

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	1/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Manual de prácticas de Métodos, ergonomía y logística

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
M. I. Silvina Hernández García	Ing. Hilda Reyna Solís Vivanco M. I. María de Lourdes Arellano Bolio Dra. Susana Casy Téllez Ballesteros	Dr. Francisco Javier Solorio Ordaz	31 de enero de 2022

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	2/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Índice de prácticas

Práctica 1.....	3
Diagrama de Proceso de la Operación	3
Práctica 2.....	7
Diagrama Bimanual	7
Práctica 3.....	11
Estudio de Tiempos y Curva de Aprendizaje.....	11
Práctica 4.....	15
Balaneo de Líneas	15

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	3/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 1

Diagrama de Proceso de la Operación

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	4/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Ninguno	No aplica

2. Objetivo de aprendizaje

Que el alumno describa toda la secuencia de acontecimientos de un proceso, con el fin de reconocer las actividades, identifique mejoras en la distribución y disminuya esperas; así como todas las actividades no productivas.

3. Introducción

Los diagramas son la representación gráfica de un trabajo que ha sido dividido en elementos o en unidades básicas. Los diagramas ayudan a analizar y mejorar el método actual; son también auxiliares descriptivos y de comunicación para entender las actividades y el proceso.

El diagrama de procesos es una de las técnicas usadas para registrar el orden y la sucesión de un proceso; es decir, una serie de acontecimientos o actividades en el orden en el cual se producen.

Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del proceso básico es la dedicada a registrar todos los hechos relativos al método existente.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	5/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

El éxito del procedimiento íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán como base para hacer el examen y análisis crítico y con ello idear el método mejorado o perfeccionado.

Hay técnicas, o instrumentos de anotación que sirven para registrar información con precisión y al mismo tiempo en forma estandarizada, a fin de que todos los interesados la comprendan de inmediato.

Entre tales técnicas, las más comunes son los gráficos y los diagramas, cada uno con su respectivo propósito.

Un diagrama de proceso de operación es la representación gráfica de todas las operaciones, inspecciones y entradas de material que tienen lugar en un proceso determinado. Nos indica las conexiones de las operaciones, de los materiales, de los subconjuntos (subensambles) con el conjunto principal y además, nos muestra el tiempo y sus tolerancias para cada operación e inspección.

4. Material y equipo

- Material de ensamble de un producto (se recomienda usar plumas)
- Cronómetro

5. Desarrollo

Actividad 1: Formar equipos.

Actividad 2: Una parte del equipo simulará una línea de ensamble del producto, asignándose tareas a cada integrante. Los demás integrantes deberán documentar el proceso del equipo indicando la secuencia del ensamble de los componentes y tomando tiempos de cada una de las actividades que se realizan.

Actividad 3: Se intercambian posiciones con el objetivo de proponer métodos de trabajo diferentes teniendo como objetivo mejorar nuevamente la secuencia de las operaciones.

Actividad 4: Una vez documentado el proceso del ensamble del producto, diseñar el proceso ahora tomando como base la mesa circular, para asignar operaciones, trabajadores y tiempos del proceso de ensamble.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	6/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 5: De ser posible intercambiar nuevamente los papeles, para observar las ventajas que guardan los diseños de los procesos propuestos.

Actividad 6: Realizar el diagrama de proceso de la operación para el ensamble del producto.

Actividad 7: Proponer un nuevo diagrama y justificar las mejoras.

Actividad 8: Entregar los diagramas desarrollados.

6. Cuestionario

¿Cuál es la mejor sucesión o secuencia de las operaciones para el ensamblado del producto (teniendo en cuenta el tipo de operación, las herramientas requeridas, los espacios de trabajo, etcétera)?

¿Cuánto pueden reducirse los tiempos con la eliminación de actividades no productivas en el trabajo de ensamble desarrollado?

¿Qué ventajas o desventajas presenta al realizar el proceso en la mesa circular?

¿Qué otras propuestas de ensamble se proponen y qué se requiere para implantarlas?

7. Conclusiones

8. Bibliografía

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 13ª ed. México: Editorial McGraw-Hill.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	7/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 2

Diagrama Bimanual

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	8/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Ninguno	No aplica

2. Objetivo de aprendizaje

Que el alumno aplique las Leyes de la Economía de Movimientos para mejorar un sistema productivo y obtener un diagrama bimanual con los movimientos fundamentales del recurso humano al realizar una tarea.

3. Introducción

El diagrama bimanual es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos o extremidades del operario indicando la relación entre ellas; sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo, pero con más detalles que lo habitual.

El diagrama bimanual sirve para saber si los movimientos de la mano derecha y los de la mano izquierda están equilibrados, revela si se han respetado varias de las leyes de la economía de movimientos.

El formulario del diagrama deberá comprender:

1. Espacio en la parte superior para la información habitual
2. Espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo
3. Espacio para los movimientos de ambas manos
4. Espacio para un resumen de movimientos y análisis del tiempo de inactividad.

Al realizar los diagramas conviene tener presente los siguiente:

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	9/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
2. Registrar una sola mano cada vez.
3. Registrar unos pocos símbolos cada vez.
4. La acción de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones. Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo.
5. Registrar las acciones en el mismo renglón solo cuando tienen lugar al mismo tiempo.
6. Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.

4. Material y equipo

- Mecano (ensamble de barcos)
- Plantilla de madera.
- Formato de Diagrama Bimanual
- Plumones y /o lápices de colores

5. Desarrollo

Actividad 1: Formar equipos

Actividad 2: El equipo organizará una estación de trabajo para el armado de barcos que servirá como referencia para la elaboración del Diagrama Bimanual. Cada integrante armará el barco y se elegirá al que tenga mayor habilidad. Se realizarán los ensambles necesarios hasta que se observe estabilidad en los tiempos cronometrados.

Actividad 3: Habiendo completado la actividad 3 se elaborará el diagrama bimanual.

Actividad 4: Con base en las Leyes de la Economía de Movimientos se analizará la efectividad de la organización del trabajo para el ensamble del barco descrita en la actividad anterior.

Actividad 5: Se reorganiza el armado de barcos de acuerdo con las observaciones de la actividad 4 y se documentan en un nuevo diagrama bimanual.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	10/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Cuestionario

- ¿Cuándo será conveniente realizar un diagrama bimanual?
- ¿Cómo se representaría en el diagrama, el tiempo empleado por el recurso humano en cada movimiento de sus manos?
- ¿Cuál fue la ventaja o desventaja de utilizar el escantillón (molde de madera)?
- ¿Cómo mejorarías el proceso del diagrama bimanual en general?

7. Conclusiones

8. Bibliografía

- Criollo, R. G. (2005). Estudio de tiempos y movimientos. México: Mc Graw Hill
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 13ª ed. México: Editorial McGraw-Hill.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	11/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 3

Estudio de Tiempos y Curva de Aprendizaje

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	12/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Ninguno	No aplica

2. Objetivo de aprendizaje

Que el alumno aplique las técnicas de medición de tiempos de operaciones, analizando los factores y los elementos que intervienen en el tiempo trabajo.

3. Introducción

Existen 2 técnicas de lectura con cronómetro:

1. Técnica de medición a lectura continua

Esta técnica consiste en la lectura del cronómetro separando el inicio y fin de cada elemento mediante la visualización en la carátula en el momento en que ocurre, sin detener la marcha de la manecilla; logrando así obtener lecturas totales del ciclo. Para conocer el valor de cada elemento es necesario restar el valor final del mismo menos el valor inicial.

Ventajas:

- Es sumamente útil para elementos cortos (menores a .04 min), en los que otra técnica produciría errores de sensibilidad en la operación del cronómetro.
- Permite obtener el valor total del ciclo.

Desventajas:

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	13/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- Es necesario efectuar operaciones posteriores para obtener los valores de los elementos.
- Pueden omitirse algunos valores cortos debido a la falta de atención constante en la operación.

4. Técnica de medición con retorno a cero

Consiste en la lectura del cronómetro mediante el disparo a cero de la aguja en el momento en que se he visualizado el inicio o terminación de un elemento.

Ventajas:

- Permite obtener valores directos de la lectura
- Propicia un adecuado y rápido manejo del cronómetro

Desventajas

- Su exactitud varía de acuerdo con la sensibilidad y destreza del analista
- No es instrumentalmente exacto para intervalos menores a 0.4min.

5. Material y equipo

- Cronómetro
- Producto para ensamble (lámpara, plumas, barco, rompecabezas, etc.)

6. Desarrollo

Actividad 1: Formar equipos de tres personas.

Actividad 2: Cada integrante deberá realizar el armado del producto con un mínimo de 10 veces.

Actividad 3: Obtener las curvas de aprendizaje de acuerdo con las lecturas obtenidas.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	14/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4: Se hará el análisis estadístico de cada muestra para determinar la muestra más confiable en cada caso, el integrante que obtenga el tamaño de muestra más pequeño será sobre el que se trabajarán los siguientes pasos.

Actividad 5: Obtener el tiempo promedio, mediante la observación. Determinar las calificaciones de valoración y la aplicación de suplementos constantes y variables.

Actividad 6: Determinar la tasa de producción diaria de acuerdo con el tiempo estándar obtenido en la actividad anterior.

7. Cuestionario

- ¿Cuál es la diferencia entre tiempo promedio y tiempo estándar?
- ¿Cómo afecta la consistencia del trabajador en el cálculo del tamaño de la muestra confiable?
- ¿Qué tipo de suplementos son aplicables a este tipo de trabajo?

8. Conclusiones

9. Bibliografía

Criollo, R. G. (2005). Estudio de tiempos y movimientos. México: Mc Graw Hill
 Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 13ª ed. México: Editorial McGraw-Hill.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	15/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 4

Balanceo de Líneas

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	16/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Uso de la banda transportadora	Daño por inadecuado uso del equipo
2	Uso de la mesa hexagonal	Daño por inadecuado uso del equipo

2. Objetivo de aprendizaje

Aplicar la metodología para equilibrar líneas de producción, involucrando todos los aspectos importantes en el incremento de los índices de productividad.

3. Introducción

El balanceo de líneas de ensamble consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir, que en cada estación o centro de trabajo se cuente con tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

Los elementos de trabajo establecidos de acuerdo con el principio de la división del trabajo se asignan a las estaciones, de manera que todas ellas tengan aproximadamente la misma cantidad de trabajo. A cada trabajador, en su estación,

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	17/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

se le asignan determinados elementos y los lleva a cabo una y otra vez en cada unidad de producción mientras pasa a su estación.

Si los tiempos productivos que se requieren en todas las estaciones de trabajo fuesen iguales, no existirían tiempos muertos y la línea estaría perfectamente equilibrada. El problema para encontrar las formas de igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina “problema de balanceo de líneas”.

Eliyahu Goldrath habla de no balancear, sino sincronizar, pero el principio es el mismo. Se trata de encontrar el cuello de botella; para mejorar el proceso se tiene que supeditar todas las demás actividades a ésta, y enfocarse en la mejora del cuello de botella.

Pasos para el balanceo de líneas

1. Hacer un diagrama de precedencia
2. Determinar el tiempo de ciclo requerido (C), utilizando la siguiente expresión matemática.

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción requerida (en unidades)}}$$

3. Determinar el número teórico de estaciones de trabajo necesarias (N) para satisfacer el tiempo de ciclo, utilizando la siguiente expresión:

$$N = \frac{\text{Suma de tiempo de trabajos}}{\text{Tiempo de ciclo}} = \frac{T}{C}$$

4. Seleccionar una regla para asignación de estaciones de trabajo y una segunda regla de asignación para elegir operaciones con criterios de empate.

En general, la estrategia es utilizar una regla que asigne a los trabajos que mayor duración o los que tiene mayor número de trabajos posteriores.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	18/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Asignar tareas de una por una a la primera estación de trabajo, hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo de ciclo, o que no haya ninguna otra tarea que en tiempo o secuencia sean factibles de asignar.
6. Evaluar la eficiencia del balance.

$$Eficiencia = \frac{\text{Suma de tiempos de trabajo}}{\text{Num. actual de estaciones de trabajo} * \text{Tiempo de ciclo}}$$

4. Material y equipo

- Material de ensamble (se recomienda: cajas de cartón preformadas, bolsas, dulces, etiquetas)
- Cronómetro
- Banda transportadora

5. Desarrollo

Actividad 1: Formar dos equipos A y B

Actividad 2: Haciendo uso de la banda transportadora, el equipo A simulará una línea de producción de ensamble de producto asignándose tareas a cada uno de los integrantes del equipo.

Actividad 3: Al terminar 10 productos ensamblados se detiene el proceso se hace un análisis de tiempos de trabajo y del tiempo de ciclo, así como el cálculo del número de estaciones de trabajo que se tienen. Se discuten los métodos y las actividades desarrolladas y se estudian los tiempos obtenidos en las actividades anteriores. Se proponen e implementan mejoras en el proceso.

Actividad 4: El equipo B aplicará un nuevo método de trabajo teniendo como objetivo el balanceo de línea y la minimización de los tiempos del proceso.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Estudio del Trabajo	Código:	MADO-37
		Versión:	02
		Página	19/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	31 de enero de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Métodos, ergonomía y logística	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 5: Deben comparar sus resultados y exigirse en un tiempo menor una demanda igual o mayor y así poder determinar la eficiencia de cada una de las líneas. Ambos equipos simularán nuevamente el proceso; pero tomando una demanda flexible, donde el cliente solicita el tipo de producto y se deberán analizar los resultados.

Actividad 6: Determinar el cuello de botella, el número de operarios, el tiempo de ciclo y la eficiencia de la primera simulación de la fabricación de productos, de la línea a la cual se le hicieron mejoras y de la línea flexible comparando resultados.

6. Cuestionario

- ¿Qué es un cuello de botella?
- ¿Cuáles son las características que debe tener un sistema productivo para organizarlo como una línea de producción?
- ¿Cuál es la mejor manera de probar una distribución de ensamble propuesta?
- ¿Cuál resultó ser el cuello de botella del proceso de fabricación del producto?
- ¿De acuerdo con el método mejorado cuál es la capacidad de producción de la línea?
- ¿Qué mejoras se pueden llevar a cabo para eliminar el cuello de botella?

7. Conclusiones

8. Bibliografía

Criollo, R. G. (2005). Estudio de tiempos y movimientos. México: Mc Graw Hill
 Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 13ª ed. México: Editorial McGraw-Hill.