

Entrenamiento para la enseñanza-aprendizaje bajo lúdicas experimentales



Entrenamiento para la enseñanza-aprendizaje bajo lúdicas experimentales



Lilyana Jaramillo Ramírez
Javier Iván Hernández Montoya
Natalia Correa Hincapié
Luis Germán Ruiz Herrera
Olga Lucía Larrea Serna
John Mario Osorio Trujillo



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

80
Años

Institución Universitaria ITM

Entrenamiento para la enseñanza-aprendizaje bajo lúdicas experimentales / Institución Universitaria ITM, 2024.

49p. -- (Línea profesoral)

Incluye referencias bibliográficas

1. Equipos de transporte- Cintas transportadoras. 2. Gestión de la Producción. 3. Manufacturas. 4. Metodología experimental. I. Institución Universitaria ITM. II. Tít. III. Serie.

Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

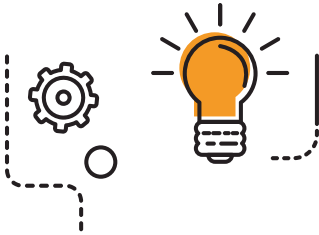
Primera edición: abril de 2024

DOI: <https://doi.org/10.22430/reporte.6464>

ISBN: 978-958-5122-89-5

© Institución Universitaria ITM

Hecho en Medellín, Colombia



EDICIÓN

Sello Editorial ITM

Calle 75 75-101

Medellín, Colombia

Teléfono: 604 440 51 00 ext. 5197

<http://catalogo.itm.edu.co>

fondoeditorial@itm.edu.co

EQUIPO EDITORIAL

Mauricio Vanegas Gil

Director editorial

Clara María Mejía Zea

Profesional universitario EITM

Catalina Ocampo Ocampo

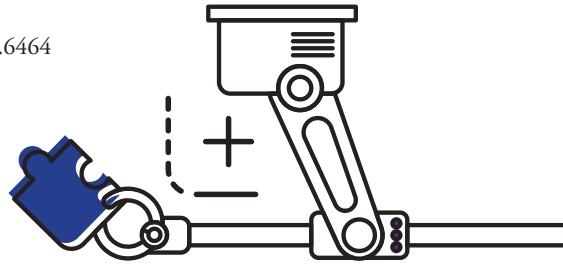
Editora de mesa

Olga Lucía Muñoz López

Corrección de textos

Manuela Escobar Ortiz

Diseño y diagramación



El contenido de esta obra se puede acceder manera libre y universal, sin costo alguno para el lector, a través de catalogoitm.edu.co

La versión integral del contenido se ha depositado en un formato electrónico apropiado en al menos un repositorio de acceso abierto reconocido internacionalmente y comprometido con el acceso abierto.

Las ideas y opiniones de este libro son responsabilidad exclusiva de los autores, quienes son igualmente responsables de las citaciones, referencias y de la originalidad de su obra. En consecuencia, el ITM no responderá ante terceros por el contenido técnico o ideológico del texto, ni asume responsabilidad alguna por las infracciones a las normas de propiedad intelectual.

Esta obra podrá reproducirse, distribuirse y comunicarse públicamente sin autorización de la editorial, siempre que se citen la fuente y el autor.

Institución Universitaria ITM (2024).

Entrenamiento para la enseñanza-aprendizaje bajo lúdicas experimentales.

Editorial ITM.

con-
teni-
do.



01 IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE EN UNA BANDA TRANSPORTADORA

| | |
|---|----|
| 1. Identificación de la guía | 8 |
| 2. Resumen | 9 |
| 3. Fundamento teórico | 9 |
| 3.1. Balanceo de línea | 9 |
| 3.2. Línea de fabricación y línea de ensamble | 10 |
| 4. Objetivos | 11 |
| 5. Recursos requeridos | 12 |
| 6. Procedimiento o metodología para el desarrollo | 13 |
| 7. Parámetros para elaboración del informe | 14 |
| 8. Disposición de residuos | 14 |
| 9. Referencias | 14 |

02 OPTIMIZACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE MESAS Y SILLAS

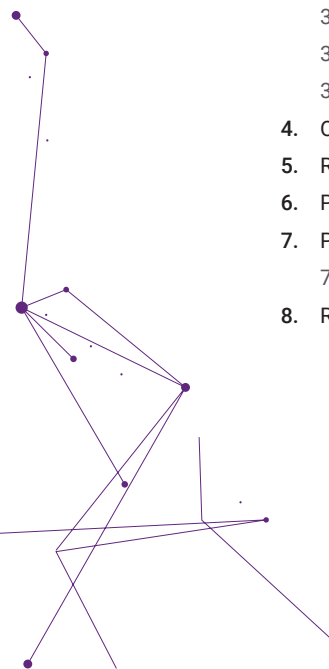
| | |
|--|----|
| 1. Identificación de la guía | 16 |
| 2. Resumen | 17 |
| 3. Fundamento teórico | 17 |
| 3.1. Conjunto convexo | 17 |
| 4. Objetivos | 20 |
| 5. Recursos requeridos | 20 |
| 6. Procedimiento o metodología para el desarrollo | 21 |
| 7. Parámetros para elaboración del informe | 22 |
| 7.1. Momento 1 Solución empírica | 22 |
| 7.2. Momento 2 Aplicación del método gráfico para resolver el modelo de PL | 22 |
| 8. Disposición de residuos | 23 |
| 9. Referencias | 23 |

03 MEDICIÓN DE INDICADORES EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE EN BANDA TRANSPORTADORA

| | |
|---|----|
| 1. Identificación de la guía | 25 |
| 2. Resumen | 26 |
| 3. Fundamento teórico | 26 |
| 3.1. Indicadores de gestión | 26 |
| 4. Objetivos | 28 |
| 5. Recursos requeridos | 28 |
| 6. Procedimiento o metodología para el desarrollo | 29 |
| 7. Parámetros para elaboración del informe | 30 |
| 8. Disposición de residuos | 30 |
| 9. Referencias | 30 |

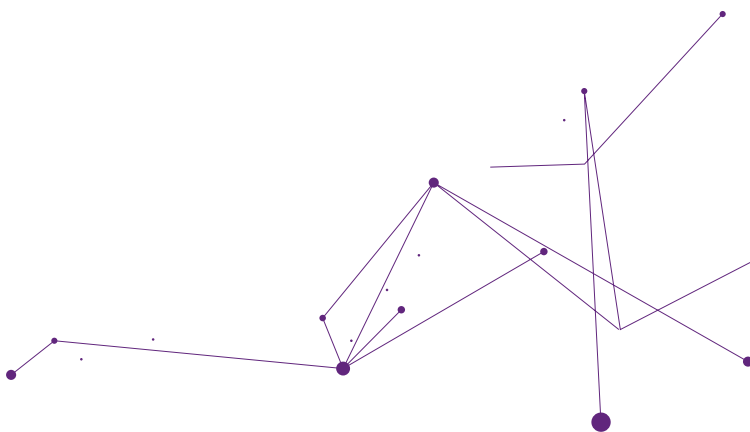
04 PRODUCCIÓN POR LOTES EN BANDA TRANSPORTADORA, SMED

| | |
|--|----|
| 1. Identificación de la guía | 32 |
| 2. Resumen | 33 |
| 3. Fundamento teórico | 35 |
| 3.1. Sistemas de producción | 35 |
| 3.2. Teoría de restricciones TOC | 35 |
| 3.3. SMED (<i>Single Minute Exchange of Die</i>) | 35 |
| 4. Objetivos | 36 |
| 5. Recursos requeridos | 36 |
| 6. Procedimiento o metodología para el desarrollo | 36 |
| 7. Parámetros para elaboración de informe | 38 |
| 7.1. Guía para la autoevaluación | 38 |
| 8. Referencias | 40 |



05 TÉCNICA DE PRODUCCIÓN EN SERIE EN UNA BANDA TRANSPORTADORA

| | |
|---|----|
| 1. Identificación de la guía | 42 |
| 2. Resumen | 43 |
| 3. Fundamento teórico | 43 |
| 3.1. Sistemas de Producción | 43 |
| 3.2. <i>Flow Shop</i> | 44 |
| 3.3. Línea de fabricación y Línea de ensamble | 44 |
| 4. Objetivos | 45 |
| 5. Recursos requeridos | 46 |
| 6. Procedimiento o metodología para el desarrollo | 47 |
| 7. Parámetros para elaboración de informe | 47 |
| 8. Disposición de residuos | 48 |
| 9. Referencias | 48 |





Por: Lilyana Jaramillo Ramírez

IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE EN UNA BANDA TRANSPORTADORA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA



Nombre de la guía: Implementación de una línea de ensamble en una banda transportadora
Código de la guía (No.): 2023-1-1



Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s): Laboratorio de Producción



Tiempo de trabajo práctico estimado: 2 horas



Asignatura(s) aplicable(s): Ingeniería de Métodos, Diseño de Instalaciones, Sistema de Gestión de Salud y Seguridad en el trabajo, Programación de Producción, Herramientas de Productividad, Simulación de Procesos.



Programa(s) Académico(s) / Facultad(es): Tecnología en Sistemas de Producción



COMPETENCIAS: Interviene los sistemas, flujos y procesos de producción mediante el conocimiento y transformación de los diversos materiales, con criterios de eficiencia y productividad. El estudiante debe considerar las técnicas fundamentales que le permitirán afianzar los conceptos teóricos en la práctica valiéndose de su motricidad, para así ejecutar el armado de un carro como experiencia práctica.

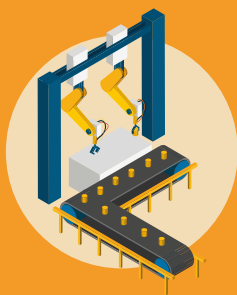


CONTENIDO TEMÁTICO:

- Distribución por proceso, producto, híbrida y fija.
- Técnicas de análisis de flujo: fabricación de partes individuales y flujo total de planta.



INDICADOR DE LOGRO: Balanceo y cálculo de la eficiencia en la línea de ensamble.



2. RESUMEN

El trabajo práctico en laboratorio sirve como validador de las competencias en el proceso enseñanza-aprendizaje. En este caso se busca aplicar los conceptos de distribución en cadena utilizando una banda transportadora para ensamblar una carrocería plástica, con el fin de evaluar los tiempos operacionales y las restricciones que afectan la eficiencia en la cadena; para ello se recomienda una secuencia de actividades donde el estudiante evalúa el diseño del método y del puesto de trabajo buscando la mejor forma de ejecutarlo, primero con un entrenamiento en posición fija y luego en simultánea con la banda transportadora, analizando las principales causas que generan el tiempo total de ejecución y las fallas detectadas en dicha ejecución.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. BALANCEO DE LÍNEA

El balanceo o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción (Platas García y Cervantes, 2014).

El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso.

Con el fin de obtener una mejor respuesta de salida en el flujo de la línea, se deben considerar una serie de condiciones que limitan el alcance del balanceo y que justifica un análisis en los tiempos operacionales. **Tales condiciones son:**



Cantidad: el volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, debe considerarse el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).



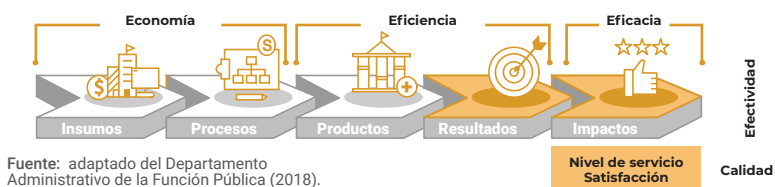
Continuidad: deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles, así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.

3.2. LÍNEA DE FABRICACIÓN Y LÍNEA DE ENSAMBLE

Representación (cuantitativa preferiblemente) establecida mediante la relación entre dos o más variables, a partir de la cual se registra, procesa y presenta información relevante con el fin de medir el avance o retroceso en el logro de un determinado objetivo en un período de tiempo determinado; esta debe ser verificable objetivamente, de manera tal que al ser comparada con algún nivel de referencia (denominada línea base) puede estar señalando una desviación sobre la cual se pueden implementar acciones correctivas o preventivas según el caso (Guía DAFP, 2018), como puede apreciarse en la figura 1.



Figura 1. Tipología de indicadores

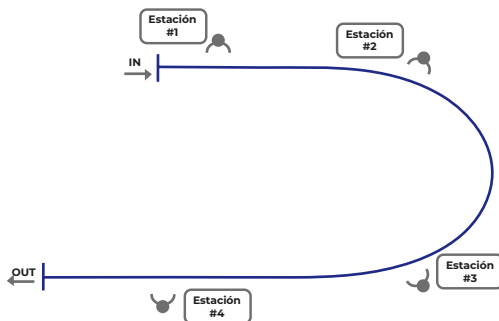


Fuente: adaptado del Departamento Administrativo de la Función Pública (2018).

La organización debe «determinar y aplicar los criterios y los métodos (incluyendo el seguimiento, la medición y los indicadores de desempeño relacionados) necesarios para asegurarse la operación eficaz y el control de estos procesos» (ISO 9001:2015).

Uno de los aspectos más relevantes en el diseño de una línea de producción o montaje, consiste en repartir las tareas de modo que los recursos productivos sean utilizados de la mejor forma posible a lo largo de todo el proceso. Entonces, buscar el equilibrio de la cadena productiva consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de producción o puestos de trabajo realizando un conjunto de tareas, de tal manera que la carga de trabajo en cada puesto sea lo más ajustada posible a un tiempo de ciclo, como muestra la figura 2. Por consiguiente, esta cadena estará bien equilibrada cuando no existan tiempos de espera entre una estación y otra.

Figura 2. Distribución de Línea de Ensamble en Banda Transportadora (en U)



Fuente: tomada de Jaramillo (2023).

De acuerdo con Muther (1981), las líneas de fabricación deben ser balanceadas de tal manera que la frecuencia de salida de una máquina o en su defecto la ejecución realizada manualmente por el operario, debe ser equivalente a la frecuencia de alimentación de la máquina u operario que realiza la operación siguiente. De igual forma debe realizarse el balanceo sobre el trabajo realizado por un operario en una línea de ensamble.

En la práctica es mucho más sencillo balancear una línea de ensamble compuesta por operarios, dado que los cambios suelen aplicarse con tan solo realizar movimientos en las tareas realizadas de un operario a otro.

Antes de iniciar un balanceo de una línea de ensamble, se debe definir o identificar las tareas que conforman el proceso productivo, el tiempo necesario para realizar cada tarea, los recursos requeridos por tarea y el orden lógico o precedencias de ejecución.

| Estación | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------|---|---|---|---|
| Tiempo de operación (min) | | | | |
| Precedencia | | | | |

Para ello, Meyers (2006) menciona que también es primordial que dentro de la organización del método de trabajo se ejecute un programa de diversificación y polivalencia de habilidades, para que en un momento dado un operario pueda desempeñar cualquier función dentro del proceso, con el fin de evitar los cuellos de botella durante el desarrollo de la práctica.

Asimismo, Meyers (2006) señala que los fines de un balanceo de líneas de ensamble son: igualar la carga de trabajo entre los operadores, identificar la operación crítica (cuello de botella), determinar el número de estaciones de trabajo requeridas en la línea y reducir el costo de producción.

4. OBJETIVOS

- ✓ Aplicar los conceptos de distribución en cadena en el laboratorio de la banda transportadora para ensamblar una carrocería plástica, con el fin de evaluar los tiempos operacionales y las restricciones que afectan la eficiencia en dicha cadena.



5. RECURSOS REQUERIDOS

| NOMBRE | CANTIDAD | IMAGEN |
|--|----------|---|
| Bolsa plástica transparente para empacar la carrocería ensamblada. | 1 UD |  |
| Perno | 4 UD |  |
| Tuerca | 4 UD |  |
| Llanta lisa | 2 UD |  |
| Llanta dentada | 2 UD |  |
| Chasis | 1 UD |  |
| Cronómetro | 1 UD |  |
| Carrocería completa (prototipo) | 1 UD |  |
| Mesa para trabajo en posición fija (por equipo de 4 estudiantes) | 1 UD |  |
| Banda transportadora | 1 UD |  |

6. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

6.1 Conformar grupos de 4 estudiantes.

6.2 Evaluar las habilidades para ensamblar las piezas y registrar los tiempos de ejecución de cada estudiante, teniendo en cuenta las siguientes operaciones:

- Ensamble de dos llantas con su tuerca y tornillo, como se observa en la *figura 3*. Considerar el preensamble del perno en la llanta, como muestran las *figuras 5 y 6*.
- Ensamble de las otras dos llantas con su tuerca y tornillo, como indica la *figura 4*. Considerar el pre ensamble del perno en la llanta, como muestran las *figuras 5 y 6*.
- Ajuste manual de las cuatro tuercas.
- Empaque en una bolsa plástica, como se observa en la *figura 7*.

Figura 03 Ensamble de dos llantas en un solo lado

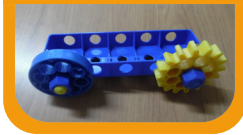


Figura 04 Ensamble de dos llantas en un solo lado

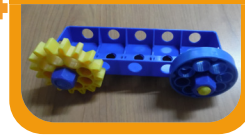
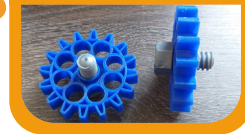


Figura 05 Preensamble del perno en la llanta dentada



Figura 06 Preensamble del perno en la llanta lisa



6.3 Realizar varios estudios de tiempos procurando que cada estudiante ejecute cada operación evaluando su desempeño y con base en la habilidad demostrada en cada una de ellas, seleccionar el operario definitivo para ejecutar cada operación.

6.4 Una vez asignado cada operario en cada tarea, realizar pruebas de ensamble con toda la línea en la mesa del aula.

6.5 Pasar a la banda transportadora y ubicar cada operario en la posición indicada por la docente para iniciar la simulación del ensamble.

6.6 Registrar el tiempo obtenido para ensamblar una unidad de producción, como muestra la *figura 8*.

Figura 07 Empaque de chasis completo en bolsa plástica



Figura 08 Ensamble completo de chasis



6.7 Registrar el tiempo obtenido para ensamblar cuatro unidades en serie.

6.8 Preparar el informe final.

Fuente imágenes: elaboración propia (2023).



7. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

- Analizar los resultados de los tiempos obtenidos en el ensamble en el aula sin la banda transportadora y compararlos con los tiempos registrados en el trabajo práctico en la banda transportadora.
- Proponer los puestos que se requieren para realizar en la misma banda, el ensamble del chasis con el techo.
- Establecer cuáles son los requerimientos ideales para que se dé un óptimo ensamble.
- Analizar y comparar la cantidad de producto terminado que se podría producir mensualmente en los próximos tres meses, si se trabajara en un turno de ocho horas incluyendo las mejoras propuestas.
- Incluir en el informe el diseño de los puestos de trabajo, el flujograma del proceso y la tabla de registro de tiempos.

8. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

En esta práctica no se generan residuos ni desperdicios de material.



9. REFERENCIAS



Acosta, M. M. (2011). Balanceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta. *El buzón de Paccioli*, 122.

Meyers, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson Education.

Muther, R. Y. (1981). *Distribución en planta*. Hispano Europea.

Platas García, J. A. y Cervantes, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias*. Grupo Editorial Patria.

Suñé, A. A. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Ediciones Díaz de Santos.



Por: Javier Iván Hernández Montoya

OPTIMIZACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE MESAS Y SILLAS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA



Nombre de la guía: Optimización en la fabricación Mesas y Sillas
Código de la guía (No.): 2023-1-2



1 Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s): Laboratorio de Producción



Tiempo de trabajo práctico estimado: 2 horas



Asignatura(s) aplicable(s): Optimización



Programa(s) Académico(s) / Facultad(es): Ingeniería de la Calidad – Ingeniería de Producción



COMPETENCIAS: Resuelve situaciones problemáticas de los procesos organizacionales a partir del modelamiento del problema y selección e implementación de la herramienta de optimización adecuada para encontrar el conjunto de soluciones, tomar decisiones pertinentes y dar cumplimiento a los objetivos definidos en los procesos.



CONTENIDO TEMÁTICO:

- Formulación, solución y análisis de modelos matemáticos de programación lineal.
- Método gráfico.



INDICADOR DE LOGRO: Maximizar utilidad total considerando todas las restricciones de la práctica, identificando soluciones de manera intuitiva y formalizando el problema con un modelo matemático que representa la situación bajo estudio de forma que se encuentre y analice la solución óptima mediante la aplicación del método gráfico.

2. RESUMEN

La actividad lúdica propuesta se enfoca en proponer metodologías didácticas en disciplinas de Ingeniería y profesiones administrativas en el área de conocimiento de optimización. Se explora la capacidad de abstracción de situaciones reales donde se tiene un objetivo definido, recursos escasos y condiciones establecidas en un contexto organizacional para formular un modelo de optimización desde lo intuitivo hasta lo formal, de forma que se llegue a la construcción del modelo de programación lineal derivado; posteriormente se aplica el método gráfico para la obtención y análisis de la solución óptima del modelo. En relación con los aspectos didácticos se propone la utilización de fichas de lego para la producción de dos productos que representan mesas y sillas, con el objetivo de maximizar la utilidad total generada con los recursos disponibles en un equipo de trabajo donde de manera autónoma se asignen roles para la organización y realización de las actividades.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

El método gráfico puede ser de utilidad para la comprensión de solución de modelos de Programación Lineal, así como la lógica implícita en otros modelos más robustos y de mayor complejidad y aplicabilidad.

3.1. CONJUNTO CONVEXO

Un conjunto de puntos S es un conjunto convexo si el segmento rectilíneo que une cualquier par de puntos de S se encuentra completamente en S (González, 2015).

Observación: Para que un conjunto sea convexo, no puede tener huecos ni entrantes, como se puede observar en las figuras 1 y 2.

Figura 1. Conjunto convexo

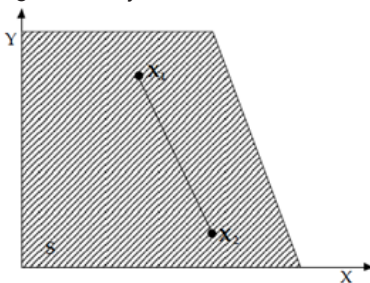
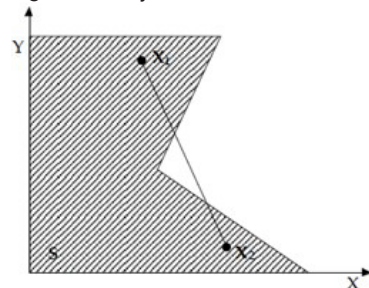


Figura 2. Conjunto no convexo

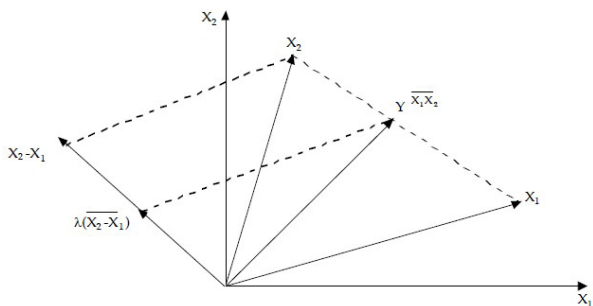


Fuente: tomado de González (2015).

Vectorialmente se puede demostrar que todo punto perteneciente a una recta del conjunto S puede ser relacionado como una combinación convexa de dos puntos. Se tienen los puntos x_1 y x_2 ; y sea y el punto que está sobre el segmento de línea que une ambos puntos. Por regla de vectores, la recta que está definida por el vector $x_1 - x_2$ es paralela al vector $x_2 - x_1$. Recordando la regla de suma de dos vectores, se tiene que si un λ está entre 0 y 1, entonces: $x_1 + \lambda(x_2 - x_1) = y$, donde se demuestra que el punto y es una combinación convexa de x_1 y x_2 , como se observa en la figura 3.



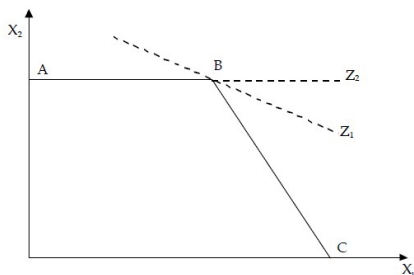
Figura 3. *Combinación convexa*



Fuente: tomado de González (2015).

Punto Extremo: es aquel punto, en el conjunto convexo, que no puede ser expresado como una combinación **convexa** de otros dos puntos, o que no está en ninguna recta que una a dos puntos del conjunto, como puede observarse en la figura 4. Es de anotar que por un punto extremo pasa la función objetivo, es decir, es tangente a este. Sin embargo, cuando la función objetivo toca dos extremos, se dice que es una *solución múltiple*.

Figura 4. *Puntos extremos A, B y C*



Fuente: tomado de González (2015).

Este tipo de solución generalmente se emplea para resolver casos de dos variables, ya que resulta bastante difícil dibujar planos de tres variables, e imposible hacerlo para cuatro o más variables.

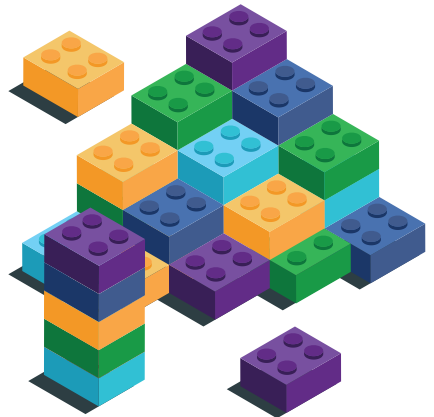
El **propósito** de este método gráfico es demostrar los conceptos básicos empleados para desarrollar la técnica algebraica para la solución de problemas con más de dos variables. Se trata de graficar el espacio de soluciones o solución factible, el cual está conformado por el conjunto de restricciones, tal como se explicará más adelante.

- a. Establecer la función objetivo (máx. o mín.), según el caso.
- b. Establecer las restricciones del problema que se analiza, expresándolas como \leq , \geq o $=$.
- c. Convertir las desigualdades en igualdades, reemplazando los signos \leq , \geq por el signo $=$. Este cambio genera ecuaciones de línea recta, que permiten graficar en el plano x_1, x_2 .
- d. Trazar el plano x_1, x_2 (primer cuadrante), donde se va a graficar la solución factible, tal como lo especifica la restricción de no negatividad ($x_1, x_2 \geq 0$).
- e. Graficar las restricciones convertidas en ecuaciones de línea recta en el plano x_1, x_2 , utilizando flechas sobre las líneas rectas para representar la región que debe considerarse como parte del espacio solución.
- f. Ubicar, mediante la ayuda de las flechas sobre las líneas rectas, el espacio solución o solución factible, el cual está dado por el área que es común a todas las restricciones. Se debe cumplir que cada punto dentro o sobre el espacio de soluciones, satisfaga todas las restricciones del problema. *Lo anterior genera un conjunto convexo entendido como la región factible.*
- g. Escoger como solución óptima el punto que pertenece al espacio de soluciones o solución factible, y que hace máximo o mínimo el valor de la función objetivo, según si se trata de un problema de maximización o de minimización.

El valor que optimiza la función objetivo siempre se encuentra en uno de los puntos extremos.

En resumen, una vez que se han determinado los puntos extremos, el óptimo es el punto extremo que proporciona el mejor valor a la función objetivo.

Se recomienda al estudiante ver al menos un ejemplo en cualquier libro relacionado con programación lineal que incluya el método gráfico o alguno de los referidos en la bibliografía.





4. OBJETIVOS

- ✓ Simular de manera intuitiva alternativas de solución considerando los recursos disponibles y condiciones especificadas.
- ✓ Formular modelo de programación lineal apropiado.
- ✓ Encontrar la solución óptima mediante el método gráfico.
- ✓ Analizar resultados.

5. RECURSOS REQUERIDOS



Cada equipo de trabajo requiere:

- Mesa de trabajo y sillas
- 12 fichas largas (8 pines)
- 16 fichas pequeñas (4 pines)
- 1 hoja de papel milimetrado
- Batas de laboratorio para cada participante



Como apoyo al docente se requiere:

- PC
- Videobeam
- Conexión a internet.



Se conformarán tantos grupos según los lineamientos de quien dirige la práctica y la cantidad total de estudiantes que se tengan.

Si se conforman seis equipos de trabajo entre los estudiantes, se requiere:

| Material | 1 equipo | 6 equipos |
|---------------------------|----------|-----------|
| Mesa de trabajo | 1 | 6 |
| Papel milimetrado | 1 | 6 |
| Fichas pequeñas (4 pines) | 16 | 96 |
| Fichas grandes (8 pines) | 12 | 72 |
| PC | 1 | 1 |
| Videobeam | 1 | 1 |
| Conexión a internet | 1 | 1 |

6. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

Los estudiantes deben construir mesas y sillas utilizando fichas, como se observa en las figuras 5 y 6. Al final, cada grupo debe plantear un modelo de programación lineal y realizar una aplicación del componente teórico de formulación, solución y análisis de sensibilidad para modelos de programación lineal.



Una mesa consiste de dos piezas largas y dos piezas cortas de fichas; y **una silla** consta de una pieza larga y dos piezas cortas, como se observa en la figura 6. La utilidad por mesa vendida es de \$5.000 y por silla de \$3.000. La Dirección de Producción informa sobre la política de la empresa para el proceso de producción: la fabricación de sillas no puede ser mayor a dos veces la producción de mesas. Igualmente, el Departamento de Mercadeo informa que la demanda total para los dos productos es a lo más de 12 unidades.

El número de estudiantes por grupo lo define quien dirige la práctica.

La práctica tiene dos momentos para su aplicación:

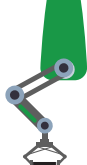
1

Los estudiantes formados en grupos, después de conocer cómo se construyen las mesas y las sillas con las fichas, simulan un proceso productivo de una empresa particular de carpintería.

A partir de una discusión en grupo, definen en forma empírica cinco posibles soluciones para diferentes planes de producción de los productos. Estas soluciones deben ser escritas en la tabla de registro vinculada en la guía: se registra el número de mesas y sillas producidas, el número de fichas largas y cortas utilizadas, el número de fichas largas y cortas no utilizadas, así como la utilidad alcanzada para cada simulación.

2

Después de realizar la aplicación en forma empírica, cada grupo de estudiantes debe efectuar el proceso de construcción y solución con método gráfico de un modelo de programación lineal formulado para la situación de la empresa, así como analizar e interpretar resultados.



7. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

7.1. MOMENTO 1. SOLUCIÓN EMPÍRICA

A partir de la simulación de posibles soluciones factibles, registre y compare los resultados en la tabla 1.

Incluir registro fotográfico de cada simulación.

TABLA DE REGISTRO

| Simulación | Mesas Producidas | Sillas Producidas | Fichas largas utilizadas | Fichas cortas utilizadas | Fichas largas no utilizadas | Fichas cortas no utilizadas | Utilidad Producida |
|------------|------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia (2023).

7.2. MOMENTO 2. APLICACIÓN DEL MÉTODO GRÁFICO PARA RESOLVER EL MODELO DE PL

- Formulación del modelo de PL: parámetros, variables de decisión, función objetivo, restricciones.
- Solución aplicando el método gráfico.
- Análisis de sensibilidad.

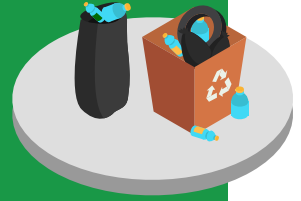
¿Qué le sucede a la solución óptima del modelo si la utilidad por mesa vendida se disminuye en \$1500?

¿Qué le sucede a la solución óptima del modelo si la utilidad por silla vendida se incrementa en \$3000?

La Dirección de Producción está interesada en conocer lo que le sucede a la solución óptima del modelo si las unidades de fichas largas se disminuyen en 5. Igualmente busca una respuesta en caso de que las unidades de fichas cortas se incrementen en 2.

8. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

No aplica.



9. REFERENCIAS



Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D. Y Martin, K. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios* (11.a ed.). Cengage Learning.

González, A. L., García, G. A. (2015). *Manual Práctico de Investigación de Operaciones I* (4.a ed.). Universidad del Norte.

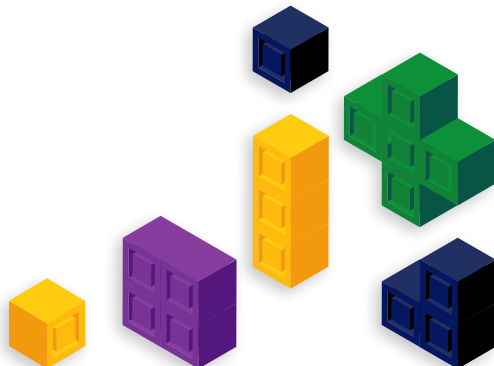
Hillier, F. S. (2015). *Investigación de operaciones* (10.a ed.). McGrawHill.

Iqbal, K. (2013). *Fundamental Engineering Optimization Methods*. Bookboon.

Johnston, R., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A. y Slack, N. (2003). *Cases in Operations Management* (3.a ed.). Pearson Education.

Ortiz, C. Varas, S. y Vera, J. (2000). *Optimización y Modelos para la Gestión*. Dolmen.

Taha, H. (2017). *Investigación de operaciones* (10.a ed.). Pearson.





Por: Natalia Correa Hincapié

MEDICIÓN DE INDICADORES DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE EN UNA BANDA TRANSPORTADORA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA



Nombre de la guía: Medición de indicadores en una línea de ensamble en banda transportadora
Código de la guía (No.): 2023-1-3



Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s): Laboratorio de Producción



Tiempo de trabajo práctico estimado: 2 horas



Asignatura(s) aplicable(s): Herramientas para la calidad



Programa(s) Académico(s) / Facultad(es): Tecnología en Control de la Calidad – Ingeniería de la Calidad



COMPETENCIAS: Aplica las diferentes herramientas para la calidad en organizaciones de diversos sectores productivos y de servicios, a partir del uso de datos disponibles en los procesos de una organización para la mejora continua de estos.

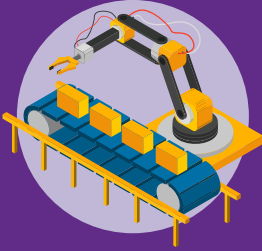


CONTENIDO TEMÁTICO:

- Distribución por proceso, producto, híbrida y fija.
- Técnicas de análisis de flujo: fabricación de partes individuales y flujo total de planta.
- Identificación de indicadores de medición en el proceso.



INDICADOR DE LOGRO: Definición de indicadores en el proceso productivo (eficiencia, eficacia, efectividad).



2. RESUMEN

Una de las herramientas más empleadas para evaluar los resultados de calidad, productividad, eficiencia, eficacia y efectividad de un proceso son los indicadores. Estos permiten proporcionar información en tiempo real y generar elementos de comparación que den una indicación frente a la ejecución de los objetivos del proceso en medición y dar claridad para validar que el producto esté cumpliendo con las especificaciones del cliente. Los estudiantes de disciplinas como la Tecnología y la Ingeniería en Calidad están llamados a tener un conocimiento frente al establecimiento de indicadores, y para tal fin, esta guía se diseña con el propósito de que el alumno afiance los conceptos teóricos de la temática a partir de un ejercicio práctico que, valiéndose de su motricidad, ejecuta unas actividades propias de una línea de ensamble para el armado de un carro y a partir de esto diseña, mide y evalúa indicadores.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. INDICADORES DE GESTIÓN

Evans R. (2015) establece que el suministro de datos consistentes, exactos y oportunos mediante todas las áreas funcionales de las empresas proporciona información en tiempo real para la evaluación, el control y la mejora de los procesos, productos y servicios, con el fin de cumplir con los objetivos del negocio y las rápidamente cambiantes necesidades de los clientes.

Los datos se convierten en representaciones de hechos derivados de algún tipo de proceso de medición. La medición a su vez es el acto de cuantificar las dimensiones de desempeño de productos, servicios, procesos y otras actividades de negocios. Los indicadores se refieren a la información numérica que resulta de la medición.

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto u organización. Estos son establecidos por los líderes de la organización o proyecto, y luego se utilizan continuamente durante todo el ciclo de vida

para evaluar el desempeño y resultados. Los indicadores de gestión se relacionan a menudo con resultados medibles, tales como las ventas anuales o reducción de los costes de fabricación, entre otros.

Estos indicadores parten de una representación (cuantitativa preferiblemente) establecida mediante la relación entre dos o más variables, a partir de la cual se registra, procesa y presenta información relevante con el fin de medir el avance o retroceso en el logro de un determinado objetivo en un período de tiempo determinado; esta representación debe ser verificable objetivamente, de manera que al ser comparada con algún nivel de referencia (denominada línea base) puede estar señalando una desviación sobre la cual se pueden implementar acciones correctivas o preventivas según el caso (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2018).

Para establecer indicadores se requiere definir las variables claves del sistema o proceso, establecer las metas a lograr y medir el cumplimiento a partir de indicadores.

Una de las clasificaciones más reconocida con respecto a los indicadores son los que miden eficiencia (control de los recursos de entrada), eficacia (control de los resultados) y la efectividad (logro de la eficiencia y eficacia). En la *tabla 1* se presentan las mediciones según el tipo de indicador:

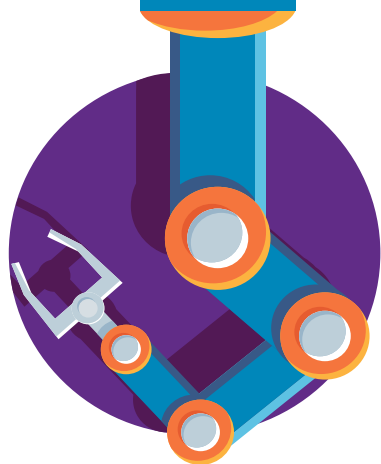


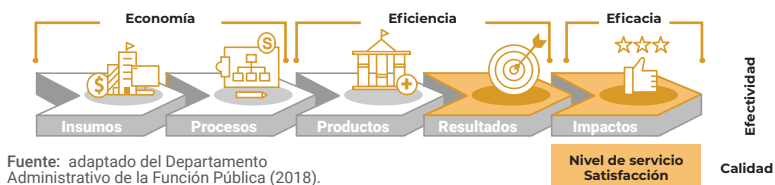
Tabla 1. Clasificación de los indicadores

| Eficiencia | Eficacia | Efectividad |
|--------------------|---------------|---------------|
| Materia Prima | Calidad | Planeación |
| Mano de obra | Cumplimiento | Productividad |
| Maquinaria | Costo | Potencialidad |
| Medios logísticos | Confiabilidad | Participación |
| Métodos | Comodidad | Adaptación |
| Medios financieros | Comunicación | Cobertura |

Fuente: tomada de Gutiérrez (2015).

Para detallar cómo se pueden identificar este tipo de indicadores en un proceso, la figura 1 ilustra las fases en los procesos, fases o tareas en las cuales se pueden establecer estos indicadores.

Figura 1. Tipología de indicadores



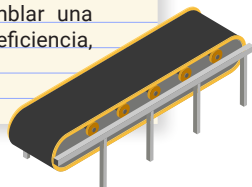
Fuente: adaptado del Departamento Administrativo de la Función Pública (2018).

La organización debe «determinar y aplicar los criterios y los métodos (incluyendo el seguimiento, la medición y los indicadores de desempeño relacionados) necesarios para asegurarse la operación eficaz y el control de estos procesos» (Organización Internacional de Normalización, 2015).

Considerando la necesidad de la medición de los procesos, se establece la siguiente guía de actividad para que los estudiantes a partir del uso de indicadores puedan tomar decisión frente al control o necesidad de mejoramiento en un proceso productivo.

4. OBJETIVOS

- ✓ Aplicar los conceptos de «indicadores de gestión» en el laboratorio de la banda transportadora para ensamblar una carrocería plástica, con el fin de diseñar indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad que permitan medir el proceso.

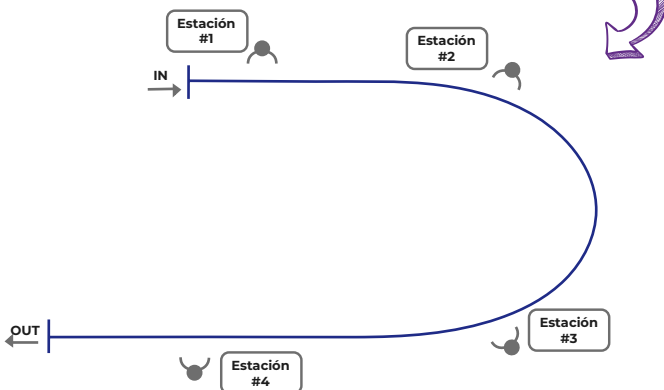


5. RECURSOS REQUERIDOS



- Bolsa plástica transparente para empacar la carrocería ensamblada (por equipo de 4 estudiantes).
- Piezas plásticas para armar la carrocería: 4 pernos, 4 tuercas, 2 llantas lisas, 2 llantas dentadas, una carrocería (por equipo de 4 estudiantes).
- Cronómetro (por equipo de 4 estudiantes).
- Mesa para trabajo en posición fija (por equipo de 4 estudiantes).
- Banda transportadora.

Figura 2. Distribución de Línea de Ensamble en Banda Transportadora (en U)

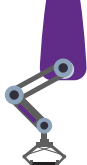


Fuente: tomada de Jaramillo (2023).

6. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

- 6.1 Conformar grupos de 4 estudiantes.
- 6.2 Evaluar las habilidades para ensamblar las piezas y registrar los tiempos de ejecución de cada estudiante, teniendo en cuenta las siguientes operaciones:
 - Ensamble de las dos llantas delanteras dentadas con su tuerca y tornillo. Considerar el preensamble del perno en la llanta.
 - Ensamble de las dos llantas traseras lisas con su tuerca y tornillo. Considerar el preensamble del perno en la llanta.
 - Ajuste manual de las cuatro tuercas.
 - Empaque en una bolsa plástica.
- 6.3 Realizar varios estudios de tiempos procurando que cada estudiante ejecute cada operación evaluando su desempeño y con base en la habilidad demostrada en cada una de ellas, seleccionar el operario definitivo para ejecutar cada operación.
- 6.4 Una vez asignado cada operario en cada tarea, realizar pruebas de ensamble con toda la línea en la mesa del aula.
- 6.5 Pasar a la banda transportadora y ubicar cada operario en la posición indicada por la docente para iniciar la simulación del ensamble.
- 6.6 Registrar el tiempo obtenido para ensamblar una unidad de producción.
- 6.7 Registrar el tiempo obtenido para ensamblar cuatro unidades en serie.
- 6.8 Registrar el número de piezas finales indicando producto conforme y producto no conforme.
- 6.9 Preparar el informe final.





7. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

- Realizar un flujograma del proceso con cada una de las actividades.
- Analizar los resultados de los tiempos obtenidos en el ensamble en el aula sin la banda transportadora y compararlos con los tiempos registrados en el trabajo práctico en la banda transportadora.
- Proponer indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad que permitan medir el proceso.
- ¿Qué factores consideran ustedes tienen un efecto directo o indirecto en la productividad de la línea de trabajo en la banda transportadora?
- ¿Qué otras herramientas de calidad aplicarían para el control y la mejora de este proceso? Justifique su respuesta.
- Entregar el informe por escrito y acompañado de portada, introducción y al menos tres conclusiones.

8. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

En esta práctica no se generan residuos ni desperdicios de material.



9. REFERENCIAS



Acosta, M. M. (2011). Balanceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta. *El buzón de Paccioli*, 122.

Departamento Administrativo de la Función Pública (2018). *Guía para la construcción y análisis de indicadores de gestión*. Dirección de gestión del conocimiento DNP.

Jaramillo, L. (mayo de 2023). *Guía Experimental: Distribución de Línea de Ensamble en Banda Transportadora* (en U).

Meyers, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson Education.

Muther, R. Y. (1981). *Distribución en planta*. Hispano Europea.

Organización Internacional de Normalización (2015). *Norma técnica Sistemas de Gestión de Calidad. ISO 9001:2015*. ISO.

Platas García, J. A. y Cervantes, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias*. Grupo Editorial Patria.

Suñé, A. A. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Ediciones Díaz de Santos.



Por: Luis Germán Ruiz Herrera

**PRODUCCIÓN
POR LOTES
EN BANDA
TRANSPORTADORA,
SMED**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA



Nombre de la guía: Producción por lotes en banda transportadora, SMED
Código de la guía (No.): 2023-1-4



1 Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s): Laboratorio de Producción



Tiempo de trabajo práctico estimado: 2 horas



Asignatura(s) aplicable(s): Ingeniería de Métodos / SMED / Herramientas de productividad



Programa(s) Académico(s) / Facultad(es): Tecnología en Sistemas de Producción



COMPETENCIAS: Comprender el significado de la herramienta SMED, fundamental para la reducción de costos, mejora de productividad y calidad.
Conocer las técnicas y pasos necesarios para implementar efectivamente «SMED».



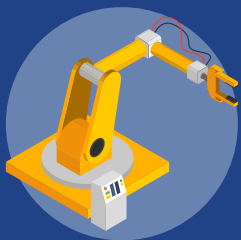
CONTENIDO TEMÁTICO:

- Aplica mejoras en procesos productivos, basado en la herramienta SMED
- Analiza en cuáles escenarios de la empresa es útil implementar la herramienta SMED



INDICADOR DE LOGRO:

- Identifica el procedimiento requerido para la fabricación de un producto.
- Identifica y diferencia los sistemas de producción y sus características.
- Identifica el sistema de producción más adecuado de un producto determinado



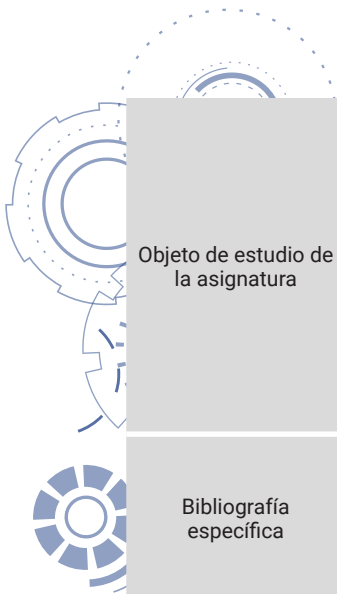
2. RESUMEN

Las guías son el método que define los parámetros para lograr un trabajo eficiente, ordenado y productivo de los académicos docentes y del estudiante como actor principal del aprendizaje autónomo en el proceso de crear conocimiento. El objetivo de las guías es ayudar a lograr la formación integral del estudiante en una competencia específica mediante la aplicación de metodologías que soportan la adquisición del conocimiento, como son los trabajos de investigación, trabajos en grupo, trabajos individuales, visitas a empresas, trabajos en el aula y fuera de ella, entre otros. Antes de entrar en materia, es de considerar los conceptos señalados en la tabla 1.

Tabla 1. *Conceptos y componentes de guía experimental*

| Concepto | Descripción |
|-------------------------|---|
| Competencias académicas | En el contexto de la formación integral, estas competencias deben estar formuladas en términos de lo que el estudiante debe saber en el ámbito de la lógica y la dinámica del contexto disciplinar correspondiente; en términos de los valores éticos que le permitan argumentar sus posiciones con relación a desempeños en el ámbito de ese saber y de su relación con contextos específicos de desempeño; y en términos de un saber hacer en contexto y fundamentado en una ética profesional. |
| Área o campo del saber | Se refiere al campo del conocimiento científico, tecnológico, humanista o cultural en el cual se inscribe la asignatura correspondiente. Como ejemplo tenemos: son campos del saber la Física, la Química, la Informática, la Matemática, la Ética, el Arte. |
| Referentes conceptuales | Hacen relación a los conceptos previos que el estudiante debe saber para ingresar con mayor facilidad en la lógica de los nuevos conocimientos. Esta relación de los conceptos previos debe ir acompañada de un soporte bibliográfico para que el estudiante llene vacíos en caso de tenerlos. |

Continúa...



| | |
|---|--|
| <p>Objeto de estudio de la asignatura</p> | <p>Hace relación al aspecto del área o campo del saber que se selecciona por su pertinencia con el objeto de formación, para ser desarrollado en la asignatura o núcleo y formar en torno a él competencias en el campo del conocer, del ser y del hacer. Ejemplo: el objeto de estudio de la asignatura Ingeniería de métodos es el comportamiento de las variables e indicadores de productividad, centradas en la estandarización de los métodos y tiempos en las organizaciones manufactureras y de servicios, buscando el incremento de la productividad y las acciones que lleven al Departamento de Ingeniería a lograr los objetivos de la compañía.</p> |
| <p>Bibliografía específica</p> | <p>Consigna la referencia de libros, documentos o direcciones de Internet que le sirven de apoyo al estudiante para la comprensión y desarrollo de los contenidos del eje temático o problemático.</p> |
| <p>Adquisición de logros</p> | <p>La adquisición de las competencias se puede comprobar mediante los logros significativos y nuevos que el estudiante demuestre poseer desde distintos tópicos, ya sean teóricos o prácticos. Es básico evaluar los conocimientos previos y los conocimientos finales del estudiante al iniciar y terminar una competencia, puesto que el diferencial de conocimiento nos indicará el logro obtenido.</p> |

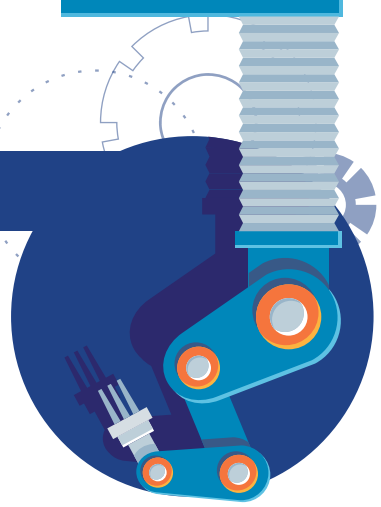
Fuente: elaboración propia de los autores a partir de Amaya (2011); Garza (2011); Hernández (2001); y Romero (2015).



3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

La producción en cadena, producción en masa, producción en serie o fabricación en serie fue un proceso revolucionario en la producción industrial; su base es la cadena de montaje o línea de ensamblado o línea de producción, una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada en máquinas también más desarrolladas (Acero, 2016). La teoría nace con el taylorismo y quien tuvo la idea de ponerla en práctica fue Olds: inauguró su cadena de montaje en 1901 construyendo su prototipo denominado *Curved Dash*. Sin embargo, el sistema de cadena de montaje tomó popularidad unos años después gracias a Henry Ford, quien tomando la idea de Ransom Olds desarrolló una cadena de montaje con una capacidad de producción superior y de la cual su producto emblemático fue el *Ford T*. Esta evolución lograda en la cadena de montaje provocaría que el público atribuyera erróneamente su invención a Ford, en lugar de a Olds. A finales del siglo xx es superada por una nueva forma de organización industrial llamada «toyotismo», la cual se ha profundizado en el siglo xxi (Acero, 2016).

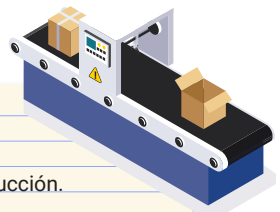


3.2. TEORÍA DE RESTRICCIONES TOC

En los últimos años se han desarrollado una serie de herramientas de gestión, con la finalidad de lograr procesos de mejoramiento continuo. Se han desarrollado diferentes corrientes de pensamiento que contemplan conceptos tales como «calidad total», «mejoramiento continuo», «sistema de justo a tiempo» y una menos difundida llamada «Teoría de Restricciones» (Llumiguano Poma et al., 2021).

3.3. SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)

Es una de las técnicas más implementadas de *Lean Manufacturing* para la reducción del tiempo de cambio y puesta a punto de máquinas que constituyen una pérdida de tiempo productivo y generación de productos no conformes, lo cual incrementa los costos operativos y dificulta responder rápidamente a cambios en la demanda del (Müller, 2014). Se distinguen dos tipos de ajustes: Ajustes / tiempos internos corresponde a operaciones que se realizan a máquina parada; y Ajustes / tiempos externos corresponde a operaciones que se realizan (o pueden realizarse) con la máquina en marcha, o sea durante el período de producción (conocidos por las siglas en inglés OED).



4. OBJETIVOS

- ✓ Reconocer los diferentes tipos de sistemas de producción.
- ✓ Aplicar sistema de producción por lotes para la fabricación del producto a realizar.
- ✓ Conocer las técnicas y pasos necesarios para implementar efectivamente «SMED».

5. RECURSOS REQUERIDOS



Laboratorio de producción, materia prima dependiendo del producto que decidan realizar, producto que decidan realizar (fichas mecano, armotodo), tabla de apoyo, lápiz, papel, cronómetros, calculadora, banda transportadora, estudiantes, guía de trabajo.



6. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

- a) El docente define los grupos de trabajo, explica la herramienta SMED y el desarrollo de la actividad. Se conforman grupos de máximo siete estudiantes. Se recomienda que el tiempo de planeación sea de 10 minutos.
- b) Se asignan los siguientes roles de acuerdo a la estrategia de cada grupo: un jefe de producción, un observador e inspector de tiempo, un patinador, cuatro operarios.

FUNCIONES DEL JEFE DE PRODUCCIÓN

- Liderar la estrategia de trabajo que empleará el grupo.
- Organizar y preparar al equipo que realizará el ensamble, de acuerdo con el procedimiento establecido.
- Hacer recomendaciones al final del ejercicio.

FUNCIONES DEL OBSERVADOR E INSPECTOR DE TIEMPO

- No podrá interrumpir al grupo. Su papel es solo anotar y observar todo lo que sucede durante el tiempo que dure la actividad.
- Tomar los tiempos respectivos.
- Hacer recomendaciones al final del ejercicio.

FUNCIONES DEL PATINADOR

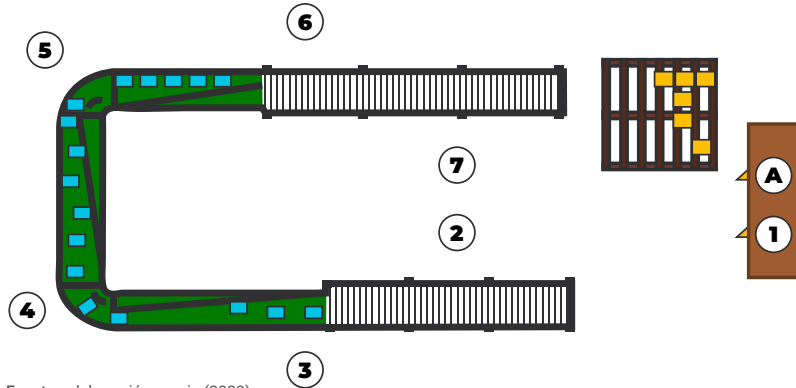
- Suministrar toda la materia prima necesaria al comienzo de la actividad.
- Estar pendiente de necesidades de los operarios en el transcurso del proceso de fabricación (herramientas y materiales).
- Ubicar producto final en el punto A.

FUNCIONES DE LOS OPERARIOS

- Recibir las instrucciones del jefe de producción para realizar el ensamble del producto.
- Ensamblar el producto cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad, y en los tiempos requeridos.
- Mantener ordenado el sitio de trabajo y las herramientas utilizadas.

En la figura 1 puede observarse la distribución de los operarios, coordinadores, analistas y jefe de planta que intervienen en el sistema productivo.

Figura 1. Distribución sistema productivo



Fuente: elaboración propia (2023).

1. Patinador
2. Observador e inspector de tiempo

3. Operario
4. Operario

5. Operario
6. Operario

7. Jefe de producción

- Cada equipo realizará una cantidad finita, dado que se trabaja con un sistema *Pull* (establecido por el profesor) de productos (se recomienda hacer tantos productos como estudiantes tenga el grupo).
- Todo el grupo procede a la realización de los productos requeridos.
- Una vez pasado el tiempo establecido para el ensamble, cada grupo debe realizar los siguientes pasos buscando mejorar el método implementado:
 - Distinguir actividades internas de las externas (ejemplo de internas: quitar piezas, poner piezas, herramientas, cambiar/ajustar las mismas; ejemplo de externas: traer materiales/herramientas, limpiar áreas, elaborar informes).
 - Analizar actividades del cambio (*¿Para qué se hace cada actividad? ¿Es necesaria? ¿En dónde debería hacerse? ¿Cómo debe realizarla?*).
 - Cambiar actividades internas a externas.
 - Reducir actividades externas.
 - Seleccionar ideas para mejorar el proceso (lluvia de ideas).
 - Proponer un nuevo plan de trabajo.



7. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

- a) Nombre (s) del (los) estudiante(s)
- b) Fecha
- c) Objetivo de la práctica
- d) Realizar el diagrama analítico del proceso, como puede observarse en la tabla 2.
- e) Elaborar diagrama de flujo del proceso, como se observa en la tabla 3.
- f) Explicar cada uno de los pasos empleados para mejorar el método de trabajo.
- g) Luego de aplicar las mejoras, ¿cuánto tiempo se disminuye en el proceso?
- h) Observaciones anotadas por el inspector de tiempos y observador
- i) Conclusiones de la práctica.

7.1. GUÍA PARA LA AUTOEVALUACIÓN

Cada grupo debe responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué dificultades de carácter operativo tuvo para el desarrollo del trabajo de esta guía?
- ¿Qué dificultades desde el punto de vista del conocimiento tuvo para el desarrollo de la guía?
- ¿Qué operaciones o actividades desarrolló con mayor facilidad y cuales con mayor dificultad, y por qué?

Tabla 2. Formato diagrama de flujo





8. REFERENCIAS

- Acero, P. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos* (Eco Ediciones, Ed.; 2.a). <https://bit.ly/3U07yXD>
- Amaya, E. (2011). Hacia una construcción colectiva del conocimiento. *Revista Comunicación*, 28, pp. 153–158. [Disponible en <https://bit.ly/3mMTdOM>]
- Garza Camino, M. T. D. L., C. M. S., G. G. L., P. D. H. A. M., C. Z. M. D. L., F. I. A., . . . y R. A. A. B. (2011). *Aprendizaje autónomo: orientaciones para la docencia*. <https://bit.ly/3GPrLGY>
- Hernández R. C.A. (2001). *Hacia la construcción del conocimiento. La investigación en la enseñanza de las ciencias a finales del siglo XX*. Los cuadernos de la escuela, Volumen 7. Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Llumiguano Poma, M. E., Gavilánez Cárdenas, C. V. y Chávez Chimbo, G. W. (2021). Importancia de la auditoría de gestión como herramienta de mejora continua en las empresas. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2723>
- Müller, J. (2014). SMED aplicado a matrices de conformado en frío en una autopartista. *Capítulo 3. Herramientas SMED*, pp. 75–117. <http://hdl.handle.net/11086/1830>
- Romero L. M. A., y C. M. E. (2015). Las guías de aprendizaje autónomo como herramienta didáctica de apoyo a la docencia. *Escuela Abierta*, pp. 9–31. <https://bit.ly/43JqURN>



*Por: Olga Lucia Larrea Serna
y John Mario Osorio Trujillo*

TÉCNICA
DE PRODUCCIÓN
EN SERIE EN
UNA BANDA
TRANSPORTADORA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA



Nombre de la guía: Técnica de producción en serie en una banda transportadora
Código de la guía (No.): 2023-1-5



Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s): Laboratorio de Producción



Tiempo de trabajo práctico estimado: 2 horas



Asignatura(s) aplicable(s): Tecnología en Sistemas de Producción: Ingeniería de Métodos, Diseño de Instalaciones, Programación de Producción, Simulación de Procesos.
Tecnología en Control de la Calidad: Sistema de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo, Herramientas de Productividad.



Programa(s) Académico(s) / Facultad(es): Tecnología en Sistemas de Producción



COMPETENCIAS: Planea, implementa y controla los sistemas de producción de bienes y servicios de acuerdo con las necesidades de la organización y su entorno.



CONTENIDO TEMÁTICO:

- Configuraciones productivas
- *Flow Shop*



INDICADOR DE LOGRO: Implementación de medidas de desempeño en una configuración tipo *Flow Shop*.
Comparación de estrategias de programación en configuración *Flow Shop*.

El estudiante debe considerar las técnicas fundamentales que le permitirán afianzar los conceptos teóricos en la práctica valiéndose de su motricidad, para así ejecutar el armado de un carro como experiencia práctica.



2. RESUMEN

La actividad propuesta se enfoca en proponer metodologías didácticas en disciplinas de Ingeniería y profesiones administrativas en el área de conocimiento de programación de la producción. Se busca explorar la capacidad de abstracción de situaciones reales que involucran un objetivo definido, recursos escasos y condiciones establecidas en un contexto organizacional, con el fin de llegar a la construcción de un concepto en la programación de la producción.

En esta ocasión se propone utilizar una banda transportadora como elemento central de la actividad. Los participantes deberán diseñar y configurar un sistema tipo *Flow Shop* que optimice el flujo de productos en la banda. Para ello se considerarán variables como la velocidad de la banda, la capacidad de carga, la distribución de los productos y los recursos disponibles.

Mediante la manipulación y experimentación con la banda transportadora, los participantes podrán desarrollar habilidades en la formulación de nuevas propuestas y en la toma de decisiones estratégicas para maximizar la eficiencia del sistema. Además se fomentará la colaboración y la asignación de roles dentro del equipo de trabajo para la organización y realización de las actividades.

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Un sistema de producción transforma las entradas en salidas. Es decir, son los sistemas los que fabrican un producto que consta de los componentes necesarios para hacerlo realidad (Ohno, 2019).

La entrada entra en el sistema. Al pasar por el sistema, este se transforma de alguna manera haciendo que la salida sea diferente a la que entró, dando como resultado algo con características diferentes. Un sistema puede tener más de una entrada y salida (Yin, Stecke y Li, 2018).

Hay tres tipos comunes de sistemas básicos de producción: el sistema por lotes, el sistema continuo y el sistema de proyectos (Muther, 1981). Los sistemas de producción tienen configuraciones productivas que es importante conocer para realizar una adecuada programación de la producción. Las más conocidas según Pérez-González y Framinan (2018) son:

- *Single machine*: una etapa con una máquina.
- *Parallel machines*: una etapa con varias máquinas que pueden realizar la operación.
- *Flow Shop*: varias etapas con una máquina en cada una y la misma ruta de fabricación para todos los trabajos.
- *Hybrid Flow Shop*: varias etapas con varias máquinas en cada una y la misma ruta de fabricación para todos los trabajos.
- *Job Shop*: varias etapas con una máquina en cada una y diferente ruta de fabricación para todos los trabajos.
- *Flexible Job Shop*: varias etapas con varias máquinas en cada una y diferente ruta de fabricación para todos los trabajos.
- *Open Shop*: varias etapas con una máquina en cada una y ruta libre de fabricación.
- *Flexible Open Shop*: varias etapas con varias máquinas en cada una y ruta libre de fabricación.

3.2. FLOW SHOP

Un *Flow Shop* es el proceso de fabricación que sigue una estructura lineal fija. Eso significa que todos los pedidos deben fabricarse de la misma manera en las mismas máquinas (Zhao, Zhou y Liu, 2021).

En las configuraciones *Flow Shop* las máquinas están disponibles todo el tiempo, los trabajos están disponibles al inicio del proceso, los trabajos no tienen interrupción, los tiempos de proceso se conocen; el problema consiste en determinar el orden adecuado en el que los diferentes trabajos deben disponerse y el objetivo será minimizar el tiempo total de fabricación (Miyata y Nagano, 2019).

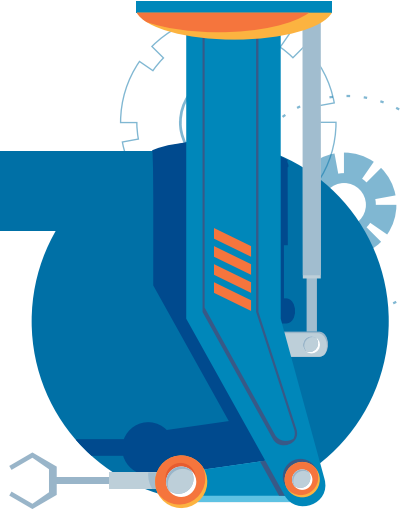


Figura 1. Representación de un sistema «Flow Shop»



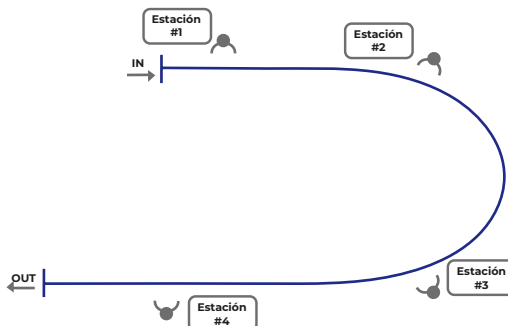
Fuente: tomada de Zhao, Zhou y Liu (2021).

La secuenciación de una configuración tipo *Flow Shop* es compleja y es analizada por la investigación de operaciones, buscando la programación adecuada que reduzca el tiempo en que los trabajos se completan, también conocido como *Makespan* (Umam, Mustafid y Suryono, 2022).

3.3. LÍNEA DE FABRICACIÓN Y LÍNEA DE ENSAMBLE

Uno de los aspectos más relevantes en el diseño de una línea de producción o montaje consiste, según Suñé (2004), en repartir las tareas de modo que los recursos productivos sean utilizados de la mejor forma posible a lo largo de todo el proceso. Entonces, buscar el equilibrio de la cadena productiva consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de producción o puestos de trabajo con un conjunto de tareas, de tal manera que la carga de trabajo en cada puesto sea lo más ajustada posible a un tiempo de ciclo. Por consiguiente, esta cadena estará bien equilibrada cuando no existan tiempos de espera entre una estación y otra.

Figura 2. Distribución de Línea de Ensamble en Banda Transportadora (en U)



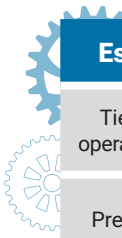
Fuente: elaboración propia (2023).

De acuerdo con Muther (1981), las líneas de fabricación deben ser balanceadas de tal manera que la frecuencia de salida de una máquina o en su defecto la ejecución realizada manualmente por el operario, debe ser equivalente a la frecuencia de alimentación de la máquina u operario que realiza la operación siguiente. De igual forma debe realizarse el balanceo sobre el trabajo realizado por un operario en una línea de ensamble.

En la práctica es mucho más sencillo balancear una línea de ensamble compuesta por operarios, dado que los cambios suelen aplicarse con tan solo hacer movimientos en las tareas realizadas de un operario a otro.

Antes de iniciar un balanceo de una línea de ensamble, se debe definir o identificar las tareas que conforman el proceso productivo, el tiempo necesario para realizar cada tarea, los recursos requeridos por tarea y el orden lógico o precedencias de ejecución, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Información Estaciones de trabajo para balancear



| Estación | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------|---|---|---|---|
| Tiempo de operación (min) | | | | |
| Precedencia | | | | |

Fuente: tomada de Meyers (2006).

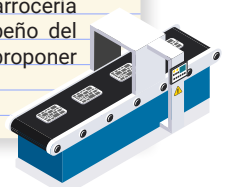
Para ello, Meyers (2006) menciona que también es primordial que dentro de la organización del método de trabajo se ejecute un programa de diversificación y polivalencia de habilidades, para que en un momento dado un operario pueda desempeñar cualquier función dentro del proceso con el fin de evitar los cuellos de botella durante el desarrollo de la práctica.

Asimismo, Meyers (2006) señala que los fines de un balanceo de líneas de ensamble son: igualar la carga de trabajo entre los operadores, identificar la operación crítica (cuello de botella), determinar el número de estaciones de trabajo requeridas en la línea y reducir el costo de producción.

4. OBJETIVOS



Aplicar la configuración productiva tipo *Flow Shop* en el laboratorio de la banda transportadora para ensamblar una carrocería plástica, con el fin de evaluar las medidas de desempeño del proceso en diferentes estrategias de programación y proponer acciones de mejoramiento.



5. RECURSOS REQUERIDOS

| NOMBRE | CANTIDAD | IMAGEN |
|--|----------|---|
| Bolsa plástica transparente para empacar la carrocería ensamblada. | 1 UD |  |
| Perno | 4 UD |  |
| Tuerca | 4 UD |  |
| Llanta lisa | 2 UD |  |
| Llanta dentada | 2 UD |  |
| Chasis | 1 UD |  |
| Cronómetro | 1 UD |  |
| Carrocería completa (prototipo) | 1 UD |  |
| Mesa para trabajo en posición fija (por equipo de 4 estudiantes) | 1 UD |  |
| Banda transportadora | 1 UD |  |

6. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

- 6.1 Conformar grupos de cuatro estudiantes.
- 6.2 Evaluar las habilidades para ensamblar las piezas y registrar los tiempos de ejecución de cada estudiante, teniendo en cuenta las siguientes operaciones:
 - Ensamble de las dos llantas delanteras dentadas con su tuerca y tornillo. Considerar el preensamble del perno en la llanta.
 - Ensamble de las dos llantas traseras lisas con su tuerca y tornillo. Considerar el preensamble del perno en la llanta.
 - Ajuste manual de las cuatro tuercas.
 - Empaque en una bolsa plástica.
- 6.3 Realizar varios estudios de tiempos procurando que cada estudiante ejecute cada operación evaluando su desempeño y con base a la habilidad demostrada en cada una de estas, seleccionar el operario definitivo para ejecutar cada operación.
- 6.4 Una vez asignado cada operario en cada tarea, realizar pruebas de ensamble con toda la línea en la mesa del aula.
- 6.5 Pasar a la banda transportadora y ubicar cada operario en la posición indicada por la docente para iniciar la simulación del ensamble.
- 6.6 Registrar el tiempo obtenido para ensamblar una unidad de producción.
- 6.7 Registrar el tiempo obtenido para ensamblar cuatro unidades en serie.
- 6.8 Realizar el mismo procedimiento para ensamblar carro con techo y carro con ruedas dentadas para banda transportadora.
- 6.9 Preparar el informe final.



7. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

- Analizar los resultados de los tiempos obtenidos en el ensamble en el aula sin la banda transportadora y compararlos con los tiempos registrados en el trabajo práctico en la banda transportadora.
- Definir de cuánto es el *makespan* de la orden de producción de cuatro unidades en serie de la práctica realizada en banda transportadora.
- Dados tres productos de carro sencillo, carro con techo y carro con ruedas dentadas, presentar la información señalada en la tabla 2.

Tabla 2. Información Estaciones de trabajo para balancear

| Producto | Demanda semanal | Tiempo de entrega (días) |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Carro sencillo | 1689 | 5 |
| Carro con techo | 6000 | 7 |
| Carro solo con ruedas dentadas | 5000 | 4 |

Fuente: elaboración propia (2023).

- Determinar el tiempo de procesamiento para cumplir con la demanda, teniendo presente los tiempos tomados en la práctica.
- Realizar diagrama de Gantt.
- Establecer las medidas de desempeño.
- Programar con dos estrategias para *Flow Shop* y establecer cuál es la secuencia adecuada para el uso de la banda transportadora.
- Establecer cuáles son los requerimientos ideales para que se dé un óptimo ensamble.
- Entregar el informe por escrito y acompañado de portada, introducción y al menos tres conclusiones.

8. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

En esta práctica no se generan residuos ni desperdicios de material.



9. REFERENCIAS



- Miyata, H. H. y Nagano, M. S. (2019). The blocking flow shop scheduling problem: A comprehensive and conceptual review. *Expert Systems with Applications*, 137, pp. 130-156.
- Meyers, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson Education.
- Muther, R. Y. (1981). *Distribución en planta*. Hispano Europea.
- Perez-Gonzalez, P. y Framinan, J. M. (2018). Single machine scheduling with periodic machine availability. *Computers & Industrial Engineering*, 123, pp. 180-188.
- Ohno, T. (2019). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press.
- Suñé, A. A. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Umam, M. S., Mustafid, M. y Suryono, S. (2022). A hybrid genetic algorithm and tabú search for minimizing makespan in flow shop scheduling problem. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34 (9), pp. 7459-7467.
- Yin, Y., Stecke, K. E., y Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56 (1-2), pp. 848-861.
- Zhao, Z., Zhou, M. y Liu, S. (2021). *Iterated greedy algorithms for flow-shop scheduling problems: A tutorial*. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering.



Entrenamiento para la enseñanza-aprendizaje bajo lúdicas experimentales

Fuentes tipográficas: Roboto para texto corrido, en 8 puntos, para títulos en Montserrat 15 puntos y subtítulos en Montserrat 12 puntos.

Este documento compila una serie de guías de laboratorio diseñadas para analizar, mejorar y optimizar procesos productivos que se apoyan en la utilización de material del laboratorio del ITM.

Cada guía se enfoca en aplicaciones prácticas específicas dentro de líneas de producción y calidad, proponiendo metodologías detalladas para evaluar y mejorar la eficiencia operacional en diferentes contextos de manufactura, como la producción de carrocerías plásticas y la fabricación de mesas y sillas. Los contenidos están dirigidos a estudiantes y profesionales de Ingeniería y Tecnología de Calidad y Producción, ofreciendo fundamentos teóricos, objetivos claros, recursos necesarios, y procedimientos paso a paso para el desarrollo de las competencias en control de calidad, medición de indicadores, y optimización de tiempos y recursos a través de diversas técnicas.

Además, se promueve el desarrollo de habilidades de medición y análisis crítico, preparando a los estudiantes para enfrentar y resolver problemas reales de ingeniería con base en evidencias experimentales y metodologías estructuradas.