

# PRODUCTIVIDAD

Tomando en cuenta el aumento de productividad, se pueden considerar como temas relevantes para el marco teórico, los siguientes términos:

- ✓ Productividad.
- ✓ Estandarización.
- ✓ Sistema de control.
- ✓ Ingeniería de métodos.
- ✓ Estudio de tiempos.
- ✓ Análisis de la operación.
- ✓ Estudio de movimientos.
- ✓ Tiempo ciclo (Cycle Time).
- ✓ Takt time.
- ✓ Eficiencia.
- ✓ Carga de trabajo.
- ✓ Tiempo estándar.

## 1.1 Productividad

La productividad se define como la eficiencia de un sistema de producción, es decir, el cociente entre el resultado del sistema productivo (productos, clientes satisfechos - Ventas) y la cantidad de recursos utilizados; esta es una definición aritmética, dado que en la práctica se utiliza el término productividad, como una variable que define que tanto nos acercamos o alejamos del objetivo principal de un sistema.

Dentro de un sistema productivo existen tantos índices de productividad como existan recursos, pues que todos ellos son susceptibles de funcionar como un indicador de gestión tradicional.

### 1.1.1 *Importancia de la productividad*

El único camino para que un negocio o empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad. Por incremento en la productividad se entiende el aumento en la producción por hora de trabajo. (Pag. 1, Niebel, Ing. Ind. Metodos tiempos y movimientos)

### 1.1.2 *Índice de la productividad.*

El índice de productividad es un recurso común de control para los gerentes de línea, jefes de producción, en general para los ingenieros industriales, los cuales tienen la consigna en aras de aumentar la productividad de: "Hacer más con menos o por lo menos con lo mismo"

## 1.2 Estandarización

Se conoce como estandarización al proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera estándar o previamente establecida. El término estandarización proviene del término estándar, aquel que refiere a un modo o método establecido, aceptado y normalmente seguido para realizar determinado tipo de actividades o funciones. Un estándar es un parámetro más o menos esperable para ciertas circunstancias o espacios y es aquello que debe ser seguido en caso de recurrir a algunos tipos de acción.

El término de estandarización tiene como connotación principal la idea de seguir entonces el proceso estándar a través del cual se tiene que actuar o proceder (Definicionabc, 2017-2016).

### **1.3 Sistema de control**

Un sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados. Por lo general, se usan sistemas de control industrial en procesos de producción industriales para controlar equipos o máquinas.

Existen dos clases comunes de sistemas de control, sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. En los sistemas de control de lazo abierto la salida se genera dependiendo de la entrada; mientras que en los sistemas de lazo cerrado la salida depende de las consideraciones y correcciones realizadas por la retroalimentación. Un sistema de lazo cerrado es llamado también sistema de control con realimentación (tecnología-técnica, 2014).

### **1.4 Ingeniería de métodos**

En la mayor parte de los casos refiere a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad. La ingeniería de métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto, en primera instancia ideando y preparando el lugar de trabajo donde se fabricará el producto y en segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. (Pag. 4, Niebel, Ing. Ind. Metodos tiempos y movimientos)

### **1.5 Estudio de tiempos**

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base a la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y retrasos inevitables. Se puede llegar a establecer un estándar de diferentes maneras; ya sea con el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo, estimaciones basadas en datos históricos. Cabe mencionar que el establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes en centros de trabajo actuales. (Pag.7, Niebel, Ing. Ind. Metodos tiempos y movimientos).

### **1.6 Análisis de la operación**

El análisis de la operación es un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento. La ingeniería de métodos tiene por objetivo idear métodos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios. El procedimiento esencial del análisis de la operación es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los existentes.

Si se utiliza correctamente, es de esperar que origine un método mejor para realizar el trabajo simplificado los procedimientos operacionales y le majeo de materiales y haciendo más efectivo el uso del equipo, aumentando así la producción y reduciendo el costo unitario;

que permita conservar la calidad y reducir los efectos de falta de pericia laboral, motivando al obrero y minimizando la fatiga. (Pág. 47, Niebel, ....)

Diez enfoques primarios del análisis de la operación

- Finalidad de la operación.
- Diseño de la pieza.
- Tolerancias y especificaciones.
- Materiales.
- Proceso de manufactura.
- Preparación y herramental.
- Condiciones de trabajo.
- Manejo de materiales.
- Distribución del equipo de planta.
- Principios de la economía de movimientos.

Ambas manos deben trabajar y cada mano debe efectuar lo menos movimientos posibles. Los diez enfoques principales para el análisis de la operación representan un enfoque global sistemático para analizar los hechos presentados en los diagramas de operación y de flujo de proceso. (Pag. 133, Niebel).

## **1.7 Estudio de movimientos**

El estudio visual de movimientos y el de micro movimientos se utilizan para analizar un método terminado y ayudar al desarrollador de un centro de trabajo eficiente. Estas dos técnicas se emplean junto con los principios del análisis de la operación cuando se tiene un volumen que justifique la mayor cantidad de estudio y análisis. Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y elaboración de un diagrama de proceso del operario, con el consiguiente análisis del diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos. (Pag. 172, Niebel)

## **1.8 Tiempo de Ciclo (Cycle Time)**

El Tiempo de Ciclo describe cuánto tiempo toma completar una tarea específica desde el comienzo hasta el final. Esta tarea puede ser desde ensamblar un programa o contestar una llamada de un cliente. Y se puede profundizar aún más y segregarlo en Tiempo de Ciclo con Valor Agregado y Tiempo de Ciclo sin Valor Agregado.

## **1.9 Takt Time**

La palabra Takt tiene sus orígenes en el idioma alemán que literalmente significa paso o ritmo. Cuando hablamos de Takt Time queremos entender el ritmo al que necesitamos producir nuestro producto para poder satisfacer la demanda del cliente.

Para calcular el Takt Time podemos usar el ejemplo del Touchdown del futbol americano para acordarnos de las letras T/D, lo que significa que dividimos el Tiempo Neto Disponible entre la Demanda del Cliente.

## **1.10 Eficiencia**

La Efectividad Global de Equipos conocida como OEE, por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador vital que representa la capacidad real para producir sin defectos, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos. Es un indicador poderoso que requiere de información diaria del proceso.

El indicador OEE es una herramienta integral de evaluación comparativa, esto quiere decir que puede ser utilizado para evaluar los diferentes componentes del proceso de producción.

## **1.11 Carga de Trabajo**

La medición del trabajo es la técnica que se usa con más frecuencia en la industria de los negocios hoy en día. Implica la medición del trabajo asignándole un valor. La estrategia general de la medición del trabajo es determinar de la medición del trabajo es dividir una operación en elementos distintos y bien definidos y después asignar a cada uno un valor de tiempo (Sumanth, 1990).

Esta área comprende lo que puede llamarse el levantamiento del trabajo; es decir, en ella se investiga en qué condiciones, bajo qué métodos y en qué tiempo se ejecuta un trabajo determinado, con el objeto de: Balancear cargas de trabajo, establecer costos estándares, implantar sistemas de incentivos y programar la producción.

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, los expertos disponen de un conjunto de técnicas tales como: registros tomados en el pasado para crear la tarea, estimaciones de tiempo realizadas, los tiempos predeterminados, análisis de película, el estudio de tiempos con cronómetro que es la técnica utilizada con mayor frecuencia. (Niegel 1990)

## **1.12 Tiempo Estándar**

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

## Capítulo 2. Descripción de actividades.

El trabajo estandarizado es una herramienta que ayuda a hacer los procesos de la misma manera y obteniendo un producto de Calidad, describiendo el método más apropiado para la realización de la actividad. Se centra en los movimientos del factor humano, esto hace más eficiente los procesos, los métodos de trabajo son más seguros y ayuda a eliminar el desperdicio. Este es el fundamento para las operaciones diarias.

El trabajo estándar enfocado a la HOE (Hoja de operación estándar), tiene su fundamento en la excelencia operacional, sin este trabajo estandarizado no hay como garantizar que las operaciones y los productos que se realicen sean de la misma manera. En seguida se describe la metodología y las actividades que se desarrollaron durante el proyecto.

### 2.1 Metodología

Para desarrollar un correcto análisis de las operaciones y un correcto rebalanceo para aumentar la eficiencia de las líneas de trabajo se tomaron en cuenta los siguientes pasos:

1. Análisis de la situación actual.
2. Identificar áreas de oportunidad.
3. Plan para actividades de mejora.
4. Actualización de documentos a último nivel.
5. Diseño de zonas de la unidad
6. Diseño de nuevo formato de trabajo.
7. Análisis de operaciones críticas.
8. Propuesta de nuevo método de trabajo.
9. Estandarización.

### 2.2 Desarrollo del proyecto

#### 2.2.1 *Análisis de la situación actual*

En el área de producción se realizan diversas actividades, para poder desarrollarlas de manera segura y confiable, se opta por la ayuda de herramientas u objetos que puedan facilitar la manera de hacer dichas actividades.

Primeramente, se tiene que realizar un recorrido en el cual se pueda identificar las necesidades básicas en la línea, el método 5's primordialmente, esto para hacer mucho más fácil el análisis de la situación que presenta la empresa. Una vez que este todo en orden, se realizó el levantamiento de todos los documentos que son necesarios en la línea de producción los cuales son:

- Cargas de trabajo
- HOE (hoja de operación estándar)
- SOS (hoja de operación estándar)
- GOS (hoja de operación global)

Una vez que se identificaron todos los documentos, se realizó un análisis de los tiempos actuales de cada operación, tomando los tiempos ciclo de cada operación en la línea de producción.

Se estuvo tomando el tiempo tacto de cada una de las operaciones en la línea de producción, se realizó un análisis gráfico en el cual se pusieron todos los tiempos ya tomados y se establecieron dos límites en los cuales uno de ellos era el 1.60 minutos referente al 30 JPH y por consecuente el 1.35 minutos que es referente al 40 JPH.

En base a un análisis en el gráfico de barras se pudo detectar el área de oportunidad donde las operaciones no cumplían el tiempo tacto e incluso estaban excedentes en el 30 JPH tal como se muestra en la gráfica 1.

En el análisis de tiempos se muestra claramente los tiempos de cada una de las distribuciones, en la línea azul se muestra el tiempo de 30 JPH (1.66 min) con el cual se estaba trabajando anteriormente, en la línea amarilla se muestra el tiempo de 40 JPH (1.35 min), el cual es nuestro objetivo al cual queremos balancear las cargas de trabajo para que al momento de realizar la operación estén por debajo del tiempo ciclo.

Claramente podemos ver en el análisis de la tabla 1. Tiempos ciclo, que algunas de las operaciones están sobrepasando el tiempo objetivo que tenemos el cual es el 40 JPH (1.35 min), el análisis mostrado en la gráfica 1 es solo de la etapa T1, el análisis se realizó en cada una de las etapas de todo el proceso tomando el tiempo de cada una de las distribuciones. Las operaciones que sobrepasan el tiempo de 1.66 min (30 JPH) son nuestra área de oportunidad en la cual queremos implementar un nuevo método de trabajo que sea más eficiente en las líneas de producción y buscar el objetivo de 1.35 min (40 JPH).

Una vez detectadas las operaciones excedentes de tiempo, se realizó un sondeo de todas obteniendo que, de las 230 operaciones, 54 están por encima del tiempo ciclo como se muestran en la gráfica 1, siendo la principal afectación en la productividad y el área de oportunidad a atacar, como se muestra en la gráfica 2. (Análisis de las operaciones).

## **2.2.2 Identificar áreas de oportunidad**

Se realizó un análisis de 4m's (como se muestra en la figura 1) en el cual se pudieron identificar a fondo los factores que afectaban a las líneas de producción en base al método, maquinaria, mano de obra y material, identificando en cada uno de los apartados el factor principal de afectación, en el cual tenemos área de oportunidad.

De los 4 solo se seleccionaron 3 problemas y no los 4, esto debido a la metodología del 80-20, el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos como lo dice el principio del diagrama de Pareto, esta es la razón por la que solo se seleccionaron 3 de todos los problemas encontrados.

Enseguida de detectar los principales problemas, se realizó un análisis de 5 why's (5 porqués) figura 2, por cada uno de los problemas haciendo el análisis aun mas a fondo para poder identificar la causa raíz de cada uno de los problemas.

### **Método:**

Con respecto al método, analizando las líneas de producción y las cargas de trabajo a fondo, detectamos que el operador al momento de realizar la operación de acuerdo con lo establecido en la carga de trabajo no se respeta el trabajo por zonas, debido a que no existe un método de distribución por zonas de trabajo llegando a la conclusión que la causa raíz de los problemas con respecto al método es debido a que no existe trazabilidad en los

documentos de trabajo. Del total de las 230 distribuciones analizadas se detectaron 176 como área de oportunidad para poder atacar este problema (grafica 3).

**Material:**

El material es algo primordial para realizar la operación, es el objeto base para la operación diaria de los operadores, como problema se pudo identificar que las partes no se están cerca de la distribución, siendo este el principal problema ya que el operador tiene que recorrer distancias muy largas para realizar la operación, incrementando su tiempo ciclo, la causa raíz de este problema se llegó a la conclusión que es debido a la incorrecta localización del material en los contenedores de abasto.

**Mano de obra:**

El principal factor en la industria es el factor humano, ya que sin él no se podría realizar cada una de las operaciones, en este apartado detectamos que el operador no respeta el estándar, llegando a la causa raíz que no existe una correcta distribución en la HOE, dejando un área de oportunidad del 66% (Tabla 2)

**2.2.3 Plan de acciones correctivas.**

Para idear un plan de acciones correctivas y poder llevar a cabo cada una de las actividades para llegar a nuestro objetivo, primeramente se debe tener en cuenta las prioridades en la línea de producción, al tener bien identificadas las prioridades que se necesitan en la línea de producción se establece una fecha y un responsable para cada una de las actividades que se van a llevar a cabo dentro del plan para finalmente especificar de manera detallada el cómo se va a corregir cada uno de los ítems que se tienen como se muestra a continuación en la tabla 3.

**2.2.4 Actualización de documentos a último nivel.**

Después de hacer el levantamiento de los documentos que más se utilizan en el área de producción, se realizó un análisis a fondo debido a que las cargas de trabajo, así como algunos de los demás documentos carecían de valores o campos que para cuestiones de auditoría son indispensables que estén plasmados en estas hojas, además que con estos valores faltantes se pueden hacer más comprensible cada uno de estos documentos, las cargas de trabajo se encontraron como se muestra en la figura 3.

Detectada esta anomalía se procedió a actualizar cada uno de los documentos que tenían algún faltante ya sea de: tiempo de diseño, especificación, operación importante, operaciones unitarias, operaciones nuevas, etc. Se rellenaron los espacios con la información correspondiente a cada uno de los documentos, dejando a último nivel toda la información necesaria y requerida en el área.

**2.2.5 Diseño de zonas de la unidad**

Al estar analizando los documentos de trabajo se pudo detectar otra anomalía ya que al llenar los espacios en zona de trabajo no se encontró ningún documento en el cual se pudiera identificar la zona en que se realizaba la operación, haciendo aún más difícil el análisis para proponer un nuevo método de trabajo. Tras este problema se optó por diseñar un formato en el cual se puedan identificar fácilmente las zonas de trabajo de la unidad, en base a este formato la unidad se dividió en 10 zonas para el exterior (outside) y 9 para la parte inferior (underfloor) como se muestra en la figura 4.

Además a este formato se le añadieron reglas básicas en las cuales aseguramos que el trabajador tenga el menor traslado en la unidad y esto no le permita cumplir con el tiempo ciclo. Este fue alguno de los métodos que se utilizaron para el rebalanceo de línea en el cual nos basamos en el correcto balanceo de acuerdo con las zonas de trabajo.

### **2.2.6 *Diseño de nuevo formato de trabajo.***

Al término del análisis del rebalanceo de operaciones un base a las zonas de trabajo, se diseñó un nuevo formato de carga de trabajo en el cual primeramente con la información ya actualizada a último nivel, se recaudó y se colocó en el nuevo formato propuesto para la carga de trabajo, terminando de colocar las cargas de trabajo en el nuevo formato se identificar más áreas de mejora ya que muchos de los espacios que tenía la carga de trabajo anterior eran innecesarios que estuvieran ahí, debido a esto se optó por hacer un análisis sobre la necesidad de poner los datos que eran muy escasos de información, llegando a una conclusión que no eran necesarios, por lo que se optó por eliminarlos.

Finalmente para ahorrar documentos dentro de línea y ayudar con el control de toda la documentación, se agregaron los tres modelos con lo que se va a estar trabajando en un futuro, esto para colocar la carga de trabajo en la misma hoja y con esto hacer más fluida la información sobre los 3 modelos con los que se van a estar trabajando.

Este formato propuesto fue evaluado con manufactura y el área de producción directamente, en base a comentarios y observaciones se acomodó la información en el nuevo formato de trabajo y se aprobó como se muestra en la figura 5 para ingresarlo a la línea una vez que los tres modelos estén en función, este documento será impreso, en este momento solo se tiene digitalmente y en caso de auditoria se optaría por imprimirlo.

### **2.2.7 *Análisis de operaciones críticas.***

Este punto es uno de los más importantes en cuestión del rebalanceo de las líneas de producción debido a que el análisis que se realiza a cada una de las operaciones en la línea de producción debe de ser a fondo para poder aprovechar todos los recursos que estén disponibles dentro y fuera de las estaciones de trabajo donde se realiza cada una de las operaciones.

Debido alto grado de análisis que se requiere en las líneas se optó por grabar un video de la operación, esto también para evitar perder el tiempo con los paros de línea ya sean programados o generados en el turno de trabajo, además para poder obtener un análisis más detallado aun de la operación y con esto poder generar un método de trabajo amigable y próspero para todos los trabajadores. La idea de tomar video primero se tuvo que aprobar por los gerentes del área de Trim & Chassis debido a que si estos videos llegan a salir fuera de planta se procede a una demanda penal, se llevó a través de un proceso de dos días en los cuales se pudo aprobar el tomar video de la operación y mostrárselo al operador y al supervisor para que ellos conocieran sus deficiencias y el área de oportunidad para generar un nuevo método de trabajo.

Una vez toma el video, se diseñó un formato de análisis en el cual con ayuda del método de valor agregado se puedan identificar las operaciones más importantes dentro de la línea y en base a esto aprovechar los recursos que tenemos dentro de esta como se muestra en la figura 6.



Este formato de análisis nos permite analizar a fondo cada una de las distribuciones de trabajo así como el recorrido que realiza el operador mientras realiza su carga de trabajo en la unidad, además de la cantidad de pasos que genera el operador y por último el tiempo que hace en cada operación.

### **2.2.8 Propuesta de nuevo método de trabajo.**

En base al análisis realizado anteriormente, se realiza una junta previa con el supervisor de la línea en la cual se le muestra el video de la operación anteriormente y se le muestra el análisis realizado para que el como encargado del área nos pueda validar que el análisis fue correcto y en base a este se realiza una propuesta de carga de trabajo siendo óptima para realizar la operación. Una vez que el supervisor aprueba el nuevo método de trabajo se opta por ir a la estación de trabajo a implementar en las operaciones el cambio realizado en la carga de trabajo, se le comenta al operador los cambios realizados en la carga de trabajo para que este comience a realizar la operación de la forma propuesta. Al operador se le dan 15 ciclos para obtener practica con el nuevo método, por consecuente sin que el operador se dé cuenta, esto para evitar que el operador realice la operación a su comodidad, se toma el tiempo ciclo del nuevo método de trabajo para asegurarnos que con el nuevo método de trabajo se cumple con el 40 JPH. Una vez que se confirme que el operador cumple con el tiempo ciclo se opta por tomar video nuevamente de la operación.

Finalmente al tomar el video se muestra al operador para que se dé cuenta de los cambios realizados en su operación y los factores que se aprovecharon con el nuevo método de trabajo, esto debido a que en la mayoría de las empresas de alcance global, en sus operaciones se genera ceguera de taller lo cual hace que no se den cuenta de los desperdicios que se tienen dentro de su área de trabajo y que se puedan aprovechar para generar una mejor producción. En la figura 7 podemos visualizar el análisis que se realizó.

### **2.2.9 Estandarización.**

Una vez que se muestra al operador el nuevo método de trabajo y todos sus desperdicios que se generaban con el antiguo método de trabajo, se tiene que pasar la información del nuevo método al nuevo formato de la carga de trabajo en la cual se tiene que subir al sistema para que este las pueda congelar y en caso de que se genere algún movimiento por cualquier cosa ya sea por modificación de 4m's, nuevo diseño o especificación, y con esto solo tenga acceso el personal responsable de los cambios los cuales son el personal de manufactura y el supervisor del área.

## **2.3 Resultados**

Este proyecto tiene un impacto global sobre la empresa debido a que la línea de producción es el núcleo de toda la empresa y el factor principal, por lo que el impacto del proyecto llevo a los siguientes resultados:

- Se aumentó de 30 JPH a 40 JPH
- Se expandió la línea 2 pitch's (estaciones de trabajo) en cada área
- Se incrementó la eficiencia en un 7%
- Se aseguró el DPHU de calidad en 0.06% calidad de origen
- Se re balancearon 54/230 distribuciones de trabajo.

En la figura 8 podemos apreciar la manera en cómo se tiene previsto para que esten distribuidas las líneas de producción para el 40 JPH.