



COLECCIÓN
**INGENIERÍA
Y TECNOLOGÍA**

LIBROS DE TEXTO

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Didácticas académicas

para la formación de ingenieros







COLECCIÓN
**INGENIERÍA
Y TECNOLOGÍA**

LIBROS DE TEXTO

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Didácticas académicas

para la formación de ingenieros

Nelson Humberto Cruz Villarraga
-Autor-



Editorial
UNIAGUSTINIANA

Cruz Villarraga, Nelson Humberto

Didácticas académicas para la formación de ingenieros / Nelson Humberto Cruz Villarraga.

-- Bogotá : Editorial Uniagustiniana, 2019.

141 páginas ; 24 cm. -- (Ingenierías y Tecnología)

Incluye bibliografías.

ISBN 978-958-5498-28-0

1. Ingeniería - Enseñanza 2. Formación profesional de ingenieros 3. Aptitud creadora 4. Indicadores de gestión. 5. Control de inventarios 6. Logística en los negocios I. Tít. 620. 007 cd 22 ed. A1647913

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Didácticas académicas para la formación de ingenieros

© Nelson Humberto Cruz Villarraga

© Editorial Uniagustiniana

Primera edición: septiembre de 2019

ISBN (impreso): 978-958-5498-28-0

ISBN (digital): 978-958-5498-29-7

Editorial Uniagustiniana

Ruth Elena Cuasialpud Canchala, Coordinación Editorial y de Difusión

Yenny Cortés Bello, Asistencia editorial

Evaluación por pares

Recepción: septiembre de 2018

Evaluación: abril de 2019

Correcciones del autor y aprobación final: junio de 2019

Edición

Communitas Colombia S.A.S., Corrección de estilo, diseño de portada y diagramación

Xxxxxxxxxxx, Impresión

Campus Tagaste, Av. Ciudad de Cali # 11B – 95

coor.publicaciones@uniagustiniana.edu.co

Impreso y hecho en Bogotá, Colombia. Depósito legal según Decreto 460 de 1995.

La Editorial Uniagustiniana se adhiere a la iniciativa de acceso abierto y permite libremente la consulta, descarga, reproducción o enlace para uso de los contenidos de esta obra, bajo la licencia Creative Commons de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.



Contenido

| | |
|--|----|
| Prólogo | 7 |
| Objetivos | 8 |
| Metas | 8 |
| Introducción | 9 |
| Unidad 1. Didáctica para el diseño de superficies de trabajo | 11 |
| Diseño de áreas de trabajo (Método de Guerchet) | 12 |
| Desarrollo de los contenidos | 15 |
| La superficie estática (Ss): | 15 |
| La superficie de gravitación (Sg): | 16 |
| La superficie de evolución (Se): | 17 |
| La superficie total (St): | 18 |
| Ejemplo de distribución de planta | 18 |
| Ejercicio guía | 24 |
| Referencias | 25 |
| Unidad 2. La formación a través de la didáctica en el diseño de indicadores | 27 |
| Introducción | 29 |
| Desarrollo de los contenidos | 29 |
| Definición de indicador | 29 |
| Definiciones en la construcción de los indicadores | 29 |
| Instructivo de la didáctica | 31 |
| Ejercicio guía | 40 |
| Referencias | 41 |
| Unidad 3. Didáctica para el Modelo de Gestión de Inventarios de revisión continua | 43 |
| Introducción | 44 |
| Desarrollo de los contenidos | 45 |
| Definición del MGI | 45 |
| Características | 46 |
| Nivel de servicio | 47 |
| Eliminación de desperdicios | 48 |



| | |
|---|-----|
| Mejoramiento continuo | 48 |
| Procesos orientados por los clientes | 49 |
| Instructivo de la didáctica | 51 |
| Ejercicio guía | 57 |
| Referencias | 59 |
| Unidad 4. Logistic GAME | 61 |
| Introducción | 62 |
| Desarrollo de los contenidos | 63 |
| Definición de logística | 63 |
| Distribución Física Internacional (DFI) | 63 |
| Incoterms | 63 |
| Contenerización | 65 |
| Tratado de Libre Comercio (TLC) | 66 |
| Instructivo de la didáctica | 69 |
| Ejercicio guía | 80 |
| Referencias | 90 |
| Unidad 5. Listas de materiales BOM (Bill Of Materials) | 91 |
| Introducción | 93 |
| Programa Maestro de Producción (MPS) | 96 |
| Ejercicio propuesto | 110 |
| Referencias | 111 |
| Unidad 6. Didáctica para el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo | 112 |
| Introducción | 113 |
| Desarrollo de los contenidos | 113 |
| Objetivo común | 114 |
| Liderazgo | 114 |
| Roles claros | 114 |
| Comunicación | 114 |
| Relaciones sólidas | 115 |
| Ejercicio propuesto | 119 |
| Referencias | 119 |
| Unidad 7. El juego de la cerveza | 120 |
| Introducción | 121 |
| Gestión de inventarios | 122 |
| Indicador de gestión | 122 |
| Ejercicio propuesto | 138 |
| Referencias | 138 |

Prólogo

El presente libro *Didácticas académicas en la formación de ingenieros* nace como respuesta a la necesidad académica de modernizar y evolucionar en el empleo de didácticas académicas para realizar las clases en el aula de forma práctica a partir de la simulación de procesos de la actividad industrial real, para que los estudiantes afronten retos que los lleven a tomar decisiones operativas y administrativas y con sus diversas implicaciones directas e indirectas, tal y como ocurre en las organizaciones reales.

El reto de emplear didácticas académicas para facilitar la comunicación y la interrelación entre el binomio docente-estudiante ha sido la motivación para escribir este libro -que en términos prácticos puede pasar a una relación de compañeros de trabajo o de jefe/subalterno (en la cual no necesariamente el jefe debe ser el docente)- haciendo de la clase un espacio más agradable y libre de tensiones innecesarias, en beneficio de toda la comunidad académica.

Objetivos

El objetivo de este libro *Didácticas académicas en la formación de ingenieros* es generar un texto práctico de consulta que permita al binomio docente-estudiante realizar simulaciones de procesos industriales en el aula de clase, a través de didácticas académicas, para así lograr la interiorización de los conceptos, la capacidad de análisis y se realicen propuestas de mejora por parte de los estudiantes que evidencien un aumento de la productividad de las empresas.

Realizar clases dinámicas y productivas, que cambien el esquema de la clase tradicional magistral donde el protagonismo pasa de ser solo del docente a un protagonismo compartido en un ambiente más amigable.

Metas

- » Los estudiantes desarrollarán las habilidades de planeación, ejecución y análisis de procesos productivos industriales.
- » Los estudiantes aportarán ideas que desarrollan su creatividad en función del cumplimiento de objetivos empresariales.
- » Los estudiantes desarrollarán la capacidad de cuestionar con criterio decisiones administrativas, objetivos estratégicos, metodologías de producción, administración de recursos humanos, técnicos y financieros, entre otros.
- » Las clases se desarrollarán en un ambiente amigable que mejora la relación entre docentes y estudiantes.

Introducción

Las *Didácticas académicas para la formación de ingenieros* es una metodología de enseñanza dinámica que está teniendo éxito en el medio universitario. La metodología busca integrar al estudiante con el tema objeto de estudio de forma creativa, simulando casos de la industria.

El libro consta siete unidades, y se trabajan los siguientes temas: didáctica en el diseño de superficies de trabajo (unidad 1), en la que se explora la importancia de las superficies adecuadas de trabajo en la industria; la formación a través de la didáctica en el diseño de indicadores (unidad 2), donde se invita a los estudiantes a ser creativos en el diseño de estrategias que permita la mejora de los indicadores de gestión; didáctica para el modelo de gestión de inventarios de revisión continua (unidad 3), aquí se busca desarrollar la habilidad de gestionar variables y establecer políticas con el objeto de aumentar la satisfacción del cliente y optimizar costos de inventario ; *logistic game* (unidad 4), en este juego los cuestionamientos son el eje central para desarrollar la habilidad de tomar decisiones en procesos de exportación; listas de materiales (unidad 5), aprender ensamblando y desensamblando un producto terminado, todos los componentes y su participación en la planeación de requerimiento de materiales; didáctica para el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo (unidad 6), en esta dinámica el objetivo común hace que todos los integrantes de un equipo demuestren sus aptitudes y actitudes para el logro de los resultados, y el juego de la cerveza (unidad 7), en la que los participantes actúan de forma independiente en la cadena logística, pero pueden afectar los resultados al cliente final por su desempeño o ser afectados por el proveedor.

Con estas didácticas se pretende mejorar los índices de calificación de los estudiantes, al pasar de conceptos o elementos teóricos a prácticas en el aula o fuera de ella (en algunos casos), interactuando con el docente para desarrollar habilidades de toma de decisiones que afectan los resultados de la empresa, cuestionar estrategias organizacionales, medir los resultados obtenidos y proponer mejoras en los procesos.



[10]

Nelson Humberto Cruz Villarraga



Unidad 1

Didáctica para el diseño de superficies de trabajo

Resumen

Previamente a la realización del esquema de distribución en una planta, el estudiante debe dominar los conceptos y las fórmulas para determinar los espacios de trabajo adecuados en cada una de las máquinas o puestos de trabajo. En estos cálculos se deben tener en cuenta varios elementos: el área de trabajo, que es la superficie donde el trabajador realiza su labor; las áreas de acceso, que son los pasillos o zonas por donde los operarios ingresan o salen del área de trabajo; las áreas de almacenamiento de la producción, que son las zonas donde al terminar el proceso de producción se almacena el inventario en la medida en que se va produciendo; y las áreas de alistamiento, que son las zonas donde, en algunos casos, es necesario preparar materia prima para el puesto de trabajo. La didáctica permitirá al estudiante aplicar estos conceptos mediante una metodología teórico-práctica, partiendo de una máquina-herramienta (física) a escala, para tomar las dimensiones principales, aplicar las fórmulas de las diferentes superficies que interactúan con los trabajadores y hallar un área total adecuada para cada máquina.

Palabras clave: superficie de trabajo, escala, distribución, planta, procesos.

Diseño de áreas de trabajo (Método de Guerchet)

De acuerdo con Alfonso (2007), “indudablemente, la distribución de planta podría empezar por el diseño de las estaciones de trabajo; más aún, por el diseño de estaciones consecutivas de trabajo” (p. 64). En concordancia con este concepto, en este texto se plantea el diseño de las áreas de trabajo y luego se proponen diseños para la distribución de la planta. Un ejemplo de esto se puede apreciar en la figura 2.

Una determinada distribución puede ser la mejor en una serie de condiciones y, sin embargo, puede ser pobre en otra. “En general, todas las distribuciones de la planta representan una o la combinación de dos distribuciones básicas: distribución por producto o en línea recta y distribución por funciones o por procesos” (Niebel, 2009).

La distribución de planta depende del tipo de industria, de la tecnología, de la infraestructura que se tenga, en términos generales no necesariamente se aplica una sola de las metodologías.

Para Muther (1970):

“Debemos reconocer estos tipos clásicos puros de distribución, desde el principio. Ellos nos muestran cómo ciertos factores tienen influencia en la distribución; nos permiten clasificar las diversas distribuciones en que trabajamos o con las que nos enfrentamos, y nos proporcionan una referencia con la que poder trabajar. Pero en la industria no encontramos, a menudo, estas distribuciones en su forma pura. Usualmente están, unas veces, combinadas con algún otro tipo de distribución; y en otras, la línea de demarcación entre un tipo y otro no es suficientemente clara. La mayor parte de las buenas distribuciones son una combinación o modificación de los seis tipos de distribución, los básicos: distribución por producto, distribución por proceso y distribución por posición fija y otras distribuciones: híbrida, distribución celular y distribución justo a tiempo. Aprovechan las ventajas de cada tipo en su lugar apropiado para reducir los costes de manipulación y la cantidad de material en proceso, conservando, al mismo tiempo, la flexibilidad y elevada utilización del hombre y de la máquina”.

Introducción

Esta propuesta lúdica ha sido diseñada con el propósito de generar en el aula de clase un ambiente de trabajo práctico en el que los estudiantes apliquen los conceptos y las fórmulas, previamente compartidas por el docente, y logren desarrollar la capacidad de análisis sobre áreas de trabajo, evaluación de áreas comunes (oficinas, servicios sanitarios, áreas de descanso, etc.), zonas de acceso, pasillos, áreas de almacenamiento y circulación de personal dentro de una planta de producción.

Durante la actividad los estudiantes deben desarrollar las competencias de trabajo en equipo, la habilidad en la interpretación de los resultados, la conceptualización sobre las mejores prácticas para la distribución de la planta, así como dimensionar una planta de producción y sus áreas de proceso, áreas de servicio y áreas administrativas.

La actividad desarrollada obedece al interés académico por lograr “sacar de la monotonía” a los estudiantes para que aporten sus ideas de forma natural. Se busca que ellos conozcan las máquinas-herramientas y propongan estrategias prácticas de distribución de planta que puede variar de acuerdo con los propios criterios aplicados.

Se recomienda que esta actividad lúdica sea aplicada a estudiantes de ingeniería industrial, ingeniería de producción, técnicos de procesos industriales y a todas aquellas personas que estén interesadas en aprender estas técnicas para aplicarlas en la industria real y lograr así aumentar la productividad.

En este aspecto es valioso desarrollar la creatividad de los estudiantes para lograr los mejores resultados en cuanto a disminución de distancias, disminución de recorridos y disminución en movimiento de material; casos en los que se puede simular con la lúdica desarrollada en este documento.

El método de áreas de trabajo (la superficie donde el trabajador realiza su labor) utilizado en esta lúdica es el método de Guerchet, que consiste precisamente en la metodología para el cálculo de superficies de trabajo de una empresa que puede ser utilizado para su diseño inicial, en el caso de que sea una empresa nueva, o para la adecuación correcta de una planta que no cumpla con los estándares propios para el movimiento del trabajador, el movimiento de las materias primas en el proceso productivo o el movimiento de máquinas o equipos que lo requiera la empresa.

Se utiliza este método en la actividad lúdica por la forma sencilla como hace la secuencia de cálculos matemáticos, permitiendo enriquecer las fórmulas con conceptos teóricos reales de actividades de producción industrial, fácilmente entendibles por los estudiantes, especialmente para aquellos que no han tenido contacto con las fábricas de producción.

Desarrollo de los contenidos

El Método Guerchet es un método muy amigable para la aplicación de conceptos en el aula de clase. Con base en los resultados obtenidos en su aplicación y en la retroalimentación que se hace al finalizar las sesiones en el aula de clase, los estudiantes manifiestan que con estas metodologías lúdicas se hacen las clases más interesantes y motivadoras.

Los pasos para el cálculo del área de trabajo son:

Primero: cálculo de la superficie estática, S_s .

Segundo: cálculo de la superficie de gravitación, S_g .

Tercero: cálculo de la superficie de evolución, S_e .

Cuarto: cálculo de la superficie total, S_t .

Quinto: distribución de planta.

Para el desarrollo de esta lúdica se tomará como muestra máquinas a escala 1:10 (maquetas) desarrolladas por los estudiantes en otra actividad lúdica. La escala 1:10 quiere decir que por cada centímetro que tenga la máquina (maqueta) equivale a 10 centímetros de una máquina real. En otras palabras, las maquetas están construidas a un tamaño diez veces menor que una máquina real.

El punto de partida es identificar tres tipos de superficies que sumadas generan una cuarta área, que es el área total:

La superficie estática (S_s):

La superficie estática hace referencia al área que ocupa la máquina o el puesto de trabajo.

Esta área viene en la especificación técnica de la máquina al momento de la compra. En caso de no tener acceso a esta información (por pérdida de la ficha técnica), se pueden tomar las dimensiones lo más exactas posibles del espacio que ocupa la máquina de ancho y de largo, como se aprecia en la Figura 1. En

este punto es muy importante aclarar que las dimensiones deben tomarse en posición de uso de la máquina, se deben tener en cuenta los desplazamientos de la máquina en uso, las palancas, los pedales, etc. Se utiliza para el cálculo la ecuación (1).

$$Ss=a*l \quad (1)$$

Donde:

Ss = Superficie estática. Esta se da en metros cuadrados (m^2)

a = ancho. Esta se da en metros (m) lineales

l = largo. Esta se da en metros (m) lineales

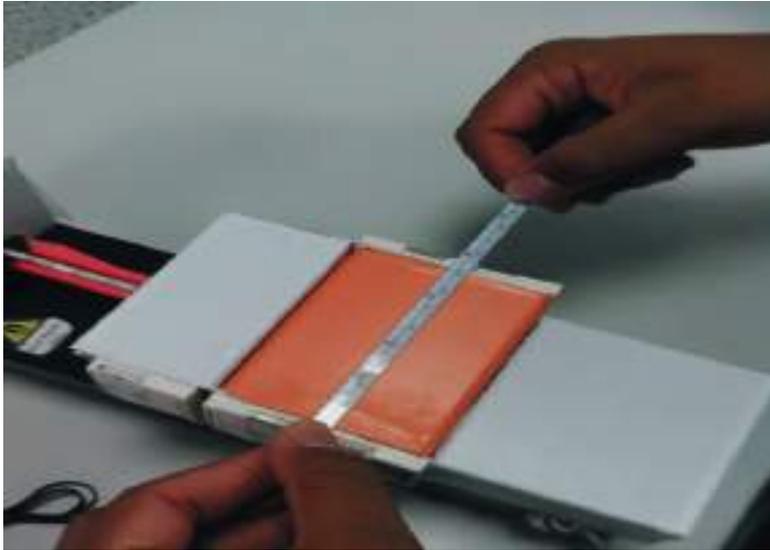


Figura 1. Máquina inyectora 1, toma de dimensiones. Fuente: elaboración propia.

La superficie de gravitación (Sg):

La superficie de gravitación (Sg) hace referencia al área que los trabajadores utilizan alrededor de la máquina para movimientos normales de los procesos de producción o materias primas a utilizar en la máquina. Para la obtención de esta superficie de gravitación se utiliza la ecuación (2).

$$S_g = S_s * N \quad (2)$$

Donde:

S_g = superficie de gravitación. Esta se da en metros cuadrados (m^2)

S_s = superficie estática. Esta se da en metros cuadrados (m^2)

N = el número de lados de la máquina o del puesto de trabajo por los cuales el operario debe trabajar.

La superficie de evolución (S_e):

La superficie de evolución hace referencia a los espacios que deben dejarse entre los puestos de trabajo para los desplazamientos de los trabajadores y la manipulación o almacenamiento de piezas y mercancías, se utilizara la ecuación (3).

$$S_e = (S_s + S_g) * K \quad (3)$$

Donde:

S_e = superficie de evolución. Esta se da en metros cuadrados (m^2)

S_s = superficie estática. Esta se da en metros cuadrados (m^2)

S_g = superficie de gravitación. Esta se da en metros cuadrados (m^2)

K = un coeficiente de evolución que representa una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos de las máquinas y que es clasificado dependiendo el tipo de empresa. En la tabla 1 se muestran los valores de K , y como se puede apreciar existe un rango en el que se puede tomar la decisión y definir un criterio técnico o personal.

Tabla 1

Valores de constante para K para diferentes tipos de industria

| Tipo de industria | Valor de K |
|------------------------|-------------|
| Industria alimenticia | 0.05 - 0.15 |
| Bandas transportadoras | 0.10 - 0.25 |
| Textil | 0.05 - 0.25 |
| Metalmecánica pequeña | 1.5 - 2 |
| Metalmecánica | 2.0 - 3.0 |

Nota. Estas son las constantes más utilizadas. Fuente: elaboración propia.

Cálculo de K

$$K=h1/(2 \times h2)$$

Donde:

h1: altura promedio de los elementos móviles de la máquina (palancas, mandos, etc.)

h2: altura promedio de los elementos estáticos de la máquina (bancada, base, etc.)

Se aconseja aplicar los valores de la tabla 1 en el evento de que no sea de fácil acceso la información de las máquinas, o en su defecto aplicar la fórmula realizando las respectivas mediciones de todas las máquinas.

La superficie total (St):

La superficie total (St) hace referencia al área que se debe disponer para la máquina o puesto de trabajo en mención. Se deberá aplicar la ecuación 4.

$$St = Ss + Sg + Se \quad (4)$$

Donde:

St = superficie total

Ss = superficie estática

Sg = superficie de gravitación

Se = superficie de evolución

Ejemplo de distribución de planta

Una vez se han realizado los cálculos anteriormente mencionados por cada máquina de la empresa se puede diseñar la distribución de la planta, que es la forma en que se ubican las máquinas, tal y como se aprecia en la Figura 2 a manera de ejemplo.



Figura 2. Lay out - ejemplo propuesto de una distribución de planta. Fuente: elaboración propia.

Ejercicio guía

Se dispone de cinco máquinas de la industria metalmecánica (en el laboratorio de ingeniería industrial, salón 102) cuyas dimensiones de ancho y largo se muestran en la tabla 2. Aplicando el método de Guerchet se debe calcular el área total de cada máquina, el área total de la planta (sumatoria de todas las máquinas) y proponer una distribución de planta. Las dimensiones están dadas en metros lineales (m).

Tabla 2

Dimensiones de las máquinas

| | | |
|--------------|-----|-------|
| Nasa | 383 | 28,9% |
| Wayúu | 116 | 8,7% |
| Embera | 93 | 7,0% |
| Pasto | 87 | 6,6% |
| Cañamomo | 82 | 6,2% |
| Embera Katío | 53 | 4,0% |

Nota. Cifras dadas en metros lineales. Fuente: elaboración propia.

Aplicando las fórmulas previamente explicadas se procede a aplicarlas para cada máquina y definir así su área.

Cálculo de la superficie estática S_s

Para la máquina 1 aplicando la ecuación 1 se tendría:

$$S_s = a * l \quad (1)$$

Donde:

$$a = 6 \text{ m}$$

$$l = 4 \text{ m}$$

Entonces:

$$S_s = 6\text{m} * 4\text{m} = 24 \text{ m}^2$$

La superficie estática de la máquina 1 es igual a 24 m²

En la tabla 3 se muestra los cálculos de las cuatro máquinas restantes:

Tabla 3

Cálculo de la superficie estática

| Maquinaria | Ancho | Largo | S_s m ² |
|------------|-------|-------|----------------------|
| Máquina 1 | 6 | 4 | 24 |
| Máquina 2 | 3 | 4 | 12 |
| Máquina 3 | 3 | 3 | 9 |
| Máquina 4 | 2 | 3.5 | 7 |
| Máquina 5 | 1 | 4 | 4 |
| Total | 15 | 18.5 | 56 |

Nota. La superficie estática se da en metros cuadrados. Fuente: elaboración propia.

Es importante recordar que al multiplicar estas dos dimensiones el resultado obtenido es en metros cuadrados.

Cálculo de la superficie de gravitación

Luego se procede a identificar los valores de N para cada máquina y así aplicar la ecuación 2 para hallar las superficies de gravitación.

Para la máquina 1 aplicando la ecuación 2 se tendría:

$$S_g = S_s * N \quad (2)$$

Donde:

$$S_s = 24 \text{ m}^2$$

$$N = 1$$

Entonces:

$$S_g = 24 \text{ m}^2 * 1 = 24 \text{ m}^2$$

La superficie de gravitación de la máquina 1 es de 24 m²

En la tabla 4 se muestra los cálculos de las cuatro máquinas restantes:

Tabla 4

Cálculo superficie de gravitación

| Maquinaria | S _s | N | S _g m ² |
|------------|----------------|---|-------------------------------|
| Máquina 1 | 24 | 1 | 24 |
| Máquina 2 | 12 | 1 | 12 |
| Máquina 3 | 9 | 2 | 18 |
| Máquina 4 | 7 | 1 | 7 |
| Máquina 5 | 4 | 2 | 8 |
| Total | 56 | 7 | 69 |

Nota. La superficie de gravitación se da en metros cuadrados. Fuente: elaboración propia.

Luego se procede a calcular las superficies de evolución.

Cálculo de la superficie de evolución

Para obtener la superficie de evolución se debe tener en cuenta el valor de la constante K de la tabla 1. El valor para la industria metalmeccánica es 2, por lo que se debe aplicar esta constante a todas las máquinas.

Para la máquina 1 aplicando la fórmula 3.

$$Se = (Ss + Sg) * K \quad (3)$$

Donde:

$$Ss = 24 \text{ m}^2$$

$$Sg = 24 \text{ m}^2$$

$$K = 2$$

Entonces:

$$Se = (24 \text{ m}^2 + 24 \text{ m}^2) * 2 = 96 \text{ m}^2$$

La superficie de evolución de la máquina 1 es de 96 m²

En la tabla 5 se muestra los cálculos de las cuatro máquinas restantes:

Tabla 5

Cálculo superficie de evolución

| Maquinaria | Ss | Sg | K | Se m2 |
|------------|----|----|---|-------|
| Máquina 1 | 24 | 24 | 2 | 96 |
| Máquina 2 | 12 | 12 | 2 | 48 |
| Máquina 3 | 9 | 18 | 2 | 54 |
| Máquina 4 | 7 | 7 | 2 | 28 |
| Máquina 5 | 4 | 8 | 2 | 24 |
| Total | 56 | 69 | 2 | 250 |

Nota. La superficie de evolución se da en metros cuadrados. Fuente: elaboración propia.

Luego se procede a calcular la superficie total

Cálculo de la superficie total

Para obtener la superficie total del ejercicio se procede a sumar la superficie estática, la superficie de gravitación y la superficie de evolución aplicando la ecuación 4.

Para la máquina 1 aplicando la ecuación 4.

$$St = Ss + Sg + Se \quad (4)$$

Donde:

$$Ss = 24 \text{ m}^2$$

$$Sg = 24 \text{ m}^2$$

$$Se = 96 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$St = 24 \text{ m}^2 + 24\text{m}^2 + 96\text{m}^2 = 144 \text{ m}^2$$

La superficie total de la máquina 1 es de 144 m²

En la tabla 6 se muestran los cálculos de las cuatro máquinas restantes:

Tabla 6

Cálculo superficie total

| Maquinaria | Ss | Sg | Se | St |
|------------|----|----|-----|-----|
| Maquina 1 | 24 | 24 | 96 | 144 |
| Maquina 2 | 12 | 12 | 48 | 72 |
| Maquina 3 | 9 | 18 | 54 | 81 |
| Maquina 4 | 7 | 7 | 28 | 42 |
| Maquina 5 | 4 | 8 | 24 | 36 |
| Total | 56 | 69 | 250 | 375 |

Nota. La superficie total en metros cuadrados. Fuente: elaboración propia.

La respuesta a este ejercicio es: 375 m² = 375 metros cuadrados.

Al tener estos resultados se procede a empezar a “jugar” con estas áreas para determinar las longitudes de ancho y largo de la planta. Una forma para que la planta quede de igual dimensión en el largo y en el ancho es sacar la raíz cuadrada al resultado obtenido de la superficie total. Para este ejercicio sería: $\sqrt{375} = 19.36$ m. Dicho de otra forma, 19.36 metros de ancho por 19.36 metros de largo.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de distribución de planta propuesto a partir de los cálculos realizados.



Figura 3. Lay out – Propuesta de distribución de planta. Fuente: elaboración propia.

Ejercicio propuesto

Teniendo claro el ejercicio realizado por el docente, se debe motivar a los estudiantes a desarrollar el taller para aplicar las fórmulas en forma práctica.

Partiendo de la investigación en una planta de metalmecánica donde se encuentran máquinas como taladros, tornos, cepillos mecánicos, esmeriles, etc., se deben tomar las dimensiones iniciales por cada máquina, el ancho y el largo, estas dimensiones se deben tabular tal y como se realizó en el

ejercicio anterior. Se recomienda utilizar flexómetro en la toma de estas dimensiones y se propone trabajar con una escala 1:10.

Dado que ya se ha explicado paso a paso el procedimiento, se enunciará la secuencia que deben desarrollar los estudiantes:

1. Tomar las dimensiones de las máquinas, el ancho y largo (flexómetro).
2. Calcular la superficie estática S_s .
3. Calcular la superficie de gravitación S_g . Importante tener claro que para este cálculo debemos tener en cuenta las zonas de trabajo de la máquina (N).
4. Calcular la superficie de evolución S_e . Es importante observar la tabla de valores de la constante (K) para el tipo de proceso industrial. En este caso es metalmecánica.
5. Calcular la superficie total S_t requerida para la planta.
6. Aumentar el 30% al área obtenida para destinarla a pasillos.
7. Con las dimensiones obtenidas diseñar la distribución completa de la planta con los pasillos incluidos.
8. Para cada máquina los estudiantes deben identificar con colores diferentes cada una de las superficies calculadas.

Referencias

- Alfonso, F. (2007). *Ingeniería de métodos. Globalización: Técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarias*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil
- Iafrancesco, G. M. (2003). *La educación integral en el preescolar: propuesta pedagógica*. Bogotá, Colombia: Editorial Magisterio.
- Jiménez, C. (2000). *Lúdica y recreación*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Jiménez, C. (2005). *Pedagogía lúdica: el taller cotidiano y sus aplicaciones*. Armenia, Colombia: Kinesis.
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. Barcelona, España: Editorial Hispano Europea.
- Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.



[26]

Nelson Humberto Cruz Villarraga



Unidad 2

La formación a través de la didáctica en el diseño de indicadores

Resumen

Esta unidad trata sobre los indicadores de gestión, los atributos principales que se deben tener en cuenta para su elaboración, las características, algunos cuestionamientos que guiarán al lector para generar un indicador adecuado y confiable, las definiciones importantes como responsabilidades en la creación, gestión y control de los resultados, así como sobre el valor agregado de los indicadores, que es la propuesta de mejoramiento continuo para aumentar progresivamente los estándares. Se presenta un ejercicio aplicado resuelto como guía, en un proceso de ensamble de un elemento de sujeción, compuesto por tornillos de 5/16, tuercas, arandelas y guasas, atendiendo las necesidades de los clientes y cumpliendo con los tiempos estándar previamente definidos, generando un indicador de cumplimiento, un objetivo y un promedio de servicio a los clientes.

Palabras clave: indicador, gestión, rendimiento, mejoramiento, objetivo, estándar.



[28]

Nelson Humberto Cruz Villarraga



Introducción

“Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”

William Thomson Kelvin (1824-1907)

Lo dicho por Lord Kevin se aplica en ingeniería industrial a través de los indicadores de gestión. Estos indicadores permiten compararse con la competencia, con el mercado, con la misma empresa, generar metas de cumplimiento, validar procesos, establecer metas futuras, tomar acciones oportunas para la compañía, evaluar el rendimiento de los equipos de trabajo, evaluar el resultado de implementación de proyectos. Se trata de una serie de valores agregados que bien aplicados permitirán a las organizaciones mayor competitividad.

Los indicadores apalancan la gestión organizacional. De acuerdo con Ríos (2014) la gestión “es el proceso mediante el cual se formulan objetivos, se miden resultados obtenidos y se toman acciones pertinentes para la mejora continua de los resultados” (p. 57); como se ha mencionado, es mover la acción en función de la mejora continua.

Desarrollo de los contenidos

Se presentan los elementos básicos a tener en cuenta en la elaboración de los indicadores de gestión.

Definición de indicador

Es una cifra significativa representativa, cuantitativa. Para Amaya (2005) “los indicadores de gestión son señales cuantitativas y cualitativas que sirven para observar el comportamiento de una variable y los atributos de los mismos”.

Definiciones en la construcción de los indicadores

Para diseñar un indicador se debe dar respuesta a cada uno de los siguientes interrogantes:

¿Nombre del indicador?

Se debe poner un nombre que identifique con claridad el proceso o la actividad que se va a medir, debe ser un nombre concreto y que logre transmitir el sentido del indicador, no es conveniente poner nombres extensos.

¿Para qué se hace?

Para realizar seguimiento al cumplimiento de las actividades organizacionales, orientadas por el planteamiento estratégico.

¿Quién provee la información?

La fuente de información para los indicadores debe ser confiable, se deben realizar auditorías para validar que la información sea verídica. También puede ser tomada manualmente en el momento de ejecutar las actividades productivas, pero de igual manera debe haber la cultura organizacional necesaria de responsabilidad con la información.

¿Quién utilizará la información?

Los indicadores de gestión deben ser fuente continua de consulta por parte de los funcionarios responsables del proceso que se está midiendo, para hacer el análisis de los resultados en forma continua y para que se tomen acciones de manera oportuna en caso de que los indicadores no vayan cumpliendo con los objetivos. Es también importante su revisión por parte de la jefatura del área, de la gerencia y de todos los entes que se vean afectados por los resultados del proceso. Por lo tanto, la información la debe utilizar el respectivo trabajador en su puesto, analizada por el mismo trabajador y sus jefes para toma de decisiones posteriores.

¿Cada cuánto se debe medir?

La frecuencia del indicador debe ser coherente con la toma de decisiones oportuna, un indicador de servicio es importante diligenciarlo en un tiempo razonable a la respuesta que se ha ofrecido al cliente para analizar la evolución y poder tomar correctivos a tiempo.

Hay indicadores que es necesario diligenciarlos a diario, (servicio, ventas, productividad, etc.) otros semanales (pronósticos, capacitación, mantenimiento, etc.), otros mensual (presupuestos, devoluciones, reclamos, etc.) y otros anual (crecimiento, rotación de portafolio, etc.)

¿Con qué se compara?

Los indicadores deben tener un objetivo que motive al equipo a cumplir con sus procesos al finalizar el periodo de medición. El objetivo puede ser una meta

que el equipo define, otro objetivo puede ser compararse con la competencia y tomar los mejores estándares y ponerlos como el objetivo del equipo.

Instructivo de la didáctica

- a. Del grupo de estudiantes se solicitan cinco voluntarios para realizar la actividad.
- b. De los cinco estudiantes se selecciona uno (rol de patinador) para generar los pedidos, estos pedidos se generan al azar con un par de dados (ver figura 4). Debe lanzar los dados y anotar la cantidad solicitada.
- c. El patinador le debe suministrar esta información “pedido” a sus otros cuatro compañeros, quienes deben armar el producto.
- d. En el momento que lanza los dados (figura 4) se debe empezar a cronometrar para la entrega del pedido, para cada unidad fabricada se tiene estipulado un minuto por persona, es decir, que si el pedido sale por 4 unidades se debe entregar en un minuto, dado que son cuatro los integrantes del equipo de trabajo. Si son 8 unidades el tiempo de cronometraje es de 2 minutos porque cada uno debe fabricar dos unidades.



Figura 4. Dados para sortear el pedido. Fuente: elaboración propia.

- e. Se debe disponer de una mesa de trabajo, no se requiere con especificaciones especiales.
- f. Los materiales están disponibles, como se muestra en la siguiente figura 5.



Figura 5. Tornillos, tuercas, arandelas, guasas. Fuente: elaboración propia.

g. Los trabajadores (estudiantes) proceden a ensamblar la producción, tomando las partes de la caja de materiales.

h. Una vez se ha terminado el tiempo cronometrado se procede a contar las unidades que se lograron entregar terminadas y bien ensambladas (calidad).

i. Se calcula el indicador de entregas (IE) del equipo, para lo que se emplea la fórmula:

$$IE = \frac{\# \text{ unidades entregadas}}{\# \text{ unidades pedidas}} * 100$$

j. Los resultados se van tabulando en el tablero, en forma consecutiva como se van entregando los pedidos.

k. Se deben realizar mínimo treinta pedidos y es conveniente ir rotando el grupo de trabajo entre los estudiantes de la clase, lo ideal es que todos participen.

l. Con los datos tabulados se realiza una gráfica de línea de tiempo, asumiendo que cada pedido es un día.

m. Se debe mostrar en la gráfica el promedio y el objetivo, que en este caso es del 100%. Y la fórmula utilizada en el cálculo.

n. Partiendo de la gráfica se realiza una tormenta de ideas para determinar las causas por las cuales el indicador no cumple (en el evento de que no cumpla el objetivo) las entregas a tiempo, para ello se recomienda utilizar el diagrama causa – efecto o el diagrama de Ishikawa.

o. Para las causas más representativas se plantean mejoras a ser implementadas en el proceso, entre más ideas de mejora es mucho mejor para el proceso de producción.

p. Se realiza de nuevo la didáctica con las mejoras propuestas por los estudiantes, se tabula la información y se grafica el indicador nuevamente.

q. Se comparan los resultados de los indicadores iniciales y el indicador con las mejoras en el proceso, se realiza una mesa redonda para que los estudiantes expresen su punto de vista respecto al comportamiento de los indicadores antes y después de la mejora.

r. Por último, se realiza otra tormenta de ideas para mejorar el indicador obtenido y se deja evidencia que el mejoramiento es continuo, que los procesos siempre son susceptibles de aumentar sus estándares, solo basta un poco de “ingenio”

Ejercicio guía

La didáctica consiste en ensamblar un conjunto de piezas en un solo componente mecánico, integrado básicamente por un tornillo de 3/8”, tuercas, arandelas grandes, arandelas pequeñas, guasas grandes y guasas pequeñas.

Descripción del ejercicio

Se debe armar un conjunto mecánico como se muestra en la figura 6:



Figura 6. Conjunto mecánico. Fuente: elaboración propia.

El conjunto está compuesto en su orden por: un tornillo de $3/8''$, una arandela pequeña, dos guasas pequeñas, una arandela pequeña, una tuerca (ajustada), una arandela grande, dos guasas grandes, dos arandelas grandes y una tuerca debidamente ajustada al máximo posible.

Los componentes son los que se aprecian en la figura 7:



Figura 7. Componentes para ensamble. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta un ejemplo para la realización de la actividad.

Recolección de datos y tabulación

Los estudiantes empiezan el proceso de fabricación de acuerdo al instructivo, se lanza un pedido (día 1), en este caso fueron tres unidades solicitadas (resultado de los dados lanzados), se procede al respectivo ensamble y se cronometra el tiempo estipulado, al terminar el tiempo se cuentan las piezas terminadas que fue 1 unidad en este caso. Aplicando la fórmula de Índice de entregas nos da un indicador del 33% para el día 1.

$$IE = \frac{\# \text{ unidades entregadas}}{\# \text{ unidades pedidas}} * 100$$

$$IE = \frac{1}{3} * 100$$

$$IE = 33\%$$

Se realizan 30 pedidos para recolectar la información, se recomienda rotar los estudiantes para que la participación sea de todo el grupo.

Los datos generados se tabularon como se muestra en la tabla 7:

Tabla 7

Indicador de entregas

| Periodo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| Cantidad pedida | 3 | 4 | 6 | 7 | 5 | 8 | 7 | 6 | 6 | 4 |
| Cantidad entregada | 1 | 3 | 6 | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 4 | 3 |
| Indicador | 33% | 75% | 100% | 71% | 80% | 63% | 86% | 100% | 67% | 75% |

| Periodo | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|--------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Cantidad pedida | 2 | 5 | 4 | 8 | 3 | 7 | 2 | 6 | 5 | 6 |
| Cantidad entregada | 2 | 4 | 3 | 6 | 3 | 6 | 2 | 5 | 4 | 5 |
| Indicador | 100% | 80% | 75% | 75% | 100% | 86% | 100% | 83% | 80% | 83% |

| Periodo | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Cantidad pedida | 9 | 6 | 8 | 9 | 5 | 1 | 7 | 6 | 6 | 5 |
| Cantidad entregada | 6 | 4 | 6 | 6 | 4 | 1 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| Indicador | 67% | 67% | 75% | 67% | 80% | 100% | 71% | 83% | 67% | 80% |

Nota. Datos recolectados en clase. Fuente: elaboración propia.

Diseño del gráfico

Con los datos obtenidos se grafica teniendo en cuenta presentar el comportamiento diario del indicador, el objetivo del indicador y el promedio, para un análisis rápido. En la figura 8 se muestra el gráfico del índice de entregas.

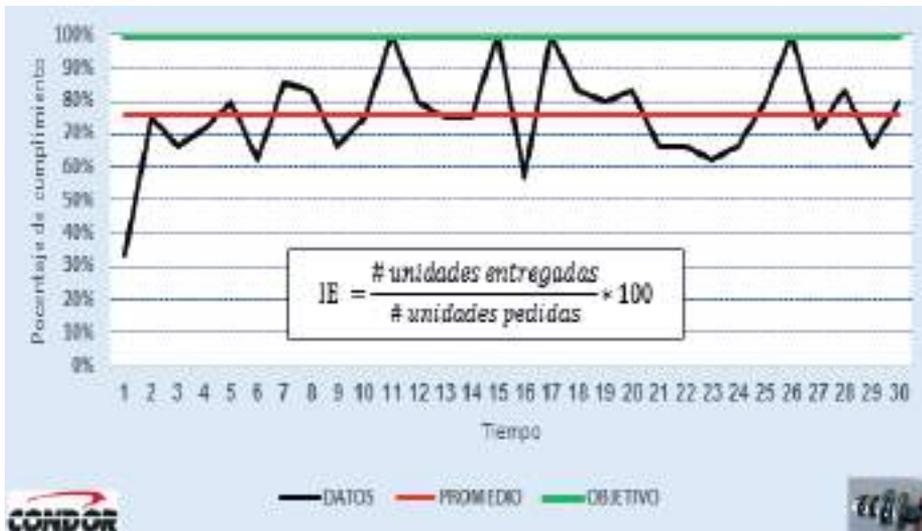


Figura 8. Índice de entregas conjunto mecánico. Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultados

Siendo el promedio el 76% del indicador se concluye que es un indicador muy bajo, por lo que es necesario plantear mejoras al proceso, para esto se utilizó el diagrama causa-efecto con la siguiente información de la figura 9.

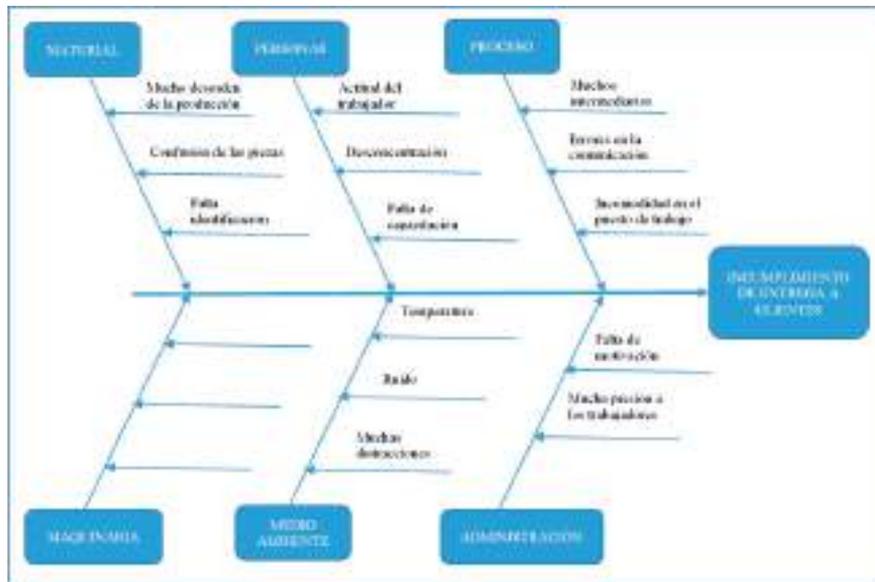


Figura 9. Diagrama causa-efecto. Índice de entregas conjunto mecánico.
Fuente: elaboración propia.

Partiendo de este análisis de causas se plantearon los mejoramientos, como se muestran en la tabla 8:

Tabla 8*Análisis de causas y propuestas de mejora*

| Causas | Acciones | Tareas | Observaciones | Responsable |
|----------------|---|--|--|---------------------------|
| Personas | Distracción | 1. Evitar distracciones como conversaciones al momento de efectuar la labor | Se realizan pausas activas para generar movimiento ya que el operario va a permanecer sin rotar del puesto de trabajo | Supervisor del área |
| | | 2. Evitar la utilización del celular durante su jornada laboral | | |
| Material | La materia prima está desordenada en el momento de realizar el producto y cuando ya está finalizado se debe ordenar la materia prima para generar productos con mayor facilidad | 1. Ordenar la materia prima por figuras, en un lugar donde se pueda observar y adquirir cada una | El orden se debe mantener en el puesto de trabajo en todo momento | Operario de producción |
| | | 2. Ordenar por clasificación de cada producto para que se genere facilidad al solicitar las órdenes | | |
| | | 3. Cuando el producto esté terminado ordenar la materia prima que se puede reutilizar para la siguiente orden | | |
| Proceso | Intermediarios - errores en la comunicación | La información sobre el pedido debe estar lo más cerca posible de los trabajadores de la planta, evitando el trabajo del patinador | Teniendo la información que le llague directamente a los trabajadores se evitan problemas de comunicación y la solicitud del cliente llega en tiempo real a la línea de producción | Supervisor del área |
| Administración | Motivación | Crear una política de incentivos para los trabajadores por cumplimiento de metas | Al optimizar las entregas, se tendrán más pedidos y más clientes, lo que mejora la condición financiera de la empresa y así mismo se bonifica a los trabajadores por resultados | Recursos humanos |
| Medio ambiente | Mejorar las condiciones de ruido de la empresa | Realizar un estudio del factor ruido en la empresa | Aunque no es grave en este caso, siempre se debe tener en cuenta este riesgo | Área de salud ocupacional |

Nota. Información recolectada a partir de la didáctica en clase. Fuente: elaboración propia.

Aplicación de los mejoramientos propuestos

Pasar de un almacenamiento desordenado (ver figura 10), a un almacenamiento con las piezas separadas por referencia para evitar confusiones y demoras (Figura 11):



Figura 10. Almacenamiento actual (desordenado). Fuente: elaboración propia.



Figura 11. Almacenamiento propuesto (ordenado). Fuente: elaboración propia.

Ejercicio propuesto

La empresa manufacturera de zapatos “zapato in” produce las unidades físicas presentadas en la tabla 9. Cada unidad física (UF) representa un par de zapatos, que es el producto terminado, el número de hombres que utilizó en la fabricación el respectivo día y el estándar por hombre que previamente ha establecido el ingeniero industrial partiendo de un estudio de tiempos y movimientos.

Tabla 9

Información producción de zapatos

| Fecha | UF producidas | No. Hombres | Estándar /hombre | Objetivo | Promedio |
|------------|---------------|-------------|------------------|----------|----------|
| 01/01/2018 | 96 | 2 | 70 | 100% | |
| 02/01/2018 | 146 | 2 | 70 | 100% | |
| 03/01/2018 | 143 | 2 | 70 | 100% | |
| 04/01/2018 | 161 | 3 | 70 | 100% | |
| 05/01/2018 | 90 | 2 | 70 | 100% | |
| 06/01/2018 | 50 | 1 | 70 | 100% | |
| 07/01/2018 | 110 | 2 | 70 | 100% | |
| 08/01/2018 | 143 | 2 | 70 | 100% | |
| 09/01/2018 | 186 | 2.5 | 70 | 100% | |
| 10/01/2018 | 70 | 1 | 70 | 100% | |
| 11/01/2018 | 119 | 2 | 70 | 100% | |
| 12/01/2018 | 130 | 2 | 70 | 100% | |
| 13/01/2018 | 128 | 2 | 70 | 100% | |
| 14/01/2018 | 52 | 1 | 70 | 100% | |
| 15/01/2018 | 106 | 2 | 70 | 100% | |
| 16/01/2018 | 140 | 2 | 70 | 100% | |
| 17/01/2018 | 136 | 2 | 70 | 100% | |
| 18/01/2018 | 195 | 3 | 70 | 100% | |
| 19/01/2018 | 66 | 1 | 70 | 100% | |
| 20/01/2018 | 130 | 2 | 70 | 100% | |
| 21/01/2018 | 200 | 3 | 70 | 100% | |
| 22/01/2018 | 130 | 2 | 70 | 100% | |
| 23/01/2018 | 125 | 2 | 70 | 100% | |

| | | | | | |
|------------|-----|---|----|------|--|
| 24/01/2018 | 132 | 2 | 70 | 100% | |
| 25/01/2018 | 132 | 2 | 70 | 100% | |
| 26/01/2018 | 123 | 2 | 70 | 100% | |
| 27/01/2018 | 100 | 2 | 70 | 100% | |
| 28/01/2018 | 140 | 2 | 70 | 100% | |
| 29/01/2018 | 200 | 3 | 70 | 100% | |
| 30/01/2018 | 240 | 4 | 70 | 100% | |
| 31/01/2018 | 135 | 2 | 70 | 100% | |

Nota. Datos aleatorios para el ejercicio propuesto. Fuente: elaboración propia.

El grupo de estudiantes debe:

- a. Determinar qué indicador debe aplicar en este caso
- b. Dar el nombre adecuado al indicador
- c. Realizar los cálculos del indicador diario
- d. Determinar el promedio general del mes
- e. Graficar los resultados teniendo en cuenta las recomendaciones del presente documento
- f. Analizar el gráfico obtenido y responder los cuestionamientos, ¿es posible que este indicador dé más del 100%? En caso afirmativo ¿por qué?, ¿qué sería lo más conveniente para el indicador?
- g. Investigar y desarrollar una hoja de vida para el indicador

Referencias

- Amaya A., J. (2005). Gerencia planeación y estrategia. Fundamentos, modelo y software de planeación. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Ríos Giraldo, R. M. (2014). *Seguimiento, medición, análisis y mejora en los sistemas de gestión*. Bogotá D.C.: Icontec.



[42]

Nelson Humberto Cruz Villarraga



Unidad 3

Didáctica para el modelo de gestión de inventarios de revisión continua

Resumen

La utilización del modelo de gestión de inventarios de revisión continua en la industria es muy amplia. En esta didáctica se aprende a calcular los niveles óptimos de inventarios teniendo en cuenta la información suministrada por el cliente, que se convierte en la demanda; la variación en la demanda; el nivel de servicio que se le debe dar al cliente; los tiempos de entrega de los proveedores y la variación en ese tiempo de entrega. El ejercicio guía es la aplicación del modelo de inventarios a una empresa que fabrica y comercializa licuadoras, en el que se definen los niveles de inventario de seguridad de punto de pedido y el inventario de aseguramiento del servicio y se valorizan dichos inventarios. Se propone un ejercicio final, en forma grupal, para la práctica de los estudiantes.

Palabras clave: modelo, inventarios, gestión, servicio, aprovisionamiento.

Introducción

Los inventarios representan un soporte importante para el abastecimiento en los procesos manufactureros: inventarios de materias primas, inventarios de producto en proceso e inventarios de producto terminado los encontramos a lo largo de la cadena de abastecimiento, por lo que debemos asegurar una buena gestión que permita tanto el buen servicio al cliente como que los costos de los inventarios y de su mantenimiento no sean tan altos o, por lo menos, que se establezca una estrategia que determine su control y también permita su gestión. De acuerdo con Schroeder (2006), “el objetivo fundamental de los inventarios es desacoplar las diferentes del área de operaciones. El inventario de materias primas desconecta a un fabricante de sus vendedores” (p. 356), en ese sentido el inventario es un obstáculo para el flujo continuo de los materiales, en estos casos es necesario optimizar los niveles de inventario para lograr el equilibrio entre servicio y costos.

El Modelo de Gestión de Inventarios (MGI) de revisión continua es una alternativa apropiada en el sector industrial por la importante integración de los elementos variables y constantes, internos y externos de la empresa y que bien determinados dan como resultado los cálculos y los elementos de juicio para asegurar hasta qué nivel se logrará la satisfacción del cliente.

La dinámica desarrollada permite al estudiante determinar las variables, las constantes y los niveles adecuados de inventario con un alto grado de asertividad y con criterio profesional y ético, así como también “jugar” con alternativas que determinen los mejores costos en beneficio de las organizaciones. Todo esto en una dinámica realizada en clase simulando los comportamientos reales en un ambiente físico. La demanda de productos, por ejemplo, es el factor relevante para el cálculo de modelos. Un autor afirmó con respecto a la demanda que “los supuestos que se hacen acerca del comportamiento y las características de la demanda pueden ser, con frecuencia, lo más importante para determinar la complejidad del modelo de control resultante” (Nahmias, 2009, p. 169).

Una buena gestión de inventarios ayuda a eliminar los procesos y almacenamientos que no agregan valor, es decir, a evitar toda clase de prácticas en “batch” (lotes). Por ejemplo, mejora la relación entre producción y centros de distribución de las fábricas, los ingresos de información al sistema, la transmisión de información, el almacenamiento intermedio innecesario, la solicitud de grandes volúmenes de materias primas mensualmente, etc.

Cambiar por prácticas de acción continua y en línea, como por ejemplo, la revisión continua, la gestión continua del punto de pedido o punto de reorden, la programación de entregas a los clientes (internos o externos), la preparación de pedidos, documentos de entrega y de recepción, el ingreso de información al sistema, el control de los inventarios, la consulta en línea de la información remota y local, los conteos cíclicos, entre otras, son valores agregados que aportan en la dinámica desarrollada para los estudiantes, para que desarrollen habilidades y con criterio tomen las mejores decisiones para las organizaciones.

Desarrollo de los contenidos

Definición del MGI

Según Ballou (1987), los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa.

La principal responsabilidad de la gestión de inventarios es administrar, adecuadamente, el flujo de materiales (flujo que se produce a lo largo de la Cadena de Abastecimiento, desde los puntos de aprovisionamiento hasta los de consumo), mediante modelos que aplicados de forma adecuada mejoran la gestión organizacional. En la figura 12 aparece la línea de tiempo horizontal y las cantidades de inventario en el eje vertical, se muestra el comportamiento del inventario disminuyendo y aumentado en el tiempo, con periodos de espera, con cantidades de reabastecimiento, con generación de pedidos, entre otros.

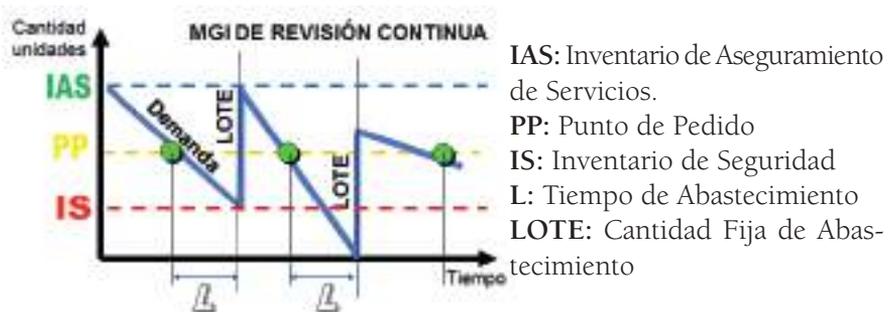


Figura 12. Comportamiento típico del modelo de inventarios de revisión continua. Fuente: elaboración propia.

Un proceso de revisión continua es aquel que actualiza el inventario cada vez que se registra una transacción y compara este nivel de inventario con uno predeterminado, conocido, como punto de pedido o nivel de reaprovisionamiento.

Cuando el inventario disponible se hace igual a inferior al punto de pedido, se realiza un nuevo pedido. Este punto de pedido se calcula de forma tal que no se agoten los inventarios mientras se abastece el lote. Este modelo es aplicable para toda la cadena (producto terminado en centros de distribución, producto terminado en fábrica, producto en proceso, incluye papelería para oficinas y producto para suministros).

En la revisión continua, en la práctica, el tiempo para la generación de una orden de reabastecimiento varía de acuerdo con el comportamiento de la demanda o consumo, pero la cantidad a reabastecer o tamaño del lote es constante.

Se requiere calcular o definir el punto de pedido, el tamaño del lote de reabastecimiento y el inventario de seguridad para cada referencia y /o artículo aplicando las fórmulas correspondientes que se muestran más adelante.

Características

- ¿Cuándo pedir? Cuando el inventario disponible sea menor o igual al punto de pedido.
- ¿Cuánto pedir? La cantidad fija e igual a los lotes económicos, técnicos o predefinidos. Para cada referencia se ha calculado un lote de acuerdo con la demanda, el cual siempre será igual en número de unidades
 - » Lote técnico: la mínima cantidad a producir de una referencia.
 - » Lote económico: la mínima cantidad a producir sin que cause desperdicio. Equilibrio entre el costo de producir y el costo de mantener en inventario.
 - » Lote predefinido: cantidad fija a reponer.
 - » Demanda promedio: es la cantidad promedio de la demanda, expresada en días. K: Factor de Nivel de Servicio. Es una constante que define el nivel de servicio; para un cubrimiento del 98% la constante es 2.05.
 - » L: tiempo desde que se genera el pedido hasta que el producto está disponible. Este tiempo de reaprovisionamiento (L) depende del proveedor netamente.
 - » σ_d : desviación de la demanda: son las variaciones de la demanda en un período. Es afectada por la desviación, el pronóstico y su unidad de tiempo, día.
 - » σ_L : desviación estándar del tiempo de reabastecimiento: variaciones del tiempo de reabastecimiento.

El objetivo final de esta dinámica es determinar los niveles adecuados de inventario que se deben trabajar por referencia, bien sea de producto en proceso o producto terminado. Este objetivo se logra mediante la aplicación de esta dinámica práctica, que ayuda a tener clases más amigables con toda la comunidad estudiantil.

Para un trabajo efectivo se deben interiorizar algunos conceptos básicos que se relacionan a continuación:

Nivel de servicio

Se parte de la tabla de las áreas de la distribución normal estándar acumulada, anexo 1, el valor de K para la fórmula se toma de acuerdo con la equivalencia que se muestra en la tabla 10:

Tabla 10

Equivalencias nivel de servicio

| Nivel de servicio | Factor (k) | Nivel de servicio | Factor (k) |
|-------------------|------------|-------------------|------------|
| 50% | 0,00 | 95% | 1,64 |
| 75% | 0,67 | 97% | 1,88 |
| 85% | 1,04 | 98% | 2,09 |
| 90% | 1,28 | 99,99% | 3,9 |

Nota. Equivalencias del área de la distribución normal estándar acumulada. Fuente: tomado de Montgomery (2014).

En la tabla se muestran las equivalencias a aplicar en el modelo de gestión de inventarios; si se pretende dar un servicio del 99,99%, es decir, satisfacer a la totalidad de los clientes, el valor de K a utilizar en la fórmula es de 4, si el nivel de servicio que se pretende dar a los clientes es de 97% el valor a utilizar en la fórmula es de 1.88, y así sucesivamente.

El valor del nivel de servicio depende de la capacidad que se tenga para almacenar los inventarios, dado que el nivel de servicio es directamente proporcional a la cantidad de inventario que se calcula. También es importante resaltar que los costos del inventario se aumentan en la misma proporción.

Se entiende como tiempo de entrega aquel desde el momento que entra el pedido al sistema hasta el momento que se hace explícita la necesidad del cliente, hasta que el proveedor la satisface.

Para los demás elementos el tiempo de ciclo es desde el momento en que se hace la solicitud de un material hasta cuando este es suministrado.

Eliminación de desperdicios

Eliminar toda clase de prácticas que no le agregan valor al cliente, por ejemplo: reprocesos, validaciones, almacenamientos innecesarios, movimiento innecesario de mercancía, es decir, “piense que la menor distancia entre dos puntos es una línea recta”. En la figura 13 se muestra una de las diferentes clases de clasificación de los desperdicios.



Figura 13. Desperdicios o despilfarros en la industria.

Fuente: tomado de *Lean Manufacturing* (2017).

Mejoramiento continuo

Para reducir los inventarios y aumentar su rotación se debe fijar la atención en la disminución del tiempo de reaprovisionamiento (L), que es el parámetro sobre el que se puede influir para impactar el inventario de seguridad, el lote de reabastecimiento y el punto de pedido.

Procesos orientados por los clientes

Los procesos deben partir de la necesidad de satisfacer a los clientes y no de la facilidad interna. En consecuencia, los procesos deberán definir el recurso necesario para atender los pedidos de los clientes, y no los clientes someterse a la capacidad de los equipos: por consiguiente, debemos eliminar ciertos términos como “No damos servicio porque estamos sobre demandados”.

Los elementos que a continuación se describen son aplicables en toda la cadena de abastecimiento, partiendo desde la relación de suministros con proveedores, pasando por manufactura, distribución, hasta nuestros clientes.

Fórmulas:

IS: Inventario de seguridad: Es la cantidad calculada a tener en inventario para atender la demanda inesperada y la incertidumbre del reabastecimiento.

$$IS = k\sqrt{(\sigma_d^2 L + \sigma_L^2 D^2)}$$

PP: Punto de pedido: cantidad en la cual se debe generar una orden de reposición del inventario, cada vez que el inventario disponible alcance este nivel se genera una orden de reposición equivalente a un lote de reabastecimiento.

$$PP = IS + D*L$$

El punto de pedido comprende dos elementos:

- El inventario disponible que cubre la demanda durante el periodo de reaprovisionamiento.

- El inventario de seguridad que cubre las variaciones de la demanda durante el periodo de reaprovisionamiento.

I. A. S.: Inventario para el aseguramiento del servicio: cantidad máxima a tener en inventario para brindar buen servicio, cubre la demanda y la variabilidad de esta. Es la suma del inventario de seguridad y el lote de reabastecimiento. Resulta de un análisis estadístico el cual se compone de un máximo (IAS), un punto de pedido (PP) y un inventario de seguridad (IS).

$$IAS = IS + LOTE$$

Lote de reabastecimiento: cantidad fija para reponer inventario.

$$\text{Lote de reabastecimiento} = \alpha * D * L$$

Donde alfa es un valor que determina el administrador como constante logística, que determina la velocidad en que se desea se generen los pedidos, entre mayor sea el α alfa, mayor es el inventario y el pedido tarda más, si el alfa es pequeño, menor será el inventario, pero más rápido se generan los pedidos. Lo recomendable en la mayoría de los casos es tomar el valor de alfa entre 1.5 y 2.5 para mantener un modelo equilibrado.

Para la realización de la dinámica se cuenta con los materiales necesarios en el laboratorio de ingeniería industrial, salón 102, que a continuación se describen:

Postes

Los postes (figura 14) utilizados llevan unas tabletas de colores que identifican los niveles del inventario, con color rojo se identifica el nivel calculado como inventario de seguridad, con color amarillo se identifica el punto de pedido y con color verde de inventario de aseguramiento del servicio. Esta es una ayuda visual para una :

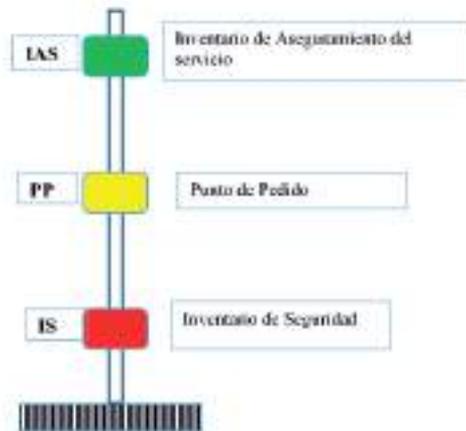


Figura 14. Poste de información visible. Fuente: elaboración propia.

Producto: licuadoras, se entiende que cada caja (figura 15) contiene un producto terminado que es una licuadora.



Figura 15. Producto: licuadora. Fuente: elaboración propia.

Pedido: corresponde a la acción que se debe realizar una vez el producto llega al punto de pedido (amarillo), esta información se debe transmitir al proveedor.

Orden de fabricación: corresponde a la acción que se debe realizar una vez el inventario que se encuentra en fábrica llega al punto de pedido, allí se genera para la plata de producción, no el pedido de cliente, sino la orden de fabricación.

Instructivo de la didáctica

- a. Se inicia con los postes dispuestos con la información correspondiente de las tabletas de colores que identifican los niveles de inventario y con los productos (licuadoras) en el nivel de inventario de aseguramiento del servicio (tableta verde), tanto en el inventario del almacén de cadena como en el proveedor, tal y como se muestra en la figura 16.



Figura 16. Inventarios en la cadena de suministro. Fuente: elaboración propia.

b. Se pide a un estudiante que empiece a comprar licuadoras en el punto de venta (disminuir el inventario paulatinamente) simulando un almacén de cadena, se pide que retire licuadoras hasta que llega a la tableta amarilla que representa el punto de pedido (figura 17).



Figura 17. Inventario en punto de venta. Fuente: elaboración propia.

c. En el momento que llega al punto amarillo (ver figura 18) se genera un pedido, el cual se simula con la tableta correspondiente a “pedido” y se le entrega al proveedor, para que este inmediatamente empiece a alistar la mercancía para atender a su cliente.



Figura 18. Inventario en punto de pedido. Fuente: elaboración propia.

d. Simultáneamente, mientras el proveedor alista el pedido del cliente (corresponde a un lote de reaprovisionamiento de 5 unidades) y lo despacha, el inventario llega al punto de pedido generando un pedido a fábrica y el inventario en el almacén de cadena se sigue consumiendo normalmente, hasta que llegue inventario a la tarjeta roja o inventario de seguridad (figura 19).



Figura 19. Inventario de seguridad. Fuente: elaboración propia.

e. Justo cuando el inventario en el almacén de cadena llega a la tarjeta roja, llega el pedido de reaprovisionamiento del proveedor y abastece el inventario hasta llegar a la tableta verde (ver figura 20).



Figura 20. Reaprovisionamiento. Fuente: elaboración propia.

f. Lo mismo ocurre simultáneamente con el inventario del proveedor, que ha lanzado un pedido a fábrica cuando llegó al punto de pedido y siguió consumiendo productos hasta que llega a la tableta roja, y en ese momento la fábrica le abastece el inventario hasta llegar a la tableta verde.

g. El inventario en fábrica tiene el mismo comportamiento, por lo que al llegar al punto amarillo genera una orden de fabricación que producción procede a programar y a fabricar para abastecer el inventario en el centro de distribución.

h. Este ciclo se sigue repitiendo hasta que los estudiantes hayan interiorizado el funcionamiento del modelo de gestión de inventarios de revisión continua, para pasar a realizar la parte matemática una vez se conoce y domina la dinámica.

Ejercicio guía

Para la realización de la siguiente dinámica se cuenta con los materiales necesarios en el laboratorio de ingeniería industrial, aula 102.

La compañía productora de licuadoras, ref. 309181541, desea establecer un MGI de revisión continua, para lo que ha definido la siguiente información que se muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Datos para cálculo del modelo

| Nivel de servicio | Demanda diaria | Desviación estándar Demanda | Lead time | Desviación estándar Lead time | Alfa |
|-------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-------------------------------|----------|
| k | D | σ_d | L | σ_L | α |
| Constante | (U / día) | Unidades | Días | Días | Alfa |
| 95% | 2 | 0.2 | 2 | 1 | 1.5 |

Nota. Datos aleatorios para el ejercicio guía. Fuente: elaboración propia.

Calcular:

Los niveles de inventarios en unidades físicas y el valor \$ de dicho inventario si cada bandeja tiene un costo de \$12.000.

Aplicando las fórmulas:

$$\text{Inventario de Seguridad: } IS = k\sqrt{(\sigma_d^2 L + \sigma_L^2 D^2)}$$

$$IS = 1.64 \sqrt{(0.2^2 \cdot 2 + 1^2 \cdot 2^2)}$$

$$IS = 1.64 \sqrt{(0.08 + 4)}$$

$$IS = 1.64 \sqrt{(0.08 + 4)}$$

$$IS = 3.3$$

$$\mathbf{IS = 3 \text{ unidades}}$$

“El resultado se aproxima a números enteros, en este caso el resultado es 3 unidades”.

Punto de Pedido

$$PP = IS + D * L$$

$$PP = 3 + 2 * 2$$

$$PP = 7 \text{ unidades}$$

Inventario Aseguram. Servicio:

$$IAS = IS + \alpha D * L$$

$$IAS = 3 + 1.5 * 2 * 2$$

$$IAS = 9 \text{ unidades}$$

Para calcular el valor del inventario se multiplica las unidades que nos arrojó el modelo por el valor individual del producto, en este caso el valor del producto es de \$12.000. Los resultados se muestran en la tabla 12.

Tabla 12

Resultado valor del inventario

| Nivel de inventario | Cantidad unidades | Valor individual | Total |
|---------------------|-------------------|------------------|------------|
| IS | 3 | \$12.000 | \$ 36.000 |
| PP | 7 | \$12.000 | \$ 84.000 |
| IAS | 9 | \$12.000 | \$ 108.000 |

Nota. Se muestran los datos cuando el inventario físico se encuentra en los niveles de IS, PP o IAS, pero debe calcularse cuando el inventario se encuentra fuera de algunos de estos puntos.

Fuente: elaboración propia.

Ejercicio propuesto

La empresa productora de bolso universitario presenta la siguiente información en la tabla 13:

Tabla 13

Información de entrada para el cálculo del MGI

| Nivel de servicio | Demanda diaria | Desviación estándar Demanda | Lead time | Desviación estándar Lead time | Alfa |
|-------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-------------------------------|----------|
| k | D | σ_d | L | σ_L | α |
| Constante | (U / día) | Unidades | Días | Días | Alfa |
| 98% | 76 | 8 | 3 | 1 | 2 |

Nota. Datos aleatorios para el ejercicio propuesto. Fuente: elaboración propia.

Calcule el MGI de revisión continua en unidades y halle el valor del inventario en sus diferentes niveles.

La empresa está ubicada en la sabana de Bogotá, pero sus proveedores están ubicados en Medellín, proponga mejoras para disminuir los niveles de inventario y ayudar a la empresa a mejorar su flujo de caja.

Realice el ejercicio cambiando el nivel de servicio a 90% y un alfa de 1.5. Analice los resultados y escriba las conclusiones.

Referencias

- Ballou, R. H. (1987). *Basic Business Logistics: Transportation, Materials Management and Physical Distribution*. (2a. ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Lean Manufacturing. (2017). Los 8 grandes despilfarros (mudas) de tu empresa. Recuperado de: <http://www.leanmanufacturinghoy.com/lean-manufacturing-los-8-grandes-despilfarros-mudas-de-tu-empresa/>
- Montgomery, D. C. (2014). *Control Estadístico de la Calidad*. Ciudad de México: LIMUSA.
- Nahmias, S. (2009). *Análisis de la producción y las operaciones*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Schroeder, R. G. (2006). *Administración de Operaciones, concepto y casos contemporáneos*. Ciudad de México: Editorial McGraw-Hill.



[60]

Nelson Humberto Cruz Villarraga



Unidad 4

Logistic GAME

Resumen

La función logística se convierte cada día en un diferencial hacia la excelencia competitiva de las empresas, con esta didáctica los estudiantes desarrollan habilidades propias de la logística y la Distribución Física Internacional, como son la de recepción de materiales en los puntos de aprovisionamiento, el almacenamiento adecuado en las bodegas, el alistamiento de mercancías, el empaque, el embalaje, la unitarización, los términos internacionales de comercio Incoterms, la cubicación de mercancía para los contenedores estándar internacionales, las entidades que intervienen en el proceso de exportación, el código de barras y otros conceptos asociados al proceso. El ejercicio propuesto se plantea para que los estudiantes sigan profundizando y familiarizándose con los términos propios de la función logística, desarrollen las habilidades y tomen las mejores decisiones.

Palabras clave: distribución, comercio, logística, transporte, internacional, contenedor.

Introducción

El proceso logístico en la formación de los estudiantes de ingeniería es de vital importancia para su actividad profesional, se busca de una forma didáctica que los estudiantes se apropien del conocimiento mientras desarrollan un juego.

La estrategia organizacional en el aspecto logístico siempre depara buenos retos, los que un ingeniero debe estar en capacidad de solucionar y proponer mejoras en los procesos.

Se trabajarán actividades como la unitarización de los productos, donde se busca la forma de optimizar el espacio físico de la mejor forma, y el diseño de los empaques primarios que son los que están en contacto directo con el producto y deben ser propicios para que además de proteger el producto sean fácilmente almacenados. También actividades como el empaque secundario, en el que se empacan varios productos primarios y que debe tener la resistencia necesaria para almacenamiento y manipulación, y el empaque terciario que agrupa varios productos primarios o secundarios y que facilita la manipulación y el transporte hasta llegar a la contenerización que es el almacenamiento adecuado para el proceso de exportación que en general se hace por vía marítima. También el cálculo de cubicación para lograr aprovechar el máximo de espacio de los contenedores y ser lo más rentables posible.

La Distribución Física Internacional, que siempre está vigente y con tendencias al crecimiento debido a los tratados de libre comercio y que promueven la comercialización sin aranceles, hace que se deban conocer los acuerdos comerciales y los términos de negociación en beneficio de las dos partes, tanto del exportador como del importador.

La actividad académica plantea un juego de exportación durante el cual se van cumpliendo los objetivos académicos planeados. Así, en el trayecto del transporte los estudiantes sortearán dificultades propias de la logística que si logran superarlas pueden continuar con la exportación, pero en caso de fallar se incurre en una sanción y retrasará su exportación.

Desarrollo de los contenidos

Se presentan los conceptos básicos aplicados en la actividad académica.

Definición de logística

El *Council of Logistics Management* (2014) define la logística como:

“la parte del proceso de la cadena de abastecimiento que planea, implementa y controla eficiente y efectivamente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo, para satisfacer las necesidades del cliente”.

Lograr la excelencia como lo plantea la definición, es un reto que las empresas de categoría mundial no pueden pasar por alto. El control y la gestión de los inventarios, los indicadores de rendimiento Kpi's, administración de los centros de distribución, ubicación, contenerización, alianzas estratégicas con proveedores y clientes, trazabilidad, logística inversa, entre otros muchos, son los factores logísticos en que se debe desarrollar la competencia para lograr llevar las empresas a los mejores estándares de competitividad a nivel local e internacional.

Distribución Física Internacional (DFI)

La Distribución Física Internacional (DFI), es el proceso logístico que se desarrolla al situar un producto en el mercado internacional, cumpliendo con los términos negociados entre el vendedor y el comprador. Su objetivo principal es reducir al máximo los tiempos, costos y riesgos que se puedan generar durante el trayecto, desde el punto de salida en origen hasta el punto de entrega en destino.

Incoterms

La Cámara de Comercio Internacional creó en 1936 el conjunto de términos internacionales de comercio, conocidos como Incoterms. Estos términos estandarizados establecen la relación y compromisos entre el exportador y el importador, resaltando cinco aspectos a tener en cuenta en un proceso comercial internacional:

- Las tareas que realizará el exportador
- Las tareas que realizará el importador
- Las actividades que pagará el exportador
- Las actividades que pagará el importador
- El momento en que se transfiere la responsabilidad por los bienes

La versión actual de los Incoterms es la de 2010, como se puede ver en la figura 21:

| Clasificación de los Incoterms 2010 | | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Siglas | Incoterms | Tipo de transporte | Pago transporte principal | Transmisión riesgo transporte |
| EXW | Ex works En fábrica | Polivalente | Comprador | Origen |
| FCA | Free Carrier Franco transportista | Polivalente | Comprador | Origen |
| CPT | Carriage Paid To Transporte pagado hasta | Polivalente | Vendedor | Origen |
| CIP | Carriage and Insurance Paid To Transporte y seguro pagados hasta | Polivalente | Vendedor | Origen |
| DAT | Delivered At Terminal Entregada en terminal | Polivalente | Vendedor | Destino |
| DAP | Delivered At Place Entregada en lugar | Polivalente | Vendedor | Destino |
| DDP | Delivered Duty Paid Entregada derechos pagados | Polivalente | Vendedor | Destino |
| FAS | Free Alongside Ship Franco al costado del buque | Marítimo | Comprador | Origen |
| FOB | Free On Board Franco a bordo | Marítimo | Comprador | Origen |
| CFR | Cost And Freight Coste y flete | Marítimo | Vendedor | Origen |
| CIF | Cost, Insurance And Freight Coste, seguro y flete | Marítimo | Vendedor | Origen |

Figura 21. Términos Internacionales de Comercio. Fuente: Guía Práctica de los Incoterms 2010. Global Marketing Strategies.

Contenerización

El contenedor es el elemento de transporte o caja de carga que consiste en un recipiente especialmente construido para facilitar el traslado de mercaderías, como unidad de carga, en cualquier medio de transporte con la resistencia suficiente para soportar la repetida utilización, y el llenado o vaciado con facilidad y seguridad. Al estar provisto de accesorios que permitan el manejo rápido y seguro de la carga, descarga y transbordo, es el medio adecuado para la actividad de exportación. Ver figura 22.



Figura 22. Patio de contenedores. Fuente: elaboración propia.

Existen varios tipos de contenedores, pero los más utilizados y estandarizados son dos: los de 20 pies y los de 40 pies (haciendo referencia al sistema anglosajón de unidades).

Al realizar la operación matemática sobre los de 20 pies, cuya dimensión hace referencia a la longitud del contenedor, siendo equivalente un 1 pie a 12 pulgadas y a su vez una pulgada equivalente a 2,54 cm., se tiene:

´pie: pie

”: pulgada

1" = 2,54 cm, entonces, 1' (12") * 2.54 cm = 30.48 cm, en consecuencia 30.48 cm * 20 pies = 609,6 cm de longitud en el sistema decimal.

Los de 40 pies, que son el doble del anterior de 20', se comprueba realizando la operación matemática.

1" = 2,54 cm, entonces, 1' (12") * 2.54 cm = 30.48 cm, en consecuencia 30.48 cm * 40' = 1219,2 cm de longitud en el sistema decimal.

También se considera uno de los más utilizados el contenedor de 40' HC High Cube, que tiene la misma longitud del de 40', pero la altura, a diferencia del contenedor de 20' y 40' que es de 239 cm, es de 269,5 cm.

Tratado de Libre Comercio (TLC)

Los tratados de libre comercio son convenios o acuerdos mediante los cuales las partes homologan un intercambio de productos con el fin de no pagar impuestos y poderlos comercializar con mayor facilidad. Se crean con el objetivo bilateral de crecer comercialmente y también de atraer inversión extranjera no solo del país socio sino de otros países interesados.

Los TLC ofrecen beneficios como la instalación de nuevas empresas en el país, trayendo consigo un aumento de la empleabilidad, nuevas tecnologías, crecimiento industrial o agrícola, participación en nuevos mercados internacionales, visibilidad de los productos autóctonos, crecimiento del portafolio de productos, entre otros.

Recursos materiales para la didáctica

Todos los materiales se encuentran disponibles en el laboratorio de Ingeniería Industrial, aula 102.

Tablero de juego. Es el mapamundi con las rutas de exportaciones a seis destinos: Italia, Noruega, Estados Unidos, Sur África, China y Argentina (ver figura 23).



Figura 23. Mapamundi, tablero de juego. Fuente: elaboración propia.

Seis fichas. Puede participar un máximo de seis grupos simultáneamente, el color es indiferente y todos pueden hacerlo con el mismo color, debido a que cada uno de los participantes tiene rutas diferentes (ver figura 24).



Figura 24. Fichas jugadores. Fuente: elaboración propia.

Un par de dados (ver figura 25).



Figura 25. Dados. Fuente: elaboración propia.

Tarjetas con preguntas. Aunque se tienen cuatro colores de tarjetas, estas no tienen clasificación alguna, han sido diseñadas con colores para evitar que los participantes tengan prevenciones y ellos pueden seleccionar el color de la tarjeta que deseen contestar (ver figura 26).



Figura 26. Tarjetas. Fuente: elaboración propia.

Instructivo de la didáctica

La didáctica está orientada a practicar los procesos, los conceptos, las definiciones, las interpretaciones y las entidades que intervienen en el proceso de logística internacional.

- a. La actividad inicia con el tablero dispuesto sobre las mesas del laboratorio (ver figura 27).



Figura 27. Tablero de juego. Fuente: elaboración propia.

- b. Parten todos los jugadores de Colombia, las fichas se disponen para dar inicio, se puede crear un máximo de seis equipos, porque se tienen seis destinos para realizar la exportación. El color de las fichas es indiferente (fichas jugadores), cada jugador toma una ruta diferente (ver figura 28).



Figura 28. Fichas jugadores. Fuente: elaboración propia.

c. Se lanzan los dados, por orden de lista, para establecer los puntos a correr (ver figura 29).



Figura 29. Dados lanzados. Fuente: elaboración propia.

d. Se procede a correr la ficha de acuerdo con los números que hayan resultado en los dados (ver figura 30).



Figura 30. Jugador inicia la exportación. Fuente: elaboración propia.

e. Se saca una de las tarjetas con preguntas y se lee para que los estudiantes, en grupo, preparen su respuesta. El estudiante debe elegir el color de la tarjeta que desee (ver figuras 31 y 32).



Figura 31. Tarjeta logotipo. Fuente: elaboración propia.

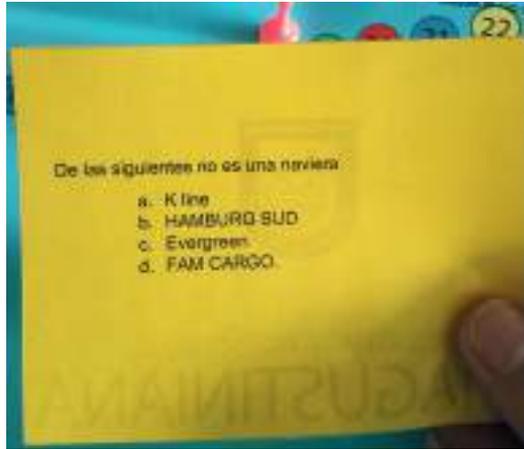


Figura 32. Tarjeta - pregunta. Fuente: elaboración propia.

f. Se da un tiempo máximo de un minuto, permitiendo a los estudiantes consultar sus apuntes, Internet, libros o la fuente que consideren pertinente. Pasado el minuto debidamente cronometrado (ver figura 33) se les solicita la respuesta, en caso de acertar pueden seguir normalmente en el juego, si la respuesta no es la correcta pierden un lanzamiento y la oportunidad de avanzar en la siguiente ronda.



Figura 33. Cronómetro: 1 minuto. Fuente: elaboración propia.

g. El equipo que llegue primero a su destino tendrá una bonificación en la nota del curso. En tanto que los equipos perdedores (todos los equipos deben terminar el ejercicio), deberán consultar las respuestas de las preguntas que no fueron satisfactoriamente resueltas durante el juego y traer las respuestas en la siguiente sesión y presentarlas al resto del grupo.

Ejercicio guía

Se dispone de tres equipos conformados como se muestra en la tabla 14:

Tabla 14

Distribución de los equipos de trabajo

| Equipo 1 | Equipo 2 | Equipo 3 |
|----------|----------|-----------|
| Carlos | Mario | Martha |
| Claudia | Jesús | Katherine |
| Alberto | Carolina | Natalia |

Nota. Los equipos se conformaron por sorteo.

Fuente: elaboración propia

Se sorteó el grupo que inicia quedando primero el grupo 2, en segundo lugar, el grupo 1 y en tercer lugar el grupo 3. También se sortea el destino de la exportación, quedando así:

Grupo 1 exportará a Argentina

Grupo 2 exportará a Italia

Grupo 3 exportará a Noruega

- Para iniciar lanza los dados Mario, del equipo 2. El resultado que obtuvo con el lanzamiento de los dados fue 7, por lo que Mario desplaza la ficha por la ruta que envía la mercancía a Italia.
 - Ubicado en la casilla 7, el grupo selecciona el color de la tarjeta que desean resolver. En este caso se selecciona la tarjeta color naranja que corresponde al número 35.
 - El docente lee la pregunta: ¿Qué significan las siglas DIAN?
 - El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.

La respuesta es **correcta**, por lo que quedan en espera para su siguiente turno.

- Lanza los dados Carlos (Grupo 1), siendo el resultado 10, mueve la ficha siguiendo la ruta de Argentina hasta la casilla 10.
 - En la casilla 10 selecciona una tarjeta de color amarillo.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: ¿De qué se trata el *Bill of Lading*?
 - El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: conocimiento de embarque.
- La respuesta es **correcta**, por lo que quedan en espera para su siguiente turno.

- Lanza los dados Martha (Grupo 3), siendo el resultado 8, mueve la ficha siguiendo la ruta de Noruega hasta la casilla 8.
 - En la casilla 8 selecciona una tarjeta de color verde oscuro.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: Un permiso sanitario es el documento expedido por el INVIMA mediante el cual se autoriza a un microempresario para fabricar y vender alimentos de consumo humano en el territorio nacional con sus excepciones. Diga si esta apreciación es Verdadera o Falsa.
 - El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y da la respuesta: Verdadero.
- La respuesta es **correcta**, por lo que quedan en espera para su siguiente turno.

- Lanza los dados Jesús (Grupo 2), siendo el resultado 10, mueve la ficha siguiendo la ruta de Italia hasta la casilla 17.
 - En la casilla 17 selecciona una tarjeta de color amarillo.
 - El docente toma la tarjeta y realiza la pregunta al grupo: no de los documentos que se exige para exportar es el certificado fitosanitario, este debe tramitarse ante:

- DIAN
- ICA
- SISPAC
- INVIMA

- El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: b) ICA.

La respuesta es **correcta**, por lo que quedan en espera para su siguiente turno.

- Lanza los dados Claudia (Grupo 1), siendo el resultado 9, mueve la ficha siguiendo la ruta de Argentina hasta la casilla 19.
 - En la casilla 19 selecciona una tarjeta de color naranja.

- El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: El encargado de diligenciar la planilla de traslado es:

- a) El importador
- b) El exportador
- c) Un funcionario de la DIAN
- d) El transportador
- e) B y D
- f) Ninguna de las anteriores

- El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: c) Un funcionario de la DIAN.

La respuesta es **incorrecta**, por lo que quedan sancionados y pierden su siguiente turno.

- Lanza los dados Katherine (Grupo 3), siendo el resultado 8, mueve la ficha siguiendo la ruta de Noruega hasta la casilla 16.

- En la casilla 16 selecciona una tarjeta de color verde claro.

- El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: Uno de los principales objetivos de las SIA es colaborar a las autoridades aduaneras con la aplicación de las normas legales relacionadas con:

- a) El comercio exterior
- b) Tránsito de pasajeros
- c) Manejo de datos e información
- d) Transporte logístico multimodal

- El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: a) El comercio exterior.

La respuesta es **correcta**, por lo que quedan en espera para su siguiente turno.

- Lanza los dados Carolina (Grupo 2), siendo el resultado 9, mueve la ficha siguiendo la ruta de Italia hasta la casilla 26.

- En la casilla 26 selecciona una tarjeta de color naranja.

- El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: Responda falso o verdadero “no es necesario ni obligatorio informar a través de los servicios informáticos

electrónicos, el ingreso de la mercancía al lugar de embarque, depósito habilitado o zona franca”.

- El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: es falsa la afirmación porque que sí es necesario y obligatorio.

La respuesta es **correcta**, por lo que quedan pendientes de su siguiente turno.

En el orden le correspondía lanzar los dados al grupo 1, pero se encuentra sancionado por contestar incorrectamente la pregunta anterior, por lo tanto, continúa la actividad con el siguiente grupo.

- Lanza los dados Natalia (Grupo 3), siendo el resultado 4, mueve la ficha siguiendo la ruta de Noruega hasta la casilla 20.
 - En la casilla 20 selecciona una tarjeta de color verde oscuro.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: Todo alimento que se expendia directamente al consumidor bajo marca de fábrica y con nombres determinados deberá obtener registro sanitario (Art. 41 Dec. 3075/97). Respondan si esta afirmación es verdadera o falsa.
 - El grupo de estudiantes se reúnen por un minuto y responden: la afirmación es verdadera.

La respuesta es **correcta**, por lo que quedan pendientes de su siguiente turno.

- Lanza los dados Mario (Grupo 2), siendo el resultado 7, mueve la ficha siguiendo la ruta de Italia hasta la casilla 33.
 - En la casilla 33 selecciona una tarjeta de color naranja.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: ¿Cuál es la misión de la DIAN?
 - a) Velar por el cumplimiento de las obligaciones tributarias
 - b) Fiscalizar las operaciones de exportación
 - c) Controlar las operaciones de importación
 - d) Todas las anteriores
 - e) Ninguna de las anteriores

-El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: D, todas las anteriores

La respuesta es **correcta**, por lo que quedan pendientes de su siguiente turno.

- Lanza los dados Alberto (Grupo 1), siendo el resultado 8, mueve la ficha siguiendo la ruta de Argentina hasta la casilla 27.
 - En la casilla 27 selecciona una tarjeta de color verde oscuro.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: el INVIMA es el ente gubernamental que le compete la vigilancia sanitaria y control de calidad de:
 - a) Alimentos, bebidas, medicamentos, cosméticos, productos biológicos, elementos médico-quirúrgicos, productos homeopáticos
 - b) Alimentos, bebidas, medicamentos, cosméticos, productos ergonómicos
 - c) Productos ergonómicos, elementos médico-quirúrgicos, productos homeopáticos.
 - d) Ninguna de las anteriores
 - El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: la a. es la más completa.

La respuesta es **correcta**, por lo que quedan pendientes de su siguiente turno.

- Lanza los dados Martha (Grupo 3), siendo el resultado 4, mueve la ficha siguiendo la ruta de Noruega hasta la casilla 24.
 - En la casilla 24 selecciona una tarjeta de color verde oscuro.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: El agente marítimo debe asegurar que:
 - a) Se conserven las copias de todos los documentos, incluidos la lista de empaque, certificados de inspección y seguro
 - b) Existan comunicaciones entre el exportador y la SIA
 - c) La carga corresponda a la documentación
 - d) El itinerario de transporte se cumpla
 - El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: d. El itinerario de transporte se cumpla.

La respuesta es **incorrecta**, por lo que quedan sancionados para el siguiente turno.

- Lanza los dados Jesús (Grupo 2), siendo el resultado 4, mueve la ficha siguiendo la ruta de Italia hasta la casilla 34 que es el punto de llegada.
 - En la casilla 34 selecciona una tarjeta de color verde oscuro.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: El INVIMA debe:
 - a) Dirigir y hacer cumplir en todo el mundo las funciones de control de calidad y vigilancia sanitaria de los productos de su competencia
 - b) Dirigir y hacer cumplir en toda Colombia las funciones de control de calidad de los productos de su competencia
 - c) Ninguna de las dos.
 - El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: b.

La respuesta es **correcta**, por lo que han llegado en primer lugar a su destino y los convierte en los ganadores de la actividad. Deben quedarse en el salón observando a los compañeros para definir quién queda en segundo lugar.

- Lanza los dados Claudia (Grupo 1), siendo el resultado 7, mueve la ficha siguiendo la ruta de Argentina hasta la casilla 30.
 - En la casilla 30 selecciona una tarjeta de color verde claro.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: Es el área geográfica.
 - a) Realizar un cotejo entre el conocimiento del embarque y el manifiesto de carga
 - b) Ejecutar las políticas formadas por el ministerio de protección social para el transporte de alimentos y animales
 - c) Realizar la inspección de los productos agropecuarios
 - d) Transferir la mercancía al exterior
 - e) Ninguna de las anteriores
 - El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: e) ninguna de las anteriores.

La respuesta es **incorrecta**, por lo que quedan sancionados y pierden un lanzamiento.

- Lanza los dados Natalia (Grupo 3), siendo el resultado 9, mueve la ficha siguiendo la ruta de Noruega hasta la casilla 33.
 - En la casilla 33 selecciona una tarjeta de color naranja.
 - El docente toma la tarjeta y pregunta al grupo: Mencione los tres tipos de contenedores estándar y sus respectivas capacidades de carga.
 - El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: contenedor de 20' carga máxima de 22 toneladas. Contenedor de 40' carga máxima de 34 toneladas. Contenedor de 40' HC carga máxima de 36 toneladas.

La respuesta es correcta, por lo que quedan pendientes del siguiente turno.

- Lanza los dados Katherine (Grupo 3), siendo el resultado 5, mueve la ficha siguiendo la ruta de Noruega hasta la casilla 36 que es la casilla de llegada.

- En la casilla 36 selecciona una tarjeta de color amarilla.

El docente toma la tarjeta y realiza la pregunta al grupo: ¿Qué información es más relevante en la factura comercial?

- El grupo de estudiantes se reúne por un minuto y responde: “Toda la información que tienen las facturas comerciales Invoice es necesaria y obligatoria. Las facturas deben contener los nombres de la aduana de salida y puerto de entrada, nombre y dirección del vendedor o embarcador, nombre y dirección del comprador o del consignatario, descripción detallada de la mercancía, cantidades, precios que especifiquen tipo de moneda, tipo de divisa utilizada, condiciones de venta, lugar y fecha de expedición, la dirección y el RIF (Registro de Información Fiscal). En la factura debe desglosarse la alícuota del IVA, además es muy importante que el formato de la factura sea elaborado por una imprenta autorizada por el ente recaudador de tributos.

Debe contener también la referencia al pedido o factura proforma, fecha, nombres y direcciones comerciales del comprador y del vendedor, denominación precisa, cantidad de la mercancía y precio, datos necesarios para la determinación de la base imponible de impuestos, precio unitario y total de la mercancía en la divisa pactada, forma y condiciones de pago, Incoterm, forma y plazo de pago, especificar el origen de las mercancías, medio de transporte pactada, entre otros”.

La respuesta es **correcta**, quedan en segundo lugar en la actividad.

- El grupo 1 ya está en la última casilla, por lo que solamente selecciona una tarjeta de color verde claro.

- El docente toma la tarjeta y realiza la pregunta al grupo: Es el área geográfica delimitada dentro del territorio nacional en donde se desarrollan actividades industriales de bienes y/o de servicios o actividades comerciales, bajo una normatividad especial en materia tributaria, aduanera y de comercio exterior. Las mercancías ingresadas se consideran fuera del territorio aduanero nacional para efectos de los derechos e impuestos a las importaciones y a las exportaciones.

- a) Puerto
- b) Bodega de reconocimiento
- c) Zona franca
- d) Muelle

El grupo de estudiantes se reunió por un minuto y dio la respuesta: zona franca.

La respuesta es **correcta**, por lo que han llegado a su destino en el puerto de Argentina.

Los grupos que fueron sancionados por no contestar correctamente las preguntas deben consultar las respuestas y presentarlas a los compañeros en la próxima sesión de clase.

Ejercicio propuesto

Conformar cuatro grupos de estudiantes, preferiblemente con un máximo de tres integrantes en cada grupo y realizar la actividad exportando a los cuatro destinos, con la variación de que si un grupo no contesta correctamente el siguiente grupo en turno tiene la posibilidad de hacerlo, esto permitirá una retroalimentación más rápida.

Para el desarrollo de la actividad, se anexan las tarjetas de las preguntas con las respuestas.

Tabla 15

Preguntas y respuestas

| # | Preguntas | Respuestas | # | Preguntas | Respuestas |
|---|--|-----------------------------------|---|---|--------------|
| 1 | ¿Qué es el ICA? | Instituto Colombiano Agropecuario | 2 | Responda falso o verdadero: "El proceso de certificación del embarque consiste en informar a la autoridad aduanera el total de carga embarcada en un medio de transporte y relacionada en un manifiesto de carga". | Verdadero |
| 3 | Responda falso o verdadero: "Una vez la empresa exportadora haya llenado la solicitud de embarque y esta haya sido autorizada, cuenta con un año de plazo para hacer llegar la mercancía al puerto o zona franca. De no cumplirse este lapso la empresa deberá realizar todo el procedimiento de nuevo". | Falso | 4 | ¿De qué medida en pies son los contenedores estándar? | 20 y 40 pies |
| 5 | De las siguientes alternativas, no es naviera A. K line B. HAMBURG SUD C. Evergreen D. FAM CARGO | C | 6 | La naviera es una persona física o jurídica que: A. Se dedica a la explotación comercial de buques B. Invierte en la construcción y mantenimiento de los puertos C. Direcciona el flujo de mercancías desde la fuente de suministro hasta el consumidor final D. Verifica la información de sus clientes y determina si sus actividades son lícitas | A |

| | | | | | |
|----|--|---|----|---|--|
| 7 | ¿Diga tres costos fijos y tres variables al momento de exportar? | <p>Costos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de producción 2. Transporte interno 3. Fletes <p>Variables</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pagos informales 2. Costos adicionales 3. Pérdidas de mercancías | 8 | <p>Un documento se rechaza porque:</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Está incompleto B. Tiempo de validez expirado o no acatado C. La información no es legible D. Todas las anteriores E. Ninguna de las anteriores | D. Todas las anteriores |
| 9 | <p>La empresa de transporte recibe de la Agencia de Aduanas</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Una planilla para trasladar la mercancía B. Documentos y le da instrucciones al conductor para que se dirija a la terminal y espere instrucciones al momento de su llegada al PARE. C. Control de básculas D. Todas las anteriores | D. Todas las anteriores | 10 | <p>¿Qué significa ONPF?</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Organización Nacional Operativa Factible B. Organización Nacional de Protección Fitosanitaria C. Organizaron Nacional de Padres de Familia D. Ninguna de las anteriores | B. Organización Nacional de Protección Fitosanitaria |
| 11 | <p>Responda si es verdadero o falso:</p> <p>El exportador de productos agropecuarios debe aplicar la normatividad nacional en materia sanitaria y fitosanitaria establecida por las autoridades nacionales</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Falso B. Verdadero | B. Verdadero | 12 | ¿Cuál es el decreto que determina los números arancelarios? | Decreto 390 de 2018 |

| | | | | | |
|----|--|---|----|---|---|
| 13 | Un certificado es fraudulento cuando: | C. Son expedidos por personas, organizaciones u otras entidades no autorizadas por la ONPF | 14 | Un agente marítimo debe diligenciar los documentos | A. Certificado de origen y lista de empaque |
| | A. Falta un a firma | | | A. Certificado de origen y lista de empaque | |
| | B. Llega tarde por correspondencia | | | B. Manifiesto de carga y orden del posicionado del contenedor | |
| | C. Son expedidos por personas, organizaciones u otras entidades no autorizadas por la ONPF | | | C. Liquidación de fondos y carta del importador | |
| | D. Se entrega por fuera del horario | | | D. Invoice y certificado de mercancías no peligrosas | |
| 15 | La solicitud de embarque dura: | A. De 10 a 15 horas | 16 | Cuáles son las medidas de pallet estándar | 1.000 mm x 1.200 mm |
| | A. De 10 a 15 horas | | | | |
| | B. De 24 a 36 horas | | | | |
| | C. Una hora | | | | |
| | D. Media hora | | | | |
| 17 | De qué se trata la lista de empaque | Consiste en hacerle saber al comprador, a la aduana o al exportador qué contiene cada bulto o cada caja | 18 | El agente marítimo es una persona física o jurídica que: | B. Participa en operaciones mercantiles referentes a la entrega de la carga y el transporte |
| | | | | A. Presta servicios en los puertos | |
| | | | | B. Participa en operaciones mercantiles referentes a la entrega de la carga y el transporte | |
| | | | | C. Invierte en la construcción y mantenimiento de los puertos | |
| | D. Verifica la información de sus clientes y determina si sus actividades son lícitas | | | | |
| 19 | No es un tipo de nave: | A. Multipropósitos | 20 | Responda si es verdadero o falso: Un permiso sanitario es el documento expedido por el INVIMA por el cual se autoriza a un microempresario para fabricar y vender alimentos de consumo humano en el territorio nacional con sus excepciones | Falso |
| | A. Multipropósitos | | | | |
| | B. Granel líquido | | | | |
| | C. Portacontenedores | | | | |
| | D. Airbus 319 | | | | |

| | | | | | |
|----|---|--|----|--|--|
| 21 | <p>Responda si es verdadero o falso: Todo alimento que se expendiera directamente al consumidor bajo marca de fábrica y con nombres determinados deberá obtener registro sanitario (Art. 41 Decreto 3075/97)</p> | Verdadero | 22 | <p>Responda si es verdadero o falso: Un registro sanitario es el documento expedido por la autoridad sanitaria correspondiente (Invima), mediante el cual se autoriza a una persona natural o jurídica para fabricar, envasar e importar un alimento con destino al consumo humano</p> | Verdadero |
| 23 | <p>INVIMA es el ente gubernamental que le compete la vigilancia sanitaria y control de calidad de:</p> <p>A. Alimentos, bebidas, medicamentos, cosméticos, productos biológicos, elementos medio quirúrgicos, productos homeopáticos</p> <p>B. Alimentos, bebidas, Medicamentos, cosméticos, productos ergonómicos</p> <p>C. Productos ergonómicos, elementos medio quirúrgicos, productos homeopáticos</p> <p>D. Ninguno de los anteriores</p> | A. Alimentos, bebidas, medicamentos, cosméticos, productos biológicos, elementos medio quirúrgicos, productos homeopáticos | 24 | <p>El agente marítimo debe asegurar que</p> <p>A. Se conserven copias de todos los documentos, incluidos la lista de empaque, certificados de inspección y seguro</p> <p>B. Existían comunicaciones entre el exportador y la SIA</p> <p>C. La carga corresponda a la documentación</p> <p>D. El itinerario de transporte se cumpla</p> | C. La carga correspondiente a la documentación |

| | | | | | |
|----|---|--|----|--|--|
| 25 | <p>El INVIMA debe:</p> <p>A. Dirigir y hacer cumplir en todo el mundo las funciones de control de calidad y vigilancia sanitaria de los productos de su competencia</p> <p>B. Dirigir y hacer cumplir en toda Colombia las funciones de control de calidad de los productos de su competencia</p> <p>C. Dirigir y hacer cumplir en todo el mundo las funciones de vigilancia sanitaria de los productos de su competencia</p> <p>D. Dirigir y hacer cumplir en todo en toda Colombia las funciones de control de calidad y vigilancia sanitaria de los productos de su competencia.</p> | <p>D. Dirigir y hacer cumplir en todo Colombia las funciones de control de calidad y vigilancia sanitaria de los productos de su competencia</p> | 26 | <p>Es responsabilidad del agente marítimo:</p> <p>A. Representar al armador en todas las relaciones referentes a contratos de transporte</p> <p>B. Gestionar todos los problemas administrativos relacionados con la permanencia de la nave en puerto</p> <p>C. Hacer entrega a las respectivas autoridades aduaneras y a órdenes del destinatario, de las mercancías transportadas por la nave</p> <p>D. Todas las anteriores</p> | <p>D. Todas las anteriores</p> |
| 27 | <p>El INVIMA realiza funciones de:</p> <p>A. Inspección, vigilancia y control a los establecimientos productores y comercializadores de los productos de consumo humano</p> <p>B. Inspección, vigilancia y control a los establecimientos productores de los bienes de consumo humano</p> <p>C. Inspección, vigilancia y control a los comercializadores de los productos de consumo humano.</p> <p>D. Ninguna de las anteriores.</p> | <p>D. Ninguna de las anteriores</p> | 28 | <p>Diga al menos tres documentos requeridos para realizar una primera exportación</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Registro como exportador 2. Estudio de mercado y localización de la demanda potencial 3. Ubicación de la subpartida arancelaria 4. cedimiento ante el ministerio de industria y comercio. 5. Procedimientos de vistos buenos 6. Procedimientos aduaneros para despacho ante la DIAN 7. Medios de pago |

| | | | | | |
|----|---|---|----|--|-----------|
| 29 | ¿Qué resolución define las funciones de la Policía Antinarcoóticos? | Resolución No. 00593 del 1 marzo 2010 | 30 | <p>Responda si es verdadero o falso: INVIMA es una entidad de vigilancia y control de carácter técnico científico, que trabajaba para la protección de la salud individual y colectiva de los colombianos, mediante la aplicación de las normas sanitarias asociadas al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto y de vigilancia sanitaria</p> <p>- Verdadero - Falso</p> | Verdadero |
| 31 | Diga uno de los dos controles de la policía antinarcoóticos en puerto | Unificar los procedimientos que optimicen el control de la carga con destinos internacionales en terminales marítimos, para prevenir la contaminación con estupefacientes, facilitando así el comercio exterior | 32 | <p>¿Qué significa la sigla Invima?</p> <p>A. Instituto Nacional de Vigencia de Medicamentos y Alimentos B. Instituto Nacional de Vigencia de Medicina y Alimentos C. Instituto Nacional de Vigencia de Meriendas y Alcoholes D. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos</p> | D |
| 33 | Diga al menos una de las funciones de la policía antinarcoóticos | Contribuye al gobierno nacional en la lucha contra el tráfico de estupefacientes | 34 | <p>El Invima es una entidad:</p> <p>A. Internacional B. Nacional C. Extraterrestre D. Ninguna de las anteriores</p> | B |
| 35 | ¿Qué significa la sigla Dian? A. Departamento de aduanas e impuestos nacionales B. Dirección de impuestos y aduanas nacionales C. Departamento de impuestos y aduanas nacionales D. Dirección de aduanas e impuestos nacionales E. Ninguna de las anteriores | B | 36 | <p>El encargado de diligenciar la plantilla de traslados es:</p> <p>A. el importador. B. el exportador. C. un funcionario de la Dian. D. el transportador. E. B y D. F ninguna de las anteriores</p> | C |

| | | | | | |
|----|---|---|----|---|--|
| 37 | Responda si es verdadero o falso: "No es necesario ni obligatorio informar a través de los servicios informáticos electrónicos, el ingreso de la mercancía al lugar de empaque, depósito habilitado o zona franca" | Falso | 38 | Cuál de las siguientes alternativas es misión de la Dian: A. Velar por el cumplimiento de las obligaciones tributarias B. Fiscalizar las operaciones de exportación C. Controlar las operaciones de importaciones D. Todas las anteriores E. Ninguna de las anteriores | D. Todas las anteriores |
| 39 | ¿Qué documentos esenciales se le deben entregar para el transporte nacional al operador logístico? A. Manifiesto electrónico de carga-factura comercial B. Certificado de origen-tiempo de transporte C. Lista de empaque-tiempo de transporte D. Factura comercial-certificado de Invima | A. Manifiesto electrónico de carga-factura comercial | 40 | Mencione tres tipos de contenedores y sus respectivas capacidades de carga | 20 pies carga máxima 22 toneladas - 40 pies carga máxima 34 toneladas - 40 pies HC carga máxima 36 toneladas |
| 41 | Para un contenedor de 40 pies, con una tara de 3.500 kilogramos y una carga de un peso de 12.000 kilogramos, qué tractocamión es el que más se adapta a la carga | Tractocamión de dos ejes con semirremolque de dos ejes (patineta) | 42 | Durante el proceso de inspección, la cantidad de mercancía analizada es: | Toda la mercancía |
| 43 | Un operador logístico integral, deberá prestar los servicios de: | Transporte multimodal | 44 | ¿Qué documento es el que se requiere para poder cargar una mercancía? | Manifiesto electrónico de carga |
| 45 | ¿Cuál método de almacenamiento es correcto? | Almacenamiento caótico-dedicado-vertical | 46 | ¿Cuál es el tiempo máximo que brinda la DIAN por inconsistencias en el diligenciamiento del manifiesto de carga? | 24 horas |
| 47 | Responda falso o verdadero "Para cada vehículo que efectúe el traslado de la mercancía, debe elaborarse una planilla de traslado" | Verdadero | 48 | Mencione dos transportadores logísticos internacionales que se encuentre en el país | Blu logistics y DHL |

| | | | | | |
|----|---|----------------------|----|---|--|
| 49 | Uno de los principales objetivos de la SIA es colaborar a las autoridades aduaneras con la aplicación de las normas legales relacionadas con: | El comercio exterior | 50 | Mencione los tipos de transporte y sus funciones | <p>Marítimo: es el transporte más usado actualmente y se usa con mercancías no perecederas y no urgentes</p> <p>Terrestre: Es la opción más viable para distancias cortas en países con una buena red vial</p> <p>Aéreo: Es la opción más costosa pero la más rápida en la entrega de la mercancía</p> |
| 51 | ... son la personas jurídicas cuyo objeto social principal es el ejercicio de la implementación aduanera, para lo cual deben obtener autorización por parte de ... | A) DIAN, SIA | 52 | ¿Qué es y para qué sirve el RUT? | El RUT es el mecanismo único para identificar y clasificar a los sujetos de obligaciones administradas y controladas por la DIAN y sirve para identificar las actividades económicas de un ente frente un tercero |
| 53 | Es el área geográfica delimitada dentro del territorio nacional en donde se desarrollan actividades industriales de bienes y/o de servicios o actividades comerciales, bajo una normatividad especial en materia tributaria, aduanera y de comercio exterior. Las mercancías ingresadas se consideran fuera del territorio aduanero nacional para efectos de los derechos e impuestos a las importaciones y a las exportaciones | Zona franca | 54 | <p>¿Cuál es la función de la ICA?</p> <p>A. Asesorar al ministerio de comunicaciones en prevención de riesgos sanitarios</p> <p>B. Planificar acciones para proteger la producción de electrodomésticos</p> <p>C. Administrar el fondo de emergencia catastral</p> <p>D. Ninguna de las anteriores.</p> | D. Ninguna de las anteriores |

| | | | | | |
|----|---|---|----|---|-------------------------|
| 55 | En Colombia las normas establecen que las exportaciones e importaciones deben tramitarse a través de una SIA cuando sean mayor en dólares de Estados Unidos a: | US \$10.000 | 56 | <p>¿Cuál de los siguientes ítems es requisito del exportador?</p> <p>A. Registro como productor B. No requiere partida arancelaria C. Ninguna</p> | C. Ninguna |
| 57 | No hace parte de los requisitos y obligaciones definidas para el importador y exportador para actuar directamente ante la administración aduanera | No tener deudas exigibles | 58 | <p>¿La entrada de mercancías de procedencia extranjera con la finalidad de permanecer en el territorio nacional por tiempo ilimitado se denomina?</p> | Importación definitiva |
| 59 | Es una forma específica que permite identificar las mercancías y en el que la autoridad, organismo facultado, importador, exportador o productor, certifica expresamente que las mercancías a las que se refiere son originarias de un determinado país | Todas anteriores | 60 | <p>¿La actividad que tiene estos requisitos se llama?</p> <p>Obligaciones de las empresas porteadoras, los capitanes, pilotos, conductores y propietarios de los medios de transporte de mercancías de importación</p> <p>Documentos electrónicos o digitales que se deben transmitir como anexos al pedimento de importación</p> <p>Para el caso de acogerse a algún tratado de libre comercio</p> <p>Certificados de origen</p> | Importación definitiva |
| 61 | ¿Mencione los tipos de acuerdos, según la Incoterm? | EXW - FAS - FOB -FCA -CFR -CIF - CPT - CIP - DAT- DAP - DDP | 62 | <p>Acuerdo comercial de entendimiento bilateral, plurilateral o multilateral entre Estados, que puede ser cooperación internacional o de integración internacional. Comprende principalmente:</p> <p>A. Obligaciones recíprocas para ambos firmantes B. Tiene el potencial para atraer a los países nuevas inversiones C. Promueve el intercambio comercial, de inversiones, de innovación y tecnología entre otros. D. Todas las anteriores.</p> | D. Todas las anteriores |

| | | | | | |
|----|------------------------------------|-------------------------------|----|---|-----------------------|
| 63 | ¿Qué significa la sigla DEX? | C. Declaración de exportación | 64 | A los efectos de la aplicación de la legislación y formalidades aduaneras, son Operadores de Comercio Exterior, los siguientes: | A. Agencias de aduana |
| | A. Donde se realiza la exportación | | | A. Agencias de aduana | |
| | B. Dirección de exportadores | | | B. Operador postal oficial o concesionario de correos | |
| | C. Declaración de exportación | | | C. Sociedades de comercialización internacional | |
| | D. Ninguna de las anteriores. | | | D. Usuarios del régimen de admisión temporal en perfeccionamiento activo y en casos especiales. | |
| | | | | E. Puntos de ingreso y/o salida para la importación y/o exportaciones por redes, ductos, oleoductos o tuberías | A. Agencias de aduana |
| | | | | F. Todas las anteriores | |

Fuente: elaboración propia

Referencias

- Anaya, T., Julio, J., (2011). *Logística Integral: la gestión operativa de la empresa*. Madrid, España: Gráficas Dehon.
- Ballou, Ronald H. (1987). *Basic Business Logistics: Transportation, Materials Management and Physical Distribution* (2a. ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Council of Supply Chain Management Professionals. (2019). De las normas del Consejo de la Dirección Logística. Recuperado de <http://www.clm1.org>.
- Llamazares, O. (2011). *Guía Práctica de los Incoterms 2010*. Madrid, España: Global Marketing Strategies
- Carranza, O., Sabria, F., Resende, P. Maltz, A. (2005). *Logística: mejores prácticas en Latinoamérica*. Ciudad de México.: Internacional Thomson Editores.

Unidad 5

Listas de materiales BOM (*Bill Of Materials*)

Resumen

Las listas de materiales son uno de los componentes fundamentales de la Planeación de Requerimientos de Materiales, MRP. Con la lista de materiales se descompone un producto en todas sus partes y se genera una estructura en forma de árbol que permite analizar la cantidad de componentes de un producto, el nombre del componente, las unidades necesarias para un producto y la materia prima que consume cada referencia. El ejercicio desarrollado es la elaboración de una lista de materiales de una llave de lavamanos de grifería individual. Los estudiantes deben identificar claramente los componentes de la llave de lavamanos, su participación e importancia en el producto final, ordenar las partes por niveles y lograr identificar cuál es la mejor lista de materiales para el producto y para crear la MRP posterior.

Palabras clave: despiece, componentes, planeación, programación, materiales.



[92]

Nelson Humberto Cruz Villarraga



Introducción

La didáctica académica está orientada a la aplicación práctica de diseñar una lista de materiales de un producto comercial, partiendo del producto terminado (ref. padre) hasta llegar a las partes en proceso (ref. hijo), que puede ser partes y componentes comprados, semielaborados o materias primas.

El producto terminado se desempaca y luego se desensambla teniendo muy presente el orden en que van quedando los componentes, precisamente este proceso va dando origen a la secuencia en la que se debe formular y generar la lista de materiales, teniendo en cuenta que los niveles ya se convierten en las materias primas de las que está compuesta cada parte.

La lista de materiales es uno de los insumos para la construcción de la MPR (Planeación de Requerimiento de Materiales), en el que se carga el plan de producción por referencia, se genera la explosión de materiales y esta genera las necesidades de compras, subensambles, materias primas o partes en proceso.

Desarrollo de los contenidos

Definición de lista de materiales

La lista de materiales BOM (*Bill of Materials*) es un listado ordenado de todos los componentes de un artículo en la secuencia en que se elaboran, partiendo del producto final (Ref. padre) y, en forma descendente, de los componentes que lo conforman (Ref. hijo), para de esta forma llegar hasta la materia prima. También se integran los componentes comprados, semielaborados o semiensamblados.

De acuerdo con Vollmann, Whybark. Berry y Jacobs (2005) “la lista de materiales es considerada como un documento de ingeniería que especifica los ingredientes o componentes subordinados requeridos físicamente para hacer cada número de parte o de ensamble” (p. 196). Y de esta forma calcular las necesidades del Plan Maestro de Producción (MPS).

La estructura BOM (Bill of Materials)

– lista de materiales

Para ilustrar la lista de materiales, se aprecia en la figura 34 la ref. A, que es el producto terminado, es la referencia con que el cliente hace los requerimientos y con la que se realizan todas las transacciones comerciales. También toma el nombre de referencia padre y para fabricar una unidad de A se requieren 3 unidades de la referencia B y 1 unidad de la referencia C, que serían referencias hijo. Pero estas a su vez están conformadas por otros componentes, la ref. B (que ahora se convierte en referencia padre) está compuesta por una unidad de la ref. D y por dos unidades de la ref. E (ref. hijo), y la ref. C (ref. padre) la componen una unidad de la ref. F y una unidad de la ref. D (ref. hijo). La ref. F se convierte en referencia padre de la ref. G que la compone una unidad.

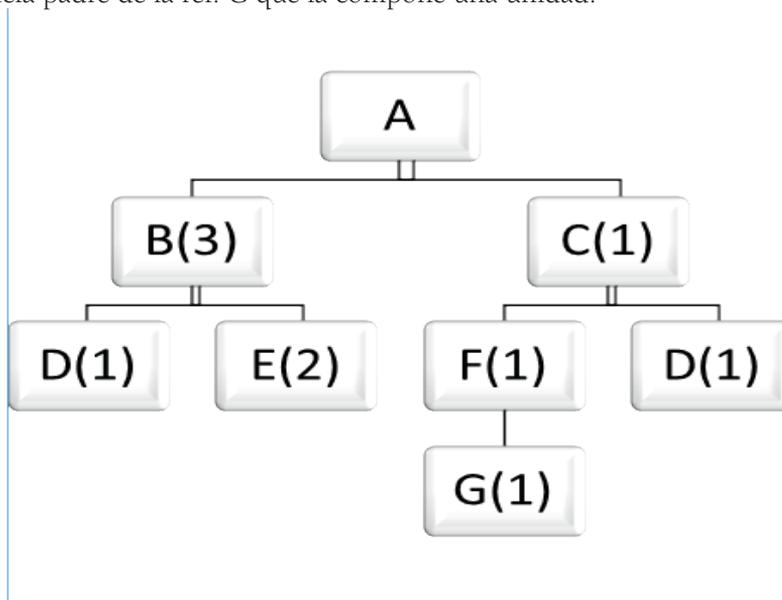


Figura 34. Estructura de la lista de materiales. Fuente: elaboración propia.

La estructura de la lista de materiales se representa de acuerdo con los componentes, en el nivel 0 se ubica el producto terminado, en el nivel 1 se ubican los componentes que conforman la ref. A, y también pueden ser considerados los subensambles o componentes comprados. En el nivel 2 se ubican partes en proceso y en el nivel 3 las materias primas (Figura 35).

Los niveles de las listas de materiales se construyen de acuerdo a la complejidad y cantidad de componentes del producto terminado, es conveniente y recomendable definir una estructura con el menor número de niveles posible.

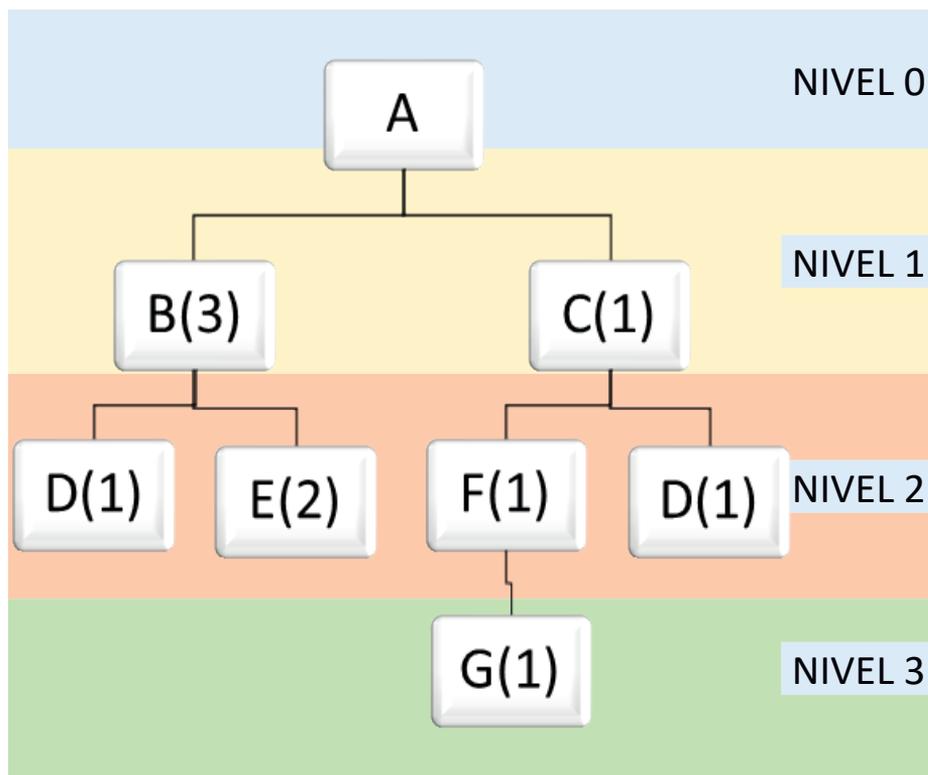


Figura 35. Estructura de la lista de materiales con niveles. Fuente: elaboración propia.

Planificación de requerimiento de materiales MRP

Según Krajewski, Ritzam y Malhotra (2008), el *Material Requirements Planning* (MRP), planeación de requerimiento de materiales, “es un sistema computarizado de información que se desarrolló específicamente para ayudar a los fabricantes a administrar el inventario de demanda dependiente y programar los pedidos de reabastecimiento”. Es un insumo principal para un MRP la información correcta de las listas de materiales, considerar los niveles de inventario de los productos terminados, productos en proceso, materias primas y partes compradas y disponer de un pronóstico confiable o demanda de productos.

Programa Maestro de Producción (MPS)

El programa Maestro de Producción (MPS) es el plan de producción a seguir, partiendo del PVO (plan de ventas y operaciones) que establece las metas semanales que deben cumplirse por parte de producción para las entregas al cliente.

En el MPS se debe considerar que la programación debe ser muy confiable, que se le dé respuesta efectiva al cliente y no incurrir en generación de inventarios innecesarios o que las áreas de producción tengan tiempos de ocio, es decir, que se debe tomar muy en serio las capacidades de la mano de obra, de las máquinas, de los espacios, de los proveedores o del capital de trabajo.

Ejercicio guía

Para este ejercicio se cuenta con una grifería de lavamanos “llave individual”, cromada, la cual se encuentra disponible en el laboratorio de ingeniería industrial, aula 102 (ver figura 36).



Figura 36. Producto grifería lavamanos llave individual. Fuente: elaboración propia.

Para realizar la estructura de la lista de materiales es necesario retirar la grifería de la bolsa plástica, quedando claramente definidos dos componentes, la bolsa y la grifería (ver figura 37).



Figura 37. Componentes principales. Fuente: elaboración propia.

Luego se procede a quitar el tapón superior de la manija y, utilizando el destornillador de estrella, a desenroscar el tornillo para sacar la manija (ver figura 38).



Figura 38. Desenroscar tornillo. Fuente: elaboración propia.

De esta forma se identifican dos componentes principales que son la manija y el cuerpo (ver figura 39).



Figura 39. Despiece de componentes. Fuente: elaboración propia.

Desenroscar el bonete, se debe tener en cuenta que este bonete viene con rosca izquierda (ver figura 40).



Figura 40. Desensamble bonete. Fuente: elaboración propia.

Quitar la carcasa superior cromada (ver figura 41).



Figura 41. Carcasa cromada. Fuente: elaboración propia.

Quitar el empaque de caucho de la unidad de cierre (ver figura 42).



Figura 42. Empaque de caucho unidad de cierre. Fuente: elaboración propia.

Desenroscar la unidad de cierre y extraerla (ver figura 43).



Figura 43. Unidad de cierre. Fuente: elaboración propia.

Retirar la arandela plástica de la unidad de cierre (ver figura 44).



Figura 44. Arandela plástica. Fuente: elaboración propia.

A la unidad de cierre se le quita el empaque de caucho superior (ver figura 45).



Figura 45. Empaque de caucho superior Fuente: elaboración propia.

Desenroscar y retirar la tuerca aseguradora en la parte inferior (ver figura 46).

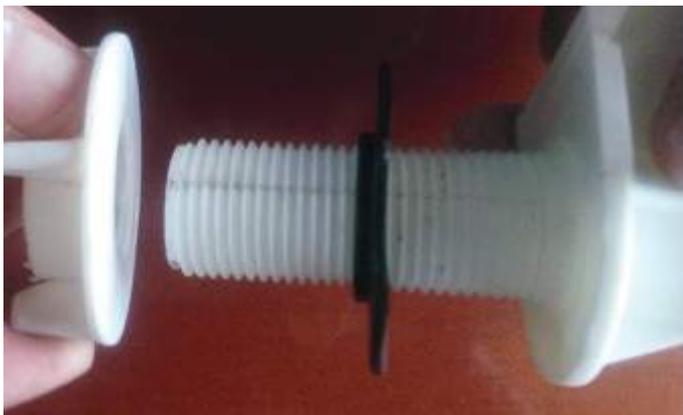


Figura 46. Tuerca aseguradora. Fuente: elaboración propia.

Retirar el empaque base (ver figura 47).



Figura 47. Empaque base. Fuente: elaboración propia.

Teniendo la grifería desarmada, se colocan las partes de la grifería en una superficie plana para mirar detalladamente sus componentes y colocarlos de forma tal que se identifique la secuencia para ensamblar la grifería (ver figura 48).

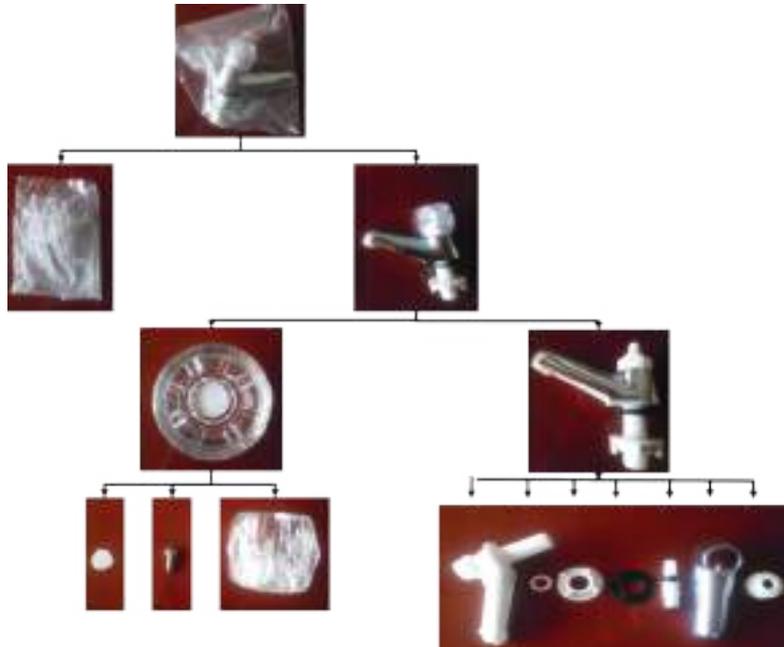


Figura 48. Despiece de la grifería. Fuente: elaboración propia.

Con esta distribución de los componentes se presenta una propuesta para la estructura de la lista de materiales, que se muestra en la figura 49.

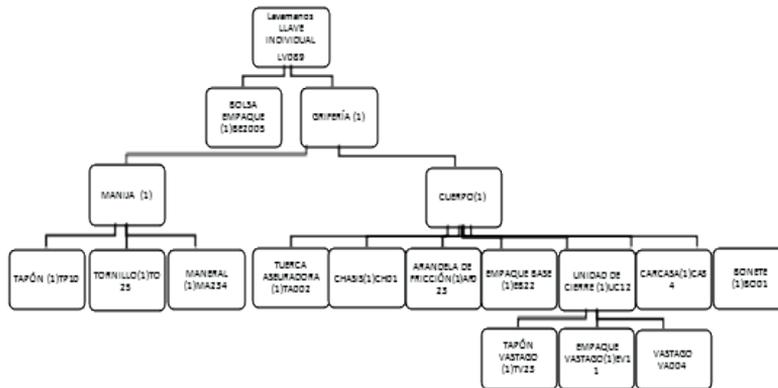


Figura 49. Lista de materiales de la grifería de llave individual. Fuente: elaboración propia.

Se identifica una agrupación por componentes de la grifería.

Para realizar la explosión de materiales es necesario tabular la información de los componentes del producto, con la referencia de la parte, el nombre y la cantidad que lleva el producto terminado. Para ilustrar diferentes análisis que se pueden realizar se presentan cinco escenarios:

Escenario 1.

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Pedidos de producto terminado | = 15.000 unidades |
| Cantidad de componentes por producto | = 1 unidad |
| Inventario de producto terminado | = 0 unidades |
| Inventario de producto en proceso | = 0 unidades |

Todos los componentes del producto se fabrican en la misma empresa (ningún componente es comprado a proveedores) (ver tabla 16).

Tabla 16

Lista de Materiales BOM. Escenario 1

| PRODUCTO TERMINADO | CANTIDAD | REQUERIMIENTO BRUTO | INVENTARIO | REQUERIMIENTO NETO |
|--------------------|----------|---------------------|------------|--------------------|
| | | | | |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |

Nota. Datos simulados para un pedido de 15.000 griferías. Fuente: elaboración propia.

Los pedidos del producto se generan solamente para el producto terminado PT, en la tabla se identificara como requerimiento bruto (15.000 unidades) , con la referencia definida LV098, por lo tanto se debe generar una formulación que permita calcular el número de componentes acorde con el producto terminado, que no necesariamente es lo que se debe fabricar, se cruza con el inventario que se encuentra en fabrica disponible tanto del producto terminado como de las partes en proceso, si existe inventario se descuenta esta cantidad del

requerimiento bruto y el resultado será el requerimiento neto. En este escenario, se requiere 15.000 unidades tanto del producto final como de cada uno de los componentes. *Escenario 2.*

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Pedidos de producto terminado | = 15.000 unidades |
| Cantidad de componentes por producto | = 1 unidad |
| Inventario de producto terminado | = 4.800 unidades |
| Inventario de producto en proceso | = 0 unidades |

Todos los componentes del producto se fabrican en la misma empresa (ningún componente es comprado a proveedores). Ver tabla 17.

Tabla 17

Lista de materiales BOM. Escenario 2

| PRODUCTO TERMINADO | | LAVAMANOS LLAVE INDIVIDUAL | CANTIDAD | REQUERIMIENTO BRUTO | INVENTARIO | REQUERIMIENTO NETO |
|--------------------|--------|----------------------------|----------|---------------------|------------|--------------------|
| | LV089 | | | RB | INV | RN |
| | | LAVAMANOS LLAVE INDIVIDUAL | 1 | 15.000 | 4.800 | 10.200 |
| LV089 | BE2005 | BOLSA EMPAQUE | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | TP10 | TAPÓN | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | TO25 | TORNILLO | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | MA234 | MANERAL | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | TA002 | TUERCA ASEGURADORA | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | CH01 | CHASIS | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | TV23 | TAPÓN VÁSTAGO | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | AF023 | ARANDELA FRICCIÓN | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | EB22 | EMPAQUE BASE | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | VA004 | VÁSTAGO | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | CA34 | CARCASA 34 | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | EV11 | EMPAQUE VÁSTAGO | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | BO01 | BONETE | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |

Nota. Datos simulados para un pedido de 15.000 griferías. Fuente: elaboración propia.

Los pedidos del PT LV089 son de 15.000 unidades, pero se cuenta con un inventario disponible en bodega de 4.800 unidades, se debe realizar la operación matemática y restar los inventarios disponibles del requerimiento bruto; para el caso, 15.000 unidades menos 4.800 en existencias, el requerimiento neto es de 10.200 unidades.

Para el resto de los componentes que son de una unidad se requiere la misma cantidad de 10.200 unidades de cada componente.

Escenario 3.

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Pedidos de producto terminado | = 15.000 unidades |
| Cantidad de componentes por producto | = 1 unidad |
| Inventario de producto terminado | = 0 unidades |
| Inventario de producto en proceso | = 5.000 unidades de maneral MA234 |
| | 9.000 unidades de carcasa CA34 |

Todos los componentes del producto se fabrican en la misma empresa (ningún componente es comprado a proveedores). Ver tabla 18.

Tabla 18

Lista de Materiales BOM. Escenario 3

| PRODUCTO TERMINADO | LV089 | LAVAMANOS LLAVE INDIVIDUAL | CANTIDAD | REQUERIMIENTO BRUTO | INVENTARIO | REQUERIMIENTO NETO |
|--------------------|--------|----------------------------|----------|---------------------|------------|--------------------|
| | | | | RB | INV | RN |
| | | | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | BE2005 | BOLSA EMPAQUE | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | TP10 | TAPÓN | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | TO25 | TORNILLO | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | MA234 | MANERAL | 1 | 15.000 | 5.000 | 10.000 |
| LV089 | TA002 | TUERCA ASEGURADORA | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | CH01 | CHASIS | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | TV23 | TAPÓN VÁSTAGO | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | AF023 | ARANDELA FRICCIÓN | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | EB22 | EMPAQUE BASE | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | VA004 | VÁSTAGO | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | CA34 | CARCASA 34 | 1 | 15.000 | 9.000 | 6.000 |
| LV089 | EV11 | EMPAQUE VÁSTAGO | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | BO01 | BONETE | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |

Nota. Datos simulados para un pedido de 15.000 griferías.

Fuente: elaboración propia.

El inventario del PT es cero, por lo que se tendrían que fabricar las 15.000 unidades, pero se tienen inventarios en proceso de maneral MA234 de 5.000 unidades por lo que se tienen que fabricar 10.000 unidades. Y, por otra parte,

de la carcasa CA34 se tiene en inventario 9.000 unidades, por lo que se tienen que fabricar 6.000 unidades solamente.

Escenario 4.

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Pedidos de producto terminado | = 15.000 unidades |
| Cantidad de componentes por producto | = 1 unidad |
| Inventario de producto terminado | = 4.800 unidades |
| Inventario de producto en proceso | = 5.000 unidades de maneral MA234 |
| | 9.000 unidades de carcasa CA34 |

Todos los componentes del producto se fabrican en la misma empresa (ningún componente es comprado a proveedores). Ver tabla 19.

Tabla 19

Lista de Materiales BOM. Escenario 4

| PRODUCTO TERMINADO | LV089 | LAVAMANOS LLAVE INDIVIDUAL | CANTIDAD | REQUERIMIENTO BRUTO | INVENTARIO | REQUERIMIENTO NETO |
|--------------------|--------|----------------------------|----------|---------------------|------------|--------------------|
| | | | | RB | INV | RN |
| | | | 1 | 15.000 | 4.800 | 10.200 |
| LV089 | BE2005 | BOLSA EMPAQUE | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | TP10 | TAPÓN | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | TO25 | TORNILLO | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | MA234 | MANERAL | 1 | 10.200 | 5.000 | 5.200 |
| LV089 | TA002 | TUERCA ASEGURADORA | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | CH01 | CHASIS | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | TV23 | TAPÓN VÁSTAGO | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | AF023 | ARANDELA FRICCIÓN | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | EB22 | EMPAQUE BASE | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | VA004 | VÁSTAGO | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | CA34 | CARCASA 34 | 1 | 10.200 | 9.000 | 1.200 |
| LV089 | EV11 | EMPAQUE VÁSTAGO | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |
| LV089 | BO01 | BONETE | 1 | 10.200 | 0 | 10.200 |

Nota. Datos simulados para un pedido de 15.000 griferías. Fuente: elaboración propia.

El pedido de 15.000 unidades de PT menos el inventario existente de 4.800 unidades genera un requerimiento neto de 10.200 unidades. Para los productos en proceso se tiene inventario de dos referencias, el maneral MA234 por 5.000 unidades lo que genera un requerimiento neto de 5.200 unidades, y la carcasa CA34 que cuenta con inventario de 9.000 unidades quedando un requerimiento neto de 1.200 unidades.

Escenario 5.

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Pedidos de producto terminado | = 15.000 unidades |
| Cantidad de componentes por producto | = 1 unidad |
| Inventario de producto terminado | = 0 unidades |
| Inventario de producto en proceso | = 0 unidades |

Se compra a proveedor la bolsa empaque BE2005 y los tornillos TO25. Ver tabla 20.

Tabla 20

Lista de Materiales BOM. Escenario 5

| PRODUCTO TERMINADO | | LAVAMANOS LLAVE INDIVIDUAL | CANTIDAD | REQUERIMIENTO BRUTO | INVENTARIO | REQUERIMIENTO NETO |
|--------------------|--------|----------------------------|----------|---------------------|------------|--------------------|
| | | | | RB | INV | RN |
| | LV089 | LAVAMANOS LLAVE INDIVIDUAL | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | BE2005 | BOLSA EMPAQUE | 1 | 15.000 | 10.000 | 5.000 |
| LV089 | TP10 | TAPÓN | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | TO25 | TORNILLO | 1 | 15.000 | 20.000 | 0 |
| LV089 | MA234 | MANERAL | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | TA002 | TUERCA ASEGURADORA | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | CH01 | CHASIS | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | TV23 | TAPÓN VÁSTAGO | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | AF023 | ARANDELA FRICCIÓN | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | EB22 | EMPAQUE BASE | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |

| | | | | | | |
|-------|-------|--------------------|---|--------|---|--------|
| LV089 | VA004 | VÁSTAGO | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | CA34 | CARCASA 34 | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | EV11 | EMPAQUE VÁSTAGO | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |
| LV089 | BO01 | BONETE | 1 | 15.000 | 0 | 15.000 |

Nota. Datos simulados para un pedido de 15.000 griferías.

Fuente: elaboración propia.

Algunos componentes son comprados a proveedores, lo que debe generar en el sistema no una orden a producción sino una orden de compra a proveedor. Los productos que generalmente son comprados para este tipo de producto de grifería son los tornillos y las bolsas plásticas para empaclar el producto. El requerimiento es de 15.000 unidades, pero se tiene en inventario 10.000 bolsas BE2005, lo que genera una orden de compra a proveedor por 5.000 unidades, y del tornillo TO25 se tienen 20.000 unidades lo que alcanza para los pedidos y quedando aún en inventario 5.000 unidades; no se hace necesario generar orden de compra por tornillos.

Ejercicio propuesto

En grupos de máximo cuatro personas, elaborar una lista de materiales propuesta para el producto, grifería mezcladora de 4". Presentar en un pliego de cartulina la lista de materiales con fotografías de las partes, ref., nombre.

Se acordará con el docente el respectivo plazo de entrega.



Referencias

- Baca U., G., Cruz V., M., Cristóbal V., M. A., Gutiérrez M., J. C., Pacheco E., A. A. et al (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria s.a. de CV.
- Krajewski, L., Ritzam, L. y Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones: estrategia y análisis*. Ciudad de México: Pearson
- Nahamias, S. (2009). *Análisis de la producción y las operaciones*. Ciudad de Mexico: McGraw Hill.
- Sipper, Daniel., Bulfin, Robert. *Planeación y control de la producción*. México, McGraw Hill.
- Vollmann, T. E., Whybark D., C., Berry, W. y Jacobs, R. (2005). *Planeación y control de la producción: administración de la cadena de suministros*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana.





Unidad 6

Didáctica para el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo

Resumen

El trabajo en equipo es resultado de la aplicación de varios conceptos que deben desarrollarse con disciplina y tener un objetivo común -que es la base para la alineación de los esfuerzos en función de la meta que afecta a todo el equipo-; tener la posibilidad de un liderazgo asumido por el integrante más idóneo para llevar las riendas del equipo en el momento indicado; tener definidos y claros los roles individuales respetando los límites para no afectar el desempeño de los otros compañeros; tener una comunicación formal e informal basada en el respeto, realizando procesos eficaces que agreguen valor al objetivo final; y hacer relaciones sólidas, cordiales, entre todos los miembros del equipo.

Palabras clave: rendimiento, resultados, excelencia, compromiso, retos, objetivos.

Introducción

La importancia del equipo de trabajo recae en la necesidad de distribuir las tareas. En una empresa nadie puede tener la capacidad de hacerlo todo, por eso se requiere un equipo de trabajo con diversas habilidades para hacer frente a las responsabilidades adquiridas en la iniciativa empresarial. Además, dichas habilidades permitirán resolver inconvenientes encontrados en un momento dado.

La diferencia entre un grupo de trabajo y un equipo de trabajo está en los resultados que producen cada uno de sus miembros, por lo que formar un equipo no es tan sencillo como parece. Un equipo de trabajo obtiene un alcance mayor que la suma de los resultados de cada uno de sus miembros gracias a que en este se encuentran las personas con talento y capacidades que realizarán la iniciativa empresarial.

En términos generales, una empresa no es más que un equipo estratégicamente conformado y que comparte una visión y un proceso.

Independientemente del tamaño de su negocio, el equipo de trabajo debe realizar alianzas no sólo con equipos en actividades similares, sino también con aquellos que puedan llegar a ser sus proveedores. Las alianzas son importantes porque la búsqueda de un aliado puede ser una buena solución para poder desarrollar proyectos empresariales imposibles de asumir en solitario.

Desarrollo de los contenidos

En el trabajo en equipo se deben desarrollar varias habilidades individuales y grupales, en el texto se trabajarán las más relevantes.

Definición de trabajo en equipo

Una comunidad de personas que comparten significados y metas comunes, cuyas acciones son interdependientes y en donde el sentido de pertenencia viene dado por la amistad, la lealtad, el amor, la responsabilidad y la confianza que las personas miembros sienten de manera recíproca.

Objetivo común

Todo equipo de alto rendimiento debe tener muy claro sus objetivos y estos, a su vez, debe estar alineado con la estrategia organizacional. Lo importante es que todos tengan la claridad suficiente respecto de lo que se pretende y en especial si son objetivos retadores que lleven al equipo a buscar un buen nivel de excelencia. Los objetivos están orientados por la misión y la visión de la organización.

Liderazgo

El liderazgo debe ser un liderazgo aceptado, entendiendo que los líderes no necesariamente lo son o lo pueden ser en determinado momento el equipo de alto desempeño es el que acepta que el líder sea natural y en muchos casos espontáneo. Eso sí, el líder debe tener la capacidad de llevar a cabo los respectivos proyectos que emprenda el equipo.

Roles claros

Rol es el papel que desempeña cada una de las personas que integran el equipo y se debe tener la completa claridad de las funciones de cada uno en el equipo de trabajo.

Los roles deben ser consensuados, es decir, el integrante del equipo debe haber sido capacitado y ser competente para de tomar decisiones en determinado momento.

Los roles deben ser complementarios, es decir, donde termina la función de una de las personas que integran el equipo empieza la de la siguiente. En muchas empresas por falta de claridad en los roles las actividades se dejan sin la responsabilidad de una persona específica, lo que genera fallas en la comunicación y en la ejecución de las actividades.

Comunicación

Un equipo maneja comunicación formal y comunicación informal, en la comunicación formal encontramos lo relacionado con las funciones del trabajo, como la comunicación con los jefes, los documentos de los procesos productivos, entre otros. Y la comunicación informal hace referencia al trato personal, a la comunicación para hacer modificaciones en procesos, para la toma de decisiones de menor talante. Por lo tanto, el equipo debe desarrollar estas habilidades comunicativas de la mejor forma.

Procesos eficaces

Las actividades productivas y administrativas deben ser lo más efectivas posibles, temas como la planeación estratégica, la programación de la producción, la realización del producto, la calidad, etc., son procesos que deben ser efectivos, es decir, deben realizarse con un correcto manejo de recursos y resultados esperados.

Relaciones sólidas

Se debe entender que cuando un equipo desarrolla las anteriores capacidades se genera una sinergia entre sus miembros que conlleva a un relacionamiento de compañerismo, e incluso de amistad.

Ejercicio guía

Recursos

En el laboratorio de ingeniería industrial se dispone de los elementos necesarios para la realización de la didáctica.

Recursos materiales

- Cinta de enmascarar
- Vasos plásticos cónicos
- Tapa ojos
- Planilla (anexa)
- Cauchos
- Cuerdas (1 metro de longitud cada una)

Recursos humanos

- Grupos de cinco integrantes
- Un Coordinador de toda la actividad (docente)

Recurso espacial

Se requiere un área de 4 m² aproximadamente por cada grupo.

Instructivo de la didáctica

- a. Con la cinta de enmascarar el docente deberá hacer un cuadro de 60 x 60 cm aproximadamente en el piso.
- b. Colocar un vaso en cada vértice del cuadro que está en el piso.
- c. Colocar el quinto vaso justo en la mitad del cuadro. Este debe estar con agua hasta la mitad.
- d. Entregar a los participantes cuatro cuerdas, cuatro tapaojos y un caucho.
- e. El objetivo del grupo es buscar la forma en que solamente utilizando los elementos entregados almacenen los cinco vasos en un solo arrume (sin derramar el agua del vaso de centro) en el menor tiempo posible, por lo que es muy importante designar a un estudiante exclusivamente para esta actividad.
- f. Para realizar la actividad cuatro integrantes deben tener los ojos vendados y solamente un integrante del grupo podrá ver lo que está sucediendo (ver figura 50).



Figura 50. Jugadores iniciando la actividad. Fuente: elaboración propia.

- g. El integrante que sí puede ver debe dar las instrucciones a sus compañeros para llevar a cabo la tarea, solamente esta persona puede hablar durante la actividad (ver figura 51).



Figura 51. Comunicación. Fuente: elaboración propia.

- h. Una vez dadas las instrucciones se deben dar 10 minutos para que el equipo planee su estrategia.
- i. Concluidos los 10 minutos se autoriza el inicio del ejercicio.

La estrategia, de acuerdo con los elementos suministrados, consiste en que las cuatro cuerdas deben ser amarradas a un caucho, de tal forma que al ser halada por cada uno de los cuatro integrantes el caucho se estira y de esta forma permite atrapar el vaso; una cuerda está en posición, se suelta ligeramente y queda el vaso atrapado y fácilmente se puede manipular entre los cuatro integrantes del equipo.

Se repite la misma secuencia recogiendo los cuatro vasos, posteriormente se sueltan en el centro del cuadrado, se recoge el vaso con agua y se coloca dentro de los cuatro vasos recogidos. De esta forma se ejecuta la tarea sin dificultades. El objetivo es que los estudiantes descubran esta metodología con la práctica, y en caso de no descubrirla el docente dará pistas para que lleguen a identificar la estrategia adecuada.

Formatos y documentación

Se debe presentar el formato que las personas que integran los grupos van a diligenciar, para que lo trabajen al finalizar el ejercicio.

Lúdica de trabajo en equipo

Tabla 21

Formato. Lúdica de trabajo en equipo.

| Grupo | Concepto | Cómo lo aplicó el grupo en la lúdica |
|--------------------|----------|--------------------------------------|
| Objetivo Común | | |
| Liderazgo | | |
| Roles | | |
| Comunicación | | |
| Procesos eficaces | | |
| Relaciones Sólidas | | |

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Cada grupo deberá generar un informe donde se evalúen los elementos de trabajo vistos en equipo y cómo fue su aplicación. Luego, en una mesa redonda, compartirá la experiencia y verificará que los conceptos se han interiorizado.

Criterios de evaluación

El grupo que haya logrado el objetivo en el menor tiempo y aplicando los conceptos de trabajo en equipo tendrá una nota especial en la asignatura.

Conclusiones y recomendaciones

Este espacio está destinado a complementar los resultados con los aspectos concluyentes y de trabajos futuros que deja la actividad lúdica. Se recomienda coherencia con el planteamiento de los objetivos.

Se recomienda que después de terminar el ejercicio realizado en la mesa redonda y entregado el formato diligenciado, se realice nuevamente la misma práctica para validar que los conceptos trabajados fueron realmente interiorizados y se aplican en el nuevo proceso.

Ejercicio propuesto

- Realizar la misma práctica aplicando los conceptos trabajados anteriormente, teniendo muy en cuenta el tiempo que dura la actividad y la aplicación práctica de los elementos de trabajo en equipo.
- Realizar otra mesa redonda y analizar los resultados obtenidos.

Referencias

Chiavenato, I. (2007). *Administración de los recursos humanos* (6ta ed.). Editorial McGraw Hill.

Delgado, M. I. (2006). *Gestión de recursos humanos*. Editorial Pearson Educación.

Unidad 7

El juego de la cerveza

Resumen

El juego de la cerveza es una didáctica ampliamente conocida y probada, con variables que se adaptan a las necesidades académicas específicas como el énfasis que se logra en el abastecimiento a través de los canales de distribución, que son canal directo, canal detallista, canal mayorista y canal agente intermediario. Se trabaja la generación de indicadores de gestión, evaluando los niveles de satisfacción en la relación cliente proveedor en cada uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento; los niveles de inventario adecuados que hay que tener en las instalaciones y en los almacenes de tránsito; los tiempos de entrega desde el momento que se genera una orden de pedido hasta que se entrega a satisfacción en el cliente; los pronósticos, que juegan un papel fundamental en el cálculo de los recursos a utilizar, entre otros. Estos son los valores agregados que nos genera esta didáctica, enfocada a la reducción de costos.

Palabras clave: abastecimiento, inventario, pedidos, cliente, entregas.

Introducción

La actividad académica enfocada en el flujo de materiales y de información a lo largo de la cadena de abastecimiento permite a los participantes tomar parte activa del proceso completo, desde que se genera la necesidad de producto en el cliente cuando este transmite la información al almacén de cadena o minorista, quien a su vez transmite la información a su proveedor mayorista, quien también a su vez transmite la necesidad a su proveedor distribuidor, este también gestiona y solicita los productos necesarios al proveedor -que es la fábrica- y esta a su vez solicita los materiales al proveedor. Es esta la cadena de información que se transmite en todas las instalaciones, partiendo de la necesidad del cliente.

Por otra parte, se realiza el movimiento de materiales desde el proveedor que entrega los materiales a la fábrica, de la fábrica al distribuidor, del distribuidor al mayorista y del mayorista al detallista. Todo este proceso estará gestionado por pedidos entrantes, gestión de inventarios, alistamiento de mercancía, despacho, generación de pedidos a proveedor y contabilizar inventarios.

Este ejercicio se realiza con el objetivo final de reducir los costos en toda la cadena de abastecimiento, con altos niveles de servicio y bajos inventarios.

Desarrollo de los contenidos

Canales de distribución

La forma en que los productos o servicios llegan a los usuarios finales por diferentes medios se denomina canales de distribución. Estos canales se denominan de una u otra manera dependiendo del número de intermediarios que participan, así el canal 1 o canal directo es aquel en el que los usuarios finales son atendidos directamente desde la fábrica, es decir, que no hay intermediarios; el canal 2 o canal minorista o detallista es aquel donde pasan los productos de fábrica al minorista y de este pasa al usuario final; el canal 3 o mayorista es el canal que provee al minorista y se abastece de la fábrica; y el canal 4, que es el canal distribuidor, es el canal que se abastece de la fábrica y le distribuye al mayorista, y provee al minorista para, finalmente, del minorista llevar el producto al usuario final.

Gestión de inventarios

La gestión de inventarios es uno de los elementos más importantes a tener en cuenta en la cadena de abastecimiento. Los inventarios se encuentran en toda la cadena, desde el proveedor de materias primas en producción como los productos en proceso. En almacenes de producto terminado cuando es despachado de cualquier punto se contabiliza como inventario en tránsito.

En la unidad 3 de este texto se presenta el Modelo de gestión de inventarios de revisión continua, que es un modelo apropiado para ayudar en la gestión y control tanto de inventarios como de los costos en los que es apropiado o conveniente que una organización incurra.

Indicador de gestión

En la unidad 2 de este texto se presentan los indicadores de gestión como guía para aplicar en esta didáctica.

Instructivo de la didáctica

Materiales requeridos

Tablero de juego, órdenes de pedido, producto, formatos por instalación.

- a. La actividad inicia al seleccionar cuatro estudiantes, cada uno en cada instalación, para encargarse de la actividad logística de la empresa, del distribuidor, del detallista y del cliente.



Figura 52. Disposición inicial de la actividad. Fuente: elaboración propia.

Es muy importante que las actividades se realicen simultáneamente para evitar confusiones durante el proceso.

b. El juego inicia con las estaciones, con un inventario inicial en cada instalación de 8 unidades y 8 unidades en tránsito, 4 unidades en el tránsito de salida y 4 unidades en el tránsito de llegada.



Figura 53. Inventario inicial en las instalaciones y en tránsito. Fuente: elaboración propia.

c. Cada estación cuenta con un formato para diligenciar, de acuerdo con el movimiento que haya tenido se debe diligenciar correctamente en tiempo real durante la actividad.



Figura 54. Formato por instalación. Fuente: elaboración propia.

- d. El proceso lo inicia el cliente final, quien deberá realizar los pedidos al detallista, esta es la demanda real con que todas las instalaciones se van a ver afectadas.
- e. Primer paso, diligenciar el formato anotando el inventario inicial con que se cuenta en la instalación.
- f. Segundo paso, colocar las manos en las dos casillas de tránsito (salida y llegada) y hacer un movimiento simultáneo para recibir la mercancía en la instalación y pasar del tránsito de salida al tránsito de llegada.
- g. Tercer paso, consultar la orden entrante (OE), que es el pedido que le ha solicitado el cliente inmediato, y registrar en el formato la información correspondiente a la cantidad pedida.

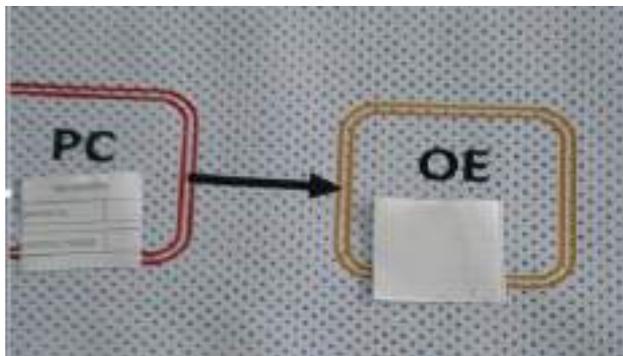


Figura 55. Pedidos solicitados a la instalación y órdenes entrantes al proveedor. Fuente: elaboración propia.

- h. Cuarto paso, alistar la mercancía, despachar y registrar la cantidad en el formato. En el caso del detallista, este entrega la mercancía al cliente final y en las instalaciones ubican la mercancía en el tránsito de salida.
- i. Quinto paso, revisar la casilla de pendientes, que es la cantidad que no se alcanza a despachar por falta de inventario. En el caso de que haya pedidos pendientes del anterior periodo estos pedidos pendientes se deben consolidar en un solo dato.
- j. Sexto paso, contar y registrar en el formato la cantidad de inventario final.
- k. Séptimo paso, hacer un pedido al proveedor, la cantidad debe corresponder al movimiento de la producción y pedidos que se van desarrollando durante la actividad.

Se repiten los pasos del 1 al 7 durante 50 semanas que simulan la operación de un año de trabajo.

Ejercicio guía

Para la realización de la siguiente dinámica se cuenta con los materiales necesarios en el laboratorio de ingeniería industrial, aula 102.

Se asigna un estudiante a la primera instalación, que es la fábrica de la cerveza, se le explican cuáles serán sus funciones, que básicamente están resumidas en las siguientes acciones: recibir los pedidos del cliente, recibir la mercancía del tránsito de llegada, alistar los pedidos y despacharlos.

Al tiempo que se va desarrollando cada actividad se debe hacer el registro en el respectivo formato.

Tal como se describió en el instructivo de la didáctica, se llevó a cabo el ejercicio con el grupo de estudiantes y se obtuvieron los siguientes resultados en cada una de las instalaciones: para los resultados en fábrica ver tabla 22; para los resultados del distribuidor ver tabla 23; para los resultados en el mayorista ver tabla 24 y; para resultados en minorista ver tabla 25.

Tabla 22

Resultado en fábrica

| FÁBRICA | | | | | | | | | | |
|---------|--------------|-----------------|-----------|--------------|-------------------|-------------|--------------|----------------|------------|----------|
| SEMA-NA | INV. INICIAL | ORDEN ENTRAN-TE | DESPA-CHO | PEN-DIEN-TES | COS-TOS NO SERVIR | INV. FI-NAL | COS-TOS INV. | OR-DEN SALI-DA | NS EMPRESA | PROM. NS |
| 1 | 8 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 7 | \$700 | 6 | 100% | 45% |
| 2 | 7 | 12 | 11 | 1 | \$300 | 0 | \$0 | 9 | 92% | 45% |
| 3 | 0 | 15 | 12 | 3 | \$900 | 0 | \$0 | 5 | 73% | 45% |
| 4 | 0 | 15 | 12 | 6 | \$1.800 | 0 | \$0 | 15 | 60% | 45% |
| 5 | 0 | 15 | 15 | 9 | \$2.700 | 0 | \$0 | 15 | 60% | 45% |
| 6 | 0 | 15 | 15 | 9 | \$2.700 | 0 | \$0 | 15 | 40% | 45% |
| 7 | 0 | 12 | 15 | 6 | \$1.800 | 0 | \$0 | 15 | 50% | 45% |
| 8 | 0 | 15 | 15 | 6 | \$1.800 | 0 | \$0 | 15 | 60% | 45% |
| 9 | 0 | 12 | 15 | 3 | \$900 | 0 | \$0 | 15 | 75% | 45% |
| 10 | 0 | 10 | 13 | 0 | \$0 | 2 | \$200 | 15 | 100% | 45% |
| 11 | 2 | 14 | 14 | 0 | \$0 | 3 | \$300 | 12 | 100% | 45% |
| 12 | 3 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 7 | \$700 | 10 | 100% | 45% |
| 13 | 7 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 19 | \$1.900 | 10 | 100% | 45% |
| 14 | 19 | 2 | 2 | 0 | \$0 | 27 | \$2.700 | 5 | 100% | 45% |
| 15 | 27 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 30 | \$3.000 | 1 | 100% | 45% |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|---------|----|---------|----|------|-----|
| 16 | 30 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 20 | \$2.000 | 2 | 100% | 45% |
| 17 | 20 | 2 | 2 | 0 | \$0 | 29 | \$2.900 | 1 | 100% | 45% |
| 18 | 29 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 20 | \$2.000 | 1 | 100% | 45% |
| 19 | 20 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 17 | \$1.700 | 5 | 100% | 45% |
| 20 | 17 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 1 | \$100 | 10 | 100% | 45% |
| 21 | 1 | 10 | 6 | 4 | \$1.200 | 0 | \$0 | 10 | 60% | 45% |
| 22 | 0 | 8 | 6 | 6 | \$1.800 | 0 | \$0 | 10 | 25% | 45% |
| 23 | 0 | 10 | 10 | 6 | \$1.800 | 0 | \$0 | 10 | 40% | 45% |
| 24 | 0 | 15 | 10 | 11 | \$3.300 | 0 | \$0 | 15 | 27% | 45% |
| 25 | 0 | 15 | 10 | 16 | \$4.800 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 45% |
| 26 | 0 | 15 | 10 | 18 | \$5.400 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 45% |
| 27 | 0 | 12 | 10 | 23 | \$6.900 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 45% |
| 28 | 0 | 15 | 15 | 20 | \$6.000 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 45% |
| 29 | 0 | 12 | 15 | 15 | \$4.500 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 45% |
| 30 | 0 | 10 | 15 | 5 | \$1.500 | 0 | \$0 | 0 | 0% | 45% |
| 31 | 0 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 10 | \$1.000 | 0 | 0% | 45% |
| 32 | 10 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 25 | \$2.500 | 5 | | 45% |
| 33 | 25 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 35 | \$3.500 | 5 | | 45% |
| 34 | 35 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 45 | \$4.500 | 5 | | 45% |
| 35 | 45 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 45 | \$4.500 | 5 | | 45% |
| 36 | 45 | 5 | 5 | 5 | \$1.500 | 45 | \$4.500 | 0 | 100% | 45% |
| 37 | 45 | 5 | 5 | 5 | \$1.500 | 45 | \$4.500 | 0 | 0% | 45% |
| 38 | 45 | 10 | 10 | 10 | \$3.000 | 35 | \$3.500 | 0 | 50% | 45% |
| 39 | 35 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 20 | \$2.000 | 10 | 33% | 45% |
| 40 | 20 | 10 | 10 | 10 | \$3.000 | 20 | \$2.000 | 10 | 0% | 45% |
| 41 | 20 | 10 | 10 | 10 | \$3.000 | 20 | \$2.000 | 10 | 0% | 45% |
| 42 | 20 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 15 | \$1.500 | 10 | 33% | 45% |
| 43 | 15 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 10 | \$1.000 | 10 | 0% | 45% |
| 44 | 10 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 5 | \$500 | 15 | 0% | 45% |
| 45 | 5 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 5 | \$500 | 15 | 0% | 45% |
| 46 | 5 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 5 | \$500 | 15 | 0% | 45% |
| 47 | 5 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 5 | \$500 | 15 | 0% | 45% |
| 48 | 5 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 5 | \$500 | 15 | 0% | 45% |
| 49 | 5 | 15 | 15 | 15 | \$4.500 | 5 | \$500 | 15 | 0% | 45% |

| | | | | | | | | | | |
|----|---|----|----|----|---------|----|---------|---|----|-----|
| 50 | 5 | 10 | 10 | 10 | \$3.000 | 10 | \$1.000 | 0 | 0% | 45% |
|----|---|----|----|----|---------|----|---------|---|----|-----|

Nota. Datos recolectados para 50 semanas. Fuente: elaboración propia.

Tabla 23

Resultado en el distribuidor

| DISTRIBUIDOR | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------|-------------|
| SEMA- NA | INV. INI- CIAL | ORDEN ENTRAN- TE | DESPA- CHO | PEN- DIEN- TES | COS- TOS NO SERVIR | INV. FI- NAL | COS- TOS INV. | OR- DEN SALI- DA | NS EMPRESA | PROM. NS |
| 1 | 8 | 8 | 0 | 0 | \$0 | 4 | \$400 | 5 | 0% | 65% |
| 2 | 4 | 14 | 8 | 6 | \$1.800 | 0 | \$0 | 12 | 57% | 65% |
| 3 | 0 | 12 | 0 | 14 | \$4.200 | 0 | \$0 | 12 | 0% | 65% |
| 4 | 0 | 10 | 4 | 13 | \$3.900 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 65% |
| 5 | 0 | 8 | 11 | 9 | \$2.700 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 65% |
| 6 | 0 | 6 | 12 | 3 | \$900 | 0 | \$0 | 12 | 50% | 65% |
| 7 | 0 | 8 | 12 | 0 | \$0 | 0 | \$0 | 15 | 100% | 65% |
| 8 | 0 | 10 | 12 | 0 | \$0 | 5 | \$500 | 12 | 100% | 65% |
| 9 | 5 | 15 | 10 | 0 | \$0 | 5 | \$500 | 10 | 67% | 65% |
| 10 | 5 | 14 | 15 | 0 | \$0 | 6 | \$600 | 14 | 100% | 65% |
| 11 | 6 | 14 | 14 | 0 | \$0 | 6 | \$600 | 10 | 100% | 65% |
| 12 | 6 | 10 | 8 | 0 | \$0 | 6 | \$600 | 10 | 80% | 65% |
| 13 | 6 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 12 | \$1.200 | 2 | 100% | 65% |
| 14 | 12 | 2 | 4 | 0 | \$0 | 4 | \$400 | 5 | 100% | 65% |
| 15 | 4 | 5 | 10 | 0 | \$0 | 1 | \$100 | 10 | 100% | 65% |
| 16 | 1 | 10 | 8 | 0 | \$0 | 11 | \$1.100 | 2 | 80% | 65% |
| 17 | 11 | 6 | 0 | 0 | \$0 | 11 | \$1.100 | 10 | 0% | 65% |
| 18 | 11 | 10 | 6 | 0 | \$0 | 11 | \$1.100 | 5 | 60% | 65% |
| 19 | 11 | 8 | 10 | 0 | \$0 | 5 | \$500 | 10 | 100% | 65% |
| 20 | 5 | 12 | 8 | 0 | \$0 | 3 | \$300 | 10 | 67% | 65% |
| 21 | 3 | 10 | 12 | 2 | \$600 | 0 | \$0 | 10 | 100% | 65% |
| 22 | 0 | 10 | 8 | 0 | \$0 | 15 | \$1.500 | 8 | 60% | 65% |
| 23 | 15 | 15 | 10 | 0 | \$0 | 6 | \$600 | 10 | 67% | 65% |
| 24 | 6 | 12 | 15 | 6 | \$1.800 | 0 | \$0 | 10 | 100% | 65% |
| 25 | 0 | 12 | 6 | 3 | \$900 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 65% |
| 26 | 0 | 12 | 15 | 2 | \$600 | 0 | \$0 | 12 | 100% | 65% |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|---------|----|---------|----|------|-----|
| 27 | 0 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 0 | \$0 | 15 | 80% | 65% |
| 28 | 0 | 6 | 10 | 0 | \$0 | 4 | \$400 | 10 | 100% | 65% |
| 29 | 4 | 0 | 6 | 0 | \$0 | 14 | \$1.400 | 10 | | 65% |
| 30 | 29 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 29 | \$2.900 | 5 | | 65% |
| 31 | 29 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 29 | \$2.900 | 0 | | 65% |
| 32 | 29 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 29 | \$2.900 | 0 | | 65% |
| 33 | 29 | 10 | 0 | 0 | \$0 | 49 | \$4.900 | 0 | 0% | 65% |
| 34 | 49 | 15 | 10 | 0 | \$0 | 39 | \$3.900 | 0 | 67% | 65% |
| 35 | 39 | 10 | 15 | 0 | \$0 | 29 | \$2.900 | 0 | 100% | 65% |
| 36 | 29 | 12 | 10 | 0 | \$0 | 17 | \$1.700 | 5 | 83% | 65% |
| 37 | 17 | 10 | 12 | 0 | \$0 | 7 | \$700 | 5 | 100% | 65% |
| 38 | 7 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 2 | \$200 | 10 | 100% | 65% |
| 39 | 7 | 15 | 10 | 8 | \$2.400 | 0 | \$0 | 15 | 67% | 65% |
| 40 | 0 | 15 | 7 | 5 | \$1.500 | 0 | \$0 | 10 | 0% | 65% |
| 41 | 0 | 15 | 17 | 5 | \$1.500 | 0 | \$0 | 10 | 80% | 65% |
| 42 | 0 | 10 | 15 | 5 | \$1.500 | 0 | \$0 | 15 | 100% | 65% |
| 43 | 0 | 15 | 10 | 10 | \$3.000 | 0 | \$0 | 15 | 33% | 65% |
| 44 | 0 | 15 | 10 | 10 | \$3.000 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 65% |
| 45 | 0 | 15 | 15 | 10 | \$3.000 | 0 | \$0 | 15 | 33% | 65% |
| 46 | 0 | 15 | 15 | 10 | \$3.000 | 0 | \$0 | 15 | 33% | 65% |
| 47 | 0 | 10 | 15 | 5 | \$1.500 | 0 | \$0 | 15 | 50% | 65% |
| 48 | 0 | 10 | 15 | 0 | \$0 | 0 | \$0 | 15 | 100% | 65% |
| 49 | 0 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 5 | \$500 | 15 | 100% | 65% |
| 50 | 5 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 21 | \$2.100 | 10 | | 65% |

Nota. Datos recolectados para 50 semanas. Fuente: elaboración propia.

Tabla 24

Resultados en el mayorista

| MAYORISTA | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------|-------------|
| SEMA- NA | INV. INICIAL | ORDEN ENTRAN- TE | DESPA- CHO | PEN- DIEN- TES | COS- TOS NO SERVIR | INV. FL- NAL | COS- TOS INV. | OR- DEN SALI- DA | NS EMPRESA | PROM. NS |
| 1 | 8 | 14 | 12 | 2 | \$200 | 0 | \$0 | 14 | 86% | 79% |
| 2 | 0 | 10 | 4 | 8 | \$800 | 0 | \$0 | 12 | 20% | 79% |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 0 | \$0 | 10 | | 79% |
| 4 | 0 | 14 | 8 | 6 | \$600 | 0 | \$0 | 8 | 57% | 79% |
| 5 | 0 | 7 | 4 | 9 | \$900 | 0 | \$0 | 6 | 0% | 79% |
| 6 | 0 | 14 | 11 | 12 | \$1.200 | 0 | \$0 | 8 | 14% | 79% |
| 7 | 0 | 10 | 12 | 10 | \$1.000 | 0 | \$0 | 10 | 0% | 79% |
| 8 | 0 | 15 | 12 | 13 | \$1.300 | 0 | \$0 | 15 | 13% | 79% |
| 9 | 0 | 5 | 12 | 6 | \$600 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 79% |
| 10 | 0 | 15 | 10 | 11 | \$1.100 | 0 | \$0 | 14 | 27% | 79% |
| 11 | 0 | 5 | 15 | 1 | \$100 | 0 | \$0 | 10 | 80% | 79% |
| 12 | 0 | 10 | 11 | 0 | \$0 | 4 | \$400 | 4 | 100% | 79% |
| 13 | 4 | 14 | 14 | 0 | \$0 | 4 | \$400 | 10 | 100% | 79% |
| 14 | 4 | 1 | 1 | 0 | \$0 | 13 | \$1.300 | 8 | 100% | 79% |
| 15 | 13 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 18 | \$1.800 | 0 | 100% | 79% |
| 16 | 18 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 18 | \$1.800 | 6 | 100% | 79% |
| 17 | 18 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 16 | \$1.600 | 10 | 100% | 79% |
| 18 | 16 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 11 | \$1.100 | 8 | 100% | 79% |
| 19 | 11 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 7 | \$700 | 12 | 100% | 79% |
| 20 | 7 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 7 | \$700 | 10 | 100% | 79% |
| 21 | 7 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 0 | \$0 | 15 | 100% | 79% |
| 22 | 0 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 7 | \$700 | 12 | 100% | 79% |
| 23 | 7 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 7 | \$700 | 12 | 100% | 79% |
| 24 | 7 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 13 | \$1.300 | 12 | 100% | 79% |
| 25 | 13 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 18 | \$1.800 | 12 | 100% | 79% |
| 26 | 18 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 13 | \$1.300 | 10 | 100% | 79% |
| 27 | 13 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 23 | \$2.300 | 6 | | 79% |
| 28 | 23 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 33 | \$3.300 | 0 | | 79% |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|---|-------|----|---------|----|------|-----|
| 29 | 33 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 43 | \$4.300 | 0 | | 79% |
| 30 | 43 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 39 | \$3.900 | 0 | 100% | 79% |
| 31 | 39 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 34 | \$3.400 | 0 | 100% | 79% |
| 32 | 34 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 24 | \$2.400 | 10 | 100% | 79% |
| 33 | 24 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 21 | \$2.100 | 15 | 100% | 79% |
| 34 | 21 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 11 | \$1.100 | 10 | 100% | 79% |
| 35 | 11 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 4 | \$400 | 12 | 100% | 79% |
| 36 | 4 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 14 | \$1.400 | 10 | 100% | 79% |
| 37 | 14 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 9 | \$900 | 10 | 100% | 79% |
| 38 | 9 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 6 | \$600 | 15 | 100% | 79% |
| 39 | 6 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 1 | \$100 | 15 | 100% | 79% |
| 40 | 1 | 15 | 11 | 4 | \$400 | 0 | \$0 | 15 | 73% | 79% |
| 41 | 0 | 5 | 0 | 9 | \$900 | 0 | \$0 | 10 | 0% | 79% |
| 42 | 0 | 10 | 17 | 2 | \$200 | 0 | \$0 | 15 | 80% | 79% |
| 43 | 0 | 15 | 15 | 2 | \$200 | 0 | \$0 | 15 | 87% | 79% |
| 44 | 0 | 10 | 10 | 2 | \$200 | 0 | \$0 | 15 | 80% | 79% |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 8 | \$800 | 15 | | 79% |
| 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 23 | \$2.300 | 10 | | 79% |
| 47 | 23 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 43 | \$4.300 | 10 | 100% | 79% |
| 48 | 43 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 31 | \$3.100 | 10 | 100% | 79% |
| 49 | 31 | 5 | 5 | 0 | \$0 | 43 | \$4.300 | 0 | 100% | 79% |
| 50 | 43 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 58 | \$5.800 | 0 | | 79% |

Nota. Datos recolectados para 50 semanas. Fuente: elaboración propia.

Tabla 25

Resultados en el minorista

| MINORISTA | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------|-------------|
| SEMA- NA | INV. INI- CIAL | ORDEN ENTRANTE | DES- PA- CHO | PEN- DIEN- TES | COS- TOS NO SERVIR | INV. FI- NAL | COS- TOS INV. | OR- DEN SALI- DA | NS EMPRESA | PROM. NS |
| 1 | 8 | 9 | 9 | 0 | \$0 | 3 | \$300 | 10 | 100% | 62% |
| 2 | 3 | 3 | 3 | 0 | \$0 | 4 | \$400 | 0 | 100% | 62% |
| 3 | 4 | 3 | 13 | 0 | \$0 | 3 | \$300 | 14 | 100% | 62% |
| 4 | 3 | 14 | 7 | 7 | \$2.100 | 0 | \$0 | 7 | 50% | 62% |
| 5 | 0 | 2 | 8 | 1 | \$300 | 0 | \$0 | 14 | 50% | 62% |
| 6 | 0 | 15 | 8 | 8 | \$2.400 | 0 | \$0 | 7 | 47% | 62% |
| 7 | 0 | 11 | 4 | 15 | \$4.500 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 62% |
| 8 | 0 | 1 | 11 | 4 | \$1.200 | 0 | \$0 | 5 | 0% | 62% |
| 9 | 0 | 13 | 12 | 6 | \$1.800 | 0 | \$0 | 15 | 62% | 62% |
| 10 | 0 | 4 | 10 | 0 | \$0 | 2 | \$200 | 5 | 100% | 62% |
| 11 | 2 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 4 | \$400 | 10 | 100% | 62% |
| 12 | 4 | 8 | 8 | 0 | \$0 | 6 | \$600 | 14 | 100% | 62% |
| 13 | 6 | 1 | 1 | 0 | \$0 | 20 | \$2.000 | 1 | 100% | 62% |
| 14 | 20 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 16 | \$1.600 | 5 | 100% | 62% |
| 15 | 16 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 15 | \$1.500 | 10 | 100% | 62% |
| 16 | 15 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 1 | \$100 | 10 | 100% | 62% |
| 17 | 1 | 10 | 6 | 9 | \$2.700 | 0 | \$0 | 0 | 60% | 62% |
| 18 | 0 | 8 | 10 | 9 | \$2.700 | 0 | \$0 | 10 | 13% | 62% |
| 19 | 0 | 6 | 10 | 7 | \$2.100 | 0 | \$0 | 10 | 17% | 62% |
| 20 | 0 | 2 | 5 | 8 | \$2.400 | 0 | \$0 | 10 | 0% | 62% |
| 21 | 0 | 12 | 10 | 0 | \$0 | 0 | \$0 | 15 | 17% | 62% |
| 22 | 0 | 7 | 10 | 2 | \$600 | 0 | \$0 | 15 | 100% | 62% |
| 23 | 0 | 3 | 9 | 0 | \$0 | 6 | \$600 | 10 | 100% | 62% |
| 24 | 6 | 15 | 3 | 0 | \$0 | 8 | \$800 | 5 | 20% | 62% |
| 25 | 8 | 2 | 15 | 0 | \$0 | 13 | \$1.300 | 10 | 100% | 62% |
| 26 | 13 | 0 | 2 | 0 | \$0 | 11 | \$1.100 | 0 | | 62% |
| 27 | 11 | 0 | 0 | 0 | \$0 | 19 | \$1.900 | 0 | | 62% |
| 28 | 19 | 15 | 0 | 0 | \$0 | 29 | \$2.900 | 0 | 0% | 62% |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|---------|----|---------|----|------|-----|
| 29 | 29 | 4 | 15 | 0 | \$0 | 16 | \$1.600 | 10 | 100% | 62% |
| 30 | 16 | 7 | 4 | 0 | \$0 | 12 | \$1.200 | 5 | 57% | 62% |
| 31 | 12 | 5 | 7 | 0 | \$0 | 5 | \$500 | 10 | 100% | 62% |
| 32 | 5 | 15 | 5 | 0 | \$0 | 10 | \$1.000 | 5 | 33% | 62% |
| 33 | 10 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 0 | \$0 | 10 | 100% | 62% |
| 34 | 0 | 15 | 10 | 5 | \$1.500 | 0 | \$0 | 15 | 67% | 62% |
| 35 | 0 | 15 | 5 | 15y | \$4.500 | 0 | \$0 | 5 | 0% | 62% |
| 36 | 0 | 15 | 10 | 20 | \$6.000 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 62% |
| 37 | 0 | 15 | 15 | 20 | \$6.000 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 62% |
| 38 | 0 | 15 | 5 | 30 | \$9.000 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 62% |
| 39 | 0 | 15 | 15 | 30 | \$9.000 | 0 | \$0 | 15 | 0% | 62% |
| 40 | 0 | 3 | 15 | 18 | \$5.400 | 0 | \$0 | 5 | 0% | 62% |
| 41 | 0 | 4 | 15 | 7 | \$2.100 | 0 | \$0 | 10 | 0% | 62% |
| 42 | 0 | 5 | 11 | 1 | \$300 | 0 | \$0 | 15 | 80% | 62% |
| 43 | 0 | 4 | 5 | 0 | \$0 | 12 | \$1.200 | 10 | 100% | 62% |
| 44 | 12 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 18 | \$1.800 | 0 | 100% | 62% |
| 45 | 18 | 6 | 6 | 0 | \$0 | 21 | \$2.100 | 0 | 100% | 62% |
| 46 | 21 | 8 | 8 | 0 | \$0 | 15 | \$1.500 | 5 | 100% | 62% |
| 47 | 15 | 10 | 10 | 0 | \$0 | 5 | \$500 | 15 | 100% | 62% |
| 48 | 5 | 2 | 2 | 0 | \$0 | 3 | \$300 | 5 | 100% | 62% |
| 49 | 3 | 6 | 6 | 0 | \$0 | 2 | \$200 | 0 | 100% | 62% |
| 50 | 2 | 15 | 15 | 0 | \$0 | 7 | \$700 | 0 | 100% | 62% |

Nota. Datos recolectados para 50 semanas. Fuente: elaboración propia.

Con la información recolectada en la didáctica se procede al análisis del comportamiento de los inventarios en cada instalación.

El inventario en fábrica presenta un comportamiento anormal, como se aprecia en la figura 56. Aunque se cuenta con un inventario inicial, rápidamente se agota quedando en *stock out* durante tres días. Nuevamente se genera un inventario y se sube de una forma constante hasta que alcanza un pico y vuelve a bajar hasta quedar nuevamente en *stock out* durante cinco días; y nuevamente empieza a subir hasta llegar a unos niveles muy altos para luego volver a disminuir y terminar el mes con un inventario bajo. Este efecto en el comportamiento de los inventarios se conoce como el efecto látigo.

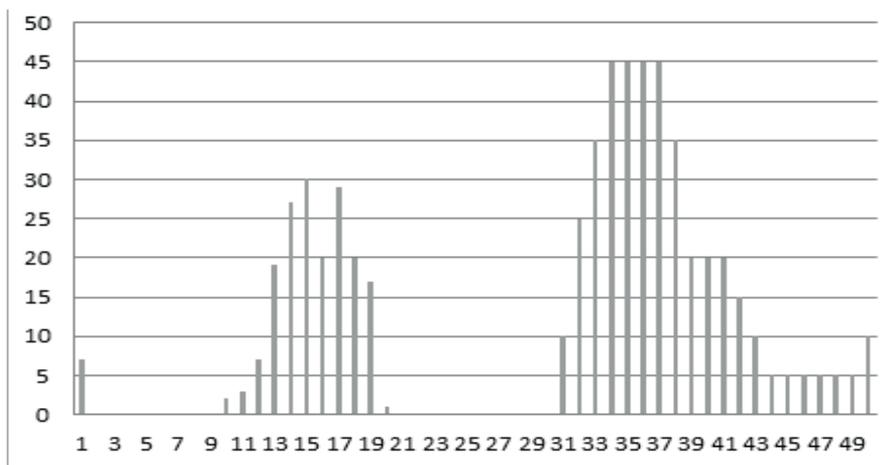


Figura 56. Nivel de inventario en fábrica. Fuente: elaboración propia.

El comportamiento del inventario en el distribuidor presenta un comportamiento variado con periodos de *stock out* hasta de cinco días, y periodos con inventario alto inclusive de hasta 49 unidades, como se puede ver en la figura 57.

Se evidencia que la forma en que se ha programado el reabastecimiento no ha sido la adecuada, se está pidiendo fuera del tiempo y cuando la mercancía llega a la instalación se atiende la demanda pendiente, pero siguen llegando pedidos y la demanda ha bajado, generando el exceso de inventario.

En este caso se hace necesario generar un pronóstico de la demanda o un modelo de gestión de inventarios.

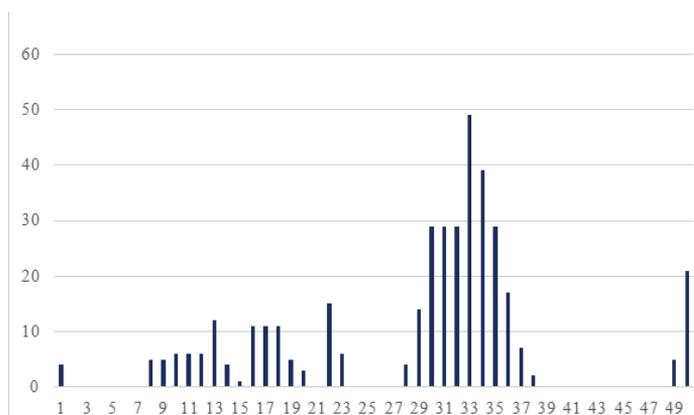


Figura 57. Nivel de inventario en distribuidor. Fuente: elaboración propia.

En la instalación del mayorista el inventario (figura 58) presentó un comportamiento de tipo efecto látigo muy similar al comportamiento del inventario en fábrica, en este caso se presentó un desabastecimiento muy grave llegando al *stock out* durante once días, luego llega el producto y se cuenta con inventario, aunque no el suficiente, y vuelve a disminuir hasta *stock out*; nuevamente vuelve a subir y a bajar para tener otros cinco días en *stock out* y terminar el mes con inventario con tendencia a subir.

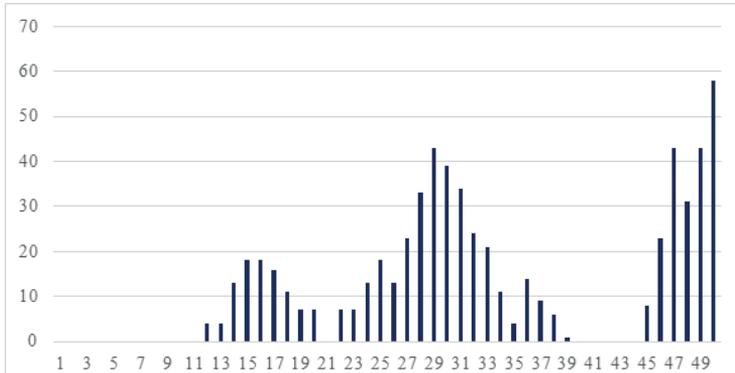


Figura 58. Nivel de inventario en mayorista. Fuente: elaboración propia.

El comportamiento del inventario minorista también presenta el efecto látigo en el comportamiento de sus inventarios, como se puede observar en la figura 59.

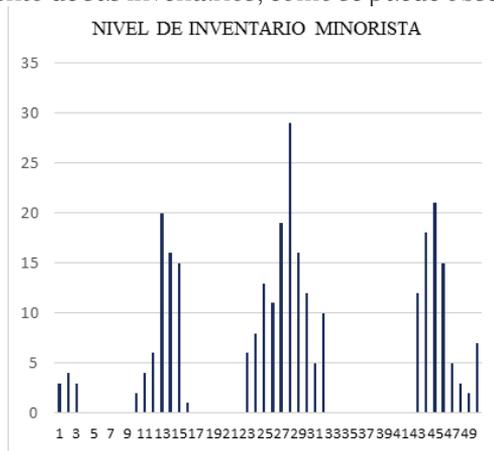


Figura 59. Nivel de inventario minorista. Fuente: elaboración propia.

Se evidencia el desabastecimiento paulatino llegando hasta el *stock out*, y el abastecimiento también paulatino llegando a niveles altos de inventario.

Se tienen 18 días de *stock out*, que se considera grave en una instalación que presente este comportamiento, el riesgo de perder los clientes es muy alto. Las penalizaciones en las que puede incurrir una instalación por incumplimiento en los pedidos, el descontrol en la operación logística con días de muy alta operación en cuanto a la recepción de material de alistamiento y despacho de mercancía, y muchos periodos de tiempo con *stock out* y con la operación prácticamente detenida, son ejemplos de mala administración y gestión de una instalación, en este caso del centro de distribución del minorista.

En términos generales, en el comportamiento de los inventarios a lo largo de la cadena de abastecimiento hay deficiencia, periodos con mucho inventario y sobrecostos y periodos de *stock out* generan inconformidad en los clientes, sanciones y riesgo de perder a los clientes.

Para todos los casos se recomienda aplicar un modelo de pronósticos y un modelo de inventarios que pueda tener un comportamiento estable en el tiempo, siendo el inventario el que asuma la variabilidad de la demanda y la variabilidad en el tiempo de aprovisionamiento por parte de los proveedores.

El nivel de servicio se mide de acuerdo con el cumplimiento de lo solicitado por parte del cliente, el indicador se tomó por semana de acuerdo con las planillas diligenciadas en la práctica.

El nivel de servicio en fábrica (figura 60), deja serias dudas respecto del cumplimiento a su cliente, que es el distribuidor, y por tratarse del segundo eslabón de la cadena de abastecimiento después de los proveedores (que no presentaron dificultad) no presagia un buen futuro para el servicio de las instalaciones siguientes.

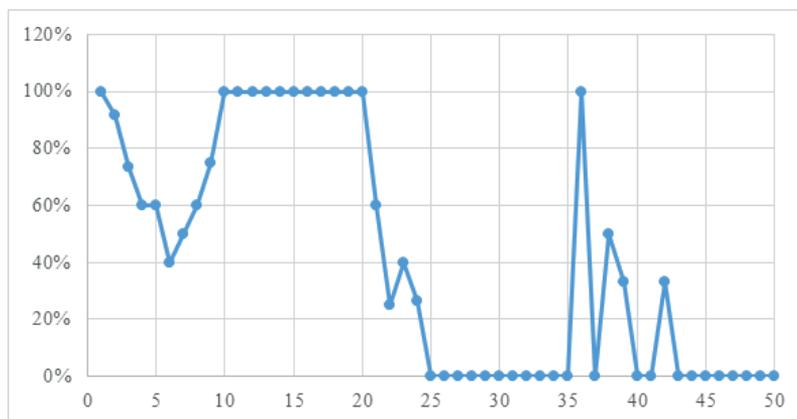


Figura 60. Comportamiento nivel de servicio fábrica. Fuente: elaboración propia.

Se inició cumpliendo con el indicador del cliente, pero las siguientes semanas fue disminuyendo paulatinamente; la semana 6 volvió a subir hasta

llegar al 100% en la semana 10, pero nuevamente y en forma más dramática el indicador descendió, hasta llegar a cero, que es muy grave y más aún al quedar sin abastecer al distribuidor durante varias semanas (exactamente 11 semanas sin abastecer) y posteriormente tuvo una leve recuperación, pero finalizando el periodo el servicio vuelve a llegar a cero.

El nivel de servicio del distribuidor presenta un comportamiento alterno de buen servicio y mal servicio, cambia drásticamente pasando de cero a 100% para luego disminuir unas semanas y luego caer hasta cero nuevamente.

Estos comportamientos del servicio traen consecuencias negativas para el negocio, la operación logística se ve muy afectada y es necesario trabajar en baches, con periodos de altas entregas y periodos de quietud completa.

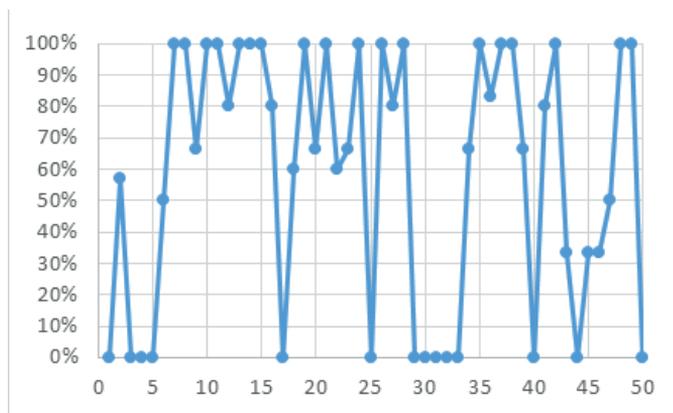


Figura 61. Comportamiento nivel de servicio del distribuidor.

Fuente: elaboración propia.

El nivel de servicio de la instalación mayorista inicia el ejercicio con diez semanas muy bajas en el indicador de servicio, pero tiene una buena recuperación y logra mantener el servicio al 100% durante quince semanas, pero cae en su gestión a cero durante tres semanas, logra abastecer el inventario y entregar nuevamente la totalidad de pedidos al 100% durante diez semanas, vuelve a caer en el servicio y a subir, pero termina con el cero %

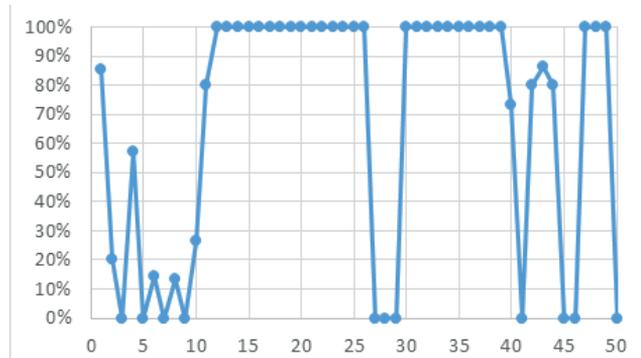


Figura 62. Comportamiento nivel de servicio del mayorista.

Fuente: elaboración propia.

El nivel de servicio de la instalación minorista, muy posiblemente afectada por los niveles de servicio de sus proveedores aguas arriba, se ve bastante afectada y con muy mala expectativa para sus clientes dado que esta instalación es el último eslabón antes del cliente o usuario finales.

El servicio se comportó de manera similar a las otras instalaciones, con niveles de servicio adecuados y niveles de servicio muy bajo, inclusive llegando a cero, algo muy preocupante para cualquier negocio.

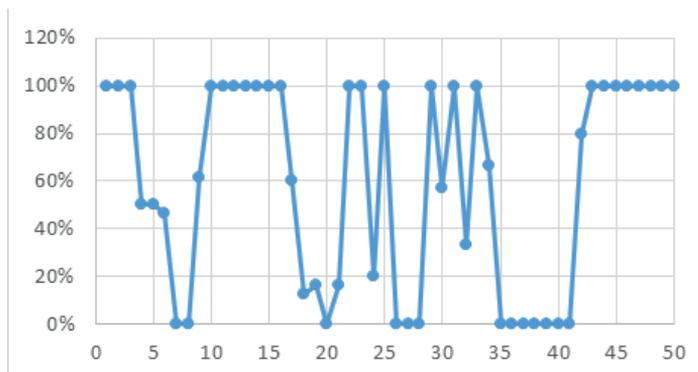


Figura 63. Comportamiento del nivel de servicio minorista.

Fuente: elaboración propia

Ejercicio propuesto

Se debe realizar la actividad de acuerdo con el instructivo, diligenciar los formatos, realizar las gráficas correspondientes con los indicadores de servicio y los niveles de inventario y costear la operación total, que es el resultado de las sumas del valor de los inventarios finales por el costo de unidad de inventario y la suma de los costos de no servir.

Posteriormente se debe repetir la actividad con una regla, que es limitar la demanda a máximo 20 unidades y mínimo 12 unidades, con esta restricción realizar el ejercicio y calcular el costo total del ejercicio.

Referencias

- Baca U., G., Cruz V., M., Cristóbal V., M, A., Gutiérrez M., J. C., Pacheco E., A., et al. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria s.a. de CV.
- Lépez, C., F.J. (2013). *Indicadores de gestión*. Bogotá D.C., Icontec Internacional.
- Nahmias, S. (2009). *Análisis de la producción y las operaciones*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Sipper, D. y Bulfin, R. *Planeación y control de la producción*. México, McGraw Hill.
- Vollman., T. E., Whybark, D. C., Berry, W. y Jacobs, R. (2005). *Planeación y control de la producción. Administración de la cadena de suministros*. Ciudad de México: McGraw-Hill interamericana.



[139]

