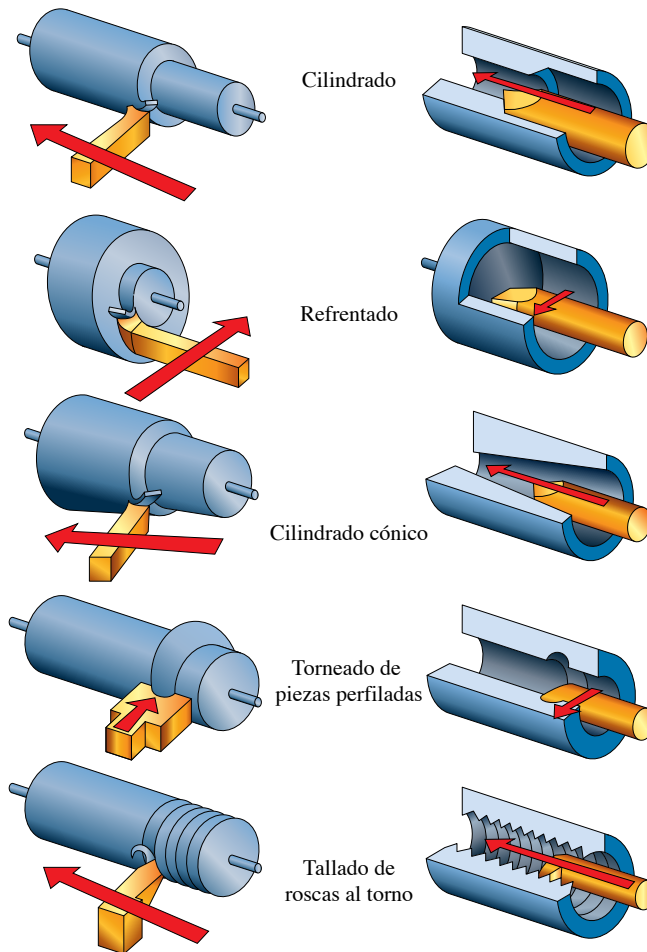


Figura 28. Proceso de torneado

Fuente: Gerling, 2006

#### 2.10.4 Fresado

El fresado es un proceso de mecanización donde se arrancan virutas utilizando una herramienta circular con múltiples filos de corte denominada fresa. La diferencia con el proceso de torneado es que la fresa gira sobre su propio eje y la pieza se encuentra sujeta a una mesa propia de la fresadora, mientras que en el torneado el filo de la herramienta de corte no trabaja de forma continua sino solamente en el instante de girar la pieza y tener contacto con esta. Con el fresado, ilustrado en la figura 29, se pueden obtener superficies planas, entalladuras, ranuras, superficies curvas y las operaciones que se pueden realizar con la fresadora son planeado, ranurado, fresado de perfiles, fresado de ranuras, fresado de cavidades.



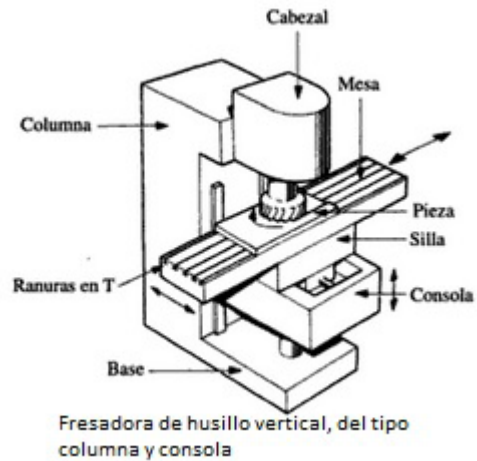


Figura 29. Fresado

Fuente: Kalpakjian y Schmid, 2002

### 2.10.5 Moleteado o garfilado

El moleteado es un proceso donde se labran una serie de estrías cruzadas o rectas y que se realiza sin arranque de viruta. Se hace aplicando una serie de ruedas tangencialmente a gran presión. Son útiles para que el objeto no se resbale entre los dedos en el momento del manejo o la ejecución del trabajo.

Estas moletas están fabricadas con acero templado muy duro y llevan talladas en su parte exterior las estrías con sus diferentes formas y medidas (figura 30).



Figura 30. Ruedas para moletear y ejemplo de moleteado

Fuente: Millón Gómez, 2012

### 2.10.6 Soldadura

La soldadura es un proceso de unión de piezas mediante presión, calor o la combinación de los dos, con o sin aportación de material y puede ser oxiacetilénica, TIG, MIG, MAG, aluminotermia. La aplicación se da en muchos campos: carrocerías, estructuras metálicas, electrónica (circuitos impresos), tuberías, etc (figura 31).

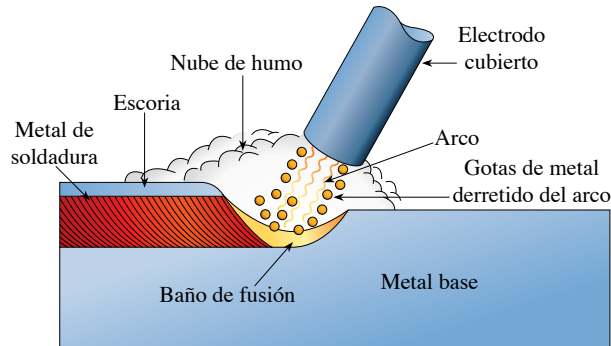


Figura 31. Tipos de soldadura

Fuente: Jeffus, 2009

### 2.10.7 Taladrado

El taladrado es una operación por medio de la cual se pueden realizar agujeros pasantes o ciegos en cualquier pieza (figura 32). Estos agujeros sirven como base para la sujeción de tornillos, roscas, remaches o también para facilitar el engrase en un conjunto de elementos.

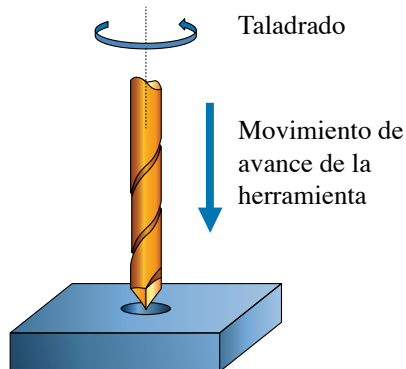


Figura 32. Taladrado en una pieza

Fuente: Rodríguez Montes, Castro Matínez y Del Real Romero 2006

2.10.8 Diagramas de procesos de trabajo

Los diagramas de procesos son representaciones de cada uno de los pasos, o la secuencia de las actividades, utilizando los símbolos o signos ASME, que se efectúan durante la fabricación (De la Fuente García y Fernández Quesada, 2005) o la transformación desde la materia prima hasta el producto terminado. El proceso u operación se representa con el símbolo de un círculo, transporte (flecha), inspecciones (cuadrado), demoras (D), almacenamientos (triángulo).

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, se muestra la simbología en la tabla 5:

| Actividad  | Símbolo                                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Operación  |   |
| Transporte |   |
| Inspección |   |
| Demora     |   |
| Almacenaje |  |

Tabla 5. Símbolos para gráficas de diagrama OTIDA.  
Fuente: Maldonado, 2011

El objetivo de este tipo de diagramas es dotar de una imagen clara del proceso de fabricación del producto. Además ayuda en la mejora de los tiempos muertos de producción, en la demora y almacenamiento del producto terminado. Este diagrama además sirve para poder mejorar los puestos de trabajo y a un manejo adecuado de los materiales.

2.10.9 Diagrama de operaciones de procesos

En el diagrama de operaciones de procesos, la disposición se efectúa disponiendo los símbolos de las acciones que tengan lugar sobre líneas verticales y los materiales que son útiles para el proceso productivo se introduzcan mediante líneas horizontales (figura 33).

La elección de la operación se hace por el componente en el que se realicen mayor número de acciones, pero, si se trata de una operación de montaje progresivo, se elige la pieza básica sobre la que se van a ir montado los diversos componentes. En el diagrama adjunto, se analiza la elaboración de una pantaloneta, donde se inicia desde el retiro de la materia prima, doblado de la tela, sujeción de la tela, trazado en los moldes, uniones en la máquina respectiva de la parte delantera y trasera, bordados, colocación del elástico inspecciones, acabados, doblados y almacenamiento final.

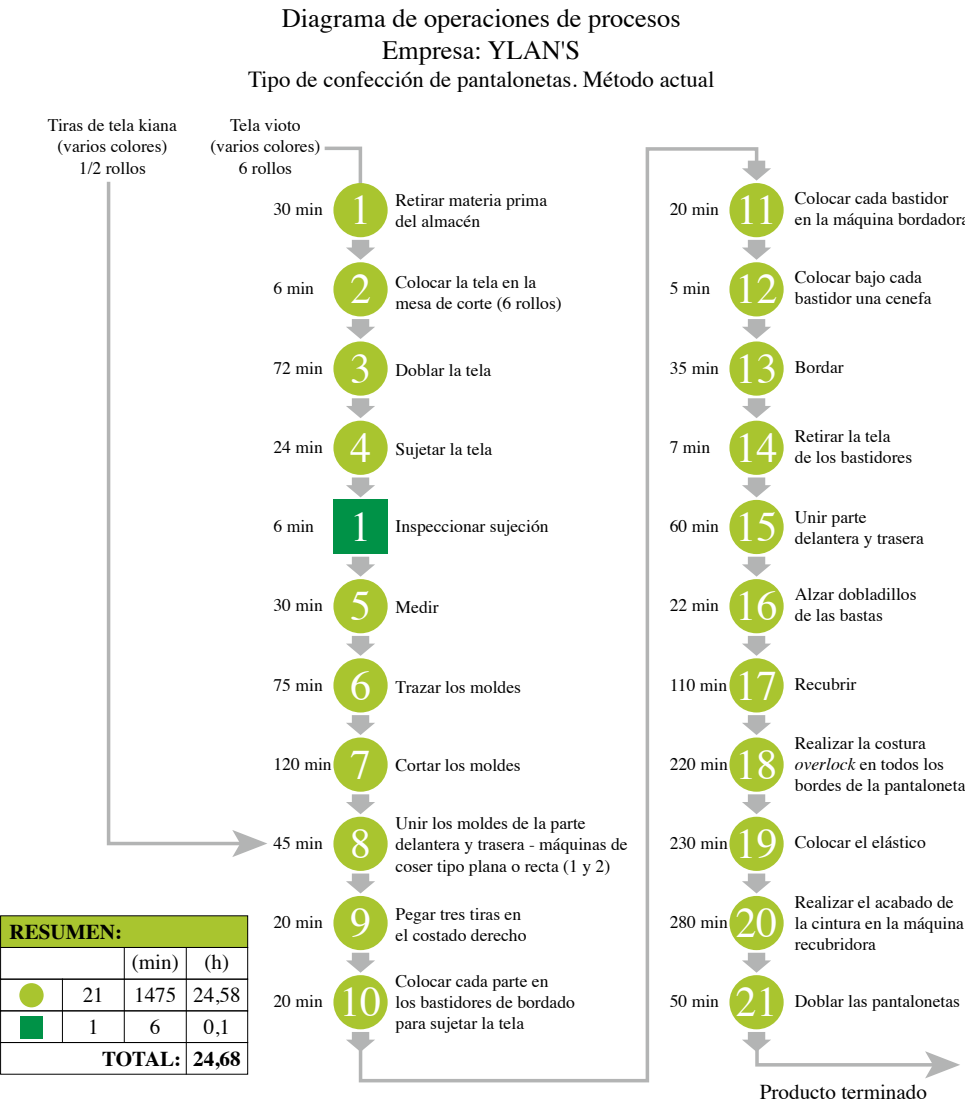


Figura 33. Diagrama de operaciones de procesos

### 2 .10.10 Descripción del proceso de producción de puertas

Para la fabricación de puertas metálicas (figura 34) primero se procede a transportar del almacenamiento a la sección de corte, ya que es necesario cortar a las medidas que el cliente requiere. Posteriormente se transporta a la sección de armado; se coloca sobre la mesa de trabajo donde se procede a escuadrar los perfiles de la puerta y a colocar pequeños puntos de suelda para mantener sujetas todas las partes. Como solo son puntos, también permite corregir cualquier falla en las medidas, luego de que todo esté en la posición deseada, se procede a soldar todo el marco, se une por completo las partes del marco. Al finalizar, se procede a pulir la soldadura en exceso lo que permite corregir la estética de la puerta, luego se procede a soldar las bisagras para unir con el marco. Una vez realizado este proceso, se coloca la chapa junto con el marco.

Se traslada la puerta a la sección de pintura, donde se procesa a limpiar todas las limallas y escoria mediante lija. Una vez limpio se realiza la mezcla de la pintura con un diluyente conocido como *thinner* y, con la ayuda del compresor se procede a pintar dejándolo en un lugar separado para su secado.

#### **Marco**

- Medir
- Cortar
- Ensamblar
- Soldar a punto
- Verificación
- Soldadura total
- Transporte

#### **Puerta (marco interno)**

- Medir
- Cortar
- Ensamblar
- Soldar a punto
- Verificación
- Soldadura total

## **Panel metálico**

- Medir
- Transporte
- Cortar
- Transporte
- Verificar
- Transporte
- Doblar

## **Chapas**

## **Verificar**

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

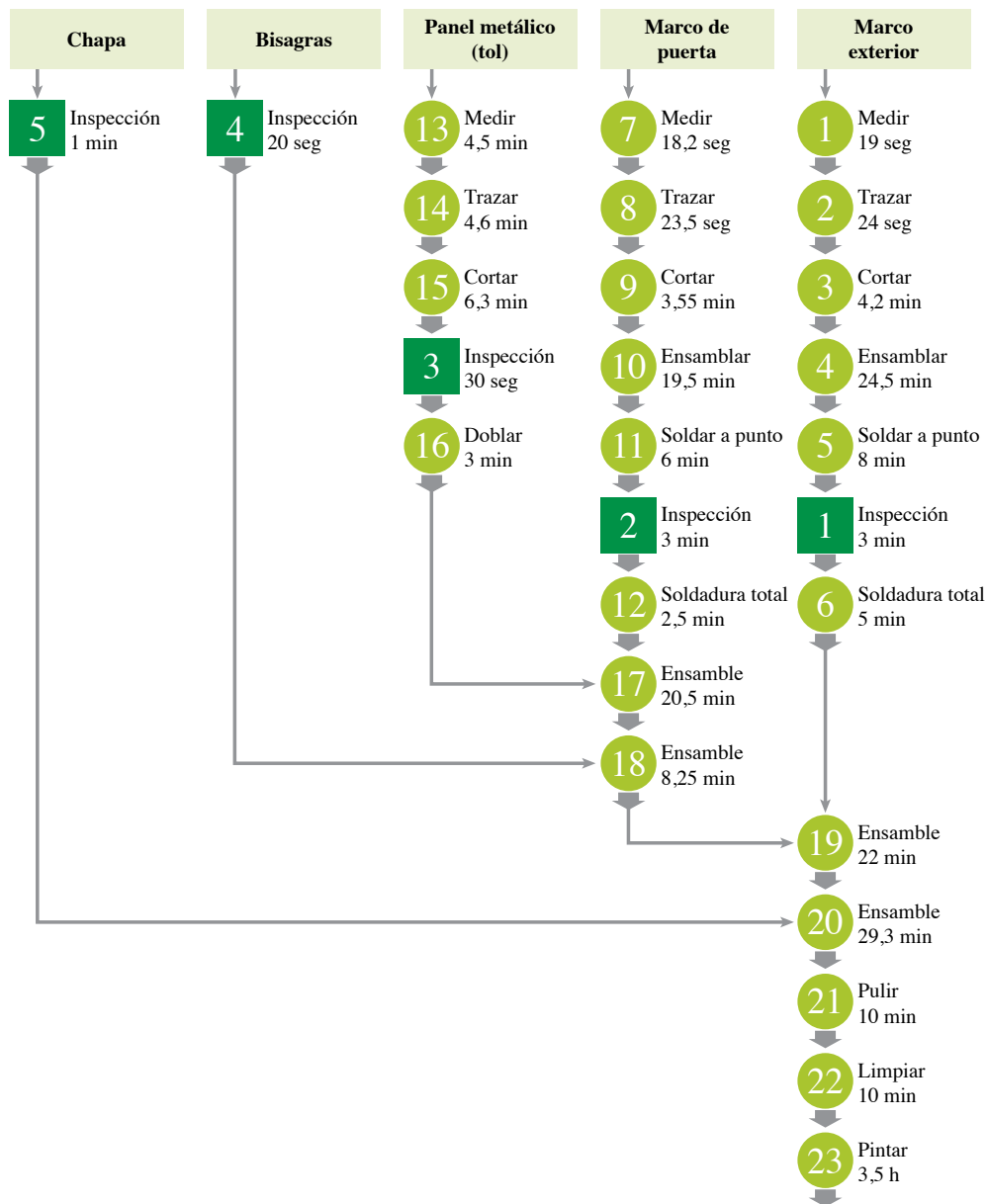


Figura 34. Diagrama de proceso de producción de puertas

## 2.10.11 Diagrama de análisis de proceso

El diagrama de análisis de proceso (tabla 6) es la recopilación de las actividades (Huertas y Domínguez, 2002) que se plantearon en el diagrama de operaciones, entre las que se encuentran: inspección, demora, transporte, operación y almacenaje, considerando los símbolos (Vallhonrat y Corominas, 2000) que les representan, además de que se detallan tiempos y distancias recorridas en cada una de las acciones realizadas, permitiendo, de esta manera, ejecutar un análisis de la planta (Chávez, 2002) para descubrir y eliminar pares o demoras.

El siguiente diagrama de análisis de procesos describe el proceso de elaboración de queso para lo cual se consideran las siguientes características

### **Recepción de leche en planta**

La leche cruda es transportada en cisternas de acero inoxidable y en bidones plásticos, por medio de camiones de baranda. Una vez que llega a la planta procesadora se procede al lavado de los tanques, normalmente en áreas externas a la planta.

### **Higienización / Medición / Enfriamiento**

Se hace pasar la leche por un filtro de tela fina. En ese momento, puede ser medida, ya sea por volumen o a través de una balanza incorporada al tanque de recepción para medir el peso.

### **Almacenamiento de leche en planta**

La leche cruda enfriada es almacenada en los tanques silos de leche cruda, antes de ser impulsada a la línea de proceso.

### **Estandarización**

La leche cruda es bombeada hacia la descremadora para estandarizar el contenido de materia grasa a 2,5 %, separando la grasa en exceso del parámetro en forma de crema.



### **Pasteurización / Enfriamiento / Traslado de leche**

Por medio de bombeo, en el cual se realiza el ciclo de pasteurización a 76 ° C

### **Inoculación**

A la leche calentada hasta 33-34 ° C, se le agregan los aditivos (cuajo líquido y cultivos lácticos mesófilos) y se agita para lograr una distribución homogénea de los aditivos.

### **Coagulación:**

La mezcla inoculada coagula totalmente a 33-34 ° C

### **Corte manual de la cuajada:**

Una vez que se lleva a cabo la coagulación de la leche (33-34 ° C), se procede al corte del producto formado utilizando liras de acero inoxidable provistas de cuerdas de acero inoxidable tensadas, que son las que realizan el corte de la leche cuajada

### **Desuerado**

Se da previamente 30 minutos de agitación rápida auxiliado con las palas plásticas y 10 minutos de agitación lenta y se procede a realizar el desuerado total del producto a 33-34 ° C

### **Molienda / Salado**

El queso concentrado a 33-34° C, en una alternativa, es llevado en bloque a la máquina picadora para su trituración y se le va agregando la sal con una dosificación de 0.18 libras de sal por cada cuatro litros de leche procesada.

### **Moldeo / Prensado**

El producto salado (33-34 ° C) es colocado en moldes de acero inoxidable y prensados a 100 PSI en una prensa hidráulica.

## **Maduración**

Es la última fase de la fabricación del queso. La cuajada, antes de iniciarse la maduración, presenta una capacidad, volumen y forma ya determinadas. Suele ser ácida en razón de la presencia de ácido láctico. En el caso de los quesos frescos, la fabricación se interrumpe en esta fase.

## **Empaque**

El producto terminado es empacado en bolsas de poli-etileno de baja densidad. Se almacena los quesos prensados y se los empaca al vacío.

## **Almacenamiento:**

Los quesos son llevados al cuarto frío de almacenamiento de producto terminado, manteniéndose la temperatura a 4-8 ° C.

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

| Diagrama de Análisis del Proceso (Queso Fresco) |        |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |    |                                                           |  |
|-------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------|--|
| Empresa:<br>FRONTERA                            |        | Operación: Pro-<br>ducción de queso<br>fresco                                       |                                                                                     |                                                                                     | Estudio N° : 1                                                                      |                                                                                     |    | Hoja N° : 001                                             |  |
| Departamento: Área<br>de producción             |        | Analista:                                                                           |                                                                                     |                                                                                     | Método: Actual                                                                      |                                                                                     |    | Fecha: 2017-05-<br>30                                     |  |
|                                                 |        |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |    |                                                           |  |
| Dis-<br>tancia                                  | Tiempo | SÍMBOLOS                                                                            |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | Nº | Descripción del Proceso                                   |  |
|                                                 | 10     |    |    |    |    |    | 1  | Control y análisis de la calidad de la MP                 |  |
|                                                 | 10     |    |    |    |    |    | 1  | Almacenamiento en tanques                                 |  |
| 2                                               | 5      |    |    |    |    |    | 1  | Transporte a los silos                                    |  |
|                                                 | 10     |    |    |    |    |    | 1  | Almacenamiento temporal de la leche en los silos          |  |
| 6,15                                            | 5      |    |    |    |    |    | 2  | Transporte de la leche hacia la marmita de pasteurización |  |
|                                                 | 10     |    |    |    |    |    | 1  | Pasteurización de la leche (85 °C durante 10 min.)        |  |
|                                                 | 15     |   |   |   |   |   | 2  | Enfriamiento de la leche 35 °C - 45 °C.                   |  |
|                                                 | 5      |  |  |  |  |  | 2  | Cuaje de leche                                            |  |
| 10,59                                           | 5      |  |  |  |  |  | 3  | Transporte del cuaje                                      |  |
|                                                 | 15     |  |  |  |  |  | 2  | Agitamiento de la leche de 10 a 15 min.                   |  |
|                                                 | 60     |  |  |  |  |  | 2  | Cuajado de la leche (1 hora)                              |  |
|                                                 | 10     |  |  |  |  |  | 3  | Corte de la leche                                         |  |
|                                                 | 10     |  |  |  |  |  | 4  | Desuerado de leche                                        |  |
| 12,78                                           | 10     |  |  |  |  |  | 4  | Transporte de la cuajada hacia los moldes                 |  |
|                                                 | 25     |  |  |  |  |  | 5  | Moldeo de quesos                                          |  |
| 2,76                                            | 10     |  |  |  |  |  | 5  | Transporte hacia la prensa                                |  |
|                                                 | 60     |  |  |  |  |  | 6  | Prensado del queso                                        |  |

|       |    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |   |                                               |
|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------|
|       | 20 |  |  |  |  |  | 7 | Desmoldeo de quesos                           |
| 1,80  | 7  |  |  |  |  |  | 6 | Transporte hacia las tinas de sal             |
|       | 60 |  |  |  |  |  | 8 | Salado de queso                               |
| 11,56 | 10 |  |  |  |  |  | 7 | Transporte hacia la maquina enfundadora       |
|       | 30 |  |  |  |  |  | 9 | Enfundado de queso                            |
| 8,66  | 10 |  |  |  |  |  | 8 | Transporte del queso hacia los cuartos frío   |
|       |    |  |  |  |  |  | 3 | Almacenamiento del queso en los cuartos fríos |

Tabla 6: Diagrama de análisis del proceso (queso fresco)

| RESUMEN DE RESULTADOS DEL QUESO FRESCO |                                                                                     |          |              |              |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|--------------|
| ACTIVIDAD                              | SÍMBOLOS                                                                            | CANTIDAD | TIEMPO (min) | DISTANCIA(m) |
| Operación                              |    | 9        | 240          |              |
| Transporte                             |    | 8        | 62           | 56,3         |
| Demora                                 |  | 2        | 25           |              |
| Inspección                             |  | 2        | 70           |              |
| Almacenaje                             |  | 3        | 15           |              |
| TOTAL                                  |                                                                                     | 24       | 412          | 56,3         |

### 2.11 Diagrama de circulación o recorrido

El diagrama de recorrido es una representación de la distribución existente de las áreas o estaciones de trabajo en la planta y en donde se marcan las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material, equipo o trabajadores de una actividad a otra.

Este diagrama presenta, en forma de matriz, datos cuantitativos sobre los movimientos que tienen lugar entre dos estaciones de trabajo cualesquiera. Las unidades son, por lo general, el peso o la cantidad transportada y la frecuencia de los viajes.

El ejemplo ilustrado en la figura 35 para la fabricación de puertas metálicas, en el que primero se procede a transportar del almacenamiento a la sección de corte, ya que es necesario cortar a las medidas que el cliente requiere y posteriormente se transporta a la sección de armado, se coloca sobre la mesa de trabajo donde se procede a escuadrar los perfiles de la puerta y a colocar pequeños puntos de suelda para mantener sujetas todas las partes; como solo son puntos también permite corregir cualquier falla en las medidas. Luego de que todo esté en la posición deseada se procede a soldar todo el marco y se procede a unir por completo las partes del marco. Al finalizar, se procede a pulir la soldadura en exceso, permitiendo corregir la estética de la puerta. Luego se procede a soldar las bisagras para unir con el marco de la puerta. Una vez realizado este proceso, se coloca la chapa junto con el marco

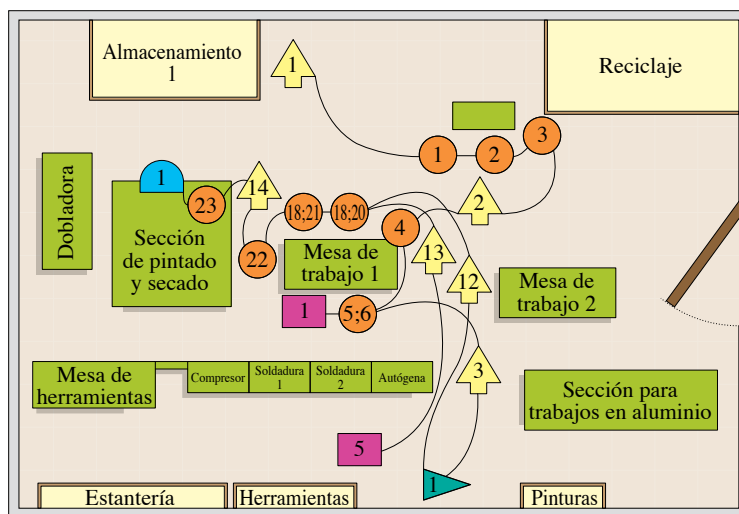


Figura 35. Fabricación de puertas metálicas

Fuente: autores

## 2.12 Diagrama hombre-máquina

El diagrama hombre-máquina es aquel en el que se analiza el trabajo del hombre con relación a la máquina, representándose en este los tiempos de actividad y ocio que desempeña cada uno (García Criollo, 2008). Mediante este diagrama, podemos analizar los tiempos de cada puesto de trabajo, y así optimizarlos, tratando de quitar la mayoría de tiempo muerto en un proceso. Para proceder a realizarlo, se consideran cinco pasos al momento de construir el diagrama hombre máquina los cuales son: seleccionar la operación que será diagramada, de-

terminar dónde inicia y dónde finaliza el ciclo que se quiere diagramar, observar varias veces la operación para dividirla en sus elementos e identificarlos claramente, medir la duración de cada una de las operaciones y finalmente proceder a construir el diagrama (Valladares, 2014).

El siguiente diagrama (tabla 7) explica en detalle la fabricación de una puerta en lo que se refiere a la elaboración del marco exterior.

|       | Marco exterior (Mejorado)               |     |  | Soldadora          |     |  |
|-------|-----------------------------------------|-----|--|--------------------|-----|--|
| 0     | HOMBRE                                  |     |  | MÁQUINA            |     |  |
| 1     | Transporte de cizalla a mesa de trabajo | 0,5 |  | Ocio necesario     | 0,5 |  |
| 1,01  | Colocar electrodo                       | 0,1 |  | Preparando máquina | 0,4 |  |
| 1,03  | Colocar pinza tierra                    | 0,2 |  |                    |     |  |
| 1,04  | Encender máquina                        | 0,1 |  |                    |     |  |
| 3     | Ensamblar                               | 24  |  | Ocio necesario     | 24  |  |
| 6     |                                         |     |  |                    |     |  |
| 9     |                                         |     |  |                    |     |  |
| 12    |                                         |     |  |                    |     |  |
| 15    |                                         |     |  |                    |     |  |
| 18    |                                         |     |  |                    |     |  |
| 21    |                                         |     |  |                    |     |  |
| 24    |                                         |     |  |                    |     |  |
| 27    | Puesto la mano en el porta electrodos   | 8   |  | Soldar             | 8   |  |
| 30    |                                         |     |  |                    |     |  |
| 32    |                                         |     |  |                    |     |  |
| 35    | Inspeccionar                            | 3   |  | Ocio necesario     | 3   |  |
| 38    | Suelda total                            | 5   |  | Soldar             | 5   |  |
| 40    |                                         |     |  |                    |     |  |
| 41    | Transporte de cizalla a mesa de trabajo | 0,5 |  | Ocio necesario     | 0,5 |  |
| 41,01 | Colocar electrodo                       | 0,1 |  | Preparando máquina | 0,4 |  |
| 41,03 | Colocar pinza tierra                    | 0,2 |  |                    |     |  |
| 41,04 | Encender máquina                        | 0,1 |  |                    |     |  |

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

|    |                                       |    |  |                  |    |  |
|----|---------------------------------------|----|--|------------------|----|--|
| 44 | Ensamblar                             | 24 |  | Ocio necesario   | 24 |  |
| 47 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 50 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 53 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 56 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 59 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 62 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 65 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 68 | Puesto la mano en el porta electrodos | 8  |  | Puntos de suelda | 8  |  |
| 71 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 73 |                                       |    |  |                  |    |  |
| 76 | Inspeccionar                          | 3  |  | Ocio necesario   | 3  |  |
| 79 | Suelta total                          | 5  |  | Soldar           | 5  |  |
| 80 |                                       |    |  |                  |    |  |

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo de ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|----------------|---------------------------|
| Hombre  | 40,4            | 40,4             | 0              | 100 %                     |
| Máquina | 40,4            | 13,4             | 27             | 33,16 %                   |

Tabla 7: Diagrama hombre máquina de fabricación de puerta

2.13 Diagrama hombre- dos máquinas

Los diagramas hombre-dos máquinas (tabla 8), son un instrumento fundamental a la hora de mejorar el método de trabajo, ya que nos proporcionan información detallada sobre los tiempos empleados tanto para el trabajador, como para la máquina. Estas representaciones gráficas de las actividades realizadas por el hombre y la máquina en una estación de trabajo, ayudan a estudiar los tiempos que se demora tanto el hombre como la máquina y así poder buscar mejores formas para optimizarlo. En el diagrama siguiente, se puede observar de un hombre con dos máquinas, específicamente dos hornos en el proceso de fabricación de galletas.

|          | Horno 1 | Horno 2 |
|----------|---------|---------|
| Descarga | 2 min   | 3 min   |
| Carga    | 3 min   | 4 min   |
| Horneo   | 20 min  | 20 min  |

| Tiempo min                      | Hombre                        | Horno 1                          | Horno 2                             |
|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1                               | Cargar de galletas<br>horno 1 | Inactivo (va a estar<br>cargado) | Inactivo                            |
| 2                               |                               |                                  |                                     |
| 3                               |                               |                                  |                                     |
| 4                               | Cargar de galletas<br>horno 2 | Horneado                         | Inactivo<br>(va a estar<br>cargado) |
| 5                               |                               |                                  |                                     |
| 6                               |                               |                                  |                                     |
| 7                               |                               |                                  |                                     |
| 8                               | Inactivo                      |                                  | Horneado                            |
| 9                               |                               |                                  |                                     |
| 10                              |                               |                                  |                                     |
| 11                              |                               |                                  |                                     |
| 12                              |                               |                                  |                                     |
| 13                              |                               |                                  |                                     |
| 14                              |                               |                                  |                                     |
| 15                              |                               |                                  |                                     |
| 16                              |                               |                                  |                                     |
| 17                              |                               |                                  |                                     |
| 18                              |                               |                                  |                                     |
| 19                              |                               |                                  |                                     |
| 20                              |                               |                                  |                                     |
| 21                              |                               |                                  |                                     |
| 22                              |                               |                                  |                                     |
| 23                              |                               |                                  |                                     |
| 24                              | Descargar horno               | Inactivo (descarga)              |                                     |
| 25                              |                               |                                  |                                     |
| 26                              | Inactivo                      | Inactivo                         |                                     |
| 27                              |                               |                                  |                                     |
| 28                              | Descargar horno               | Inactivo                         | Inactivo<br>(descarga)              |
| 29                              |                               |                                  |                                     |
| 30                              |                               |                                  |                                     |
| Tiempo de ciclo= 30min          |                               |                                  |                                     |
| Tiempo activo<br>hombre= 15 min |                               | Tiempo activo horno<br>1= 20 min | Tiempo activo horno 2=<br>20 min    |
| % Hombre = 50 %                 |                               | % Horno 1 = 25 %                 | % Horno 2 = 25 %                    |

Tabla 8: Diagrama hombre-dos máquinas



## 2.14 Hoja de ruta

La hoja de ruta (tabla 9), es el registro de cada una de las operaciones requeridas que se tienen que realizar para elaborar o fabricar el producto, donde se ilustra el número de operaciones, en qué departamento o puesto de trabajo, las máquinas y herramientas que va utilizar y finalmente el tiempo estándar de la actividad. En la tabla se muestra el ejemplo para la realización de una puerta metálica

| HOJA DE RUTA |        |                                 |            |                      |             |           |
|--------------|--------|---------------------------------|------------|----------------------|-------------|-----------|
| Operc. N°    | Depto. | Descripción operación           | Maquina    | Herramientas         | Tiempo      | Std.      |
|              |        |                                 |            |                      | Preparación | Operación |
| O1           |        | Medición múltiple               |            | flexómetro           | 0,25        | 0,217     |
| O2           |        | Trazado múltiple                |            | rayador              |             | 0,39      |
| O3           |        | Cortar en las medidas           | tronzadora |                      |             | 4,2       |
| O4           |        | Ensamblar                       |            | escuadra, flexómetro |             | 24        |
| O5           |        | Colocar puntos de suelda        | soldadora  |                      |             | 8         |
| I1           |        | Inspección los puntos de suelda | manual     |                      |             | 3         |
| O6           |        | Soldadura total                 | soldadora  |                      |             | 5         |
| O7           |        | Medición múltiple               |            | flexómetro           | 0,25        | 0,20      |
| O8           |        | Trazado múltiple                |            | rayador              |             | 0,39      |
| O9           |        | Cortar en las medidas           | tronzadora |                      |             | 3,55      |
| O10          |        | Ensamblar                       |            | escuadra, flexómetro | 1           | 19        |
| O11          |        | Colocar puntos de suelda        | soldadora  |                      |             | 6         |
| I2           |        | Inspección los puntos de suelda | manual     |                      |             | 3         |
| O12          |        | Soldadura total                 | soldadora  |                      |             | 2,5       |

|     |  |                                                              |           |            |      |      |
|-----|--|--------------------------------------------------------------|-----------|------------|------|------|
| O13 |  | Medición múltiple                                            |           | flexómetro | 0,33 | 4,2  |
| O14 |  | Trazado múltiple                                             |           | rayador    |      | 4,6  |
| O15 |  | Cortar en las medidas                                        |           | cizalla    | 0,5  | 6,3  |
| I3  |  | Inspección                                                   | manual    |            | 0,5  | 0,5  |
| O16 |  | Doblado                                                      |           | dobladora  | 0,25 | 2,75 |
| O17 |  | Ensamble de panel metálico a marco de puerta                 | soldadora |            | 0,25 | 20,3 |
| I4  |  | Inspección de funcionamiento de bisagras                     | manual    |            |      | 0,33 |
| O18 |  | Ensamble de bisagras a marco de puerta                       | soldadora |            | 0,25 | 8    |
| O19 |  | Ensamble a marco exterior                                    | soldadora |            |      | 22   |
| I5  |  | Verificar el funcionamiento de chapa                         | manual    |            |      | 1    |
| O20 |  | Ensamble de chapa a marco exterior                           | soldadora |            | 0,25 | 29   |
| O21 |  | Pulir todas las superficies soldadas                         | amoladora |            |      | 10   |
| O22 |  | Retirar todas las impurezas sobre la superficie de la puerta | manual    |            |      | 9,25 |
| O23 |  | Pintar la puerta                                             | compresor |            | 0,75 | 30   |

Tabla 9. Hoja de ruta de realización de puerta

Fuente: autores

## 2.15 Hoja de operación

La hoja de operaciones (tabla 10), indica todas las actividades del proceso de fabricación de la pieza o producto en forma secuencial, en que intervienen

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

las máquinas, las herramientas que se emplean con sus características propias en cuanto a medidas y tolerancias, sus detalles, el número de operaciones. De igual forma, se ilustra con un diagrama en detalle las especificaciones del producto en proceso de fabricación

| Panel metálico           |  |              |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Operación N° O13         |                                                                                   |              |
| Máquina                  |                                                                                   |              |
| Herramientas: flexómetro |                                                                                   |              |
| N°                       | Rutina de operación                                                               | Tiempo (min) |
| 1                        | Transportar el panel a la mesa de trabajo                                         | 0,33         |
| 2                        | Tomar el flexómetro                                                               | 0,15         |
| 3                        | Medir el marco interior                                                           | 0,05         |
| 4                        | Preparar el panel                                                                 | 0,1          |
| 5                        | Calcular lo que tiene que disminuir al panel metálico                             | 0,11         |
| 6                        | Medir                                                                             | 3,79         |

| Panel metálico        |  |              |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Operación N° O14      |                                                                                     |              |
| Máquina               |                                                                                     |              |
| Herramientas: rayador |                                                                                     |              |
| N°                    | Rutina de operación                                                                 | Tiempo (min) |
| 1                     | Tomar el rayador                                                                    | 0,083        |
| 2                     | Tomar el perfil de aluminio                                                         | 0,17         |
| 3                     | Colocar sobre el panel                                                              | 0,05         |
| 4                     | Ubicar sobre las marcas de medición                                                 | 0,33         |
| 5                     | Sostener el perfil para que no se mueva de las marcas                               | 1,98         |
| 6                     | Trazar                                                                              | 1,98         |

| Panel metálico        |  |              |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Operación N° 015      |                                                                                   |              |
| Máquina               |                                                                                   |              |
| Herramientas: cizalla |                                                                                   |              |
| N°                    | Rutina de operación                                                               | Tiempo (min) |
| 1                     | Instalar la palanca de la cizalla                                                 | 0,33         |
| 2                     | Preparar la cizalla                                                               | 1,67         |
| 4                     | Ubicación del panel metálico                                                      | 0,38         |
| 5                     | Marcar para asegurar que esté bien colocado                                       | 0.033        |
| 6                     | Ubicación del panel metálico                                                      | 0,38         |
| 7                     | Cortar                                                                            | 3,74         |

Tabla 10. Hoja de operaciones proceso de fabricación de puerta metálica

## CAPÍTULO 3. COSTOS EN LA PRODUCCIÓN

La industria contiene varias aristas en sus constituciones. En el siguiente capítulo se busca identificar el impacto económico que representa una adecuada decisión de abastecimiento, una organización eficiente en la ejecución de las actividades para la transformación de materia prima en productos terminados. Una forma de medir esta influencia es la determinación del costo de producción de un elemento, característica que permiten a las organizaciones ser más competitivas en el mercado.

### 3.1 Costos

Son todos los desembolsos, egresos o erogaciones consignadas, ya sean estos directos o indirectos para la elaboración, transformación de un producto como por ejemplo la materia prima, mano de obra, costos indirectos de fabricación entre otros.

Según Horngren, Datar, y Rajan (2012): Los contadores definen el costo como un sacrificio de recursos que se asigna para lograr un objetivo específico. Un costo (como los materiales directos o la publicidad) por lo general se mide como la cantidad monetaria que debe pagarse para adquirir bienes o servicios. Un costo real es aquel en que ya se ha incurrido (un costo histórico o pasado), a diferencia de un costo presupuestado, el cual es un costo predicho o pronosticado (un costo futuro).

Para García Criollo, (2008): “Costo lo consideraremos como el valor monetario de los recursos que se entregan o prometen entregar a cambio de bienes o servicios que se adquieren. En el momento de la adquisición se incurre en el costo, lo cual puede originar beneficios presentes o futuros”.

### 3.2 Gasto

Para Prieto Llorente, (2014): “Contablemente un gasto es el decremento patrimonial que proviene de la operación de la entidad y se reconoce como tal en el momento en que se devenga, es decir, cuando se consume y no necesariamente cuando se paga, pues ambos momentos pueden no coincidir”.

Rocafort Nicolau & Ferrer Grau (2010): mencionan “El gasto se corresponde con los conceptos del grupo 6 del Plan General Contable, por lo que se relaciona íntimamente con las adquisiciones de bienes o servicios, las amortizaciones y los deterioros. El gasto no representa un concepto antagónico al coste, sino que la diferencia entre ambos es de extensión, habiendo costes que no son gastos, como por ejemplo los costes de oportunidad, y al mismo tiempo existen gastos que no son costes, tales como el gasto del Impuesto sobre Sociedades”.

Por lo que se puede concluir que gasto es todo desembolso que no esté enfocados a la transformación de un bien o producto como, por ejemplo, el sueldo de los vendedores, sueldo los administrativos, depreciación de los terrenos, entre otros que no se capitalizan.

### 3.3 Clasificación de los costos

Existen diversos tipos de costos, y conocer su comportamiento para posteriormente analizarlo es de vital importancia en la empresa, ya que, con ello, se puede tomar decisiones de acuerdo con a la realidad de la misma y fundamentadas en los resultados obtenidos.

Entre los costos, se puede mencionar la siguiente clasificación según Bravo Valdivieso y Ubidia Tapia (2009):

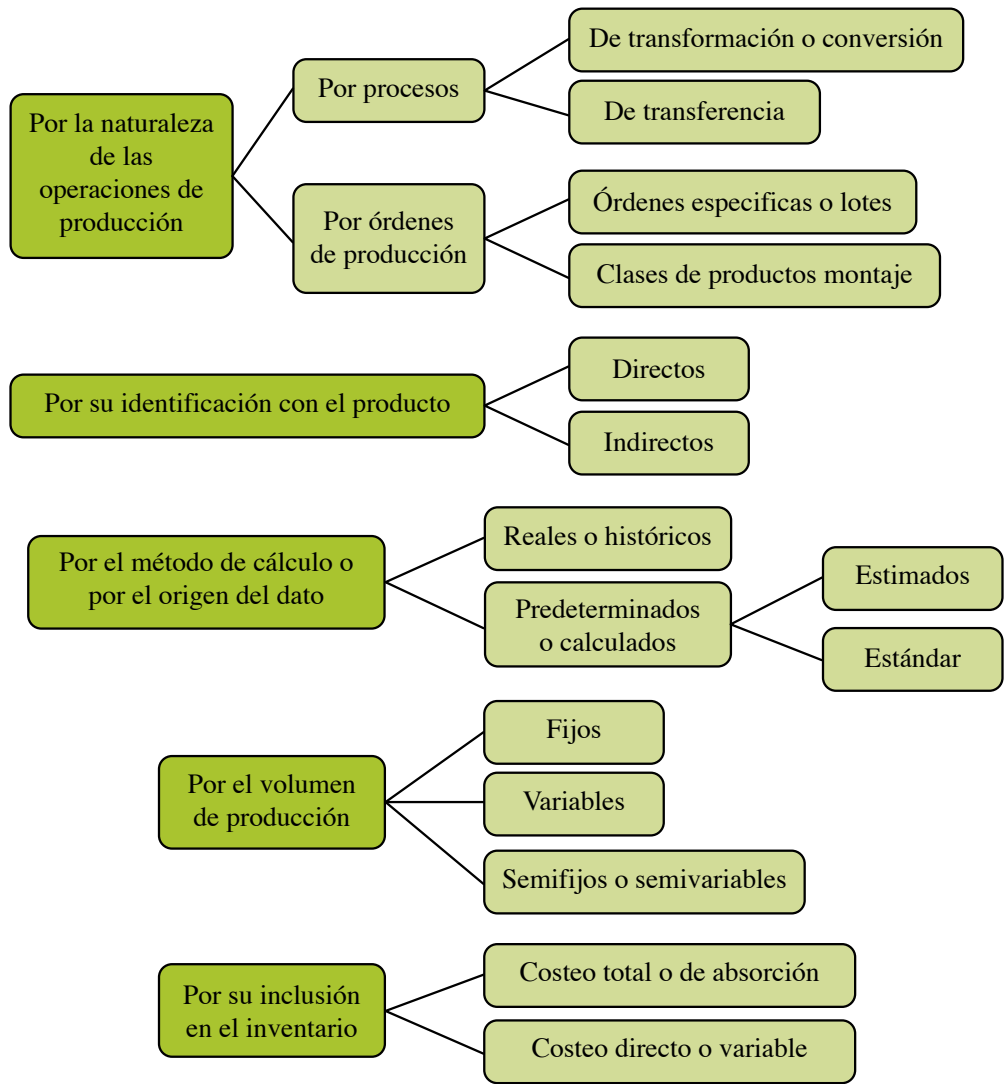


Figura. 36: Clasificación de costos  
Fuente: Bravo Valdivieso y Ubidia Tapia, 2009

## Por la naturaleza de las operaciones de producción

- *Costos por órdenes de producción.*- Estos se da cuando la empresa trabaja mediante los pedidos que se presenten en su cotidianidad. Suelen ser utilizados por microempresas productoras. Además, se subclasifican en órdenes específicas o lotes y clases de productos montaje.

- *Costos por procesos.*- Estos se incurren da las empresas tienen implementado un proceso continuo de producción y en serie. Estos son más utilizados por grandes empresas, ya que, por los volúmenes de producción, así lo ameritan. También se subclasifican en: transformación o conversión y transferencia

## Por la identificación con el producto

- *Costos directos.*- Estos están directamente enfocados en el proceso de producción de un bien. Pueden ser la materia prima directa, la mano de obra directa, entre otros.

Son los que se identifican directamente con un objeto de costos, sin requerimiento de efectuar un reparto. Estos costos varían junto con el nivel de producción y proceden de la existencia de aquello cuyo costo se trata de establecer.

- *Costos indirectos.*- Tienen la característica principal de ser difíciles de cuantificar en el proceso de producción de un bien, pueden ser la materia prima indirecta, la mano de obra indirecta, entre otros.

## Por el método de cálculo o por el origen del dato

- *Reales o históricos.* - Estos se da después de finalizado el proceso de producción en una empresa industrial.

- *Predeterminados o calculados.*- Estos se da con anterioridad al proceso de producción, así también pueden ser en el transcurso del mismo. Además, se sub clasifican en predeterminados y estándares.

## Por el volumen de producción

- *Costos fijos.*- Cuentan con la característica principal de ser invariables, ya sea que la producción aumente o disminuya, como por ejemplo los seguros, arriendos, entre otros.



- *Costos variables.*- Cuentan con la característica principal de ir cambiando según la producción aumente o disminuya, como por ejemplo la materia prima, servicios básicos, entre otros.

- *Costos semifijos o semivARIABLES.*- Estos poseen una característica fundamental la cual es que una parte es fija y la otra variable, como por ejemplo comunicación, energía, entre otros.

#### Por su inclusión en el inventario

- *Costeo total o de absorción.*- Es el que tradicionalmente se utiliza en el proceso de producción con el que se identifica el costo de producción y es contabilizados en los inventarios.

El costeo absorbente contiene los costos fijos y variables. Lo cual influye en el balance general en la cuenta de inventarios, además en el estado de resultados en la cuenta de costo de ventas.

- *Costeo directo o variable.*- Es el que se genera en los costos variables de producción por lo que no está contabilizado en el inventario de costo fijo.

### 3.4 Elementos del costo de producción

Los costos de producción existen cuando la empresa es manufacturera, industrial o en donde se transforme una materia prima en un producto terminado.

Para la identificación de los costos de producción se deben cuantificar todos los valores y rubros requeridos para la fabricación del producto. Se puede identificar que los elementos del costo de producción son:

- Materia prima directa
- Mano de obra directa
- Costos indirectos de fabricación

Asimismo, los costos indirectos de fabricación están divididos de la siguiente manera:

- Materia prima indirecta
- Mano de obra indirecta

- Otros costos indirectos

El costo total de producción es la suma de los tres elementos de producción.

### 3.5 Materia prima directa

Son todos los suministros que son ineludibles y que intervienen directamente en la transformación o elaboración de un producto terminado. Siendo aquellos materiales que forman parte integral del producto y son de fácil identificación y cuantificación, como, por ejemplo, la plancha de metal utilizada en la elaboración de puertas.

Además, los materiales que son de difícil identificación y cuantificación se le nombra materiales indirectos, y son identificados como un elemento de los costos indirectos de fabricación.

### 3.6 Mano de obra directa

Son los costos que se generan por los salarios, prestaciones sociales y aportes patronales de los trabajadores que están directamente inmiscuidos en el proceso de producción de un artículo, ya sea este de forma manual o a través de la manipulación de una máquina, como por ejemplo, los obreros que elaboran una puerta de metal.

#### 3.6.1 La importancia de la mano de obra

Siendo un elemento indispensable del proceso de producción y como la erogación del mismo es imprescindible en las empresas, se deben aplicar algunas medidas para su efectivo control a fin de identificar la valoración económica, ya sea este para la mano de obra directa, como la mano de obra indirecta. Así mismo, para la determinación de la liquidación en caso de ser necesario.

En la utilización de la mano de obra, podemos encontrar varios términos utilizados por lo cual se identifican:

- **Sueldo.-** Es la remuneración que el empleador asigna al empleado, el cual puede ser cancelado mensualmente.
- **Salario.-** Es la remuneración que el patrono entrega al obrero por su trabajo, el mismo que puede ser semanal o quincenal.

- **Obrero.-** Es el trabajador que realiza su actividad en las que prevalece el trabajo físico sobre el intelectual.
- **Empleado.-** Es el trabajador que efectúa las actividades designadas en las que prevalece el trabajo intelectual sobre el físico o material.

### 3.7 Costos indirectos de fabricación

Los costos indirectos de fabricación (CIF) se les denomina también costos generales de fabricación, gastos de fábrica, carga fabril, entre otros. Son los costos diferentes a la materia prima directa y mano de obra directa. Estos se pueden clasificar en: materia prima indirecta, mano de obra indirecta y otros indirectos; con lo cual se puede calcular el costo total de producción. Estos se describen a continuación:

- ▶ **Materiales indirectos:** son aquellos que no se pueden identificar ni cuantificar fácilmente como, por ejemplo: pegamentos, combustibles, aceites, elementos de mantenimiento y reparación; todos estos relacionados con la producción.
- ▶ **Mano de obra indirecta:** son los sueldos, prestaciones sociales y aportes patronales del personal de producción que no se encuentran vinculados directamente en el proceso de producción de un artículo, como por ejemplo: los supervisores, auxiliares, guardas, personal de mantenimiento, entre otros.
- ▶ **Otros indirectos:** son aquellos que no se pueden agrupar en los anteriores y comprende los rubros relacionados con producción como, por ejemplo: seguros, alquileres, energía eléctrica, agua, entre otros.

### 3.8 Sistema contable

Un sistema contable son los pasos que se realizan de una manera sistemática en registros contables de las transacciones efectuadas por la empresa. Así también se efectúa la emisión de estados financieros para calcular los efectos ocasionados por las transacciones, ayudando a comprensión de mejor manera el comportamiento de la información financiera.

Es una herramienta útil para la planificación y toma de decisiones adecuada y de acuerdo con la realidad de la empresa como por ejemplo las relacionadas

principalmente con inversiones de capital a largo plazo, reposiciones de maquinaria, expansión de la fabricación de nuevos productos, fijación de precios de ventas.

### 3.8.1 Plan de cuentas

El plan de cuentas es uno de los principales pasos para la organización de la empresa, en el que encontramos las cuentas contables y su respectiva codificación; recordando que está en función de la empresa y se puede dividir de la siguiente manera:

1. Activo
2. Pasivo
3. Patrimonio
4. Rentas
5. Costos
6. Gastos
7. Cuentas de orden

Según Rocafort Nicolau y Ferrer Grau, (2010) y Bravo Valdivieso y Ubidia Tapia, (2009), se puede desglosar de la siguiente manera en la que se identifican las cuentas y su respectivo código contable.

| <b>1</b>      | <b>ACTIVOS</b>                                     |
|---------------|----------------------------------------------------|
| <b>1.1</b>    | ACTIVO CORRIENTE                                   |
| <b>1.1.01</b> | Caja chica                                         |
| <b>1.1.02</b> | Caja                                               |
| <b>1.1.03</b> | Bancos                                             |
| <b>1.1.04</b> | IVA en compras                                     |
| <b>1.1.05</b> | Impuestos retenidos                                |
| <b>1.2</b>    | EXIGIBLE                                           |
| <b>1.2.01</b> | Cuentas por cobrar                                 |
| <b>1.2.02</b> | - Provisión para cuentas por cobrar incobrables    |
| <b>1.2.03</b> | Documentos por cobrar                              |
| <b>1.2.04</b> | - Provisión para documentos por cobrar incobrables |

# ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

## CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

|                 |                                               |
|-----------------|-----------------------------------------------|
| <b>1.2.05</b>   | Anticipo de sueldos                           |
| <b>1.2.06</b>   | Interés por cobrar                            |
| <b>1.2.07</b>   | Comisiones por cobrar                         |
| <b>1.3</b>      | REALIZABLE                                    |
| <b>1.3.01</b>   | Inventario de productos en proceso            |
| <b>1.3.02</b>   | Inventario de artículos terminados            |
| <b>1.3.03</b>   | Inventario de materia prima directa           |
| <b>1.3.04</b>   | Inventario de suministros y materiales        |
| <b>1.3.05</b>   | Repuesto                                      |
| <b>1.4.</b>     | PAGOS ANTICIPADOS                             |
| <b>1.4.01</b>   | Arriendos prepagados                          |
| <b>1.4.02</b>   | Publicidad prepagada                          |
| <b>1.4.03</b>   | Seguros prepagados                            |
| <b>1.5</b>      | ACTIVO FIJO                                   |
| <b>1.5.1</b>    | ACTIVO FIJO TANGIBLE DEPRECIABLE              |
| <b>1.5.1.01</b> | Edificios                                     |
| <b>1.5.1.02</b> | -Depreciación acumulada edificios             |
| <b>1.5.1.03</b> | Muebles y enseres                             |
| <b>1.5.1.04</b> | - Depreciación acumulada muebles y enseres    |
| <b>1.5.1.05</b> | Vehículos                                     |
| <b>1.5.1.06</b> | - Depreciación acumulada vehículos            |
| <b>1.5.1.07</b> | Equipo de computación                         |
| <b>1.5.1.08</b> | - Depreciación acumulada equipo de cómputo    |
| <b>1.5.1.09</b> | Equipo de oficina                             |
| <b>1.5.1.10</b> | - Depreciación acumulada equipo de oficina    |
| <b>1.5.1.11</b> | Maquinaria y equipo                           |
| <b>1.5.1.12</b> | - Depreciación acumulada maquinaria y equipo  |
| <b>1.5.1.13</b> | Herramientas                                  |
| <b>1.5.1.14</b> | - Depreciación acumulada herramientas         |
| <b>1.5.2</b>    | ACTIVO FIJO INTANGIBLE                        |
| <b>1.5.2.01</b> | Patentes y marcas                             |
| <b>1.6</b>      | ACTIVO DIFERIDO                               |
| <b>1.6.01</b>   | Gastos constitución                           |
| <b>1.6.02</b>   | - Amortización acumulada gastos constitución  |
| <b>1.6.03</b>   | Gasto instalaciones y adecuaciones            |
| <b>1.6.04</b>   | - Amortización acumulada gastos instalaciones |
| <b>2</b>        | <b>PASIVOS</b>                                |
| <b>2.1</b>      | PASIVO CORTO PLAZO                            |
| <b>2.1.01</b>   | Nómina de fábrica acumulada por pagar         |
| <b>2.1.02</b>   | Sueldos acumulados por pagar                  |

|                |                                      |
|----------------|--------------------------------------|
| <b>2.1.03</b>  | Cuentas por pagar                    |
| <b>2.1.04</b>  | Documentos por pagar                 |
| <b>2.1.05</b>  | IVA en ventas                        |
| <b>2.1.06</b>  | IESS por pagar                       |
| <b>2.1.07</b>  | 15 % Utilidades trabajadores         |
| <b>2.1.08</b>  | Retención en la fuente               |
| <b>2.2</b>     | <b>PASIVO LARGO PLAZO</b>            |
| <b>2.2.01</b>  | Hipotecas por pagar                  |
| <b>3</b>       | <b>PATRIMONIO</b>                    |
| <b>3.01</b>    | Capital suscrito y pagado            |
| <b>3.02</b>    | Ganancia del ejercicio               |
| <b>3.03</b>    | Pérdida del ejercicio                |
| <b>3.04</b>    | Reserva legal                        |
| <b>3.05</b>    | Reserva estatutaria                  |
| <b>3.06</b>    | Reserva facultativa                  |
| <b>4</b>       | <b>RENTAS</b>                        |
| <b>4.01</b>    | Ventas (producto terminados)         |
| <b>4.02</b>    | Comisiones ganadas                   |
| <b>4.03</b>    | Utilidad bruta en ventas             |
| <b>4.04</b>    | Arriendos ganados                    |
| <b>4.05</b>    | Costo de ventas                      |
| <b>5</b>       | <b>COSTOS</b>                        |
| <b>5.1</b>     | <b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>          |
| <b>5.1.1</b>   | Materia prima directa                |
| <b>5.1.2</b>   | Mano de obra directa                 |
| <b>5.1.2</b>   | Costos indirectos de fabricación     |
| <b>5.1.2.1</b> | Materia prima directa                |
| <b>5.1.2.2</b> | Mano de obra directa                 |
| <b>5.1.2.3</b> | Otros indirectos                     |
| <b>5.2</b>     | <b>COSTOS DE PRODUCCIÓN Y VENTAS</b> |
| <b>5.2.1</b>   | Costo de producción                  |
| <b>5.2.2</b>   | Producción disponible                |
| <b>6.</b>      | <b>GASTOS</b>                        |
| <b>6.1</b>     | <b>GASTOS DE ADMINISTRACIÓN</b>      |
| <b>6.1.01</b>  | Sueldos                              |
| <b>6.1.02</b>  | Componente salarial                  |
| <b>6.1.03</b>  | Beneficios sociales                  |
| <b>6.1.04</b>  | Aporte patronal                      |
| <b>6.1.05</b>  | Suministros de oficina consumidos    |
| <b>6.1.06</b>  | Mantenimiento vehículo               |

|        |                                |
|--------|--------------------------------|
| 6.2    | GASTOS DE VENTA                |
| 4.2.01 | Comisiones vendedores          |
| 6.2.02 | Publicidad pagada              |
| 6.2.03 | Sueldos vendedores             |
| 6.3.   | GASTOS FINANCIEROS             |
| 6.3.01 | Intereses pagados              |
| 7      | CUENTAS DE ORDEN               |
| 7.1    | CUENTAS DE ORDEN DEUDORAS      |
| 7.1.1  | Garantías recibidas            |
| 7.1.2  | Garantías otorgadas            |
| 7.1.3  | Valores en custodia            |
| 7.2    | CUENTAS DE OREN ACREEDORA      |
| 7.2.1  | Compromiso garantías recibidas |
| 7.2.2  | Compromiso garantías otorgadas |
| 7.2.3  | Compromiso valores en custodia |

3 .8.2 Contabilización de la materia prima

Es el elemento esencial de la producción al cual se efectúa un proceso de transformación o producción, y que se reconocen de manera puntual con un producto terminado. Estas poseen la peculiaridad de ser sencillamente medibles en la cantidad.

La materia prima es todo material que se utiliza en la producción de un artículo identificando las cantidades que se debe utilizar en el mismo, por lo cual al momento de elaborar el producto terminado, se tiene que seguir un proceso el cual es:

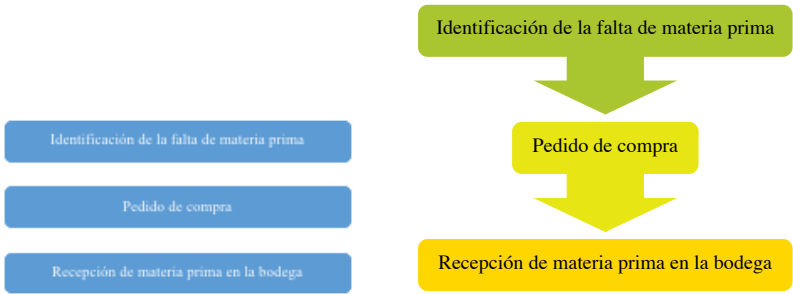


Figura. 37: Proceso de la materia prima  
Fuente: autores

El registro contable se tiene que realizar en el libro diario, considerando que el impuesto al valor agregado (IVA) es del 12 % desde el 1 de junio de 2017, según informa el Servicio de Rentas Internas (SRI), ya que anteriormente el valor era del 14 %.

Para lo que concierne a empresas que compran bienes (materiales, suministros entre otros) a personas naturales:

- Retención del IVA es del 30 %
- Impuesto a la Renta es del 1 %

### 3.9 Control de la materia prima

Los métodos de controlar y valorar la materia prima son básicamente la forma de llevar un registro sistematizado y valorarlo económicamente, los más utilizados son los siguientes:

- a. Promedio ponderado.
- b. Primero en entrar, primero en salir con sus siglas en español PEPS o en inglés *first in, first out* con sus siglas FIFO.
- c. Ultimo en entrar, primero en salir con sus siglas en español UEPS o en inglés *last in, first out* con sus siglas LIFO.
- d. Última compra o costo actual.

#### 3.9.1 Promedio ponderado

Es un método de valoración de inventarios en el cual se puede determinar un promedio de los valores existentes, lo cual se realiza sumando los valores en existencia con los valores de entradas de los nuevos productos y finalmente dividir el valor total para las cantidades.

Para realizar el cálculo en el kardex se tiene que sumar las cantidades que se encuentran en la columna de entradas con las cantidades que se hallan en existencias, de la misma manera se efectúa con los valores totales, para posteriormente realizar la división entre las cantidades y los valores totales y obtener un promedio unitario.

En la parte de las existencias es donde se identifican los valores que se posee de la materia prima, de tal manera que, para las diferentes transacciones que se realizan, se debe considerar de la siguiente manera:



Compra se suma a las existencias.

- Devolución en compras se tiene que restar en existencias.
- Si es de bodega y se envía al departamento de producción, se tiene que restar de la existencias.
- Si es de bodega y se devuelve del departamento de producción, se tiene que sumar a las existencias.

### 3.9.2 FIFO

El término inglés *first in, first out* que en español significa primeros en entrar, primeros en salir, con sus siglas PEPS. Esto nos quiere decir que las materias que primero ingresan son las que primero se van a enviar al proceso de producción, cabe recalcar que esto es cuando el kardex que se efectúa es el de bodega.

En las existencias se van acumulando las materias primas con los valores de cada compra que se realizó, generando un listado, a fin de identificar cual es la primera que ingresó y poder aplicar el método. Así mismo se tiene que diferenciar el listado, lo cual se realiza trazando una línea en el inferior de los valores y cantidades, como, por ejemplo, compra, devolución, entre otras.

Esta línea es para reconocer hasta dónde se encuentra el listado de las materias primas que se posee inventariadas. Para las existencias en el kardex se procede de la siguiente manera:

- Compra se añade al listado en las existencias
- Devolución en compras se tiene que restar de existencias.
- Si es de bodega y se envía al departamento de producción, se tiene que restar o si es el caso se elimina del listado en existencias.
- Si es de bodega y se devuelve del departamento de producción, se tiene que sumar o se añade si fuese el caso en las existencias.

### 3.9.3 LIFO

El término inglés *last in, first out* y en español significa últimos en entrar, primeros en salir con sus siglas UEPS. Esto nos quiere decir que las materias primas que ingresaron al final son las que primero se van a enviar al proceso de producción. Cabe recalcar que esto es cuando el kardex que se efectúa es el de bodega.

El tratamiento que se da es el mismo del método anterior en lo que respecta a las existencias en el kardex. La única diferencia puntual es que se envía primero la materia prima que ingresó último.

Para las existencias y su utilización en el kardex, tiene el mismo principio del método anterior; así también en los asientos contables.

A continuación se puede observar el formato del kardex utilizado para los tres métodos anteriores:

| Empresa Industrial |         |          |             |       |          |             |       |             |             |       |
|--------------------|---------|----------|-------------|-------|----------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| Kardex             |         |          |             |       |          |             |       |             |             |       |
| Artículo:          |         |          |             |       | Máximo:  |             |       |             |             |       |
| Unidad de medida   |         |          |             |       | Mínimo:  |             |       |             |             |       |
| Método:            |         |          |             |       | Crítico: |             |       |             |             |       |
| Código:            |         |          |             |       |          |             |       |             |             |       |
| Fecha              | Detalle | Entradas |             |       | Salidas  |             |       | Existencias |             |       |
|                    |         | Cantidad | Costo Unit. | Total | Cantidad | Costo Unit. | Total | Cantidad    | Costo Unit. | Total |
|                    |         |          |             |       |          |             |       |             |             |       |
|                    |         |          |             |       |          |             |       |             |             |       |

Elaboración: autores

### 3.9.4 Última compra o costo actual

En este método, se ajusta la materia prima al valor de la última compra que se efectuó, con lo cual se genera un ajuste de la cantidad económica con la que se encuentra.

Para la realización en el kardex, se tienen que sumar los valores en la columna de las entradas con los valores anteriores en la columna de las existencias. De igual manera es para las cantidades; para después trasladar el valor unitario de la nueva compra a fin de obtener el valor total de las existencias. Esto genera una revalorización que se registra en un cuadro adicional que se denomina ajuste.

En el kardex en la columna de las existencias se pueden reconocer las cantidades y valores que se tienen de la materia prima, con lo cual se logra diferenciar transacciones y se las realizan de la siguiente manera:

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

- Al efectuarse una compra, en la columna de existencias, se suma y posteriormente se genera el ajuste el cual es registrado en el kardex. Además este puede ser positivo, lo que significa el incremento en el precio de la materia prima, o negativo, que significa la disminución de la misma. Hay que recordar que el ajuste solo se realiza en las compras.
- Para la devolución en compras, en la columna existencias, se resta, considerando que no se genera un ajuste.
- Si se efectúa un envío de bodega al departamento de producción, se tiene que restar en la columna de existencias.
- Y si se devuelve del departamento de producción a bodega, se tiene que sumar en la columna de existencias.

El ajuste que se genera se tiene que registrar en el libro diario y se puede realizar así:

| Fecha      | Detalle                                             | Ref. | Debe    | Haber   |
|------------|-----------------------------------------------------|------|---------|---------|
| 05/05/2017 | ----- 1 -----                                       |      |         |         |
|            | Inventario de materia prima directa                 | 09   | 7810,00 |         |
|            | Revalorización de materia prima directa             | 15   |         | 7810,00 |
|            | Por ajuste de la revalorización de la materia prima |      |         |         |

Elaboración: autores

Para la identificación del valor del ajuste es la diferencia del valor unitario en el kardex ya sea en el incremento o disminución, tomando en consideración que solo se lo efectúa en la compra de materia prima.

El modelo de kardex que se puede utilizar es:

| Empresa Industrial |  |          |  |
|--------------------|--|----------|--|
| Kardex             |  |          |  |
| Artículo:          |  | Máximo:  |  |
| Unidad de medida   |  | Mínimo:  |  |
| Método:            |  | Crítico: |  |
| Código:            |  |          |  |

| Fecha | Detalle | Entradas |             |       | Salidas  |             |       | Existencias |             |       | Ajuste |
|-------|---------|----------|-------------|-------|----------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|--------|
|       |         | Cantidad | Costo Unit. | Total | Cantidad | Costo Unit. | Total | Cantidad    | Costo Unit. | Total |        |

Elaboración: autores

El diseño del kardex es de vital importancia por lo que está en función de las necesidades y requerimientos de las empresas que las utilicen.

El método de control que se utilice estará en función directa de la naturaleza de las materias, primas contables y de comercialización que estén implementadas, grado de información requerida y la situación del país. Cuando los precios tienden a subir se recomienda el método LIFO, cuando tienden a la baja el método FIFO y cuando tienden a estabilizarse el método es el promedio ponderado, y en épocas de fuerte inflación el método última compra, aunque este no es muy utilizado.

### 3.10 Control de existencias

El éxito de una empresa está dado por la responsabilidad y seriedad para cumplir las obligaciones contraídas, esto da a denotar que debemos mantener un control riguroso del almacenamiento en bodega, tanto para los nuevos productos, como para ofertar a los clientes. Para lo cual se realizará un análisis de existencias máximas, mínimas y críticas a fin de poder identificar las existencias de materia prima.

#### 3.10.1 Existencias máximas

Son las existencias máximas que se pueden conservar en la empresa, con el fin de cubrir las necesidades del mercado, pero sin afectar su economía.

$$\text{Existencias Máx} = \frac{\text{Consumo máx. mensual}}{30 \text{ días}} * \text{Tiempo máx de reemplazo}$$

Para efectuar el cálculo, el consumo se identifica de los datos históricos en meses, así como el tiempo en que se demoran en llegar los materiales. Puede ser que, dentro del país, el tiempo sea de 15 días y los que vienen del exterior se demoren 19 días, considerando que estos datos están en función de los proveedores. Por ejemplo:

Calcular las existencias máximas, sabiendo que el consumo mensual máximo es de 9600 unidades y el tiempo de reemplazo dentro del país es de 19 días.

$$\text{Existencias Máx} = \frac{9600}{30} * 19$$

$$E. \text{ Máx} = 6080$$

### 3.10.2 Existencias mínimas

Es la mínima cantidad que podemos mantener en existencias para no desabastecer al mercado o la producción. La fórmula a aplicar será:

$$\text{Existencias Mín} = \frac{\text{Consumo mín. mensual}}{30 \text{ días}} * \text{Tiempo mín de reemplazo}$$

Ejemplo: Se estima que el consumo mínimo es de 4 000 unidades y el tiempo de reposición externo es de 22 días.

$$\text{Existencias Mín} = \frac{3600}{30} * 22$$

$$E. \text{ Mín} = 2640$$

### 3.10.3 Existencias críticas

Es la cantidad crítica que debe estar en bodega, para no provocar un desabastecimiento en el mercado y en la que se debe comprar inmediatamente el material. La fórmula será:

$$\text{Existencias Crít} = \frac{\text{Consumo crít. mensual}}{30 \text{ días}} * \text{Tiempo crit de reemplazo}$$

Ejemplo: El consumo mínimo mensual es de 3600 y el tiempo crítico de reposición es de 8 días.

$$\text{Existencias Crít} = \frac{3600}{30} * 8$$

$$E. \text{ Min} = 960$$

Ejemplo

La empresa manufacturera “GN” efectúa las siguientes transacciones:

Septiembre 1: el inventario inicial 200 unidades de material prima “D” a \$ 18,50 cada una.

Septiembre 2: se compran 357 unidades de la materia prima “D” a \$ 19,10 cada una según factura No. 78945 e informe de Recepción No. 56.

Septiembre 3: se compran 524 unidades de materia prima “D” a \$ 19,50 cada una, según factura No. 5524 e informe de recepción No. 57.

Septiembre 4: se compran 310 unidades del material “D” a \$ 20,00 cada una, según factura No. 8671 e informe de Recepción No. 58.

Septiembre 5: se devuelven 95 unidades de la factura No. 8671.

Septiembre 6: se envían al departamento de producción 326 unidades. Nota Requisición No. 08.

Septiembre 7: se compran 220 unidades del material “D” a \$ 22,00 cada uno, según factura No. 2356 e informe de Recepción No. 59.

Septiembre 8: bodega envía al Departamento de Producción 500 unidades. Nota Requisición No. 09.

Septiembre 9: se adquieren 123 unidades del material “D” a \$ 25,00 cada una. Factura No. 7891. Informe de Recepción No. 60.

Septiembre 10: bodega envía al Departamento de Producción 105 unidades. Nota Requisición No. 10.

Septiembre 11: el Departamento de Producción devuelve a bodega 50 unidades Nota Requisición No. 11.

Datos adicionales:

Las existencias de la materia prima son:

|                |      |
|----------------|------|
| <b>Enero</b>   | 2000 |
| <b>Febrero</b> | 1254 |
| <b>Marzo</b>   | 900  |
| <b>Abril</b>   | 368  |

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

|                   |      |
|-------------------|------|
| <b>Mayo</b>       | 758  |
| <b>Junio</b>      | 2310 |
| <b>Julio</b>      | 2021 |
| <b>Agosto</b>     | 223  |
| <b>Septiembre</b> | 556  |
| <b>Octubre</b>    | 335  |
| <b>Noviembre</b>  | 448  |
| <b>Diciembre</b>  | 150  |

| <b>Tiempo de reemplazo o reposición:</b> |               |                |
|------------------------------------------|---------------|----------------|
| <b>Máximo</b>                            | <b>Mínimo</b> | <b>Crítico</b> |
| 29                                       | 23            | 9              |

Se pide:

- Control de existencias
- Realizar kárdex método promedio ponderado
- Realizar kárdex método FIFO (PEPS)
- Realizar kárdex método LIFO (UEPS)
- Realizar kárdex método última compra o costo actual

Resolución:

**A) Control de Existencias:**

$$\text{Existencias Máx} = \frac{\text{Consumo máx. mensual}}{30 \text{ días}} * \text{Tiempo máx de reemplazo}$$

$$\text{Existencias Máx} = \frac{2305}{30} * 42$$

$$E. \text{ Máx} = 3227$$

$$\text{Existencias Mín} = \frac{\text{Consumo mín. mensual}}{30 \text{ días}} * \text{Tiempo mín de reemplazo}$$

$$\text{Existencias Mín} = \frac{150}{30} * 23$$

$$E. \text{ Mín} = 115$$

$$\text{Existencias Crít} = \frac{\text{Consumo crít. mensual}}{30 \text{ días}} * \text{Tiempo crít de reemplazo}$$

$$\text{Existencias Crít} = \frac{150}{30} * 9$$

$$E. \text{ Mín} = 45$$



## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

**B) Realizar kárdex método promedio ponderado:**

| Empresa Manufacturera GN |                                                                 |                    |                |           |          |                |       |             |                |           |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|-----------|----------|----------------|-------|-------------|----------------|-----------|
| Kárdex                   |                                                                 |                    |                |           |          |                |       |             |                |           |
| Artículo:                |                                                                 | Materia Prima “D”  |                |           | Máximo:  |                | 2233  |             |                |           |
| Unidad de medida         |                                                                 | Kilos              |                |           | Mínimo:  |                | 115   |             |                |           |
| Método:                  |                                                                 | Promedio ponderado |                |           | Crítico: |                | 45    |             |                |           |
| Código:                  |                                                                 | 326                |                |           |          |                |       |             |                |           |
| Fecha                    | Detalle                                                         | Entradas           |                |           | Salidas  |                |       | Existencias |                |           |
|                          |                                                                 | Cantidad           | Costo Unitario | Total     | Cantidad | Costo Unitario | Total | Cantidad    | Costo Unitario | Total     |
| 01/09/2017               | Inventario Inicial                                              |                    |                |           |          |                |       | 200         | 18,50          | 3700,00   |
| 02/09/2017               | Se compra según factura No. 78945 e informe de Recepción No. 56 | 357                | 19,10          | 6818,70   |          |                |       | 557         | 18,88          | 10 518,70 |
| 03/09/2017               | Se compra según factura No. 5524 e informe de recepción No. 57  | 524                | 19,50          | 10 218,00 |          |                |       | 1081        | 19,18          | 20 736,70 |
| 04/09/2017               | Se compra según factura No. 8671 e informe de Recepción No. 58  | 310                | 20,00          | 6200,00   |          |                |       | 1391        | 19,36          | 26 936,70 |
| 05/09/2017               | Se devuelve de la compra según factura No. 8671.                | (95)               | (20,00)        | (1900,00) |          |                |       | 1296        | 19,32          | 25 036,70 |

|            |                                                                |     |       |         |      |         |           |        |       |                         |
|------------|----------------------------------------------------------------|-----|-------|---------|------|---------|-----------|--------|-------|-------------------------|
| 06/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 08    |     |       |         | 326  | 19,32   | 6297,81   | 970    | 19,32 | 18 738,89               |
| 07/09/2017 | Se compra según factura No. 2356 e informe de Recepción No. 59 | 220 | 22,00 | 4840,00 |      |         |           | 1190   | 19,81 | 23 578,89               |
| 08/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 09    |     |       |         | 500  | 19,81   | 9907,10   | 690    | 19,81 | 13 671,79               |
| 09/09/2017 | Se compra Factura No. 7891. Informe de Recepción No. 60        | 123 | 25,00 | 3075,00 |      |         |           | 813    | 20,60 | 16 746,79               |
| 10/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 10    |     |       |         | 105  | 20,60   | 2162,87   | 708,00 | 20,60 | 14 583,92               |
| 11/09/2017 | Devuelve a Bodega Nota Requisición No. 11                      |     |       |         | (50) | (20,60) | (1029,94) | 758    | 20,60 | 15 613,86<br>Inv. final |

Elaboración: autores

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

**C) Realizar kárdex método FIFO (PEPS):**

| Empresa manufacturera “GN” |                                                                 |                   |                |           |          |                |       |             |                |           |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-----------|----------|----------------|-------|-------------|----------------|-----------|
| Kárdex                     |                                                                 |                   |                |           |          |                |       |             |                |           |
| Artículo:                  |                                                                 | Materia Prima “D” |                |           | Máximo:  |                | 2233  |             |                |           |
| Unidad de medida           |                                                                 | Kilos             |                |           | Mínimo:  |                | 115   |             |                |           |
| Método:                    |                                                                 | FIFO              |                |           | Crítico: |                | 45    |             |                |           |
| Código:                    |                                                                 | 326               |                |           |          |                |       |             |                |           |
| Fecha                      | Detalle                                                         | Entradas          |                |           | Salidas  |                |       | Existencias |                |           |
|                            |                                                                 | Cantidad          | Costo unitario | Total     | Cantidad | Costo unitario | Total | Cantidad    | Costo unitario | Total     |
| 01/09/2017                 | Inventario Inicial                                              |                   |                |           |          |                |       | 200         | 18,50          | 3700,00   |
| 02/09/2017                 | Se compra según factura No. 78945 e informe de Recepción No. 56 | 357               | 19,10          | 6818,70   |          |                |       | 357         | 19,10          | 6818,70   |
| 03/09/2017                 | Se compra según factura No. 5524 e informe de recepción No. 57  | 524               | 19,50          | 10 218,00 |          |                |       | 524         | 19,50          | 10 218,00 |
| 04/09/2017                 | Se compra según factura No. 8671 e informe de Recepción No. 58  | 310               | 20,00          | 6200,00   |          |                |       | 310         | 20,00          | 6200,00   |

|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         |     |       |           |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----|-------|---------|-----|-------|-----------|
| 05/09/2017 | Se devuelve de la compra según factura No. 8671.                                     | (95) | (20,00) | (1900,00) |     |       |         | 200 | 18,50 | 3700,00   |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 357 | 19,10 | 6818,70   |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 524 | 19,50 | 10 218,00 |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 215 | 20,00 | 4300,00   |
| 06/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 08                          |      |         |           | 200 | 18,50 | 3700,00 | --- | ---   | ---       |
|            |                                                                                      |      |         |           | 126 | 19,10 | 2406,60 | 231 | 19,10 | 4412,10   |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 524 | 19,50 | 10 218,00 |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 215 | 20,00 | 4300,00   |
| 07/09/2017 | Se compra según factura No. 2356 e informe de Recepción No. 59                       | 220  | 22,00   | 4840,00   |     |       |         | 220 | 22,00 | 4840,00   |
| 08/09/2017 | Envía al Departamento de Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 09 |      |         |           | 231 | 19,10 | 4412,10 | --- | ---   | ---       |
|            |                                                                                      |      |         |           | 269 | 19,50 | 5245,50 | 255 | 19,50 | 4972,50   |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 215 | 20,00 | 4300,00   |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 220 | 22,00 | 4840,00   |
| 09/09/2017 | Se compra Factura No. 7891. Informe de Recepción No. 60                              | 123  | 25,00   | 3075,00   |     |       |         | 123 | 25,00 | 3075,00   |
| 10/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 10                          |      |         |           | 105 | 19,50 | 2047,50 | 150 | 19,50 | 2925,00   |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 215 | 20,00 | 4300,00   |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 220 | 22,00 | 4840,00   |
|            |                                                                                      |      |         |           |     |       |         | 123 | 25,00 | 3075,00   |

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

|            |                                           |  |  |  |      |         |          |     |       |                  |
|------------|-------------------------------------------|--|--|--|------|---------|----------|-----|-------|------------------|
| 11/09/2017 | Devuelve a Bodega Nota Requisición No. 11 |  |  |  | (50) | (19,50) | (975,00) | 200 | 19,50 | 3900,00          |
|            |                                           |  |  |  |      |         |          | 215 | 20,00 | 4300,00          |
|            |                                           |  |  |  |      |         |          | 220 | 22,00 | 4840,00          |
|            |                                           |  |  |  |      |         |          | 123 | 25,00 | 3075,00          |
|            |                                           |  |  |  |      |         |          | 758 |       | 16 115,00        |
|            |                                           |  |  |  |      |         |          |     |       | Inventario Final |

Elaboración: autores

**D) Realizar kárdex método LIFO (UEPS)**

| Empresa Manufacturera “GN” |                    |                   |                |       |          |                |       |             |                |         |
|----------------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------|----------|----------------|-------|-------------|----------------|---------|
| Kardex                     |                    |                   |                |       |          |                |       |             |                |         |
| Artículo:                  |                    | Materia Prima “D” |                |       | Máximo:  |                |       | 2233        |                |         |
| Unidad de medida           |                    | Kilos             |                |       | Mínimo:  |                |       | 115         |                |         |
| Método:                    |                    | LIFO              |                |       | Crítico: |                |       | 45          |                |         |
| Código:                    |                    | 326               |                |       |          |                |       |             |                |         |
| Fecha                      | Detalle            | Entradas          |                |       | Salidas  |                |       | Existencias |                |         |
|                            |                    | Cantidad          | Costo unitario | Total | Cantidad | Costo unitario | Total | Cantidad    | Costo unitario | Total   |
| 01/09/2017                 | Inventario Inicial |                   |                |       |          |                |       | 200         | 18,50          | 3700,00 |

|            |                                                                 |      |         |           |     |       |         |     |       |           |
|------------|-----------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----|-------|---------|-----|-------|-----------|
| 02/09/2017 | Se compra según factura No. 78945 e informe de Recepción No. 56 | 357  | 19,10   | 6818,70   |     |       |         | 357 | 19,10 | 6818,70   |
| 03/09/2017 | Se compra según factura No. 5524 e informe de recepción No. 57  | 524  | 19,50   | 10 218,00 |     |       |         | 524 | 19,50 | 10 218,00 |
| 04/09/2017 | Se compra según factura No. 8671 e informe de Recepción No. 58  | 310  | 20,00   | 6200,00   |     |       |         | 310 | 20,00 | 6200,00   |
| 05/09/2017 | Se devuelve de la compra según factura No. 8671.                | (95) | (20,00) | (1900,00) |     |       |         | 200 | 18,50 | 3700,00   |
|            |                                                                 |      |         |           |     |       |         | 357 | 19,10 | 6818,70   |
|            |                                                                 |      |         |           |     |       |         | 524 | 19,50 | 10 218,00 |
|            |                                                                 |      |         |           |     |       |         | 215 | 20,00 | 4300,00   |
| 06/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 08     |      |         |           | 215 | 20,00 | 4300,00 | 200 | 18,50 | 3700,00   |
|            |                                                                 |      |         |           | 111 | 19,50 | 2164,50 | 357 | 19,10 | 6818,70   |
|            |                                                                 |      |         |           |     |       |         | 413 | 19,50 | 8053,50   |
| 07/09/2017 | Se compra según factura No. 2356 e informe de Recepción No. 59  | 220  | 22,00   | 4840,00   |     |       |         | 220 | 22,00 | 4840,00   |

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           |     |       |          |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|---------|------|---------|-----------|-----|-------|----------|
| 08/09/2017 | Envía al Departamento de Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 09 |     |       |         | 220  | 22      | 4840      | 200 | 18,50 | 3700,00  |
|            |                                                                                      |     |       |         | 280  | 19,50   | 5460,00   | 357 | 19,10 | 6818,70  |
|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           | 133 | 19,50 | 2593,50  |
| 09/09/2017 | Se compra Factura No. 7891. Informe de Recepción No. 60                              | 123 | 25,00 | 3075,00 |      |         |           | 123 | 25,00 | 3075,00  |
| 10/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 10                          |     |       |         | 105  | 25,00   | 3075,00   | 200 | 18,50 | 3700,00  |
|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           | 357 | 19,10 | 6818,70  |
|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           | 133 | 19,50 | 2593,50  |
|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           | 18  | 25,00 | 450,00   |
| 11/09/2017 | Devuelve a Bodega Nota Requisición No. 11                                            |     |       |         | (50) | (25,00) | (1250,00) | 200 | 18,50 | 3700,00  |
|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           | 357 | 19,10 | 6818,70  |
|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           | 133 | 19,50 | 2593,50  |
|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           | 68  | 25,00 | 1700,00  |
|            |                                                                                      |     |       |         |      |         |           | 758 |       | 14812,20 |

Elaboración: autores

**E) Realizar kárdex método última compra o costo actual**

| Empresa Manufacturera “GN” |                                                                 |                    |                |           |          |                |         |             |                |           |        |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|-----------|----------|----------------|---------|-------------|----------------|-----------|--------|
| Kárdex                     |                                                                 |                    |                |           |          |                |         |             |                |           |        |
| Artículo:                  |                                                                 | Materia Prima “D”  |                |           | Máximo:  |                | 2233    |             |                |           |        |
| Unidad de medida           |                                                                 | Kilos              |                |           | Mínimo:  |                | 115     |             |                |           |        |
| Método:                    |                                                                 | Promedio Ponderado |                |           | Crítico: |                | 45      |             |                |           |        |
| Código:                    |                                                                 | 326                |                |           |          |                |         |             |                |           |        |
| Fecha                      | Detalle                                                         | Entradas           |                |           | Salidas  |                |         | Existencias |                |           | Ajuste |
|                            |                                                                 | Cantidad           | Costo unitario | Total     | Cantidad | Costo unitario | Total   | Cantidad    | Costo unitario | Total     |        |
| 01/09/2017                 | Inventario Inicial                                              |                    |                |           |          |                |         | 200         | 18,50          | 3700,00   |        |
| 02/09/2017                 | Se compra según factura No. 78945 e informe de Recepción No. 56 | 357                | 19,10          | 6818,70   |          |                |         | 557         | 19,10          | 10 638,70 | 120,00 |
| 03/09/2017                 | Se compra según factura No. 5524 e informe de recepción No. 57  | 524                | 19,50          | 10 218,00 |          |                |         | 1081        | 19,50          | 21 079,50 | 222,80 |
| 04/09/2017                 | Se compra según factura No. 8671 e informe de Recepción No. 58  | 310                | 20,00          | 6200,00   |          |                |         | 1391        | 20,00          | 27 820,00 | 540,50 |
| 05/09/2017                 | Se devuelve de la compra según factura No. 8671.                | (95)               | (20,00)        | (1900,00) |          |                |         | 1296        | 20,00          | 25 920,00 |        |
| 06/09/2017                 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 08     |                    |                |           | 326      | 20,00          | 6520,00 | 970         | 20,00          | 19 400,00 |        |



ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

|            |                                                                |     |       |         |      |         |           |        |       |                  |         |
|------------|----------------------------------------------------------------|-----|-------|---------|------|---------|-----------|--------|-------|------------------|---------|
| 07/09/2017 | Se compra según factura No. 2356 e informe de Recepción No. 59 | 220 | 22,00 | 4840,00 |      |         |           | 1190   | 22,00 | 26 180,00        | 1940,00 |
| 08/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 09    |     |       |         | 500  | 22,00   | 11 000,00 | 690    | 22,00 | 15 180,00        |         |
| 09/09/2017 | Se compra Factura No. 7891. Informe de Recepción No. 60        | 123 | 25,00 | 3075,00 |      |         |           | 813    | 25,00 | 20 325,00        | 2070,00 |
| 10/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 10    |     |       |         | 105  | 25,00   | 2625,00   | 708,00 | 25,00 | 17 700,00        |         |
| 11/09/2017 | Devuelve a Bodega Nota Requisición No. 11                      |     |       |         | (50) | (25,00) | (1250,00) | 758    | 25,00 | 18 950,00        |         |
|            |                                                                |     |       |         |      |         |           |        |       | Inventario final |         |

Elaboración: autores

Con la realización del kárdex por los cuatro métodos, se puede apreciar que el inventario final en cada caso da otro resultado, puesto que la metodología de realización es diferente, por lo cual, al momento de la utilización en empresas industriales, se las escoge en función del producto que se va a controlar.

Para la realización del asiento contable, que es el registro en el libro diario se realiza identificando las cuentas y valores que irán en el debe y las que van en el haber; con lo cual se inicia colocando la numeración del asiento respectivo y en la fecha realizada, cabe mencionar que, en el mismo día, se pueden realizar varias transacciones; si la numeración está acompañada de un letra significa que es la realización de los asientos de ajuste que se efectúan al final del período contable, el mismo que es del 1 de enero al 31 de diciembre.

Las cuentas contables están en función del plan de cuentas que se utilizó y con la codificación que se da a las mismas, las que pueden ser numérica y alfa numéricas; al final de las cuentas se da una descripción de lo que se ha realizado.

Para ilustrar lo mencionado se realiza la siguiente transacción de febrero 10 en la que se compra en efectivo materia prima 245 unidades a \$ 10,00 cada una según factura No. 858. La cual se puede realizar así:

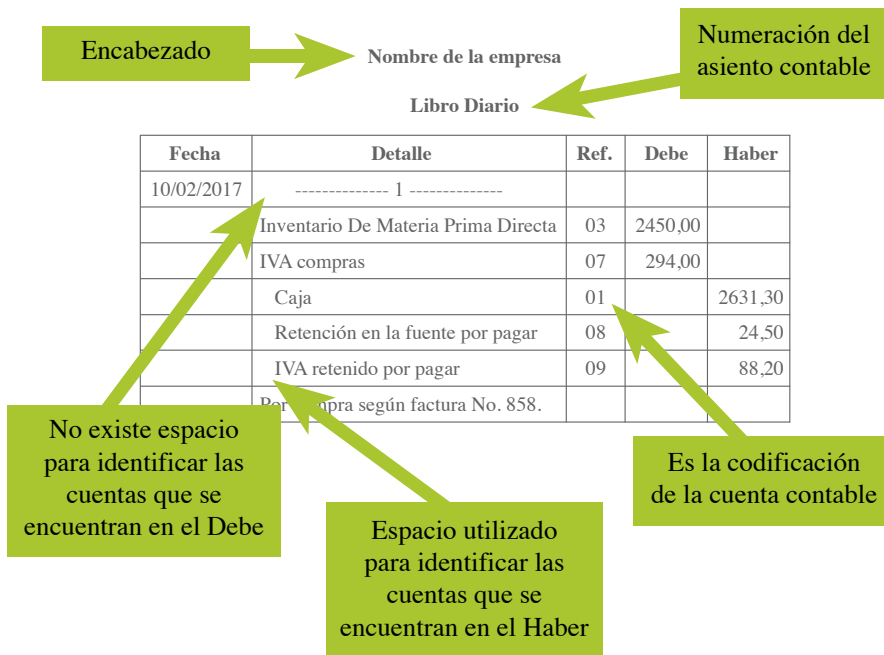


Figura. 38: Libro diario

Fuente: autores

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

Los cálculos se efectúan de la siguiente manera:

- a. Inventario de materia prima directa

$$245 * 10 = 2450$$

- b. IVA compras

$$2450 * 12 \% = 294$$

- c. Caja

$$(2450 - 24,50) + (294 - 88,20) = 2631,30$$

- d. Retención en la fuente por pagar

$$2450 * 1 \% = 24,50$$

- e. IVA retenido por pagar

$$294 * 30 \% = 88,20$$

#### Ejemplo

La empresa industrial Inventor S.A. elabora el producto “XY” y requiere de las materias primas “Q”, “W” y “X”.

Julio 1. El inventario inicial de materia prima directa “Q” posee 1910 unidades a \$ 45,00 cada una. El inventario inicial de materia prima directa “W” tiene 2200 unidades de \$ 35,00 cada una. El inventario inicial de materia prima directa “X” tiene 240 unidades de \$ 38,00 cada una.

Julio 4. Se compran al contado 800 unidades de materia prima “Q” a \$ 32,00 cada una y 1500 unidades de materia prima “W” a \$ 22,00 cada una. Y 2500 unidades de materia prima “X” a \$ 39,00 cada una. Factura No. 2468. Informe de Recepción No. 096.

Julio 6. De la compra anterior se devuelve 250 unidades de materia prima directa “Q” y 300 unidades de materia prima directa “W”. Factura No. 547.

Julio 7. Se compran al contado 450 unidades de materia prima “W” a \$ 48,00 cada una. Factura No. 2512. Informe de Recepción No. 097.

Julio 8. Se envían al Departamento de Producción 800 unidades de materia prima “Q” y 1200 unidades de materia prima “W”, y 2000 unidades de la materia prima “X”. Notas de Requisición No. 009, 010 y 011.

Julio 14. El Departamento de Producción devuelve a Bodega 75 unidades de materia prima “Q” y 50 unidades de materia prima “W”. Nota Requisición No. 12.

Julio 15. Se compran al contado 60 unidades de materia prima “X” a \$ 41,00 cada una y se paga \$ 690,00 por transporte. Facturas No. 3642 y 152 (aumenta el costo de la materia prima). Informe de Recepción No. 099.

Julio 18. Se compran 200 unidades de materia prima “Q” a \$ 35,00 cada una y 400 unidades de materia prima “W” a \$ 53,00 cada una, y 700 unidades de materia prima “X” a \$ 30,00 cada una, se paga con cheque del Banco del Pichincha No. 258. Factura No. 3658. Informe de Recepción No. 100.

Julio 22. Se envían al Departamento de Producción 100 unidades de materia prima “Q” y 100 unidades de materia prima “W”, y 120 unidades de la materia prima “X”. Notas de Requisición No. 018, 019 y 020.

Julio 24. El Departamento de Producción devuelve a Bodega 12 unidades de materia prima “Q”. Nota Requisición No. 21.

Datos adicionales:

Caja tiene un saldo deudor de \$ 200 000,00.

Banco tiene un saldo deudor de \$ 50 000,00

Capital tiene un saldo acreedor de \$ 422 070,00

Se pide:

- a. Libro diario
- b. Realizar kárdex método promedio ponderado
- c. Mayorización en T
- d. Balance de comprobación

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

Desarrollo:

A) Libro diario

| <div> <div>Empresa industrial Inventor S.A.</div> <div>Libro Diario</div> <div>Folio No. 1</div> </div> |                                                                  |      |            |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------|------------|------------|
| Fecha                                                                                                   | Detalle                                                          | Ref. | Debe       | Haber      |
| 04/07/2017                                                                                              | ----- 1 -----                                                    |      |            |            |
|                                                                                                         | Inventario de materia prima directa “Q”                          | 3    | 25 600,00  |            |
|                                                                                                         | Inventario de materia prima directa “W”                          | 4    | 33 000,00  |            |
|                                                                                                         | Inventario de materia prima directa “X”                          | 5    | 97 500,00  |            |
|                                                                                                         | IVA compras                                                      | 7    | 21 854,00  |            |
|                                                                                                         | Caja                                                             | 1    |            | 17 1168,35 |
|                                                                                                         | Retención en la fuente por pagar                                 | 8    |            | 1574,45    |
|                                                                                                         | IVA retenido por pagar                                           | 9    |            | 6556,20    |
|                                                                                                         | Por compra según factura No. 2468. Informe de Recepción No. 096. |      |            |            |
| 04/07/2017                                                                                              | ----- 2 -----                                                    |      |            |            |
|                                                                                                         | Caja                                                             | 1    | 16 798,11  |            |
|                                                                                                         | Inventario de materia prima Directa “Q”                          | 3    |            | 8000,00    |
|                                                                                                         | Inventario de materia prima Directa “W”                          | 4    |            | 6600,00    |
|                                                                                                         | IVA compras                                                      | 7    |            | 2044,00    |
|                                                                                                         | Por devolución compra realizada el 4 de Julio del 2017           |      |            |            |
|                                                                                                         | Pasa                                                             |      | 19 1184,00 | 19 1184,00 |

|            |                                         |   |            |            |
|------------|-----------------------------------------|---|------------|------------|
|            | Viene                                   |   | 19 1184,00 | 19 1184,00 |
| 07/07/2017 | ----- 3 -----                           |   |            |            |
|            | Inventario de materia prima directa “W” | 4 | 21 600     |            |
|            | Inventario de materia prima directa “W” | 4 | 500        |            |

|            |                                                                  |   |            |            |
|------------|------------------------------------------------------------------|---|------------|------------|
|            | IVA compras                                                      | 7 | 3024       |            |
|            | Caja                                                             | 1 |            | 23 995,80  |
|            | Retención en la fuente por pagar                                 | 8 |            | 221        |
|            | IVA retenido por pagar                                           | 9 |            | 907,20     |
|            | Por la compra de materia prima según facturas No. 2512           |   |            |            |
| 08/07/2017 | ----- 4 -----                                                    |   |            |            |
|            | Inventario de productos en proceso                               | 6 | 15 1507,02 |            |
|            | Inventario de materia prima directa "Q"                          | 3 |            | 33 724,92  |
|            | Inventario de materia prima directa "W"                          | 4 |            | 39 221,69  |
|            | Inventario de materia prima directa "X"                          | 5 |            | 78 560,42  |
|            | Por envío a bodega según notas de requisición No. 009, 010 y 011 |   |            |            |
| 14/07/2017 | ----- 5 -----                                                    |   |            |            |
|            | Inventario de materia prima directa "Q"                          | 3 | 3161,71    |            |
|            | Inventario de materia prima directa "W"                          | 4 | 1634,24    |            |
|            | Inventario de productos en proceso                               | 6 |            | 4795,95    |
|            | Por la devolución a bodega de la materia prima                   |   |            |            |
| 15/07/2017 | ----- 6 -----                                                    |   |            |            |
|            | Inventario de materia prima directa "X"                          | 5 | 2460,00    |            |
|            | Inventario de materia prima directa "X"                          | 5 | 690,00     |            |
|            | IVA compras                                                      | 7 | 344,40     |            |
|            | Caja                                                             | 1 |            | 3359,58    |
|            | Retención en la fuente por pagar                                 | 8 |            | 31,50      |
|            | IVA retenido por pagar                                           | 9 |            | 103,32     |
|            | Por compra según factura No. 2468. Informe de Recepción No. 099. |   |            |            |
|            | Pasa                                                             |   | 37 5205,78 | 37 5205,78 |
|            | Viene                                                            |   | 37 5205,78 | 37 5205,78 |

|            |                                                                                                              |   |                   |                   |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| 18/07/2017 | ----- 7 -----                                                                                                |   |                   |                   |
|            | Inventario de materia prima directa “Q”                                                                      | 3 | 5800,00           |                   |
|            | Inventario de materia prima directa “W”                                                                      | 4 | 7200,00           |                   |
|            | Inventario de materia prima directa “X”                                                                      | 5 | 21 000,00         |                   |
|            | IVA compras                                                                                                  | 7 | 4080,00           |                   |
|            | Bancos                                                                                                       | 2 |                   | 36 516,00         |
|            | Retención en la fuente por pagar                                                                             | 8 |                   | 340,00            |
|            | IVA retenido por pagar                                                                                       | 9 |                   | 1224,00           |
|            | Por compra según factura No. 2468. Informe de recepción No. 096 y con cheque del banco del pichincha No. 258 |   |                   |                   |
| 22/07/2017 | ----- 8 -----                                                                                                |   |                   |                   |
|            | Inventario de productos en proceso                                                                           | 6 | 12450,30          |                   |
|            | Inventario de materia prima directa “Q”                                                                      | 3 |                   | 4136,03           |
|            | Inventario de materia prima directa “W”                                                                      | 4 |                   | 3523,00           |
|            | Inventario De Materia Prima Directa “X”                                                                      | 5 |                   | 4791,27           |
|            | Por envío a bodega según notas de requisición No. 018, 019, 020                                              |   |                   |                   |
|            | Pasa                                                                                                         |   | 42 7080,08        | 42 7080,08        |
|            | Viene                                                                                                        |   | 42 7080,08        | 42 7080,08        |
| 24/07/2017 | ----- 9 -----                                                                                                |   |                   |                   |
|            | Inventario de materia prima directa “Q”                                                                      | 3 | 496,32            |                   |
|            | Inventario de productos en proceso                                                                           | 6 |                   | 496,32            |
|            | Por la devolución a bodega del departamento de producción.                                                   |   |                   |                   |
|            | SUMA                                                                                                         |   | <u>42 7576,40</u> | <u>42 7576,40</u> |

Elaboración: autores

**B) Realizar kárdex método promedio ponderado:**

| Empresa Manufacturera "GN" |                                                                            |                    |                   |           |          |                   |       |             |                   |           |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|----------|-------------------|-------|-------------|-------------------|-----------|
| Kárdex                     |                                                                            |                    |                   |           |          |                   |       |             |                   |           |
| Artículo:                  |                                                                            | Materia prima "D"  |                   |           | Máximo:  |                   | 2233  |             |                   |           |
| Unidad de medida           |                                                                            | Kilos              |                   |           | Mínimo:  |                   | 115   |             |                   |           |
| Método:                    |                                                                            | Promedio ponderado |                   |           | Crítico: |                   | 45    |             |                   |           |
| Código:                    |                                                                            | 326                |                   |           |          |                   |       |             |                   |           |
| Fecha                      | Detalle                                                                    | Entradas           |                   |           | Salidas  |                   |       | Existencias |                   |           |
|                            |                                                                            | Canti-<br>dad      | Costo<br>Unitario | Total     | Cantidad | Costo<br>Unitario | Total | Cantidad    | Costo<br>Unitario | Total     |
| 01/09/2017                 | Inventario inicial                                                         |                    |                   |           |          |                   |       | 200         | 18,50             | 3700,00   |
| 02/09/2017                 | Se compra según<br>factura No. 78945 e<br>informe de Recep-<br>ción No. 56 | 357                | 19,10             | 6818,70   |          |                   |       | 557         | 18,88             | 10 518,70 |
| 03/09/2017                 | Se compra según<br>factura No. 5524 e<br>informe de recep-<br>ción No. 57  | 524                | 19,50             | 10 218,00 |          |                   |       | 1081        | 19,18             | 20 736,70 |
| 04/09/2017                 | Se compra según<br>factura No. 8671 e<br>informe de Recep-<br>ción No. 58  | 310                | 20,00             | 6200,00   |          |                   |       | 1391        | 19,36             | 26 936,70 |



ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

|            |                                                                |      |         |           |      |         |           |        |       |                                |
|------------|----------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|------|---------|-----------|--------|-------|--------------------------------|
| 05/09/2017 | Se devuelve de la compra según factura No. 8671.               | (95) | (20,00) | (1900,00) |      |         |           | 1296   | 19,32 | 25 036,70                      |
| 06/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 08    |      |         |           | 326  | 19,32   | 6297,81   | 970    | 19,32 | 18 738,89                      |
| 07/09/2017 | Se compra según factura No. 2356 e informe de Recepción No. 59 | 220  | 22,00   | 4840,00   |      |         |           | 1190   | 19,81 | 23 578,89                      |
| 08/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 09    |      |         |           | 500  | 19,81   | 9907,10   | 690    | 19,81 | 13 671,79                      |
| 09/09/2017 | Se compra Factura No. 7891. Informe de Recepción No. 60        | 123  | 25,00   | 3075,00   |      |         |           | 813    | 20,60 | 16 746,79                      |
| 10/09/2017 | Envía al Departamento de Producción Nota Requisición No. 10    |      |         |           | 105  | 20,60   | 2162,87   | 708,00 | 20,60 | 14 583,92                      |
| 11/09/2017 | Devuelve a Bodega Nota Requisición No. 11                      |      |         |           | (50) | (20,60) | (1029,94) | 758    | 20,60 | <b>Inv. Final</b><br>15 613,86 |

## C) Mayorización en T

**Empresa industrial Inventor S.A.**  
**Mayorización en T**

| <b>(3) Inventario de materia prima directa "Q"</b> |                   |                  |     |
|----------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----|
| Debe                                               |                   | Haber            |     |
| Inv. inicial                                       | 85 950,00         | 8000,00          | (2) |
| (1)                                                | 25 600,00         | 33 674,80        | (4) |
| (5)                                                | 3157,01           | 4136,03          | (8) |
| (7)                                                | 7000,00           |                  |     |
| (9)                                                | 496,32            |                  |     |
|                                                    | <i>122 203,33</i> | <i>45 810,83</i> |     |
| Saldo deudor                                       | 76 392,50         |                  |     |

| <b>(4) Inventario de materia prima directa "W"</b> |                   |                  |     |
|----------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----|
| Debe                                               |                   | Haber            |     |
| Inv. inicial                                       | 77 000,00         | 6600,00          | (2) |
| (1)                                                | 33 000,00         | 39 116,88        | (4) |
| (3)                                                | 21 600,00         | 3523,00          | (8) |
| (3)                                                | 500,00            |                  |     |
| (5)                                                | 1629,87           |                  |     |
| (7)                                                | 7200,00           |                  |     |
|                                                    | <i>140 929,87</i> | <i>49 239,88</i> |     |
| Saldo deudor                                       | <i>91 689,99</i>  |                  |     |

| <b>(5) Inventario de materia prima directa "X"</b> |                   |                  |     |  |
|----------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----|--|
| Debe                                               |                   | Haber            |     |  |
| Inv. inicial                                       | 9120,00           | 77 824,82        | (4) |  |
| (1)                                                | 97 500,00         | 4791,27          | (8) |  |
| (6)                                                | 2460,00           |                  |     |  |
| (6)                                                | 690,00            |                  |     |  |
| (7)                                                | 21 000,00         |                  |     |  |
|                                                    | <i>130 770,00</i> | <i>82 616,08</i> |     |  |
| Saldo deudor                                       | <i>48 153,92</i>  |                  |     |  |

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

| (7) IVA Compras |           |         |     |  |
|-----------------|-----------|---------|-----|--|
| Debe            |           | Haber   |     |  |
| (1)             | 18 732,00 | 1752,00 | (2) |  |
| (3)             | 3024,00   |         |     |  |
| (6)             | 344,40    |         |     |  |
| (7)             | 4224,00   |         |     |  |
|                 | 26 324,40 | 1752,00 |     |  |
| Saldo deudor    | 24 572,40 |         |     |  |
|                 |           |         |     |  |

| (1) Caja       |            |            |     |
|----------------|------------|------------|-----|
| Debe           |            | Haber      |     |
| Saldo anterior | 200 000,00 | 167 651,40 | (1) |
| (2)            | 16 352,00  | 23 995,80  | (3) |
|                |            | 3359,58    | (6) |
|                | 216 352,00 | 195 006,78 |     |
| Saldo deudor   | 411 358,78 |            |     |
|                |            |            |     |

| (8) Retención en la fuente por pagar |  |         |                |
|--------------------------------------|--|---------|----------------|
| Debe                                 |  | Haber   |                |
|                                      |  | 1561,00 | (1)            |
|                                      |  | 221,00  | (3)            |
|                                      |  | 31,50   | (6)            |
|                                      |  | 352,00  | (7)            |
|                                      |  | 2165,50 | Saldo acreedor |
|                                      |  |         |                |

| (9) IVA RETENIDO POR PAGAR |  |         |                |
|----------------------------|--|---------|----------------|
| Debe                       |  | Haber   |                |
|                            |  | 5619,60 | (1)            |
|                            |  | 907,20  | (3)            |
|                            |  | 103,32  | (6)            |
|                            |  | 1267,20 | (7)            |
|                            |  | 7897,32 | Saldo acreedor |

| <b>(6) Inventario de productos en proceso</b> |            |         |     |
|-----------------------------------------------|------------|---------|-----|
| Debe                                          |            | Haber   |     |
| (4)                                           | 15 0616,50 | 4786,88 | (5) |
| (8)                                           | 12 450,30  | 496,32  | (9) |
|                                               | 163 066,79 | 5283,20 |     |
| Saldo deudor                                  | 157 783,6  |         |     |
|                                               |            |         |     |

| <b>(2) Bancos</b> |           |           |     |
|-------------------|-----------|-----------|-----|
| Debe              |           | Haber     |     |
| Saldo ant.        | 50 000,00 | 37 804,80 | (7) |
| Saldo deudor      | 12 195,20 |           |     |
|                   |           |           |     |

| <b>(10) Capital</b> |         |            |                |
|---------------------|---------|------------|----------------|
| Debe                |         | Haber      |                |
|                     |         | 422 070,00 | Saldo ant.     |
| 78                  | 87 7887 |            | Saldo acreedor |
|                     |         |            |                |

**D) Balance de comprobación.**

**Empresa industrial inventor S.A.  
 Balance de comprobación de sumas y saldos  
 Al 31 de julio de 2017**

| No. | Cuentas                                 | Sumas       |             | Saldos     |          |
|-----|-----------------------------------------|-------------|-------------|------------|----------|
|     |                                         | Debe        | Haber       | Deudor     | Acreedor |
| 1   | Caja                                    | 21 6352,00  | 195 006,78  | 21 345,22  |          |
| 2   | Bancos                                  | 50 000,00   | 37 804,80   | 12 195,20  |          |
| 3   | Inventario de materia prima directa "Q" | 122 203,33  | 45 810,83   | 76 392,50  |          |
| 4   | Inventario de materia prima directa "W" | 140 929,87  | 49 239,88   | 91 689,99  |          |
| 5   | Inventario de materia prima directa "X" | 130 770,00  | 82 616,08   | 48 153,92  |          |
| 6   | Inventario de productos en roceso       | 163 066,794 | 5283,202325 | 157 783,59 |          |
| 7   | IVA compras                             | 26 324,40   | 1752,00     | 24 572,40  |          |

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:  
 CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

|    |                                  |                   |                   |                   |                   |
|----|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 8  | Retención en la fuente por pagar |                   | 2165,5            |                   | 2165,5            |
| 9  | IVA retenido por pagar           |                   | 7897,32           |                   | 7897,32           |
| 10 | Capital                          |                   | 422 070,00        |                   | 422 070,00        |
|    | TOTAL                            | <u>849 646,40</u> | <u>849 646,40</u> | <u>432 132,82</u> | <u>432 132,82</u> |

Elaboración: autores

Con la realización del proceso contable, se identifica las afectaciones en las diferentes cuentas como se aprecia en el libro diario. Además con el kárdex, se controla la entrada y salida del producto y posteriormente el traslado a la mayorización en T, para finalmente efectuar el balance de comprobación identificando el saldo de las cuentas contables al 31 de julio de 2017.

3.11 Contabilización de la mano de obra

Para la determinación en unidades económicas del valor de las retribuciones al personal que realiza las actividades en el proceso de producción, en el tiempo o período en el que se elabora el producto, registrados en forma semejante al ingreso que las ocasionó e independientemente a la fecha de pago. Esos se realizan con algunas herramientas como son:

a. Tarjeta de asistencia: son las tarjetas en las que se registra la hora de entrada y salida; además son un documento de la constancia del trabajador en la planta de producción. El formato que se puede utilizar es.

| Empresa industrial    |         |                                 |            |                    |  |       |               |
|-----------------------|---------|---------------------------------|------------|--------------------|--|-------|---------------|
| Tarjeta de asistencia |         |                                 |            |                    |  |       |               |
| Nombre:               |         |                                 |            | Código:            |  |       |               |
| Cargo:                |         |                                 |            | Control No.        |  |       |               |
| Jornada:              |         |                                 |            |                    |  |       |               |
| Horario               |         |                                 |            |                    |  |       |               |
| Fecha                 | Entrada | Salida<br>horas real-<br>izadas | Resumen    |                    |  |       | Observaciones |
|                       |         |                                 | Hora extra | Hora suplementaria |  | Total |               |
|                       |         |                                 |            |                    |  |       |               |

Elaboración: autores

b. Rol de pagos: es un documento de respaldo para el registro contable y de constancia de que la empresa ha pagado las remuneraciones a los trabajadores, en el cual se debe especificar el sueldo que percibe. El mínimo que debe ganar es el sueldo básico unificado (SBU) que, para 2018, es de \$ 386,00 según el Ministerio del Trabajo en Acuerdo Ministerial MDT-2017-0195. El formato que se puede utilizar es:

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

[illegible]

Elaboración: autores

| Empresa Industrial |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
|--------------------|--------|-------|----------------|----------------------|----------------------|------------|------------------|------------------|-------------------------|
|                    |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
| Rol de provisiones |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
|                    |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
| No.                | Nómina | Cargo | Total ingresos | Décimo tercer sueldo | Décimo cuarto sueldo | Vacaciones | Fondo de reserva | Total provisione | Aporte patronal 11,15 % |
|                    |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
|                    |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
|                    |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
| Total              |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
| Elaborado por:     |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |
| Aprobado por:      |        |       |                |                      |                      |            |                  |                  |                         |

Elaboración: autores

Ejemplo:

Los empleados de la empresa Industrial “WW” poseen los siguientes detalles:

| Nombre     | Cargo              | Sueldo |
|------------|--------------------|--------|
| J. Carrión | Gerente            | 600    |
| M. Muñoz   | Jefe de Producción | 500    |
| A. Freire  | Operario 1         | 400    |
| K. Londo   | Operario 2         | 400    |
| S. Cedeño  | Operario 3         | 400    |

A. Freire ha trabajado una hora extra y una hora suplementaria. Todos trabajaron el año completo.



## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

Se requiere efectuar

- a. Rol de pagos
- b. Rol de provisiones

[illegible]

| Empresa Industrial “WW |            |                    |                |                      |                      |            |                  |                   |                           |
|------------------------|------------|--------------------|----------------|----------------------|----------------------|------------|------------------|-------------------|---------------------------|
| Rol de provisiones     |            |                    |                |                      |                      |            |                  |                   |                           |
| No.                    | Nómina     | Cargo              | Total ingresos | Décimo tercer sueldo | Décimo cuarto sueldo | Vacaciones | Fondo de reserva | Total provisiones | Aporte patronal<br>11,15% |
| 1                      | J. Carrión | Gerente            | 600,00         | 600,00               | 375,                 | 300,00     | 49,98            | 1324,98           | 66,90                     |
| 2                      | M. Muñoz   | Jefe de Producción | 500,00         | 500,00               | 375                  | 250,00     | 41,65            | 1166,65           | 55,75                     |
| 3                      | A. Freire  | Operario 1         | 405,83         | 405,83               | 375                  | 202,92     | 33,81            | 1017,56           | 45,25                     |
| 4                      | K. Londo   | Operario 2         | 400,00         | 400,00               | 375                  | 200,00     | 33,32            | 1008,32           | 44,60                     |
| 5                      | S. Cedeño  | Operario 3         | 400,00         | 400,00               | 375                  | 200,00     | 33,32            | 1008,32           | 44,60                     |
|                        | Total      |                    |                |                      |                      |            |                  |                   |                           |
| Elaborado por:         |            |                    |                |                      |                      |            |                  |                   |                           |
| Aprobado por:          |            |                    |                |                      |                      |            |                  |                   |                           |

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

#### B) Rol de Provisiones

El cálculo de las horas extras y suplementarias se realiza de la siguiente manera:

Hora extra

$$400 * 8 / 30 = 1,67 + 100 \% = 3,33$$

Hora suplementaria

$$400 * 8 / 30 = 1,67 + 50 \% = 2,50$$

Diferenciado, la hora extra se paga el 100 % más que la hora normal, esto es a partir de las 12:00 a 6:00 am o madrugada, así también los días de descanso obligatorio y feriados.

Para la hora suplementaria se paga el 50 % más de la hora normal y es desde 6:00 a 12:00 pm o en la noche.

El décimo cuarto sueldo que se paga, en la Sierra, el 15 de agosto es un salario básico unificado por todo el año de trabajo en la empresa. Si trabajo menos del año, se paga el proporcional.

Para el décimo tercer sueldo, que se paga en diciembre, se efectúa el siguiente cálculo:

$$600 * 12 / 12 = 600$$

Esto es cuando el trabajador estuvo todo el año con un salario de \$ 600; caso contrario, se pagaría el proporcional del tiempo trabajado.

Si los décimos se requiere que se entreguen al trabajador de forma mensual se tendrá que dividir para 12 el total. Para este caso sería:

$$600 / 12 = 50$$

Las vacaciones a los que el trabajador tendrá derecho serán cuando labore por un año en la empresa, siendo acreedor a 15 días de descanso según el art. 69 del Código de Trabajo y se calcula de la siguiente manera:

$$600 * 12 / 24 = 300$$

Fondos de reserva son recaudados por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) con el 8,33 % , el cual es pagado por el empleador según Registro Oficial No. 644; el cálculo es:

$$600 * 8,33 \% = 49,98$$

Para la aportación personal que es pagada por el trabajador es el 9,45 % y la aportación patronal que es pagada por el empleador, 11,15 % , 20,60 % con que afiliado tiene derecho a las servicios que proporciona el IESS.

### **3.12 Contabilización de los costos indirectos de fabricación.**

Para la identificación de los costos indirectos de fabricación tenemos que recordar cuáles son estos:

- La materia prima indirecta, que tiene el mismo tratamiento que la materia prima directa
- La mano de obra indirecta, que tiene el mismo tratamiento que la mano de obra directa. Otros indirectos.

### **3.13 Distribución de los costos indirectos de fabricación.**

Para distribuir estos costos, se tiene que generar una cuota de reparto, la misma que se puede establecer sobre la base de la distribución que más convenga a los requerimientos de la empresa.

Según Bravo Valdivieso y Ubidia Tapia, (2009), las bases de distribución de los costos indirectos de fabricación que usualmente se utilizada son:

- a. Unidades producidas
- b. Costo de la materia prima directa
- c. Costo de la mano de obra directa
- d. Costo primo
- e. Horas hombre

Horas máquina

Para el cálculo de la cuota de reparto o cuota de distribución las siglas son: CR. Y a continuación se las detalla:

A)

Base unidades producidas

$$CR = CIF / \text{número de unidades producidas}$$

B)

Base materia prima directa

$$CR = CIF / \text{materia prima directa}$$

C)

Base mano de obra directa

$$CR = CIF / \text{mano de obra directa}$$

D)

Base costo primo

$$CR = CIF / (\text{materia prima directa} + \text{mano de obra directa})$$

E)

Base horas-hombre

$$CR = CIF / \text{número de horas – hombre}$$

F)

Base horas-máquina

$$CR = CIF / \text{número de horas - máquina}$$

### 3.14 Prorrateo

Se identifica como la acción de repartir un valor entre varios departamentos de la empresa, a fin de lograr una asignación en los mismos; considerando los otros costos indirectos, se puede dividir tomando en cuenta ciertos parámetros (la renta del local se prorratea en metros cuadrados, el agua en metros cúbicos consumidos entre otros); estas mediciones se cuantifican equitativamente entre los diferentes departamentos, con lo cual cada área de la empresa obtiene los valores de manera proporcional.

### 3.15 Hoja de costos

Es un documento contable en el que se registran los costos de producción de cada una de las órdenes, en las que se detalla los tres elementos de producción que son:

- Mano de obra directa
- Materia prima directa
- Costos indirectos de fabricación

La hoja de costos es de vital importancia, ya que con ella podemos identificar el costo de producción unitario con lo cual se puede asignar un precio de venta al público, en función de los costos obtenidos. La fórmula es:

$$\text{PVP} = \text{costo unitario} + \% \text{ de utilidad}$$

La identificación del porcentaje de utilidad, dependerá de las características del producto y de la innovación que traiga al mercado, también se puede establecer un precio sobre la base de lo que el consumidor (o el segmento objetivo) esté dispuesto a pagar. Así mismo, del estudio de la competencia, para lograr un precio competitivo y que logre obtener ganancias altas.

ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

| Empresa industrial                         |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
|--------------------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------|------------------|
| Hoja de costos                             |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Orden de producción No.                    |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Cliente:                                   |          |                       | Fecha de pedido:     |                                  |                        |                  |
| Artículo:                                  |          |                       | Fecha de inicio:     |                                  |                        |                  |
| Cantidad:                                  |          |                       | Fecha de término:    |                                  |                        |                  |
| Costo total:                               |          |                       | Fecha de entrega:    |                                  |                        |                  |
| Costo unitario:                            |          |                       | Precio:              |                                  |                        |                  |
| Fecha                                      | Concepto | Materia prima directa | Mano de obra directa | Costos indirectos de fabricación |                        |                  |
|                                            |          |                       |                      | materia prima indirecta          | Mano de obra indirecta | Otros indirectos |
|                                            |          | Valor                 | Valor                | Valor                            | Valor                  | Valor            |
|                                            |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
|                                            |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
|                                            |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
|                                            |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
|                                            |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Total                                      |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Resumen                                    |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Materia prima directa                      |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Mano de obra directa                       |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Costos indirectos de fabricación aplicados |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Total                                      |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Elaborado por: f)                          |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Aprobado por: f)                           |          |                       |                      |                                  |                        |                  |
| Departamento de producción                 |          |                       |                      |                                  |                        |                  |

Elaboración: autores

Ejemplo:

La empresa industrial MM S.A. desea conocer el costo de producción del artículo WD-84. El pedido efectuado es de 350 unidades, el cual se realiza el 25 de mayo de 2017 y la utilidad es del 50 %.

| Empresa industrial MM S.A.                 |                    |                          |                      |                                  |                        |                  |
|--------------------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------|------------------|
| Hoja de costos                             |                    |                          |                      |                                  |                        |                  |
|                                            |                    |                          |                      |                                  |                        |                  |
| <b>Orden de producción No.</b>             | 78                 |                          |                      |                                  |                        |                  |
| <b>Cliente:</b>                            | J&M                | <b>Fecha de pedido:</b>  | 25/04/2017           |                                  |                        |                  |
| <b>Artículo:</b>                           | WD-84              | <b>Fecha de inicio:</b>  | 01/05/2017           |                                  |                        |                  |
| <b>Cantidad:</b>                           | 350                | <b>Fecha de término:</b> | 31/05/2017           |                                  |                        |                  |
| <b>Costo total:</b>                        | 7246,16            | <b>Fecha de entrega:</b> | 05/06/2017           |                                  |                        |                  |
| <b>Costo unitario:</b>                     | 20,70              | <b>Precio:</b>           | 31,05                |                                  |                        |                  |
| Fecha                                      | Concepto           | Materia prima directa    | Mano de obra directa | Costos Indirectos de Fabricación |                        |                  |
|                                            |                    |                          |                      | Materia prima indirecta          | Mano de obra indirecta | Otros indirectos |
|                                            |                    | Valor                    | Valor                | Valor                            | Valor                  | Valor            |
| 01/05/2017                                 | Materia prima "H"  | 1542,30                  |                      |                                  |                        |                  |
| 02/05/2017                                 | Materia prima "J"  | 2548,63                  |                      |                                  |                        |                  |
| 15/05/2017                                 | Materia prima "K"  |                          |                      | 1365,23                          |                        |                  |
| 31/05/2017                                 | Obrero A           |                          | 400,00               |                                  |                        |                  |
| 31/05/2017                                 | Obrero B           |                          | 420,00               |                                  |                        |                  |
| 31/05/2017                                 | Jefe de producción |                          |                      |                                  | 850,00                 |                  |
| 31/05/2017                                 | Luz                |                          |                      |                                  |                        | 120,00           |
| <b>Total</b>                               |                    | 4090,93                  | 820,00               | 1365,23                          | 850,00                 | 120,00           |
| <b>Resumen</b>                             |                    |                          |                      |                                  |                        |                  |
| Materia prima directa                      |                    |                          |                      | 4090,93                          |                        |                  |
| Mano de obra directa                       |                    |                          |                      | 820,00                           |                        |                  |
| Costos indirectos de fabricación aplicados |                    |                          |                      | 2335,23                          |                        |                  |
| <b>Total</b>                               |                    |                          |                      | 7246,16                          |                        |                  |
| Elaborado por: f)                          |                    |                          |                      |                                  |                        |                  |



## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

|                            |  |  |  |  |
|----------------------------|--|--|--|--|
| Aprobado por: f)           |  |  |  |  |
| Departamento de Producción |  |  |  |  |

Elaboración: autores

Con la realización de la hoja de costos, se puede identificar el costo total de producción conformado por la materia prima, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación con lo que se puede obtener el costo unitario y, más un margen de ganancia se logra el precio de venta al público.

### 3.16 Estados de pérdidas y ganancias

También se conocen con el nombre de estado de resultados, estado de ingresos y gastos, o estado de rendimiento. Es un informe económico que presenta la rentabilidad de la empresa ocurrida un período determinado de tiempo, en el que se pueden ver los ingresos y egresos efectuados y al final se identifica la utilidad de la misma como ejemplo:

| Empresa industrial “OP” S.A.     |         |           |
|----------------------------------|---------|-----------|
| Estados de pérdidas y ganancias  |         |           |
| Del 1 al 31 de diciembre de 2017 |         |           |
|                                  |         |           |
| Ventas                           |         | 78 634,00 |
| - Costo de productos vendidos    |         | 32 658,00 |
| Utilidad bruta en ventas         |         | 45 976,00 |
|                                  |         |           |
| - Gastos de operación            |         | 3791,00   |
| Gastos de administración         | 1235,00 |           |
| Gastos financieros               | 1245,00 |           |
| Gastos de venta                  | 1311,00 |           |
|                                  |         |           |
| Utilidad en el ejercicio         |         | 42 185,00 |
| 15% para empleados               |         | 6327,75   |
|                                  |         | 35 857,25 |
| 25% Impuesto a la renta          |         | 8964,31   |
|                                  |         |           |

|               |  |           |
|---------------|--|-----------|
| Utilidad neta |  | 26 892,94 |
|---------------|--|-----------|

\_\_\_\_\_  
Contador

\_\_\_\_\_  
Gerente

Con la realización del estado de pérdidas y ganancias, se presenta la rentabilidad que tiene la empresa en el periodo de tiempo determinado - en este caso, del 1 al 31 de diciembre de 2017- en el que se evidencia una utilidad neta del \$ 26 892,94.

## Ejercicio Aplicativo

La empresa manufacturera “AA” S.A. efectúa las siguientes transacciones:

Abril 1: el inventario Inicial, 1240 unidades de material prima “X” a \$ 20 cada una.

Abril 8: se compran 752 unidades de materia prima “X” a \$ 22 cada una, según factura No. 774 e informe de recepción No. 99.

Abril 9: se compran 110 unidades del material “X” a \$ 24,00 cada una, según factura No. 1457 e informe de recepción No. 100.

Abril 10: se devuelven 95 unidades de la factura No. 1457.

Abril 11: se envían al departamento de producción 582 unidades. nota requisición No. 20.

Abril 12: se compran 220 unidades del material “X” a \$ 22,00 cada uno, según factura No. 2356 e informe de recepción No. 100

Abril 13: bodega envía al departamento de producción 500 unidades. nota requisición No. 21.

Abril 14: se adquieren 123 unidades del material “X” a \$25,00 cada una. factura No. 7891. informe de recepción No. 101

Abril 15: bodega envía al departamento de producción 105 unidades. nota requisición No. 22.

Abril 16: el departamento de producción devuelve a bodega 50 unidades. nota requisición No. 23.

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

Datos adicionales:

Las existencias de la materia prima son:

|                   |      |
|-------------------|------|
| <b>Enero</b>      | 3562 |
| <b>Febrero</b>    | 1477 |
| <b>Marzo</b>      | 698  |
| <b>Abril</b>      | 925  |
| <b>Mayo</b>       | 965  |
| <b>Junio</b>      | 1451 |
| <b>Julio</b>      | 1541 |
| <b>Agosto</b>     | 652  |
| <b>Septiembre</b> | 986  |
| <b>Octubre</b>    | 635  |
| <b>Noviembre</b>  | 968  |
| <b>Diciembre</b>  | 250  |

| <b>Tiempo de reemplazo o reposición:</b> |        |         |
|------------------------------------------|--------|---------|
| Máximo                                   | Mínimo | Crítico |
| 20                                       | 15     | 5       |

Los empleados poseen los siguientes detalles:

| <b>Nombre</b> | <b>Cargo</b>       | <b>Sueldo</b> |
|---------------|--------------------|---------------|
| J. Mena       | Gerente            | 780           |
| M. Morales    | Jefe de Producción | 520           |
| S. Flores     | Operario 1         | 480           |

Se desea conocer el costo de producción del artículo JA. El pedido efectuado es de 200 unidades, el cual se lo realiza en un mes, desde 10 de julio de 2017 y la utilidad es del 85 % con los siguientes materiales:

|                 |      |
|-----------------|------|
| Materia prima 1 | 1200 |
| Materia prima 2 | 150  |
| Suministros     | 226  |
| Luz             | 350  |

Se vende toda la producción.

Se pide:

- a. Libro diario
- b. Realizar kárdex método promedio ponderado
- c. Mayorización en T
- d. Balance de comprobación.
- e. Control de existencias
- f. Rol de pagos.
- g. Hoja de costos
- h. Estado de pérdidas y ganancias

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Fernández, C. J. (2010). Organización del trabajo. Modelos. Madrid: BUBOCK PUBLISHING.
- Amaru, A. C. (2009). Fundamentos de Administracion . (P. Educacion, Ed.) Mexico.
- Bolstorff , P. y Rosenbaum, R. (2010). Supply Chain Excellence: A Handbook for Dramatic Improvement Using the SCOR Model. Editorial American Management Association.
- Bravo Valdivieso, M., y Ubidia Tapia, C. (2009). Contabilidad de Costos. Quito: Nuevodia.
- Stanford Graduate School of Business. Supply Chain Management: Strategies and innovations. Stanford: Stanford Graduate School of Business (2017) Recuperado <https://www.gsb.stanford.edu/exec-ed/programs/supply-chain-management>.
- Chávez, G. (2002). Manual para el diseño de normas de competencia laboral. Mexico: Panorama.
- Chopra, S. y Meindl, P. (2007). Supply chain management: strategy, planning and operation. New Jersey: Prentice Hall.
- De la Fuente García, D., y Fernández Quesada, I. (2005). Distribución en planta. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- DeGarmo, P. (1994). Materiales y procesos de fabricación. Sevilla: Reverté.

- Everett, A., & Ronald, E. (1991). *Administración de la producción y las operaciones* (Cuarta ed.). Missouri. Editorial Pearson Educación
- Fernández García, R. (s.f.). *La productividad y el riesgo psicosocial o derivado de la organización del trabajo*. España: Club Universitario.
- Hackett, R (2017). How This Startup Plans to Use Blockchain to Revolutionize the Coffee Supply Chain. *Fortune*. Revista Fortune. 4(3). Disponible en: <http://fortune.com/2017/10/24/blockchain-coffee-bext360/>
- Freivalds, B. N. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGraw Hill.
- Gaither, N., y Frazier, G. (s.f.). *Administración de producción y operaciones* (Octava ed.). México: International Thompson.
- García Criollo, R. (2008). *Estudio del trabajo: Ingeniería de Métodos y Medicina del trabajo*. Mexico: McGraw Hill.
- George, J., Claude, S., & Alvarez, L. (2005). *Historia del pensamiento Administrativo*. Mexico.
- Gerling, H. (2006). *Alrededor de las máquinas herramientas*. Barcelona : Reverté .
- Millán Gómez, (2012). *Fabricación por arranque de viruta*. Madrid: Paraninfo.
- Huertas, R., y Domínguez, R. (2002). *Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas de servicios turísticas*. Barcelona : Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona .

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL I:

### CADENA DE SUMINISTRO – PRODUCCIÓN - COSTOS

---

Horngren, C. T., Datar, S. M., y Rajan, M. V. (2012). Cost Accounting: A Managerial Emphasis. Boston: Pearson/Prentice Hall.

Hurtado Cuartas, D. (2008). Principios de Administración. Medellín: Fondo Editorial ITM.

Jeffus, L. (2009). Soldadura, Principios y aplicaciones. Madrid: Paraninfo.

Julián Rodríguez Montes, L. C. (2006). Procesos industriales para materiales metálicos. Visión Libros.

Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven R. (2002). Manufactura, Ingeniería y tecnología. México: Pearson Educación.

Lascter,T. y Oliver,K. (2003). When Will Supply Chain Management Grow Up? Strategy+Business 32. Recuperado de <https://www.strategy-business.com/article/03304?gko=54182>

Leidenger,O. M. (1997). Procesos industriales.(ciudad)Fondo Editorial PUCP.

Maldonado, J. A. (2011). Gestión de procesos. Málaga: Eumed.

Massachusetts Institute of Technology ( MIT) (2017). MIT Center for Transportation and Logistics. Massachusetts MIT Recuperado de <https://ctl.mit.edu/>

Marín, A. L. (1992). Sociología de la empresa (Quinta ed.). Madrid: Iberico Europea.

Prieto Llorente, A. (2014). Operación contable en los procesos de negocio. México D.F.: Pearson Educación.

Rocafort Nicolau, A., y Ferrer Grau, V. P. (2010). Contabilidad de costes. Barcelona: Profit.

Rodríguez Montes. Castro Martínez, L. y Del Real Romero, J.C. (2006). Procesos industriales para materiales metálicos. Visión Libros.

Salazar, F., Cavazos, J., y Martínez, J. (2012). Metodología basada en el modelo de referencia para cadenas de suministro para analizar el proceso de producción de biodiesel a partir de higuera. Información Tecnológica, 23 (1): 47-56. doi:10.4067/S0718-07642012000100006

Urda Fernández-Bravo, P. y Garcia Castro, J.M. (2016). Técnicas de mecanizado y metrología. Valencia: Paraninfo.

(1998). INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA. Recuperado el 17 de Mayo de 2017, de <http://www.ibv.org/productos-y-servicios/productos/publicaciones>

Valladares, C. (2014). Ingeniería de métodos. Lima: Revelars S.A.C.

Vallhonrat, J., y Corominas, A. (2000). Localización, distribución en la planta y mantenimiento. Barcelona: Marcombo,s.a.



Las industrias a una escala global, están orientadas a generar productos de alta calidad y a costos competitivos para el mercado. Por eso, gran parte de sus esfuerzos se orientan a obtener procesos eficientes y optimizados. Dicho estado se obtiene renunciando a las prácticas ortodoxas y tradicionales que se han venido heredando desde la época dorada de la Revolución Industrial (1760- 1840). En este texto se encuentran plasmados tres pilares para ese cambio de paradigma en las organizaciones y se ha titulado como *Administración Industrial*.

Inicialmente se hace introspección de los costos en la producción de bienes y servicios, se revisa la clasificación general de los costos, mano de obra directa, sistemas contables, materia prima, control de existencias mínimas, máximas y contabilización de costos. Además se analizan los estados de pérdidas y ganancias para la toma efectiva de decisiones. Una vez establecidos los costos básicos se deben estudiar todos los eslabones de la cadena de suministro revisando aspectos fundamentales como: sistemas *push-pull*, análisis de ABC, gestión de inventario, clasificación, costo del inventario, modelo de la cantidad económica del pedido. Estos análisis requieren la medición de la productividad en las organizaciones, para eso se usan ejercicios de aplicación orientados a conocer los procesos industriales más comunes. Además se muestra el uso de diagramas de operaciones, de análisis de procesos, de recorrido, diagrama hombre- máquina, ruta y operaciones.

**Gloria Elizabeth Miño Cascante.** PhD en Ciencias Económicas, magister en Dirección de Empresas Mención Proyectos, docente titular de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, vicerrectora académica actual y autora de varias obras académicas y ponencias científicas.

**Alcides Napoleón García Flores.** Ingeniero en Marketing en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Magíster en Pequeñas y Medianas Empresas, Mención Finanzas en la Universidad Nacional de Chimborazo. Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la carrera de Ingeniería Industrial.

**Ángel Geovanny Guamán Lozano.** Nació en 1988 en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Graduado como ingeniero industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Además, se formó como magister en Gestión Industrial y Sistemas Productivos. Trabaja como docente universitario desde el año 2013. Desarrolla sus actividades en el campo de la Cadena de Suministro y Lean Manufacturing.

**Julio César Moyano Alulema.** Ingeniero industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Magíster en Gestión Industrial y Sistemas Productivos. Magíster en Seguridad Industrial mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional. Docente universitario en la carrera Ingeniería Industrial.

ISBN: 978-9942-35-443-3

