

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Después de determinar concretamente, en el capítulo 2, la problemática que presenta A. G. Universal Motors y siguiendo con el método científico de solución de problemas, en este capítulo se presentan los resultados de la recolección y análisis de la información necesaria para buscar soluciones a dichos conflictos.

4.1 Análisis principal

Muther en Hodson (1996) menciona en su artículo para el Manual de Ingenieros Industriales que “la línea de producción es una disposición de las áreas de trabajo en la que las operaciones que tienen relación están adyacentes unas de otras, donde los materiales pasan de manera continua y a un ritmo uniforme a través de una serie de actividades balanceadas, lo que permite una actividad simultánea en toda la línea, y donde el trabajo avanza hacia su terminación a lo largo de una trayectoria más o menos directa”. Debido a que el área de ensamble de cafeteras presenta discrepancias con el prototipo de línea de producción, se recaudaron datos que fueran de utilidad para confirmar dichas diferencias y buscar mejorarla o rediseñarla.

Considerando que A. G. Universal Motors es una empresa manufacturera, es necesario tener en cuenta que para que sea una empresa rentable se deben de reducir costos, ya que debido a la alta competitividad y la globalización de otras empresas con costos más bajos se pueden ver reemplazados en el mercado, es decir, uno de los objetivos de la

empresa en estudio debe de ser la eliminación de desperdicios los cuales según Taiichi Ohno (1988) pueden ser de 7 tipos:

1. Desperdicios de sobreproducción
2. Desperdicios de esperas
3. Desperdicios de transporte
4. Desperdicios de inventarios
5. Desperdicios de movimientos
6. Desperdicios de procesos deficientes
7. Desperdicios de productos defectuosos

Algunos de los cuales están estrechamente relacionados con la problemática que se encontró en el estudio realizado previamente en el capítulo 2.

4.1.1 Análisis de actividades por estación de trabajo

Ohno (1988) presenta en su libro la definición para actividades que agregan valor y aquellas que no lo hacen, las cuales se mencionan a continuación:

- Actividades que agregan valor al producto: Son aquellas por las cuales el cliente está dispuesto a pagar, en las cuales se transforman los materiales o información en productos o servicios y que son realizadas bien desde la primera vez.
- Actividades que no agregan valor al producto: Aquellas que consumen recursos pero no aportan directamente valor agregado al producto o servicio, por ejemplo: Caminar para tomar el material, romper los empaques de la materia prima para

disponer de ella, accionar maquinaria, etc. Algunas de éstas pueden ser eliminadas cambiando parcialmente las condiciones actuales de trabajo.

Primeramente, se analizaron las actividades que se hacen en cada estación a modo de conocer si existían mejoras posibles en este ámbito. Es conveniente aclarar que el método o secuencia de ensamble de la cafetera es un estándar de BRAUN de México y Cía. de C. V., pero que al ser implementado en esta compañía se le añadieron ciertas actividades que no agregan valor y movimientos innecesarios derivados de colocar las cafeteras en el conveyer u obtener materia prima ubicada en posiciones no adecuadas. De esta forma, se determinaron aquellas actividades que puedan ser eliminadas o reducidas. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.1.

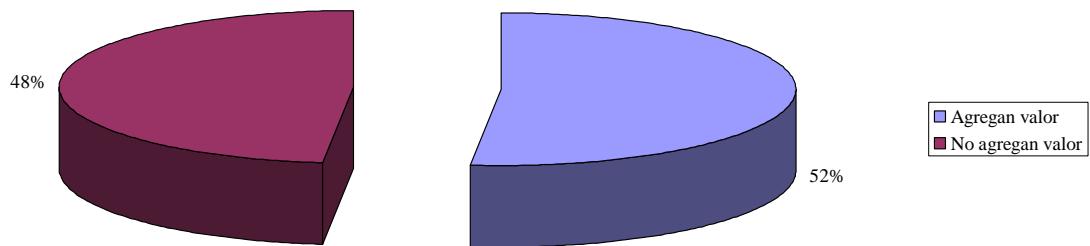
Tabla 4.1. Concentrado y clasificación actividades por estación de trabajo.

| Estaciones | Total | Agregan valor | No agregan valor |
|---------------------------|-------|---------------|------------------|
| Ensamble tanque-chasis | 7 | 5 | 2 |
| Ensamble aparato | 18 | 14 | 4 |
| Inspección visual | 5 | 0 | 5 |
| Prueba funcional (tester) | 4 | 1 | 3 |
| Prueba funcional (cocina) | 7 | 1 | 6 |
| Limpieza | 7 | 2 | 5 |
| Preparación final | 7 | 3 | 4 |
| Empaque individual | 5 | 4 | 1 |
| Empaque final | 4 | 3 | 1 |
| Totales | 64 | 33 | 31 |

* Elaboración propia.

En la gráfica 4.1 se puede observar de manera más clara las porciones de actividades que agregan valor y que no agregan valor.

Gráfica 4.1. Porcentajes de actividades.



En conclusión, se puede observar que prácticamente la mitad de las actividades que se realizan son por las que paga el cliente y la otra parte son actividades que consumen recursos y no agregan valor por lo que se debe buscar eliminar, reducir o simplificarlas para hacer más eficiente el proceso y que el trabajo sea más redituable. Esto se tratará de lograr por medio de un análisis que permita identificar movimientos innecesarios generados por la necesidad de colocar el producto en el conveyor mecánico o rodillos, así como tomar materia prima que, por el diseño de la estación de trabajo, se encuentra en posiciones no adecuadas que implican flexiones o estiramientos del cuerpo excesivos.

4.1.2 Análisis físico del diseño del área de producción

Otro de los problemas es el diseño del área de ensamble en el cual existen estaciones que, según la secuencia de ensamble, deberían estar adyacentes; pero no lo están, lo que provoca que el producto vaya de un lugar a otro innecesariamente, aumentando el manejo de material que debido a la forma del conveyor (23.4 m X 1.5 m) es

considerablemente grande, en la figura 4.1 se muestra una imagen de dicho conveyor (Dibujo en anexo C). Por otro lado, en la figura 4.2 se presenta una imagen con los recorridos que realiza la cafetera dentro del conveyor y nos arroja que la cafetera recorre un total de 98.7 m desde el ensamble tanque-chasis hasta el empaque colectivo, si es que ésta es tomada en la primera oportunidad por cada estación subsecuente. Esto provoca contaminación del producto, maltrato físico, extravío de componentes pequeños, etc., lo que genera costos de calidad y ha significado el 4% de los rechazos por calidad en la línea.



Figura 4.1. Conveyor mecánico.

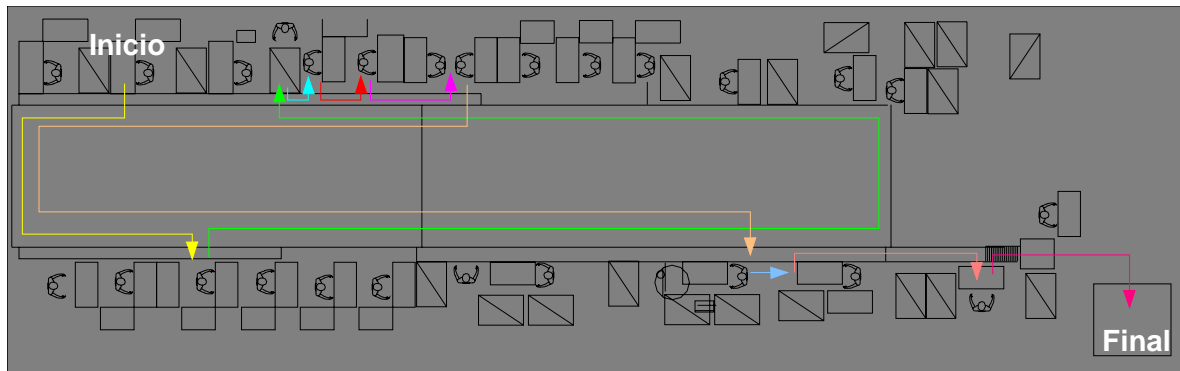


Figura 4.2. Diagrama de flujo (recorrido)¹.

En adición, la distancia recorrida se aumenta aún más debido a que la localización del área de cafeteras está a 124 m del almacén de producto terminado. Lo que provoca que el producto final haga un recorrido innecesario y que en consecuencia pueda dañarse el producto por las condiciones en las que se encuentran los pasillos; ejemplos de estos son: caída de tarima que daña el lote de 100 cafeteras; aunado a esto, el montacargas debe realizar viajes más prolongados lo que repercute en los costos por renta², mantenimiento, operación y chofer del mismo. Por lo que, al rediseñar el área se buscará una ubicación más cercana a dicho almacén. El almacén de producto terminado no puede ser reubicado debido a que las condiciones de construcción de las naves no permitiría el acceso libre de los trailers a los puertos de embarque; además, de que alejaría este almacén de un área productiva importante como lo es el área de fabricación de hilo dental, molinos de café, motores y rotores eléctricos, que también ocupan el mismo almacén moviendo un volumen de producción mayor al de las cafeteras.

¹ La dimensión del conveyor se exageró para facilitar la apreciación del diagrama.

² La empresa cuenta con dos montacargas, uno propio y el segundo rentado.

4.1.3 Cálculo del Takt Time

Para propósitos del estudio es conveniente conocer el ritmo de producción necesario para cumplir con la demanda mensual de cafeteras. Para esto se utilizará el takt time que a su vez permitirá comparar la duración de las actividades. El cálculo de este dato se presenta a continuación:

$$TaktTime = \frac{27,000 \text{ seg./turno}}{1,500 \text{ cafeteras/turno}} = 18 \text{ seg.}$$

$$TaktTime = 0.30 \text{ min.}$$

Donde:

Tiempo de turno = 8 hrs. / turno

Tiempo de comida = .5 hrs. / turno

Tiempo neto de operación = 8 - .5 = 7.5 hrs. = 450 min. = 27,000 seg. / turno

Demanda mensual promedio = 30,000 cafeteras KF 400 / mes

Días laborables al mes = 20 días /mes

Demanda por turno = 1, 500 cafeteras / turno

Takt Time = 18 seg. / cafetera = 0.30 min. / cafetera

4.1.4 Estudio de tiempos para estaciones de trabajo

El método de producción consiste básicamente en que los operarios no se detengan en sus actividades, es decir, que produzcan empujando el producto a las estaciones subsecuentes. Debido a la capacidad que tiene el conveyor (225 espacios para dos cafeteras cada uno), este tipo de sistema se puede llevar a cabo; sin embargo, si se llegase a detectar un problema de calidad, de ensamble o de materia prima en las estaciones finales, tomaría

demasiado tiempo en detectarse la fuente y si se tuviera que detener la línea, la cantidad de producto con probabilidad de tener dicho defecto sería muy alta ya que el tiempo de ciclo de algunos productos puede llegar a ser de hasta 2 horas. Por otra parte, la carga de trabajo, en cuanto a tiempo se refiere, debe de estar balanceada en todas las estaciones de trabajo, a modo de que la producción sea fluida. Al observar la acumulación de producto en proceso que existe entre las estaciones, fue necesario realizar un estudio de tiempos que permitiera determinar si la causa de este fenómeno es que la línea está o no balanceada.

La metodología a seguir para el estudio de tiempos fue la de tomar la duración, con cronómetro, de cada actividad (dividida en elementos) en las estaciones de trabajo. Posteriormente, se analizaron con la ayuda de una gráfica y aquellas que resulte necesario separar o combinar se estudiarán sus elementos en el capítulo siguiente para, en su caso, balancear la línea y realizar las propuestas de mejora.

Como menciona Aft (1983) en su libro, un ciclo es aquel en donde se realizan todos los elementos para hacer una actividad que completa el trabajo bajo estudio. Por esta razón, las actividades que se hacen por estación de trabajo se considerarán un ciclo. Con base en un estudio preliminar, recomendado por Barnes (1980), de 10 observaciones se determinó el tiempo de operación para cada estación. Éste se utilizó para obtener el número de muestras, siguiendo la tabla 4.2 que propone Maynard en Aft (1983), por estación de trabajo. En la tabla 4.3 se muestra el número de observaciones obtenido.

Tabla 4.2. Tabla de número de muestras para estudios de tiempos.

| M | N |
|------------|-----|
| Hasta 0.10 | 200 |
| Hasta 0.25 | 100 |
| Hasta 0.50 | 60 |
| Hasta 0.75 | 40 |
| Hasta 1.0 | 30 |
| Hasta 2.0 | 20 |
| Hasta 5.0 | 15 |
| Hasta 10.0 | 10 |
| Hasta 20.0 | 8 |
| Hasta 40.0 | 5 |
| Más de 40 | 3 |

* Maynard, Manual del Ingeniero Industrial, 2da. Edición, en Aft (1983)

Donde:

M = Minutos por ciclo.

N = Número de ciclos recomendados para muestra.

Tabla 4.3. Observaciones por estación de trabajo.

| Estaciones | Observaciones por estación |
|---------------------------|----------------------------|
| Ensamble tanque-chasis | 40 |
| Ensamble aparato | 20 |
| Inspección visual | 100 |
| Prueba funcional (tester) | 100 |
| Prueba funcional (cocina) | 15 |
| Limpieza | 60 |
| Preparación final | 60 |
| Empaque individual | 40 |
| Empaque final | 60 |

*Elaboración propia.

Los resultados del estudio de tiempos se pueden observar en la tabla 4.4, donde se aprecia el tiempo que tarda un trabajador en realizar la tarea asignada por estación, el número de servidores³ en la misma y el tiempo entre salidas por estación de trabajo, de esta forma se puede observar que las estaciones tienen diferentes tiempos de operación lo cual se trató de corregir añadiendo servidores que compensaran las diferencias en carga de trabajo; a pesar de ello, todavía existe un desbalance entre las mismas y se está utilizando una fuerza laboral que podría ser reducida al redistribuir las actividades en aquellas estaciones que así lo requieran de modo que el flujo de producción se vuelva más constante

³ Entiéndase por servidor, al número de trabajadores que existe en cada estación y que realizan exactamente la misma actividad.

y uniforme. Es importante aclarar que el tiempo total para ensamblar una cafetera, que es presentado en la tabla 4.4, no incluye esperas ni transportes ya que para el estudio de tiempos requerido para balancear una línea sólo se necesita el tiempo neto de duración de la operación. Así mismo, en el anexo D se encuentra el formato utilizado para el estudio de tiempos.

Tabla 4.4. Tiempos de operaciones (min.) y servidores por estación.

| Estaciones | Minutos por servidor | Servidores | Tiempo entre salidas por estación |
|---------------------------|----------------------|------------|-----------------------------------|
| Ensamble tanque-chasis | 0.63 | 4 | 0.16 |
| Ensamble aparato | 1.47 | 8 | 0.18 |
| Inspección visual | 0.15 | 1 | 0.15 |
| Prueba funcional (tester) | 0.25 | 1 | 0.25 |
| Limpieza | 0.28 | 2 | 0.14 |
| Preparación final | 0.47 | 4 | 0.12 |
| Empaque individual | 0.57 | 4 | 0.14 |
| Empaque final | 0.68 | 4** | 0.17 |
| Totales | 4.50 | 25 | |

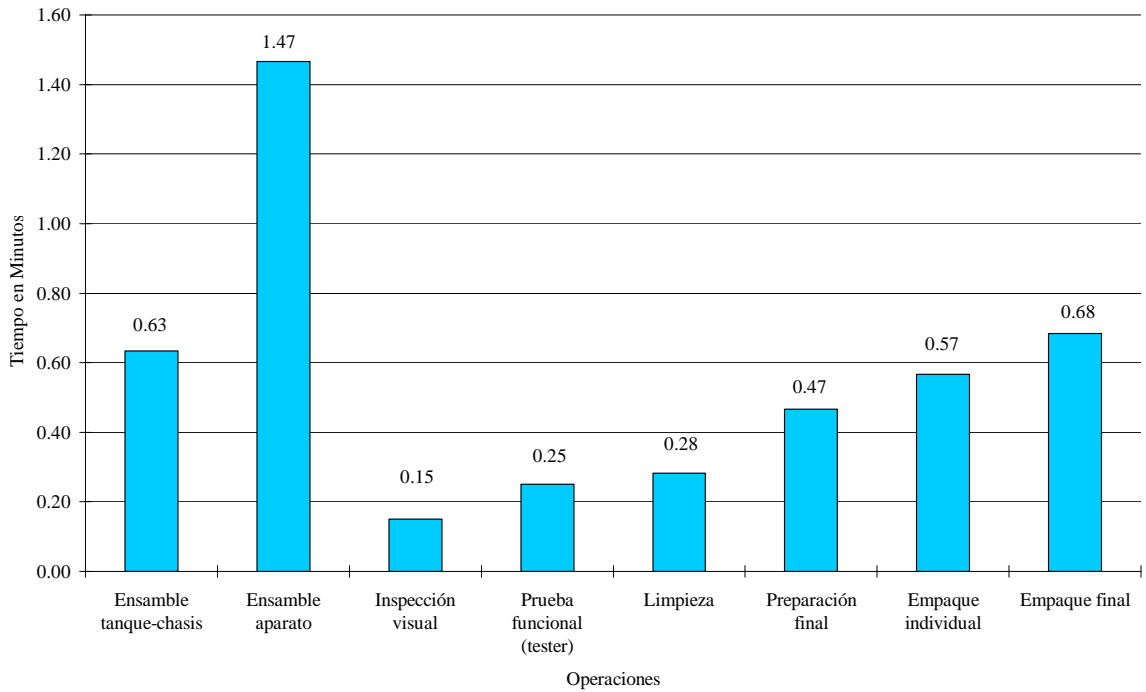
* Elaboración propia.

** En esta estación no se tienen realmente cuatro servidores, sino que hay un cambio de tamaño de lote por lo que el tiempo total de duración de la actividad se dividió entre el tamaño de lote para obtener el tiempo entre salidas con el propósito de comparar con el takt time.

Existe otra prueba funcional intermedia que se realiza entre las estaciones de prueba tester y limpieza; ésta sólo se lleva a cabo al 20% de la producción total por lo que se excluyó de las gráficas para tener un comparativo más objetivo entre las diferentes estaciones. De este modo, el 20% de las veces, el tiempo de ciclo de una cafetera se aumenta en 12 minutos, que es la duración total de dicha prueba. Además, se debe considerar un trabajador más para esta estación.

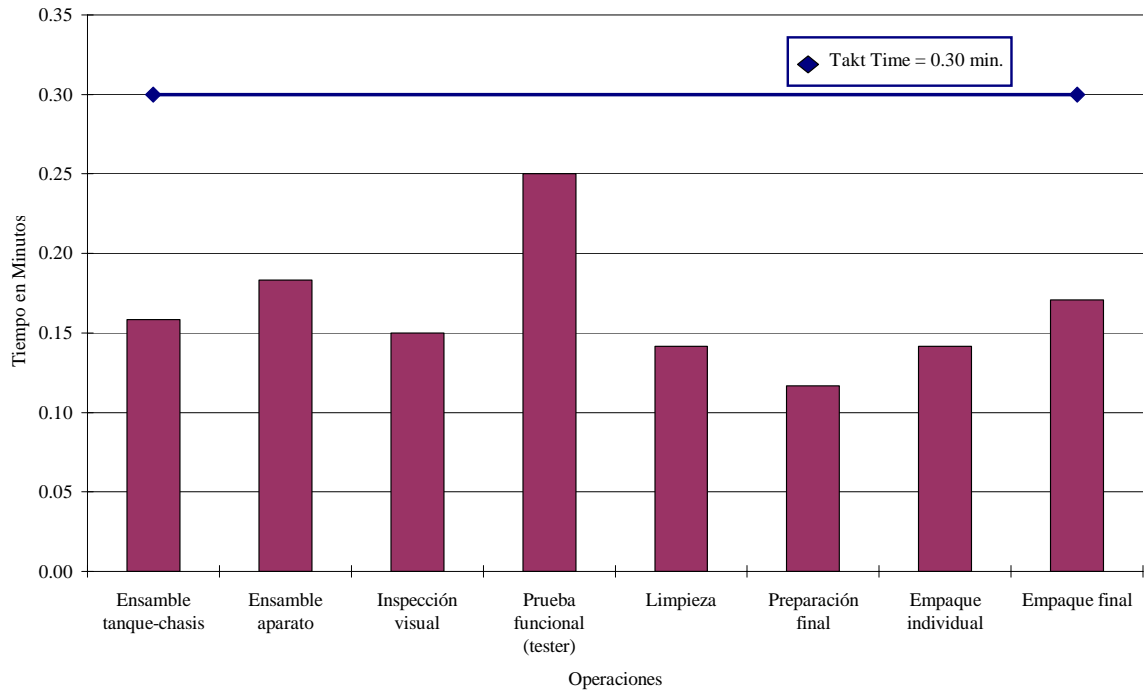
La gráfica 4.2 complementa la información y servirá de ayuda al momento de dividir las operaciones, procurando que sólo se requiera un trabajador por estación de trabajo. Es decir, se buscará aumentar la productividad, como se menciona en el capítulo de marco teórico donde se expone la teoría de García Criollo, reduciendo el recurso de mano de obra y conservando el nivel de producción.

Gráfica 4.2. Tiempos de operaciones en minutos.



Como se aprecia en la gráfica anterior, existe una variación considerable entre el tiempo de duración de las distintas actividades, es decir, están desbalanceadas. Operaciones como el ensamble de aparato dura demasiado comparada, por ejemplo, con la inspección visual o limpieza. Igualmente, el tiempo que aparece para el empaque final es tan grande debido que en esta estación se empaacan cuatro cafeteras en una sola caja y ese es el tiempo que lleva realizar la actividad completa. En la gráfica 4.3 se muestra el tiempo entre salidas por estación de trabajo comparado con el takt time de 18 segundos (0.30 min.); como se puede observar, al colocar más servidores por estación de trabajo las 8 actividades que necesitan estar por debajo de esta marca lo están.

Gráfica 4.3. Tiempo entre salidas por estación de trabajo vs. Takt Time (min.).



Sin embargo, el costo debido a esto por mano de obra, se incrementa considerablemente ya que se tienen empleados a 26 operarios directamente trabajando en la línea; así, se buscará que cada estación de trabajo tenga un solo servidor y su tiempo de operación esté por debajo del takt time. Por todo lo anterior, es necesario balancear la línea para que ésta tenga un funcionamiento mejor, lo cual se hará en el capítulo siguiente.

4.1.5 Obtención de datos adicionales

Se determinó el WIP⁴ que es de 420 cafeteras en promedio dentro del área de trabajo (conveyor, rodillos y banda transportadora) y el área total utilizada que resultó ser de 251 m² (incluyendo los tres subensambles: válvula, fuente y filtro). Estos datos fueron

⁴ Work In Process, por sus siglas en inglés. Trabajo en proceso, en español.

obtenidos con ayuda de los supervisores de línea y tomando medidas en el área de trabajo, respectivamente. Es importante recalcar que la empresa busca expresamente que dicha área sea reducida ya que representa un gasto importante (48% del costo total por renta de naves). Por otro lado, la compañía A. G. Universal Motors no es dueña de los componentes que están en proceso, por lo que el costo de tener material en proceso no lo cuantifican como un costo de oportunidad por tener dinero invertido ahí, sino que lo hacen con los costos que se generan por tiempo muerto de mano de obra en el que se incurre cada vez que se cambia de modelo (final del modelo anterior y arranque del modelo siguiente) en la línea (color o país) ya que hay que esperar a que se termine de producir el WIP o que exista materia prima en las estaciones subsecuentes para trabajar.

4.2 Comentarios finales

Para este caso, en particular, es conveniente seguir el modelo de línea de producción expuesto por Muther y mencionado al principio de este capítulo la cual se enfoca a una distribución por producto y facilitará la eliminación de algunos de los desperdicios definidos por Ohno, tales como desperdicios por transporte, movimientos innecesarios, productos defectuosos, etc. y que están presentes en el objeto de estudio. Finalmente, las propuestas de mejora y rediseño se presentan en el capítulo siguiente.