



TOMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS EN LEAN MANUFACTURING

Presenta:

Victor Manuel Moreno Cárdenas

Asesor de tesina:

M. en C. José Guadalupe Octavio Cabrera Lazarini

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

TOMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS EN LEAN MANUFACTURING

- Resumen
- Justificación
- Objetivo
- Antecedentes
 - Sistema de Gestión de Calidad
 - Manufactura Esbelta
 - Tiempos y Movimientos
- Introducción
 - Ingeniería de métodos
 - Cultura de calidad
 - Aseguramiento de la calidad
 - Principios de calidad total
 - Costos de calidad
 - Manufactura Esbelta
- Contenido
 - Siete desperdicios
 - Sobreproducción
 - Tiempo de espera
 - Movimientos innecesarios
 - Proceso inadecuado
 - Almacenamiento
 - Manejo de materiales
 - Defectos
 - Metas
 - Mejora de la calidad
 - Eliminar desperdicios
 - Reducción del lead time
 - Reducción de costos
 - Tiempos y movimientos
 - ¿Por qué vamos a medir?
 - Inicio de trabajo
 - ¿Cómo comenzar el trabajo?
 - Recolección de información
 - Observación de la estación de trabajo y declaración de estabilidad
 - ¿Es estable?
 - Estabilización de la estación de trabajo
 - División de la operación
 - Cartografía del proceso
 - Definición de las secuencias de tiempo
 - Tipos de tiempo
 - Establecer hoja de medición

- Medios para la medición
 - Grabación de video
 - Tiempo tomado en piso
 - Entrevista
 - Preparación de trabajo necesaria antes de la medición
 - Estrategia de medición
 - Declaración del ritmo de trabajo
 - Declaración de la eficacia
 - Filmación / Medición
 - Respecto al tomador del tiempo
 - Tiempo tomado
 - Unidades del tiempo
 - Secuencias de trabajo
 - Determinación del tiempo
 - Coeficiente de soporte (DP)
 - Aplicaciones del DP
 - Coeficiente de la atmosfera (A)
 - Coeficiente de la monotonía del musculo (M)
 - Compilación y análisis
 - Recolección de datos
 - Diagrama Hombre-Maquina
 - Representación grafica de un ciclo
 - Ciclo manual
 - Ciclo Hombre-Maquina
 - Oferta de la mejora
 - Principios y soluciones
- Resultados
- Conclusiones
- Anexos
- Bibliografía

RESUMEN

El siguiente trabajo abarca gran parte de la ingeniería de métodos al mismo tiempo que se relaciona directamente con herramientas de manufactura esbelta. La parte de toma de tiempos y movimientos es la base de este estudio ya que con esta herramienta de la ingeniería de métodos es posible identificar áreas de oportunidad en los procesos donde se pueden aplicar mejoras, así como identificar desperdicios.

Son tres las bases para la realización de este trabajo, y se denominan de la siguiente forma:

1. Sistema de Gestión de Calidad
2. Manufactura Esbelta
3. Tiempos y Movimientos

Cada una de ellas es la clave para este desarrollo, cada una tiene su grado de aporte, en mayor o menor medida pero con el fin de identificar desperdicios a través de la toma de tiempos y movimientos para complementar lo anterior con las herramientas de manufactura esbelta. Todo esto para ser tomado en cuenta como un método en la búsqueda de desperdicios.

Por lo que respecta a **Manufactura Esbelta** se enfocará el trabajo particularmente en un principio clave, *minimizar o eliminar el desperdicio*, esto se refiere a eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio). También se relacionará otro de los principios Lean, *mejora continua*, reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad. Lean es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el desperdicio, siendo flexible y estando abierto al cambio.

Respecto al **Sistema de Gestión de Calidad** se resume lo siguiente, está compuesto por los siguientes aspectos:

1. Procedimientos: responden al plan permanente de pautas detalladas para controlar las acciones de la organización.
2. Procesos: responden a la sucesión completa de operaciones dirigidos a la consecución de un objetivo específico. Los procesos se constituyen de una entrada de una serie de actividades que se llevan a una salida que nos permite satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

3. Recursos: no solamente económicos, sino humanos, técnicos y de otro tipo, deben estar definidos de forma estable y circunstancial.

Estos tres puntos al igual que los anteriores son claves y tienen relación directa con los objetivos que se plantearan más adelante.

Finalmente respecto a los **Tiempos y Movimientos**, la piedra angular de este trabajo y siendo el tema donde se indagará más a detalle, se explicará que es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo.

JUSTIFICACIÓN

Existen en la actualidad un sin fin de herramientas y métodos para identificar fallas, problemas, desperdicios, etc., en este trabajo en particular se enfocará en identificar desperdicios, esto se pretende lograr en base a la toma de tiempos y movimientos, puesto que en la opinión personal y de algunos ingenieros con experiencia en la industria han sugerido que esta es una herramienta infalible para identificar desperdicio y áreas de mejora dentro de un proceso.

Tomando como base los tiempos y movimientos es fundamental recordar que la habilidad y la técnica necesaria para ejecutar esta tarea incide directamente en los resultados, por lo que el tomador de tiempos debe estar capacitado y consiente de la tarea que desempeña, ya que esto es solo una parte para lograr exitosamente identificar desperdicios, de igual forma al calcular los tiempos estándar, el ajuste asignado queda totalmente a criterio del tomador de tiempos, ya que es la persona que realizó las mediciones en piso y está al tanto de cualquier detalle dentro del desarrollo de la operación.

Con lo anterior se quiere remarcar la importancia que requiere la preparación para este estudio. Lo que se quiere lograr en resumen es, tomar como base el estudio de tiempos y movimientos para tener un panorama general de lo que se tiene y como es que se está realizando el trabajo por operación, el análisis posterior determinara las acciones necesarias a realizar, con el objetivo de eliminar desperdicios.

Cabe resaltar que el estudio se puede realizar en cualquier área dentro de la empresa, pero se debe estar consciente y contar con el conocimiento necesario del área donde se realice para que el estudio tenga éxito, así como plantear objetivos claros y medibles.

Dicho lo anterior, se desarrollará un método, el cual muestra la forma ideal de como se debe realizar esta tarea, con el fin de obtener los datos necesarios para tomar una decisión y cumplir los objetivos.

OBJETIVO

Las técnicas de manufactura esbelta se están utilizando en la optimización de las operaciones de forma que se puedan obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención, servicio al cliente, mejor calidad, cosas más bajas.¹

Lo que se trata de lograr al utilizar como base el estudio de tiempos y movimientos es recopilar la información necesaria, analizarla y en base a lo obtenido, verificar si existe un problema, donde y como resolverlo, en base a las herramientas en general o específicamente que se pueden tomar de manufactura esbelta. Así se obtendrá un método el cual debe ser adecuado a las necesidades y que lleve a identificar sin error, donde se está produciendo desperdicio.

Es importante resaltar que al mismo tiempo se estará obteniendo un área de oportunidad dentro del mismo proceso, donde además de eliminar el desperdicio se tendrá un panorama más amplio sobre cómo se está realizando el trabajo y las posibilidades de mejora dentro de la misma.

Dicho en otras palabras, se despejará cada proceso dentro del estudio de todo desperdicio y además se obtendrá un área de oportunidad con más posibilidades de mejora, que permitirán aplicar y probar diferentes ideas, según las necesidades de la empresa. Se obtendrá un área mayor para trabajar en mejoras, incluso se verá reflejado en las necesidades de personal, reducción de costos, mejora de calidad, tiempos muertos, etc.

Todo dependerá de los objetivos es por eso que se deben estar claros y bien fundamentados. En conclusión el método que se desarrollará, tiene el objetivo de ser una herramienta eficaz contra la eliminación de desperdicio, y que además de eso, abra un panorama más allá de simplemente identificar los desperdicios dentro de cada proceso. Como todo estudio este se llevará a cabo a través de algunas etapas, tomará un poco de tiempo dependiendo de lo que se busque, pero esto se verá reflejado directamente en beneficios.

¹ Lean Manufacturing: http://www.grupokaizen.com/mck/Que_es_el_Lean_Manufacturing.pdf

ANTECEDENTES

Sistema de Gestión de Calidad

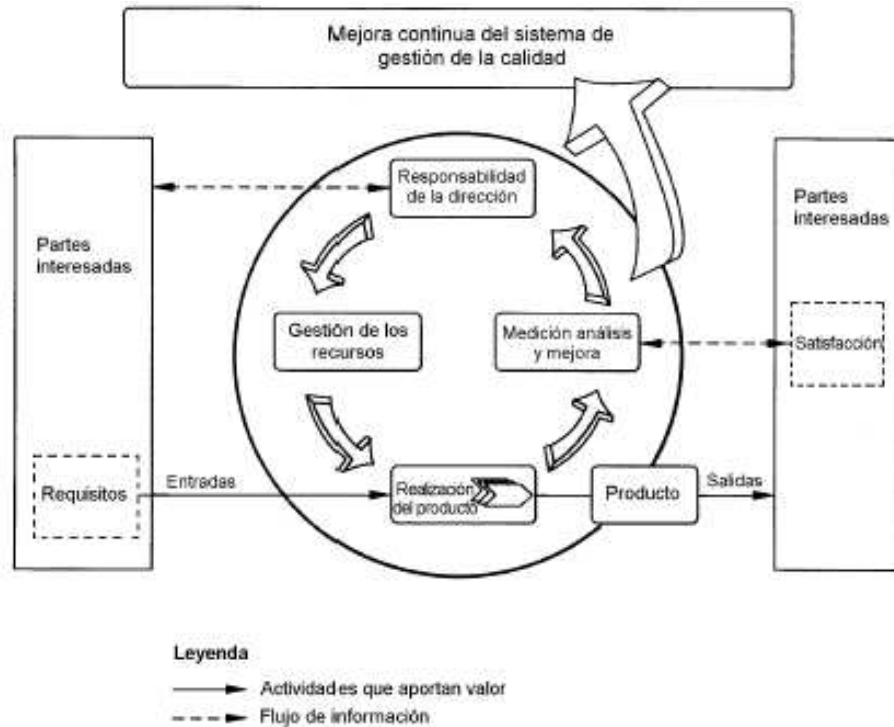


Figura 1

Un Sistema de Gestión de la Calidad es una forma de trabajar, mediante la cual una organización asegura la satisfacción de las necesidades de sus clientes. Para lo cual planifica, mantiene y mejora continuamente el desempeño de sus procesos, bajo un esquema de eficiencia y eficacia que le permite lograr ventajas competitivas.

Un sistema de gestión de la calidad es el conjunto de normas interrelacionadas de una organización por los cuales se administra de forma ordenada la calidad de la misma, en la búsqueda de la mejora continua. Entre dichos elementos, los principales son:

1. Estructura de la organización: responde al organigrama de los sistemas de la empresa donde se jerarquizan los niveles directivos y de gestión. En ocasiones este organigrama de sistemas no corresponde al organigrama tradicional de una empresa.
2. Estructura de responsabilidades: implica a personas y departamentos. La forma más sencilla de explicitar las responsabilidades en calidad, es mediante un cuadro de doble entrada, donde mediante un eje se sitúan los diferentes departamentos y en el otro, las diversas funciones de la calidad.

3. Procedimientos: responden al plan permanente de pautas detalladas para controlar las acciones de la organización.
4. Procesos: responden a la sucesión completa de operaciones dirigidos a la consecución de un objetivo específico.
5. Recursos: no solamente económicos, sino humanos, técnicos y de otro tipo, deben estar definidos de forma estable y circunstancial.

Estos cinco apartados no siempre están definidos ni son claros en una empresa.²

Existen una pluralidad de estándares de gestión de la calidad normalizados, es decir, definidos por un organismo normalizador, como ISO, DIN o EN, etc. que permiten que una empresa con un sistema de gestión de la calidad pueda validar su efectividad mediante una auditoría de una organización o ente externo. Una de las normas más conocidas para gestionar la calidad, es la norma ISO 9001 (última revisión ISO 9001:2008).

También existen normas específicas para determinados sectores o actividades, por ejemplo la norma ISO/IEC 17025:2005 que aplica para el diseño de un sistema de gestión de la calidad en Laboratorios.

En ocasiones, dependiendo del tipo de empresa y de la complejidad de su sistema de gestión, se utiliza un sistema integrado para la gestión de la calidad, el medio ambiente (según norma ISO 14001) y la seguridad, (según norma OHSAS 18000). Cabe destacar a manera de resumen que los 3 pilares básicos en los que se basa un buen sistema de gestión de la calidad son:

- Planificación de gestión de la calidad.
- Control de la gestión de la calidad.
- Mejora continua de gestión de la calidad.³

Manufactura esbelta

Manufactura del latín “manus” mano y “factura” que es hechura. Esbelta del it “svelt” del verbo “svellere” arrancar, tirar; que coincide con la raíz latina “exvellere” ó “evellere” arrancar de raíz.

Metodología de mejora de la eficiencia en manufactura desarrollada por la empresa Toyota, fue concebida en Japón por Taiichi Ohno, director y consultor de la empresa Toyota. Ingresado en 1937, Ohno observó que antes de la guerra; la productividad de Japón era muy inferior a la americana. Después de la guerra Ohno visito Estados Unidos, donde estudio los principales pioneros de productividad y reducción de desperdicio del país como Frederick

² Thomas Pyzdek: "Manual de Control de la Calidad en la Ingeniería", McGraw Hill, México 1996.

³ IBNORCA: "Fundamentos de la Gestión de la Calidad"

Taylor y Henry Ford. Ohno se mostró impresionado, por el énfasis excesivo que los americanos ponían en la producción en masa de grandes volúmenes en perjuicios de la variedad, y el nivel de desperdicio que generaban las industrias en el país más rico de la postguerra exhibida. Cuando visitó los supermercados tuvo un efecto inspirador inmediato; Ohno encontró en ellos un ejemplo perfecto de su idea de manejar inventarios reducidos, eliminar pasos innecesarios y controlar las actividades tanto primarias y dar control al que hace el trabajo (en este caso el cliente) como apoyo a la cadena de valor. La palabra japonesa “muda” significa “desperdicio” y se refiere en específico, a cualquier actividad humana que consume recursos y no crea valor.

El objetivo es encontrar herramientas que ayuden a eliminar todos los desperdicios y todas las operaciones que no le agregan valor al producto o a los proceso, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Este proceso de manufactura está relacionado con la utilización del Activity-based costing el cual de acuerdo a su versión original busca relacionar los costos con todos los valores que el cliente percibe del producto. Por otro lado, sirve para implantar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. El propósito de la manufactura esbelta es serle útil a la comunidad lo cual implica estar en busca de la mejora continua.

Es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los siete tipos de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) en productos manufacturados. Eliminando el despilfarro, la calidad mejora y el tiempo de producción y el costo, se reducen. Las herramientas "*lean*" (en inglés, "esbelta" o "ágil") incluyen procesos continuos de análisis (kaizen), producción "pull" (en el sentido de kanban), y elementos y procesos "a prueba de fallos" (poka yoke).⁴

Un aspecto crucial es que la mayoría de los costos se calculan en la etapa de diseño de un producto. A menudo un ingeniero especificará materiales y procesos conocidos y seguros a expensas de otros baratos y eficientes. Esto reduce los riesgos del proyecto, o lo que es lo mismo, el costo según el ingeniero, pero a base de aumentar los riesgos financieros y disminuir los beneficios. Las buenas organizaciones desarrollan y repasan listas de verificación para validar el diseño del producto.

Los principios clave del la Manufactura esbelta son:

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen

⁴ Manufactura esbelta: http://www.grupokaizen.com/mck/Que_es_el_Lean_Manufacturing.pdf

- Minimización del desperdicio: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio)
- Mejora continua: reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información
- Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costos y la información

Lean es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio.⁵

Tiempos y movimientos

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Estudios de movimientos, análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

Fue en Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 80's, allí desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado.

⁵Manufactura esbelta: http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing

Después de un tiempo, fue el matrimonio Gilbreth el que, basado en los estudios de Taylor, ampliará este trabajo y desarrollará el estudio de movimientos, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs (su apellido al revés).

La medición del trabajo humano siempre ha constituido un problema para la administración, ya que a menudo los planes para la provisión de bienes o servicios, de acuerdo con un programa confiable y un costo predeterminado, dependen de la exactitud con que se puede pronosticar y organizar la cantidad y tipo de trabajo humano implicado. Aunque la práctica común ha sido estimar y fijar objetivos basándose en la experiencia pasada, con demasiada frecuencia resultan ser un guía burda e insatisfactoria.⁶

✓ Objetivos del estudio de tiempos

1. Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos
2. Conservar los recursos y minimizar los costos
3. Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía
4. Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad del estudio de movimientos
5. Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes

✓ El estudio de tiempos

Requerimientos: antes de emprender el estudio hay que considerar básicamente lo siguiente:

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado.
- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre-impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.
- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

⁶ Tiempos y movimientos: Niebel, Benjamin, Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos. AlfaOmega, 1996

Tomando los tiempos: hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero.

- En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.
- En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

✓ El estudio de movimientos

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.⁷

Dentro del estudio de movimientos hay que resaltar los movimientos fundamentales, estos movimientos fueron definidos por los esposos Gilbreth y se denominan Therblig's, son 17 y cada uno es identificado con un símbolo gráfico, un color y una letra o sigla.

1. Buscar

Es el elemento básico en la operación de localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Buscar es un therblig que el analista debe tratar de eliminar siempre. Las estaciones de trabajo bien planeadas permiten que el trabajo se lleve a cabo continuamente, de manera que no es preciso que el operario realice este elemento. Proporcionar el sitio exacto para cada herramienta y cada pieza es el modo práctico de eliminar el elemento de busaca en una estación de trabajo. Un empleado nuevo, o uno no familiarizado con el trabajo tiene que efectuar operaciones de busca periódicamente, hasta desarrollar suficiente habilidad y acierto.

⁷ Estudio de tiempos y movimientos: M.E. Mundel, Estudio de Tiempos y Movimientos, Continental, 1984

2. Seleccionar

Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o más semejantes. Este therblig sigue generalmente, al de "buscar" y es difícil determinar exactamente, a un mediante el método detallado de los micromovimientos, cuando termina la búsqueda y empieza la selección. A veces la selección puede existir sin la búsqueda. La selección puede clasificarse también entre los therblig ineficientes y debe ser eliminada del ciclo de trabajo por una mejor distribución en la estación de trabajo y un mejor control de las piezas.

3. Tomar.

El "tomar" es un therblig eficiente y, por lo general, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar. Estudios detallados han demostrado que existen varias formas de tomar, algunas de las cuales requieren tres veces más tiempos que otras. Las piezas a tomar o coger deben estar dispuestas de manera que puedan emplearse el menor tiempo posible. Esto se logra haciendo que el objeto este solo en una localización fija, y quede en posición tal que no haya interferencia alguna con la mesa de trabajo, la caja o los alrededores.

4. Alcanzar.

El therblig "alcanzar" corresponde al movimiento de una mano vacía, sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él. Es natural que el tiempo requerido para alcanzar dependa de la distancia recorrida por la mano. Dicho tiempo depende también, en cierto grado, del tipo de alcance. Este puede clasificarse como un therblig efectivo y, generalmente, no puede ser eliminado del ciclo de trabajo. Sin embargo, si puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos. Teniendo presente este principio fundamental pueden obtenerse estaciones de trabajo en las que sea mínimo el tiempo de alcanzar.

5. Mover.

Es la división básica que corresponde al movimiento de la mano con carga. El tiempo requerido para mover depende de la distancia, del peso que se mueve y del tipo de movimiento. Mover es un therblig efectivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo. Con todo, puede reducirse su tiempo de ejecución acortando las distancias, aligerando las cargas o mejorando el tipo de movimiento por medio de canaletas de gravedad o de transportadores en el punto terminal del movimiento, de manera que no sea necesario llevar materialmente el objeto que debe trasladarse a un sitio específico. La experiencia ha comprobado que las operaciones de mover o trasladar a una localización general se efectúan más rápidamente que las de mover a un sitio exacto.

6. **Sostener.**

Es cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras que la otra mano ejecuta trabajo útil. "Sostener " es un therblig ineficiente y puede eliminarse, por lo general, del ciclo de trabajo. Además difícilmente es la mano un dispositivo eficiente para sostener, por lo que el analista de métodos debe estar siempre alerta para evitar que el "sostener " sea parte de una asignación de trabajo. Un ejemplo típico de sostener ocurrirá cuando la mano izquierda sostiene un perno o un espárrago mientras que la otra pone o enrosca una tuerca. Mientras esto ocurre, la mano izquierda estará utilizando el therblig "sostener".
7. **Soltar.**

Este elemento es la división básica que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto. "Soltar " es el therblig que se ejecuta en el más breve tiempo, y es muy poco lo que puede hacerse para alterar el tiempo en que se realiza este therblig efectivo.
8. **Colocar en Posición.**

Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado correctamente en un sitio específico. El therblig "colocar en posición "se presenta como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo pueda ejecutarse con más facilidad.
9. **Pre-colocar en Posición.**

Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite. La pre-colocación ocurre frecuentemente junto con otros therblig, uno de los cuales suele ser mover. Es la división básica que dispone una pieza de manera que queda en posición conveniente a su llegada. Es difícil medir el tiempo necesario para este elemento, ya que es un therblig que difícilmente puede ser aislado. La pre-colocación se efectúa al alinear un destornillador que se mueve hasta el tornillo que se va a accionar.
10. **Inspeccionar.**

Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable, mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación. El tiempo necesario para la inspección depende primariamente de la comparación con el estándar, y de lo que la pieza en cuestión se aparte del mismo. Si un operario tuviera que sacar todas las canicas azules que hay en una caja, perdería muy poco tiempo en decidir lo que tendría

que hacer con una canica roja. Sin embargo, si se hubiese hallado una canica púrpura habría una vacilación más larga en decidir aceptarla o rechazarla.

11. Ensamblar.

El elemento “ensamblar” es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es otro therblig objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo

12. Desensamblar.

Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar. Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. El desensamble es de naturaleza objetiva y la posibilidad de mejoramiento son más probables que la de eliminación del therblig.

13. Usar.

Este therblig es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo. “Usar” será el therblig que indique la acción de ambas manos. La duración de este therblig depende de la operación, así como de la destreza del operario. El usar se detecta fácilmente, ya que este therblig hace progresar la operación hasta su objetivo final.

14. Demora (o retraso) Inevitable.

La demora inevitable es una demora que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso. Por ejemplo, cuando un operario aplica un taladro con su mano derecha a una pieza colocada en una plantilla, para la mano izquierda se presentaría un retraso inevitable. Puesto que el operario no puede controlar las demoras inevitables, su eliminación del ciclo requiere que el proceso se cambie de alguna forma.

15. Demora (o retraso) Evitable.

Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que solo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora o retraso evitable. De este modo, si un operario sufriese un acceso de tos durante el ciclo de trabajo, esta suspensión se clasifica evitable porque normalmente no aparecería en el ciclo. La mayor parte de los retrasos evitables pueden ser eliminados por el operario sin cambiar el proceso el método de hacer el trabajo.

16. Planear.

El therblig "planear" es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir. Planear puede aparecer en cualquier etapa del ciclo y suele descubrirse fácilmente en forma de una vacilación o duda, después de haber localizado todos los componentes. Este therblig es característico de la actuación de los operarios noveles y generalmente se elimina del ciclo mediante el entrenamiento adecuado de este personal.

17. Descansar para reponerse de la fatiga.

Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga. La duración del descanso para reponerse de la fatiga variará, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que lo ejecuta.⁸

Es importante decir, que los therbligs aquí mencionados son los considerados habitualmente en la literatura respecto a los tiempos y movimientos, y toda persona involucrada con esta actividad debe conocerlos. En cuanto al nuestro estudio propio, se tomará lo necesario y se harán los ajustes necesarios que convengan a nuestro método.

Estos movimientos se dividen en eficientes e ineficientes así:

Eficientes o efectivos

- De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y pre-colocar en posición.
- De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

Ineficientes o inefectivos

- Mentales o Semi-mentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.⁷

⁸Therbligs: Investigación realizada por Ing. René Sasson Rodés
http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/puestodetrabajo/default4.asp

⁷Op cit.

rsasson1@yahoo.es

✓ Principios de la economía de movimiento.

Más allá del concepto de la división básica del trabajo en elementos, según lo formularon por primera vez los esposos Gilberth, se tienen los principios de la economía de movimiento, también desarrollados por ellos y perfeccionados por otros investigadores. No todos estos principios son aplicables a todo trabajo, y algunos solo tienen aplicación por medio del estudio de micromovimientos. Sin embargo, los que se aplican al estudio visual de los movimientos, así como los aplicables a la técnica de los micromovimientos, y que deben tenerse en cuenta en la mayoría de los casos, pueden clasificarse de tres modos fundamentales:

- 1) Uso del cuerpo humano.
- 2) Disposición y condiciones en el lugar de trabajo
- 3) Diseño de las herramientas y equipo.

El analista de métodos debe estar familiarizado con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las deficiencias o fallas del método seguido, con una rápida inspección del sitio de trabajo y de la operación.

✓ Clasificación.

Estos principios fundamentales son los siguientes, según su clasificación indicada:

- Relativos al uso del cuerpo humano.
 1. Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
 2. Los movimientos de la manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a este.
 3. Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetus físicos como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante un esfuerzo muscular.
 4. Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
 5. Deben emplearse el número de elementos therblig, y estos se deben limitar a los del más bajo orden y clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendentes del tiempo y el esfuerzo requerido para llevarlas a cabo, son:

- Movimientos de dedos.
 - Movimientos de dedos y muñeca.
 - Movimientos de dedos, muñecas y antebrazo.
 - Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo y brazo.
 - Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
6. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer, sin embargo, que los movimientos simultáneos de pies y manos son difíciles de realizar.
 7. Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas pesadas por largo tiempo.
 8. Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.
 9. Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.
 10. Para asir herramientas deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos, más cercanos a la palma de la mano.
- Disposición y condiciones en el sitio de trabajo.
 1. Deben destinarse sitios fijos para cada herramienta y cada material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los tiempos de buscar y seleccionar.
 2. Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.
 3. Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
 4. Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en el que sea posible tener la altura apropiada para que pueda llevarse a cabo el trabajo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.
 5. Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuada.
 6. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista.
 7. Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

- Diseño de las herramientas y el equipo.
 1. Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples con las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operaciones múltiples en los dispositivos alimentadores.
 2. Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de control deben estar fácilmente accesibles al operario, y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.
 3. Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.
 4. Investíguese siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas (eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprieta tuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, etc.⁸

INTRODUCCIÓN

Ingeniería de Métodos

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.

En 1932, el término "Ingeniería de Métodos" fue desarrollado y utilizado por H. B. Maynard y sus asociados, quedando definido con las siguientes palabras: "Es la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; realizado todo lo precedente (y no antes), determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por último (aunque no necesariamente), establece en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal"

Desde este momento, el desarrollo de las técnicas de la Ingeniería de Métodos y simplificación del trabajo progresó rápidamente. Hoy en día la Ingeniería de Métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuado durante las etapas de planeación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto.

La Ingeniería de Métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. Principalmente porque debido a la ingeniería de métodos, el mejoramiento de la productividad es un procedimiento sin fin.

Otro factor importante en el mejoramiento de la productividad es el estudio de tiempos el cual está ligado directamente con la ingeniería de métodos. Un buen analista de estudio de tiempos es un buen ingeniero de métodos, puesto que su preparación tiene a la ingeniería de métodos como componente básico. El analista en estudio de tiempos debe establecer los tiempos permisibles para realizar una tarea determinada, para esto utiliza varias técnicas como lo son: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos.

Para desarrollar un centro de trabajo, el ingeniero de métodos debe seguir un procedimiento sistemático, el que comprenderá las siguientes operaciones:

- Obtención de los hechos: Reunir todos los hechos importantes en relación al producto.
- Presentación de los hechos: Toda la información se registra en orden para su estudio.
- Efectuar un análisis: Para decidir cual alternativa produce el mejor servicio o producto.
- Desarrollo del método ideal: Seleccionar el mejor procedimiento para cada operación.
- Presentación del método: A los responsables de su operación y mantenimiento.
- Implantación del método: Considerando todos los detalles del centro de trabajo.
- Desarrollo de un análisis de trabajo: Para asegurar que los operadores están adecuadamente capacitados, seleccionados y estimulados.
- Establecimiento de estándares de tiempo: Estos deben ser justos y equitativos.
- Seguimiento del método: Hacer una revisión o examen del método implantado a intervalos regulares.⁹

Cultura de la calidad

Es el resultado de un proceso que involucra un cambio constante en la manera de pensar y de actuar. El resultado del proceso se observa en la Gerencia General, en los trabajadores de la empresa, en los socios estratégicos, en los productos, en los procesos de trabajo y hasta en la publicidad para los productos de la empresa.

Las organizaciones que comparten la cultura de la calidad se enfocan hacia la satisfacción completa del consumidor, ya sea éste interno o externo, como su principal prioridad. En estas organizaciones cada uno actúa como si fuera un propietario. El camino hacia el éxito son las mejoras continuas, a autoevaluación, la superación profesional y personal, dentro de un ambiente de confianza y fe.

En organizaciones con Cultura de Calidad Total no se buscan culpables. Cada error se considera como una oportunidad para el mejoramiento continuo. Cada trabajador se responsabiliza por los hechos y se busca la forma de solucionar los problemas y errores conjuntamente.

Una organización que está trabajando con la Filosofía de la Calidad Total, planifica a largo plazo, considera los errores como una gran oportunidad para el aprendizaje, y hace uso constante del benchmarking para compararse con las empresas líderes. Con esto logra

⁹ "Manual de Ingeniería de la Producción Industrial" (Industrial Engineering Handbook) H.B.Maynard Editorial REVERTÉ S.A. Barcelona – Buenos Aires – México (1960)

conocer el comportamiento de los líderes mundiales, facilitando la planificación de metas razonables para alcanzar los niveles más altos de eficiencia.

En la Cultura de la Calidad Total los resultados inmediatos son importantes; sin embargo, los resultados a mediano y a largo plazo causados por el proceso de mejoramiento continuo, son de mayor interés para la organización, porque así se garantiza una atención constante a los retos.

La Cultura de la Calidad Total es la mejor herramienta gerencial para enfrentar la integración regional y la apertura de fronteras. Una organización que no se encuentre basada sobre la cultura de la calidad, con toda seguridad, no tendrá la fortaleza para enfrentar esos retos futuros.

En resumen, la Cultura de la Calidad significa hacer las tareas siempre lo mejor posible desde la primera vez, a un nivel más económico, con mucho entusiasmo y ofreciendo al consumidor la satisfacción completa.¹⁰

Aseguramiento de la calidad

El Aseguramiento de la Calidad consiste en tener y seguir un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implantadas dentro del Sistema de Calidad de la empresa. Estas acciones deben ser demostrables para proporcionar la confianza adecuada (tanto a la propia empresa como a los clientes) de que se cumplen los requisitos del Sistema de la Calidad.

El aseguramiento de la calidad, se puede definir como el esfuerzo total para plantear, organizar, dirigir y controlar la calidad en un sistema de producción con el objetivo de dar al cliente productos con la calidad adecuada. Es simplemente asegurar que la calidad sea lo que debe ser.

En las industrias manufactureras se crearon y refinaron métodos modernos de aseguramiento de la calidad. La introducción y adopción de programas de aseguramiento de la calidad en servicios, ha quedado a la zaga de la manufactura, quizá tanto como una década.

Los administradores de organizaciones de servicio por costumbre han supuesto que su servicio es aceptable cuando los clientes no se quejan con frecuencia. Sólo en últimas fechas se han dado cuenta que se puede administrar la calidad del servicio como arma competitiva.¹¹

¹⁰ Cultura de la calidad: Manual de la gestión de la calidad total a la medida, Publicación 1995 http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/CTM/cap5_ctm.htm

¹¹ Aseguramiento de la calidad: <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/27/asesis.htm>

Principios de Calidad Total

Toda empresa debiera de conjuntar y aplicar los ocho principios básicos de calidad mencionados y explicados brevemente a continuación.

1. Enfoque al cliente.

El cliente satisfecho representa ganancias y más trabajo, antes lo que menos importaba era dejar a un cliente satisfecho, ahora esa es la prioridad, este se refiere a rebasar las expectativas de lo que busca.

2. Liderazgo

Todas las empresas necesitan líderes que muevan masas, las ideologías de un líder deben de traer beneficios para todos y poder implementar el GANAR-GANAR.

3. Participación del personal

El personal operario muchas veces es de quien se pueden obtener las mejores ideas ya que son ellos quienes están directamente en las áreas de trabajo, de hecho un alto mando que no sabe escuchar deja de ser un líder.

4. Enfoque de procesos

Ahora la gran empresa debe de subdividirse en varios procesos los cuales tienen que llevar su propio control, al hacer esto se tomará cada área como una "pequeña empresa" la cual si desde el principio está mal organizada la cadena llevara a entregar un producto final de mala calidad

5. Enfoque de sistemas

Después de dividir a la organización ahora se deben de unir correctamente los eslabones entre cada área para ver todo los subsistemas como un macrosistema

6. Mejora continua

La mejora continua es algo intangible que la organización debe de comprender y llevar de forma correcta para darle valor agregado a esta importante actividad, mejora continua, mejorar de forma interminable sin estancarse ejemplo: si me certifico en la ISO 9001 no me voy a conformar con esa versión para siempre, en cuanto salga una nueva me voy a volver a certificar.

7. Toma de decisiones basada en hechos

Toda decisión que impacte a la calidad del producto debe de ser tomada ante un hecho previo que me garantice o mínimo que reduzca la posibilidad de un error

8. Relación beneficiosa con proveedores

El cliente ahora no se quiere conformar con saber que puedo estar certificado, ahora se requiere que mis proveedores cumplan también, ya que con esto estoy indicando que mi materia prima para entregar un producto final es de calidad y cumple con los requisitos de mi cliente directo.¹²

Costos de calidad

Se entiende por Costos de Calidad al dinero destinado para obtener la Calidad requerida. La calidad requerida no se consigue por casualidad ni accidentalmente, sino que todo debe ser planeado en actividades, medido y garantizado.

Esas actividades planificadas cuestan dinero y abarcan la mayoría de las áreas tales como marketing, proyectos, diseño, compras, producción y asistencia técnica.

El objetivo fundamental de un sistema de Costos de Calidad, es garantizar que la fabricación de un producto dado, cumpla satisfactoriamente con los requisitos preestablecidos del cliente y la sociedad, con el mínimo costo, contribuyendo así a maximizar los beneficios de una empresa.

El sistema de Costos de Calidad proporciona los criterios para obtener información que pueda ser utilizada por la Dirección de la Empresa para analizar el impacto económico que tiene la Calidad o la ausencia de ésta en los resultados de la organización y verificar el progreso obtenido como consecuencia de las acciones dirigidas a la mejora continua.

Principales beneficios de los costos de calidad

- Reducción de costos de fabricación.
- Mejora de la gestión administrativa.
- Disminución de desperdicio (scrap).
- Mejora en el planeamiento y la programación de actividades.
- Mejora de la productividad.
- Aumento de la utilidad o beneficio.
- Satisfacción de hacer bien el trabajo desde el principio.

Todos los sectores de la empresa directa o indirectamente contribuyen para alcanzar, mantener y mejorar la calidad de los productos, los procesos y los servicios. El sistema debe tener una evaluación mensual. Es conveniente además que las gerencias analicen semanalmente los costos ocasionados por pérdidas internas a fin de tomar acciones correctivas y preventivas. Por lo general será el Área de Calidad la responsable porque la

¹² Principios de calidad total: Autor. Ing. Humberto Cárdenas Sierra <http://www.mailxmail.com/curso-gestion-calidad-1/principios-calidad>

información sobre el costo de la calidad esté disponible, pero debe ser responsabilidad de todas las áreas proveer la información que permita elaborar los informes. Es conveniente también que se designe un Coordinador del Costo de la Calidad, que será el encargado de obtener y compilar la información y generar los informes, planillas y gráficos. Promover el análisis y la toma de acciones correctivas y preventivas necesarias. Hacer los ajustes necesarios para la mejor utilización del sistema.¹³

¹³ Costos de calidad: Ing. Nelson H. Pagella. Consultor Ingeniero y Especialista en Calidad pagella.hugo@arlei.com
http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/costosdecalidadgestion/default.asp

CONTENIDO

Siete Desperdicios

- 1) Defectos y Retrabajos. Este es el mayor tipo de derroche, que es la cantidad de trabajo que necesita volverse a hacer, con la consecuente reutilización de recursos para llevarlo a cabo (otra vez). La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas.
- 2) Procesamiento Incorrecto. Este tipo de producto no mejora el producto y se trata de pasos innecesarios o procedimientos/elementos de trabajo (trabajo que no agrega valor al producto). Desperdicios generados por fallas en materia de distribución (layout), disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las fallas en materia de diseño de productos y servicios.
- 3) Sobreproducción. Este tipo de derroche origina material procesado o producto final que no es requerido. La misma es el producto de un exceso de producción, producto entre otros factores de: fallas en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor costo total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción. Cualquiera sea el motivo, lo cual en las fábricas tradicionales suelen ser la suma de todos estos factores, el costo total para la empresa es superior a los costos que en principio logran reducirse en el sector de operaciones. En primer lugar se tienen los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Pero además debe tenerse muy especialmente en cuenta los costos financieros debidos al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados.
- 4) Inventario. Se refiere al material que se acumula en el lugar de trabajo, entre procesos, o como producto final que podría ser entregado al cliente. Tiene muchos motivos, y en él se computan tanto los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por

problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar inventarios ante posibles alzas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos.

- 5) Movimiento. Movimientos sin valor agregado de gente, materiales, piezas o maquinaria. Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad. Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios, constituyendo el sexto tipo de despilfarros. Así por ejemplo situar los departamentos que prestan asistencia al trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado aumenta los movimientos innecesarios. Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía. En las empresas de categoría mundial el personal de primera línea no ha de ir a buscar ayuda, sino que la reclama para que ésta vaya a ellos.
- 6) Espera. Tener que esperar a que otro proceso termine antes de empezar el trabajo. Motivado fundamentalmente por: los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.
- 7) Transportación. Se presenta cuando materiales, información, herramientas o partes no necesarios para la producción JIT se desplazan de un lugar a otro. Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva

a una sobre-utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.¹⁴

Metas

- ✓ Mejora de la calidad. La mejora de la calidad inicia con entender las necesidades y expectativas de los clientes. Diseñar procesos y productos que cumplan las expectativas y requerimientos. Y las decisiones que se tomen, deben ser realizadas por todos los empleados y en cada uno de los niveles de empresa.
- ✓ Eliminar Desperdicios. Para eliminar los desperdicios, debe iniciar imaginando la operación perfecta en la cual deben existir las siguientes condiciones.
 - Los productos o servicios son producidos para llenar o cumplir una orden del cliente (No para el inventario)
 - Dar respuesta inmediata a las necesidades del cliente.
 - Deben existir cero productos defectuosos y cero inventario.
 - Entregar a los clientes productos y servicios de manera instantánea.
- ✓ Reducción del Lead Time. Reducir el tiempo que se necesita para completar una actividad desde que inicia hasta que termina.
 - Es una de las técnicas más eficientes para la reducción de desperdicios y la reducción de costos.
 - Tiempo de ciclo. (Simple proceso de operación)
 - Lotes retrasados. (espera a que un lote sea completado)
 - Procesos retrasados. (El tiempo que deben esperar los lotes antes de que una operación finalice para que pueda iniciar la siguiente)
- ✓ Reducción de Costos Totales.
 - Para que el costo de administrar sea exitoso, cada uno en lo organización debe contribuir al esfuerzo.

¹⁴ Siete desperdicios: Villaseñor Contreras Alberto y Galindo Edber. Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. México: Limusa, 2007

- Para minimizar los costos de operación de una empresa Lean. La empresa debe, solo producir lo que el cliente demanda.
- Es un error maximizar el uso de la capacidad instalada. Solo se producen desperdicios.
- Costos fijos.
- Costos variables.

Tiempos y Movimientos¹⁵

¿Por qué vamos a medir?

- Para saber la cantidad de trabajo.
- Para saber el costo de precio.
- Valorización de la cuenta de operación.
- Estudiar y valorar las instrucciones de operación.
- Para la creación de diagrama hombre-máquina.
- Balanceo de las operaciones.
- Midiendo la eficiencia de producción.
- Cálculo del costo de no calidad.
- Análisis de flujo.
- Costo de producto estimado por consulta.

Inicio de trabajo

- Definición del objetivo: El tiempo del método no depende del objetivo, pero el uso y la interpretación puede ser determinación de capacidad.
- Determinación del área cubierta: Ejemplo: Inspección final a embalaje de producto.

¹⁵ Toma de tiempos: Manual de entrenamiento de toma de tiempo. Le Belier. LBQ Foundry Publicación interna, 2008.

- Definir la necesidad del personal: Ejemplo: ¿Se necesita una persona más para ejecutar la medición?
- Disponibilidad del tiempo del encargado: Se tiene que estar seguro de que el encargado tendrá disponibilidad del tiempo necesario para medir con el objetivo.
- Significado de la disponibilidad de producción: Ejemplo: Estar seguro de que la línea está trabajando referencia necesaria, que no hay paros en la línea.

Recolección de información

- Análisis del documento Ejemplo: Flujo del proceso, instrucción de trabajo.
- ¿Se necesita recolectar otra información? Ejemplo: Cantidad planeada/alcanzada, % de desecho externo e interno, tiempos bajos, TRS, cantidad alcanzada por el cambio.
- Expediente de ediciones Ejemplo: El trabajo hecho no está nivelado con el flujo de proceso siguiendo los requerimientos del cliente.
- Análisis de condición del trabajo. Condición del trabajo (temperatura, humedad, luz, olfato, peso levantado (Esta tarea puede ser delegada)).

Observación de la estación de trabajo y declaración de estabilidad

- Primera observación de la estación de trabajo.
 - Identificar los pasos del proceso con el documento.
 - Chequeo de piso (gamba) con el documento recolectado.
- Pasos adecuados para realizar la observación:
 - Ir a piso (gamba) y representar la observación.
 - Tomar la primera película en piso (gamba) y verla después

El objetivo es comenzar a estabilizar la estación de trabajo para comenzar a ser capaces de realizar las mediciones.

- Pero, ¿qué es una estación de trabajo estable?

Es una secuencia de actividades en determinado orden. Todas las actividades las cuales están usando recursos para permitir la colocación de elementos de entrada y de salida, considerándolos como procesos. Las actividades son reproducibles y tienen secuencia cíclica.

Una estación de trabajo es estable

- Si el proceso definido es aplicable.
- La instrucción de operación es conocida y aplicada por el operador.
- Si la producción de medios y recursos está disponible.
- La variación del tiempo no es muy importante.
- El trabajador tiene buenos conocimientos del trabajo, una buena experiencia y un buen hábito en la manera de operar la estación de trabajo.
- Los resultados de los procesos son estables. (Ejemplo: desecho)

El objetivo depende de la toma de tiempos. Se tendrán que identificar y aislar los desechos. De hecho, para la identificación y aislamiento de los desechos, se tendrá que nivelar el paro de operaciones con los desechos.

¿Cuáles son los siete desechos (basuras)?

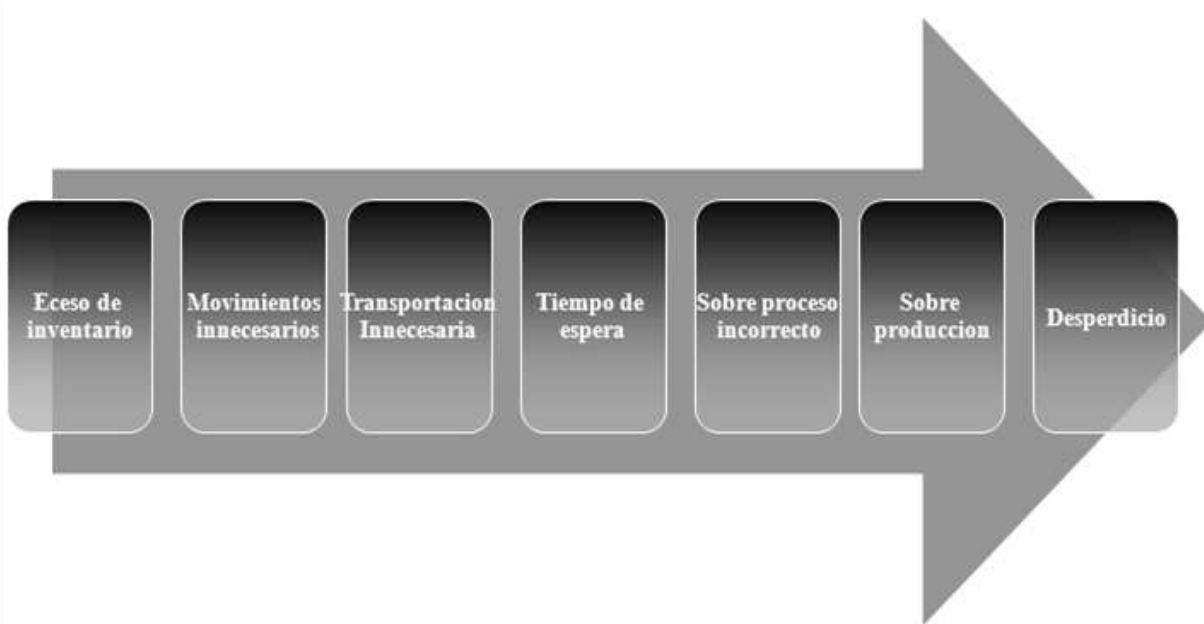


Figura 2

Teniendo en cuenta lo anterior identificar áreas de oportunidad

- El objetivo está hecho para una estación de trabajo estable.

Aplicar un plan de acción:

- No es especialmente la responsabilidad del tomador de tiempos.
- Toda la gente debe implicarse en este paso, este es un equipo de trabajo.
- El tomador de tiempos puede formar parte en este paso.
- La medición sigue hasta que la estación de trabajo está estabilizada.

División de las operaciones

- Cartografía del proceso

El objetivo es definir precisamente los diferentes pasos necesarios para la secuencia de producción del producto.

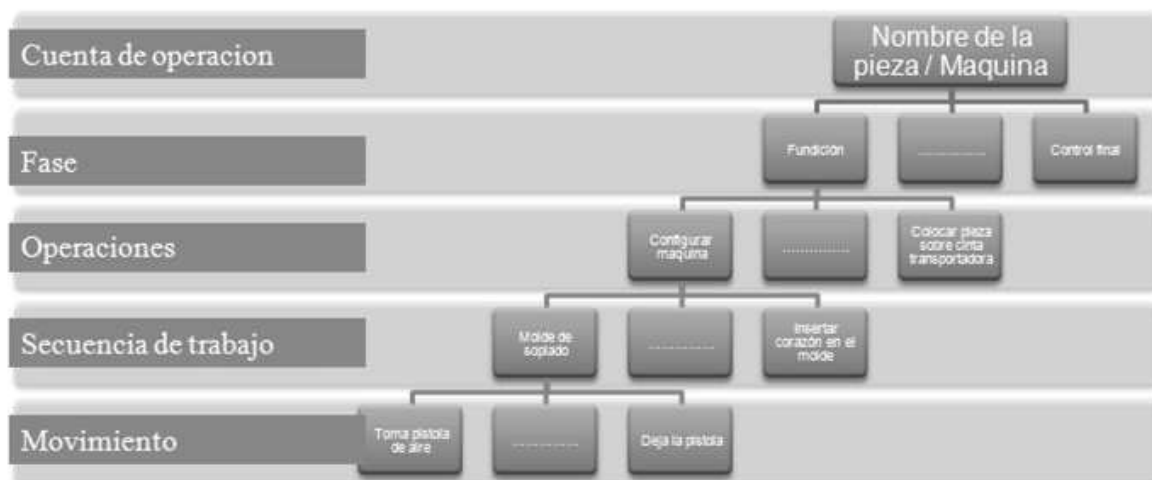


Figura 3¹⁶

Definiciones:

- ✓ Cuenta de la operación / Procesos: Ejemplo; Fundición, base de arena, maquinado.
- ✓ Fases: Las actividades principales de los procesos. Todas las actividades realizadas en la misma estación de trabajo para la misma unidad de producto.
- ✓ Operaciones: Acciones hechas en el material o en el producto, nivelar la secuencia y participación con un grupo de trabajo ordenado en una estación de trabajo.

¹⁶ Ibid.

✓ Secuencia de trabajo: Estación de trabajo hecho de una sucesión de actividades lógicas.

✓ Movimientos: Actividades básicas.

○ Definición de las secuencias de tiempo

Secuencia = Secuencia del trabajo

- Perfectamente identificado (El momento inicial y el final son claros).
- La duración de la secuencia más corta debe ser superior o igual a 2, 4 segundos.
- Separación de la secuencia manual o la secuencia automática.
- Separación por frecuencia.
- La interrupción debe ser capaz de separar los diferentes tipos de desecho (basura) si es necesario. (Dependiendo del objetivo).
- Si las secuencias de un grupo están siempre hechas pero no en el mismo orden, se tendrá que hacer sólo una secuencia la cual recolectara las diferentes secuencias.

○ Tipos de tiempo

DURANTE EL MODELADO		DURANTE EL ANALISIS
NATURALEZA	FRECUENCIA	POSICION
Tm Tiempo manual	Tf Tiempo de frecuencia	Tz Tiempo oculto(="z")
Tt Tiempo tecnológico	Ts Tiempo de series ("s")	Tr Tiempo residual
Ttm Tiempo técnico-manual		Te Tiempo balance (=“e”)
		Tx Tiempo de travesía(="x")

Tabla 1¹⁷

¹⁷ Ibid.

- Tm: tiempo manual = tiempo humano.
Este tiempo es nivelado con la comprobación humana (movimientos) o trabajo mental.
 - Tt: Tiempo tecnológico
Tiempo de trabajo de una máquina o un equipo sin uso.
 - Ttm: Tiempo técnico-manual
Tiempo de trabajo en el cuál un operador está ligado con la máquina o equipo.
 - Tf: Tiempo de frecuencia
Tiempo para una secuencia la cual esta repetida con una determinada frecuencia. (Ejemplo: control visual cada 15 partes).
 - Ts: Tiempo de series
Tiempo por una secuencia la cual está hecha para cada serie.
- Establecer la Hoja de Medición
Ver formato anexo, pagina 57.
 - Medios para la medición
 - ✓ Tomar película
 - Con Videocámara (la cual puede ser usada como soporte con la computadora)
 - Posición (en orden capaz de identificar cada secuencia).
 - ✓ Tiempo tomado en piso (gamba)
 - Tiempo tomando con cronómetro.
 - Utilizar las hojas de medición.
 - ✓ Entrevista con la gente involucrada con la medición del trabajo.
 - Hay dos maneras de medir los procesos:
 - 1) La toma de tiempo
Este método tiene como objetivo la medición de las secuencias de trabajo las cuales están siguiendo un orden determinado, por medición en piso (gamba) con cronómetro.

2) Película tomada

En vez de medición en gamba previamente, el tomador de tiempo tomara una película que estudiará luego.

○ Respecto a la entrevista

Poner atención a las respuestas de las preguntas ¿Cuál es su función aquí? Depende del hábito de la gente, puede no ser el mismo. Entonces se tienen que cruzar opiniones con gente diferente.

Preguntar a la gente:

- ¿Qué no ha hecho durante el tiempo transcurrido?
- ¿Cuál es su objetivo cada jornada?

Durante esta etapa, el tomador de tiempo puede tener una declaración del operador.

○ Preparación de trabajo necesaria antes de la medición

1) Análisis de los datos

- Ver las películas.

2) Precisión de las secuencias y establecer hoja de medición.

- Hacer los ajustes necesarios.

3) Identificar el tiempo por naturaleza y frecuencia.

4) Preparación del planeamiento de mejora.

- Ejemplo: Qué, cuándo, cómo (método, número de mediciones), dónde.

- Declaración del ritmo.

5) Preparar material necesario:

Preparación de las hojas de medidas (fotocopias), Siguiendo la planeación de producción, preparaciones técnicas.

○ Estrategia de medición

Para medición de secuencias cortas, q sean mayores o iguales a 2,4 segundos, de lo contrario asignar la fracción de tiempo a la operación anterior.

Hay algunas operaciones para las cuales una referencia no tiene influencia sobre su duración.

¿Cómo medir horizontalmente o verticalmente?

Todas las mediciones deben ser correspondientes al ciclo y de acuerdo a la secuencia de las actividades que se realizan en ese momento.

Secuencia	Nº de medición					
	1	2	3	4	5	6.....
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Tabla 2

Para tiempo manual (T_m), en función de la duración del ciclo

Minutos	0,1	0,25	0,5	0,75	1	2	5	10	20	40	≥ 40
Mediciones	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

Tabla 3¹⁸

Se buscará tomar al menos 20 mediciones.

Para el tiempo técnico-manual (T_m) 3 mediciones son suficientes si no hay mucha variación.

La medición por sí misma no es lo suficientemente determinante respecto al tiempo. Un ajuste deber ser determinado para ajustar el ritmo de trabajo.

- Declaración del ritmo de trabajo

La declaración del ritmo de trabajo es determinado para obtener la referencia de tiempo del tiempo de medido.

¹⁸ Tabla 2 y Tabla 3, Ibid.

- ✓ Ritmo: Velocidad instantánea, esta velocidad depende de la rapidez y exactitud de los movimientos hechos de acuerdo con la instrucción de trabajo.
 - ✓ Declaración del ritmo de trabajo: Apreciación del ritmo del trabajador en comparación de la referencia del tiempo de trabajo.
 - ✓ Referencia del ritmo de trabajo: El ritmo convencional seleccionado y definido con el cual, la toma de tiempo decide la actividad del operador.
- Declaración del ritmo por actividad

$$\begin{aligned}
 &\text{Tiempo medido} * \text{declaración del ritmo por actividad} \\
 &= \\
 &\quad \text{Constante} \\
 &= \\
 &\quad \text{Tiempo de referencia}
 \end{aligned}$$

- ✓ Hay tres tipos de declaración de paso:
 - Declaración de paso JA (en francés “jugement d’Allure”, Declaración del ritmo).
 - Declaración de la eficacia (en francés “jugement d’Efficacité”, Declaración de la eficacia).
 - Declaración de actividades globales JGA (en francés “jugement global d’Activité”, Evaluación global de la actividad).
- JA: Declaración del ritmo
- Se aplica si:
- Se estabiliza el trabajo y el trabajo es repetitivo.
 - La duración de la secuencia está entre 20 y 30 minutos.

Esta declaración se aplica en cada medida y el encargado del tiempo debe ser entrenado con una ayuda específica.

- JE: Declaración de la eficacia
El encargado del tiempo decidirá una JE por secuencia.

Es aplicable para:

- Más trabajo, menos estabilizado y no muy repetitivo.
- La duración de la secuencia general es de 20 minutos.

La declaración de eficiencia está basada en 4 factores:

- 1) La habilidad del operador.
- 2) La eficiencia del operador.
- 3) El ambiente de la estación de trabajo.
- 4) La estabilidad del tiempo.

- JGA: Declaración de la actividad Global
 - Es usado para estabilizar mas y menor el trabajo y trabajo no muy repetitivo.
 - La duración del trabajo es en general mayor a 1 hora.
 - El tomador de tiempo debe tener un buen conocimiento de las actividades observadas.
 - Es usado en vez del JE si no hay las suficientes mediciones.
 - El JGA es lo mismo para todas las secuencias.

- Filmación / Medición

El tomador de tiempo

- El tomador de tiempo tiene que comunicar al operador el objetivo de la toma de tiempo.
- Se mide el trabajo no al trabajador, las medidas no son para revisar a los trabajadores, ni para improvisar la estación de trabajo.

- El tomador de tiempo debe establecer un clima de confianza.
 - El tomador de tiempo no debe interferir con el trabajo.
 - El tomador de tiempo debe estar trabajando eficazmente.
- Tiempo tomado
- ¿Cómo manejar una secuencia no planeada? No se debe engañar. Un tomador de tiempo debe ser capaz de ver todo lo que pasa, de anunciar todo lo que sucede y debe ser capaz también de medir lo que pasa.
 - La frecuencia del tiempo debe ser medida como se necesite en función de su duración (promedio de 20 mediciones) si es posible. Estas operaciones son más raras pero la medición tiene el mismo resultado de error.
 - La medida de diversos cambios no debe ser hecha si el encargado del tiempo no conoce bien el trabajo.
 - Pensando en el sistema de la notación. El objetivo es poder observar todo lo que suceda durante el día.
- Las unidades de tiempo
Depende del cronómetro, la unidad no puede ser igual:
- dmh (1/10 000 de hora)
 - cmn (1/100 de minuto)
 - ch (1/100 de hora)
 - dh (1/10 de hora)
 - cmh o tmu (1/100 000 de año)
 - 1 dmh = 0,36 segundos
 - 2,78 dmh = 1 segundo
- Las secuencias de trabajo
- El tomador de tiempos debe de interrumpir el trabajo dentro de una fracción de tiempo tomado.
 - Cada fracción es nivelada con una secuencia de trabajo definida por el inicio y el final el cual debe estar perfectamente identificado.

- Las fracciones son para permitir:
 - La secuencia de trabajo de diferente naturaleza.
 - La secuencia de trabajo de diferente frecuencia.
 - La secuencia de trabajo de diferentes condiciones de trabajo (dureza del trabajo y de la atmósfera).
- Determinación del tiempo

Para definir la operación asignada de tiempo, tenemos que tomar en consideración la condición del trabajo.

- Posición del trabajo
- Esfuerzo físico
- Esfuerzo mental

La tabla del coeficiente de apoyo está para tomar en la consideración el esfuerzo que el operador tiene que proporcionar para realizar su tarea.

- DP del coeficiente de apoyo
Estándares OST y BIT (Buro internacional del trabajo)

Hombre:

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES COEFFICIENTS DP												
Position												
Effort combiné												
Effort (en kg)	0 à 1	1,08	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,24	1,26	1,28	1,32	1,39
	1 à 3	1,09	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,25	1,27	1,29	1,33	1,40
	3 à 6	1,10	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,26	1,28	1,30	1,35	1,41
	6 à 10	1,12	1,15	1,17	1,19	1,21	1,24	1,28	1,30	1,33	1,37	1,44
	10 à 15	1,14	1,17	1,19	1,21	1,24	1,26	1,30	1,33	1,35	1,40	1,46
	15 à 20	1,16	1,19	1,21	1,23	1,26	1,28	1,32	1,35	1,37	1,42	1,49
	20 à 25	1,18	1,21	1,23	1,26	1,28	1,30	1,35	1,37	1,40	1,44	1,51
	25 à 30	1,20	1,23	1,25	1,28	1,30	1,32	1,37	1,40	1,42	1,47	1,54
	30 à 35	1,22	1,25	1,27	1,30	1,32	1,35	1,39	1,42	1,44	1,49	1,56
	35 à 40	1,24	1,27	1,29	1,32	1,34	1,37	1,42	1,44	1,47	1,52	1,59
40 à 45	1,26	1,29	1,31	1,34	1,36	1,39	1,44	1,46	1,49	1,54	1,61	

Tabla 4

Mujer:

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES COEFFICIENTS DP												
MAIN D'ŒUVRE FEMININE												
Position												
Effort combiné												
Effort (en kg)	0 à 1	1,07	1,10	1,12	1,13	1,15	1,17	1,21				
	1 à 3	1,08	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,23				
	3 à 6	1,10	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,26				
	6 à 10	1,13	1,17	1,19	1,21	1,23						
	10 à 15	1,18	1,21	1,24	1,26	1,30						
	15 à 20											
	20 à 25											
	25 à 30											
	30 à 35											
	35 à 40											
40 à 45												

Tabla 5¹⁹

¹⁹ Tabla 4 y Tabla 4, Ibid.

Coeficiente adicional aplicado en DP

0,02 Si la pieza dirigir es demasiado grande.

0,04 Si el cuerpo tiene que doblar más de 90° y/o girar el torso más de 90°.

○ Aplicaciones del DP

- Si en la misma secuencia el operador tiene diferentes posiciones, se tendrá que tomar el DP de la posición más frecuente.
- Es posible que para diferentes secuencias, la posición no es la misma, entonces se debe decidir un DP por la secuencia.
- “La cabeza en negro”: El operador está ejecutando un esfuerzo físico y mental al mismo tiempo, o la actividad es una actividad mental
- La secuencia con DP arriba de 1,2 debe estar estudiada en términos ergonómicos para mantener bajo el DP.

○ Coeficiente de la Atmosfera (A)

Coeficiente de la atmósfera (A)

El coeficiente de la atmósfera depende de la temperatura y de la hidrométrica

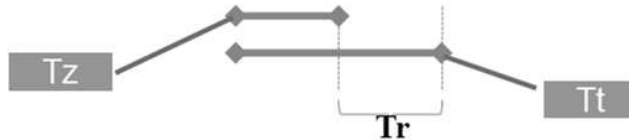
Temp ° hygro	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°
0%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,10	1,22	1,33	1,45	1,55	1,65	1,75	1,83	1,95
10%	1,00	1,00	1,00	1,04	1,07	1,19	1,30	1,45	1,60	1,70	1,83	1,98	2,15	2,30
20%	1,00	1,00	1,00	1,07	1,15	1,30	1,45	1,60	1,75	1,90	2,10	2,30	2,62	2,94
30%	1,00	1,00	1,04	1,10	1,25	1,41	1,60	1,75	1,90	2,15	2,39	2,75	3,12	3,50
40%	1,00	1,00	1,07	1,19	1,37	1,55	1,75	1,98	2,20	2,55	2,90	3,35	3,73	4,12
50%	1,00	1,04	1,10	1,25	1,50	1,70	1,90	2,20	2,55	2,94	3,40	3,90	4,20	4,60
60%	1,00	1,07	1,17	1,37	1,65	1,83	2,10	2,47	2,90	3,35	3,80	4,20	4,70	5,40
70%	1,00	1,10	1,25	1,50	1,75	2,00	2,36	2,80	3,35	3,90	4,30	4,90	5,60	
80%	1,04	1,17	1,37	1,65	1,90	2,20	2,62	3,12	3,66	4,20	4,70	5,40		
90%	1,07	1,23	1,45	1,75	2,06	2,47	3,00	3,50	4,00	4,60	5,10			
100%	1,10	1,30	1,60	1,90	2,30	2,80	3,35	3,90	4,50	5,30				

Tabla 6

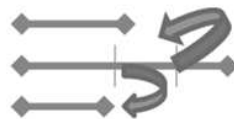
Tz: Tiempo oculto
 Tiempo hecho durante otro tiempo (ejemplo: un tiempo manual T_m hecho durante el trabajo de máquina T_t)



Tr: Tiempo residual
 Tiempo diferencial entre Tz y et la cuál esta oculto.



Te: Tiempo balanceado



Tx: Tiempos cruzados (ejemplo: Un operador se mueve de una máquina a otra).

Figura 4²¹

○ Diagrama Hombre – Máquina

- Esta herramienta proveerá una “fotografía” de lo que se ha estado midiendo.
- Interrupción de los recursos (máquina y operador) .
- Representación visual del ciclo por tipo de tiempo.
- Es un análisis de la herramienta el cual permitirá balancear el trabajo hecho por los trabajadores.
- Esta herramienta permitirá encontrar algunas oportunidades.
- Un diagrama hombre-máquina está usualmente hecho por medio de una referencia.
- Si hay más de una referencia, tendremos que cuestionarnos lo que el objetivo es capaz de representar en el diagrama hombre-máquina.

²¹ Ibid.

- Como por ejemplo:
 - Cálculo de la capacidad
 - Tiempo asignado para una operación.
- Definiciones
 - Ciclo: Sistema de operaciones hechas en la misma estación de trabajo para una unidad de producción, en un determinado orden, en un periodo de tiempo.
 - Periodo: duración del ciclo.

Para el cálculo de periodos de ciclo, no se tomara en cuenta el primer ni el último ciclo.

- Representación gráfica de un ciclo

- Hombre – Máquina

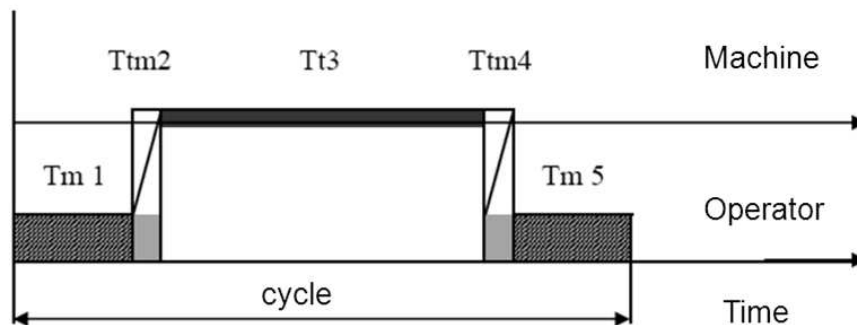


Figura 5

INDICACION








	Tm – Tiempo manual
	Tmt – Tiempo tecnológico
	
	Ttm – Tiempo técnico-manual
	
	Tr – Tiempo residual
	Tx – Tiempo cruzado

Figura 6²²

- Ejemplo de medición de un ciclo manual

Operador 1

N°	Secuencias	Tiempo (min)	Naturaleza del tiempo	Frecuencia	Posición
1.	Tomar la parte del tunel	2	Tm1		
2.	Colocar la parte en la máquina	2	Tm2		
3.	Iniciar la máquina, remoción de la base.	6	Ttm1		
4.	Poner lejos la parte de la mesa	2	Tm3		
5.	Después de cada 10 partes, mover a la sierra.	8	Tm4	Tf1/10	Tx
6.	Poner la parte en la herramienta	4	Tm5		
7.	Aserrar	6	Ttm2		
8.	Poner lejos la parte de la mesa.	2	Tm6		
9.	Después de cada 10 partes, mover de vuelta a la remoción de la base.	8	Tm7	Tf1/10	Tx

Operador 2

²² Figura 5 y Figura 6, Ibid.

N°	Secuencias	Tiempo	Naturaleza del tiempo	Frecuencia	Posición
1.	Proporcionar 10 partes a molienda.	12	Tm8	Tf1/10	Tx
2.	Tomar la parte	2	Tm9		
3.	Moler la parte	4	Ttm3		
4.	Colocar la parte lejos de mesa	2	Tm10		

Representación grafica del ciclo

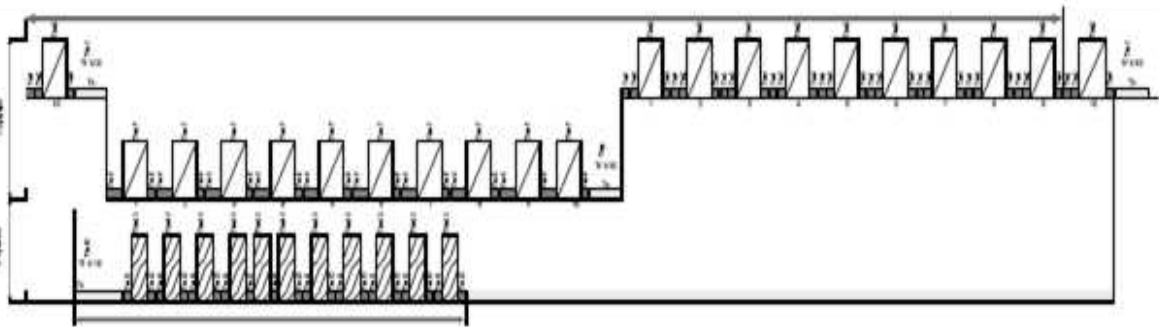


Figura 7

- Cálculo del periodo (ciclo para 10 partes):

$$P = (Tm1 + Tm2 + Ttm1 + Tm3) \times 10 + Tm5 + Tm4 + (Tm5 + Ttm2 + Tm6) \times 10 + Tm9$$

$$P = (2 + 2 + 6 + 2) \times 10 + 8 + (4 + 6 + 2) \times 10 + 8 = 256'' \text{ (25,6'' por parte)}$$

$$\text{Cantidad / hora} = 3600/25,6 = 140 \text{ p}$$

$$\text{Tiempo} = 266 \text{ segundos}$$

Finalmente el WIP (Trabajo en proceso; Work in process) es alto y una persona debe estar esperando su tiempo.

- Cantidad de trabajo del operador N°1

$$\% \text{ OP1} = [S \text{ Tm} + S \text{ Ttm}] / P$$

$$\% \text{ OP1} = [((Tm1 + Tm2 + Ttm1 + Tm3) \times 10 + Tm5) + Tm4 + (Tm5 + Ttm2 + Tm6) \times 10 + Tm9] / P$$

$$\text{OP1} = 100\%$$

- Cantidad de trabajo del operador N°2

$$\% OP2 = [(Tm9 + Ttm 3 + Tm10) \times 10 + Tm8] / P$$

$$Utm2 = [(2 + 4 + 2) \times 10 + 12] / 256 \times 100 = 36\%$$

- Ejemplo de medición de un ciclo Hombre - Máquina

N°	Secuencia	Tiempo	Naturaleza de tiempo	Posición
1.	Descargar la base de la caja	12''	Tm1	
2.	Iniciar la máquina	2''	Ttm2	
3.	Fabricación de 6 en la base de la caja de la máquina	60''	Tt3	
4.	Pintar la base y colocarla lejos de la carretilla	104''	Tm4	Tz

- Representación grafica del ciclo

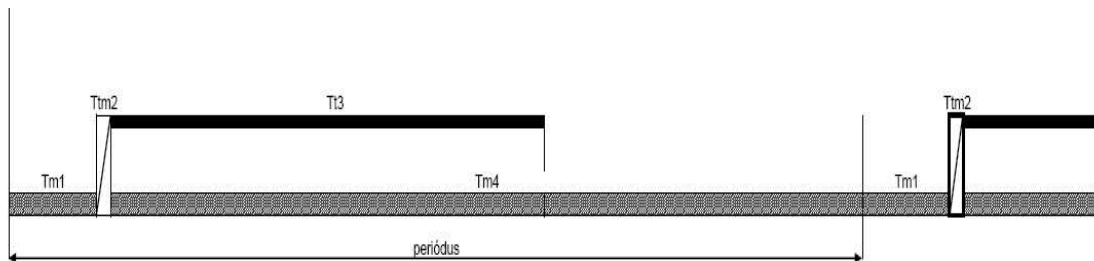


Figura 8

Cálculo del periodo del ciclo:

$$P = Tm1 + Ttm2 + Tt3 + (Tm4 - Tt3) = 12 + 2 + 60 + (104-60) = 118''$$

- Cálculo del número de parte producida por hora:

$$\text{Parte/ hora} = 1 \text{ hora} / \text{periodo} = 3600 / 118 = 30,$$

$$\text{Caja de la base 6 cavidades: } 30,5 \times 6 = 183 \text{ partes /hora}$$

- Cantidad de trabajo del operador:

$$OP = (S T_m + S T_{tm}) / P = (12 + 2 + 104) / 118 = 100\%$$

- Uso de la máquina:

$$M = (S T_t + S T_{tm}) / P = (60 + 2) / 118 = 52 \%$$

○ Oferta de la mejora

- Principios y soluciones

Cuatro posibilidades de mejora:

- 1) Remover o reducir la transportación y movimientos innecesarios.
- 2) Mejore la condición y seguridad del trabajo.
- 3) Use tanto como sea posible el tiempo oculto.
- 4) Balance de operación el cual permitirá trabajar el flujo de una pieza, reducir la cantidad de tiempo y reducir la acción.

En la función de la fisiología del trabajo a realizarse (especialmente para los movimientos repetidos):

- 1) Las dos manos deben iniciar y finalizar en el mismo momento.
- 2) Las dos manos no deben parar en el mismo momento.
- 3) El movimiento de las dos manos y brazos debe ser simétrico.

- Movimientos que deben estar en una categoría más baja
 - Movimiento de dedos.
 - Dedos y muñecas.
 - Dedos, muñecas, y antebrazos.
 - Dedos, muñecas, antebrazos y brazos.
 - Dedos, muñecas, antebrazos, brazos y hombros.

La fuerza de inercia debe ser lo más utilizada como sea posible si ayuda al trabajo y se reduce tan necesariamente en lo posible si está en contra del trabajo.

Continuamente, los movimientos curvilíneos son mejores que paros de línea o cambios bruscos de dirección.

Los movimientos no controlados son más fáciles, más rápidos y menos cansados que uno controlado.

El movimiento debe ser rítmico. Tenga cuidado con la constancia en surtir materia prima, en la oferta y manejo de herramienta.

- Movimientos principales en función a la organización del área de trabajo.

El área de trabajo debe tener las 5S

La estación de trabajo debe estar optimizada.

El uso de distribuidores de gravedad y contenedores, surten más fácilmente la parte proporcionada y necesita dos veces menos tiempo que tomar partes y ponerlas en flujo.

Los canales inclinados deben ser usados para la evacuación de las partes lo más pronto posible.

La materia prima y herramientas deben estar localizadas en el área asignada de trabajo.

La iluminación del área de trabajo debe estar lo suficientemente bien iluminada para permitir una buena condición de la estación de trabajo.

La altura de la estación de trabajo y asientos debe permitir al operador trabajar alternadamente en el lugar inicial y de reposo.

- Principio de la economía de movimiento, debido también herramientas y equipos

La mano debe de estar relevando el trabajo lo cual puede estar hecho por herramientas o dispositivos accionados (pedal).

Combinar diferentes herramientas en una si es posible.

Cuando diferentes dedos deben trabajar con un movimiento específico de cada uno de ellos, la carga debe ser equilibrada entre ellos. Poner atención del equipo que está trabajando con la presión de la muñeca.

La parte donde se toma la herramienta debe tener una superficie de contacto más grande que el área de dirección de la mano.

Palancas, Cruces y ruedas deben estar localizadas para evadir el movimiento del cuerpo del operador cuando las usa.

El control debe estar localizado entre el hombro y la cintura.

Resultados

Con base en el estudio realizado seremos capaces de obtener lo siguiente:

- ✓ Tiempo promedio para cada operación.
- ✓ Tiempo promedio de las operaciones.
- ✓ Porcentaje de tiempo por operación.
- ✓ Requerimiento (piezas) en horas por semana.
- ✓ Tiempo promedio de transporte entre operaciones.
- ✓ Tiempo promedio de empaque.

Para complementar estos datos necesitaremos conocer los requerimientos por semana (preferentemente) a producir, la capacidad de los contenedores o bandas transportadoras (si es q las hay).

Conjuntando lo anterior en una tabla y hechos los respectivos cálculos obtendremos una tabla como la siguiente:

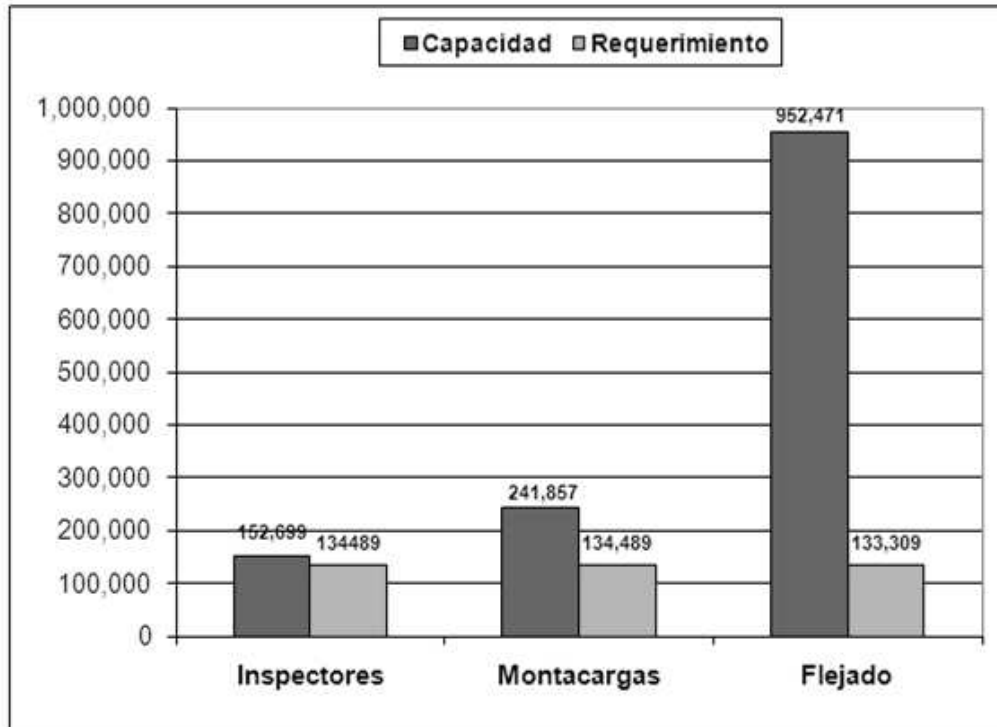
Calipers Numero de parte	Prom Req		Pzas x		Embalaje min/pza	%	Req Hrs/Wk	PP min/pza	
	min/pza	pzas/hr	3Wk (14-16)	Cont					min/cont
1133879922.9/21.9	0.39	154	10685	180	1.2	0.0067	45	1.2	4167
179266601/602	0.56	108	5115	700	1.4	0.0020	13	0.2	2849.2
16210901/902	0.57	105	2901	450	1.4	0.0031	21	0.2	1662.5
17720201/202	0.40	149	803	450	1.4	0.0031	21	0.0	324.28
Total			19504	1780	5.4	0.0149	100	1.5	9003
			445	1.35	0.0037				

Tabla 8²³

Esta información es fundamental para el desarrollo de la siguiente etapa, ya que es definitiva y nos mostrara de forma real y exacta, en qué nivel se encuentra el proceso y entonces podremos tomar decisiones.

Lo anterior se tratará de complementarlo haciéndolo de una forma más grafica, y reafirme lo que se ve en los números. A estas alturas la persona encargada de la medición del tiempo debe estar preparada para seguir con este proceso, pues debe completar el estudio hasta el final, de ser necesario, la persona debe presentar estos resultados a las personas involucradas, jefe directo, gerente, etc.

²³ Hoja de cálculo: Autor: Victor Moreno. moreno.v87@gmail.com para Le Belier LBQ Foundry., 2011



	Inspectores	Montacargas	Flejado
	22	2	2
Capacidad	152.699	241.857	952.471
Requerimiento	134489	134.489	133.309

Figura 9 - Tabla 9²⁴

Esta será la forma en que resumiremos los resultados, como se muestra en la figura la capacidad está muy por encima del requerimiento en una determinada operación, es más que evidente, no solamente se tendrá tenemos el tiempo promedio, también se obtienen los números reales que muestran los requerimientos de forma concisa, entonces es aquí donde podemos iniciar a tomar acciones, eliminar desperdicios e implementar mejoras.

²⁴ Grafica Capacidad vs Requerimiento: Victor Moreno. moreno.v87@gmail.com para Le Belier LBQ Foundry., 2011.

CONCLUSIONES

Como se ha estado mencionando, el encargado de tomar el tiempo debe tener la preparación y el conocimiento necesario técnico y teórico para realizar esta tarea y completarla satisfactoriamente, ya que solo él podrá identificar de forma exacta donde se encuentra el desperdicio y las áreas de oportunidad más claramente que nadie dentro de la organización.

Durante el proceso es recomendable llevar un registro donde se complemente el estudio de tiempos, ya sea registrando actividades donde se pueda implementar una mejor, comentarios sobre el operador, condiciones del área de trabajo recurrentes y en general todo tipo de cosas que puedan significar un beneficio.

El método propuesto aquí, no necesariamente debe ser realizado al pie de la letra, se debe adaptar de la mejor forma de acuerdo a los objetivos, necesidades y capacidad de donde se proponga hacer un estudio de este tipo.

En mi opinión resulta ser una experiencia nueva relacionar directamente los tiempos y movimientos con los ya identificados 7 desperdicios. La bibliografía actual no relaciona del todo estas dos herramientas, y el resultado tal vez no es el más rápido, pero considero que es uno de los más eficientes y donde se observa de forma concisa donde es que se tiene que actuar, ya sea sobre el personal, maquinaria, herramienta o material, la identificación es exacta. A mi parecer esta actividad no debería ser tomada con una práctica más de la ingeniería de métodos, ya que la base que representan los tiempos y movimientos es más que clara en muchos sentidos, y seguirá utilizándose, aunque no siempre con los objetivos bien claros y estructurados como se debería.

El método completo como tal, implica cierto reto para cualquier persona que esté dispuesta o se vea en la necesidad de aplicarlo, pero las recompensas son muchas, al igual que el aprendizaje, incluso siendo una persona con experiencia en el área. Como se mencionaba anteriormente, el método puede adaptarse según los objetivos, pero si necesariamente tendría que abordarse hasta la conclusión del mismo, donde se obtenga la mayor información posible y así asegurarnos de que lo hecho prácticamente no tiene ningún error, o incluso podría adaptarse para ir más allá de lo que aquí se presenta.

Timme keeping sheet

Name:

Date:

To= Mesuring time

	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	To 6	To 7	To 8	To 9	To 10	To 11	Total
1.cycle												
2.cycle												
3.cycle												
4.cycle												
5.cycle												
6.cycle												
7.cycle												
8.cycle												
9.cycle												
10.cycle												
11.cycle												
12.cycle												
13.cycle												
14.cycle												
15.cycle												
16.cycle												
17.cycle												
18.cycle												
19.cycle												
20.cycle												
21.cycle												
22.cycle												
23.cycle												
24.cycle												
25.cycle												
Total											0.00	
Nb of full measured cycle												

Measured time total

Real mesured time:

Erreur relative

Variation %

JE (EFFICIENCY PACE STATEMENT)

-0.16	-0.22	-0.05	-0.10	0	-0.03	-0.06	-0.08	-0.11	-0.13	-0.15					
MEDIOCRE HABILITY	PASSABLE HABILITY	AVERAGE HABILITY	GOOD HABILITY	EXCELLENT HABILITY	EXCEPTIONAL HABILITY										
<ul style="list-style-type: none"> Novice or incapable operator Operator does badly understanding his work The operator is stopping between movements The operator is doing a lot of mistakes The operator has maladroït gesture The operator has a lack of self-confidence The operator is reading drawing with difficulties 	<ul style="list-style-type: none"> Not very suitable for the work but he is getting use with the work Quite new in his position The operator knows the work sequence and don't has no much hesitation Sometime maladroït Quite familiar with the work station Do not have full self-confidence More able to read a drawing 	<ul style="list-style-type: none"> Working with an usefulness ability Self confident Suitable with the work The operator is following the determinate process without big hesitation The operator is understanding the tooling Well organized and with foresight Able to have a good reading of a drawing Provide a correct work. 	<ul style="list-style-type: none"> Operator is clearly upper to the average Quick understanding Have no hesitation Works without paying big intantion to what is doing Works with a sustained pace Quick in his gestures Works in accordance with the specification Able to teach other Work with well linking movement. 	<ul style="list-style-type: none"> Operator has a very precise movement Quick Suitable for the work Doing any mistakes Precise with a lot of controlled movement Has a good pace Provide a quality work Naturally talented Self confident. 	<ul style="list-style-type: none"> The same that the previous description with a height level. Provided this work for years Naturally talented Work with very speeded movement The best of all 										
MEDIOCRE EFFICIENCY	PASSABLE EFFICIENCY	AVERAGE EFFICIENCY	GOOD EFFICIENCY	EXCELLENT EFFICIENCY	EXCEPTIONAL EFFICIENCY										
<ul style="list-style-type: none"> The operator is killing time Do not really like his work Do not accept any suggestion Works slowly Fake the time by: <ul style="list-style-type: none"> Unnecessary transportation Unnecessary movement With not tidy area Touching up work Using wrong tools 	<ul style="list-style-type: none"> The same as previously but attenuated Unwilling for suggestions Dispersing his attention Using the minimum of energy to the work The operator change the work instruction 	<ul style="list-style-type: none"> Neither good nor bad Provide a regular work Willing the suggestions without provide some Keeping well his work station Paying intention to his work Reduce his movement to what is needed No provide his full capacity. 	<ul style="list-style-type: none"> Lost a small amount of time Interested by his work Have the optimum pace Consistuous Ask for advica, make suggestions Use the new methods. 	<ul style="list-style-type: none"> Work quickly Very interested in his work Accepts new suggestions and make a lot of suggestion. Work at the maximum pace Wanted to do better than the others Use the best tools and the best work. 	<ul style="list-style-type: none"> Have a pace impossible to sustain. 										
-0.12	-0.17	-0.04	-0.08	0	+0.02	-0.05	-0.08	-0.10	-0.12	-0.13					
<p>Work conditions which are covering the material atmosphere coefficient judge on the habitual work condition of the similar work station.</p>															
<p>Time stability is the stability that we considered to be the right one for the work station. We start on the perturbation observed and compare with that should be the normal rate of perturbation on this work station.</p>															
<table border="0"> <tr> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Ideal Excellent Good Average Passable Mediocre </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Ideal Excellent Good Average Passable Mediocre </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> -0.04 -0.04 -0.02 0.00 -0.03 -0.07 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> -0.04 -0.03 -0.01 0.00 -0.02 -0.04 </td> </tr> </table>												<ul style="list-style-type: none"> Ideal Excellent Good Average Passable Mediocre 	<ul style="list-style-type: none"> Ideal Excellent Good Average Passable Mediocre 	<ul style="list-style-type: none"> -0.04 -0.04 -0.02 0.00 -0.03 -0.07 	<ul style="list-style-type: none"> -0.04 -0.03 -0.01 0.00 -0.02 -0.04
	<ul style="list-style-type: none"> Ideal Excellent Good Average Passable Mediocre 	<ul style="list-style-type: none"> Ideal Excellent Good Average Passable Mediocre 	<ul style="list-style-type: none"> -0.04 -0.04 -0.02 0.00 -0.03 -0.07 	<ul style="list-style-type: none"> -0.04 -0.03 -0.01 0.00 -0.02 -0.04 											

BIBLIOGRAFIA

- Estudio de tiempos y movimientos. Autor: Barnes 1964.
- Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Autor: Fred E. Meyers.
- J. M Juran: "Manual de Control de Calidad" Editorial Reverte, Tercera edición 1992.
- Thomas Pyzdek: "Manual de Control de la Calidad en la Ingeniería", McGraw Hill, México 1996.
- "Manual de Ingeniería de la Producción Industrial" (Industrial Engineering Handbook) H.B.Maynard. Editorial Reverté S.A. Barcelona – Buenos Aires – México (1960).
- "Ingeniería Industrial – Métodos, Tiempos y Movimientos" (Motion and Time Study) Benjamin W. Niebel. Editorial Alfaomega.
- Justo a tiempo. Series en desarrollo gerencial. Hay Edward J. Colombia: Norma, 1989.
- Poka-Yoke. Hiroyuki Hirano. Primera edición. México: Productivity, 2000.
- Kaizen. Imai, Masaaki. México: CECSA, 1989.
- Como implementar el Kaizen en el Gemba. Imai Masaaki. México: Mc Graw Hill, 1998.
- Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. Villaseñor Contreras Alberto y Galindo Edber. México: Limusa, 2007.
- Manual de Lean Manufacturing Guía básica. Villaseñor Contreras Alberto y Galindo Deber. México: Limusa, 2007.
- Estudio de tiempos y movimientos: M.E. Mundel, Estudio de Tiempos y Movimientos, Continental, 1984
- Manual de entrenamiento de toma de tiempo. Le Belier. LBQ Foundry Publicación interna, 2008.

- Hoja de cálculo toma de tiempos y movimientos: Autor: Victor M. Moreno. moreno.v87@gmail.com 2011.
- Therbligs: Ing. René Sasson Rodés rsasson1@yahoo.es
http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/puestodetrabajo/default4.asp
- Manual de la gestión de la calidad total a la medida, Publicación 1995.
http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/CTM/cap5_ctm.htm
- Aseguramiento de la calidad
<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/27/asesis.htm>
- Principios de calidad total. Autor. Ing. Humberto Cárdenas Sierra
<http://www.mailxmail.com/curso-gestion-calidad-1/principios-calidad>
- Costos de calidad. Ing. Nelson H. Pagella. Consultor Ingeniero y Especialista en Calidad pagella.hugo@arlei.com
http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/costosdecalidadgestion/default.asp