

Estudio de Trabajo

Lectura 8

Estudio de Métodos Diagrama de Flujo del Proceso

Profesor:

Ricardo Caballero, M.Sc.

✉ ricardo.caballero@utp.ac.pa



Diagrama de flujo de proceso (recorrido del operario, material y equipo)

- Es una representación grafica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso.
- Incluye información que se considera importante para el análisis, como por ejemplo, el tiempo necesario para realizar la tarea y la distancia recorrida.
- Útil para registrar costos ocultos como retrasos, almacenamientos temporales y distancias recorridas.
- Representa la secuencia de un material o un operario
- Se muestra la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Hoja: de

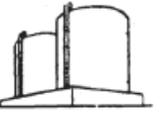
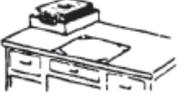
| | | | | | |
|---|--|--|----------|-----------|------------|
| Empresa: | | Resumen | Actual | Propuesto | Diferencia |
| Nombre del proceso: | | | Cantidad | Cantidad | Cantidad |
| Método <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto | | Operación  | | | |
| Tipo <input type="checkbox"/> Operador <input type="checkbox"/> Material | | Inspección  | | | |
| Se inicia en: | | Transporte  | | | |
| Se termina en: | | Demora  | | | |
| Elaborado por: Fecha: | | Almacenaje  | | | |
| | | Tiempo (min) | | | |
| | | Distancia (m) | | | |
| | | Costo (\$) | | | |

| Descripción | Actividad | | | | | Tiempo (min) | Distancia (m) | Cantidad | Observación |
|-------------|---|---|---|---|---|--------------|---------------|----------|-------------|
| |  |  |  |  |  | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Símbolos gráficos utilizados para los diagramas de flujo de proceso según ASME

| Tipo de operación | Símbolo ASME | Descripción de uso |
|-------------------|---|---|
| Operación |  | Tiene lugar cuando se modifica de manera intencionada cualquiera de las características dimensionales, físicas, químicas, mecánicas o estéticas de un material, información u objeto, cuando se une a otro(s), etcétera. |
| Transporte |  | Acontece cuando el material, la información u objeto se desplaza de un lugar a otro, principalmente estaciones de trabajo o áreas. Conviene no considerar los movimientos que forman parte de una operación y que son realizados por el operario. |
| Inspección |  | Sucede cuando tiene lugar una evaluación, de manera intencionada, de cualquiera de las características dimensionales, físicas, químicas, mecánicas o estéticas de un material u objeto, al concluir una operación de transformación, de transporte, demora o almacenamiento. |
| Espera |  | Una espera (demora o retraso) puede ser de dos tipos aquel que es necesario ya que permite modificar intencionalmente las características dimensionales, físicas, químicas, mecánicas o estéticas de un material, información u objeto, y aquella demora que no es necesaria y que provoca que se interrumpa de manera abrupta la continuidad en las operaciones, afectando a la siguiente. |
| Almacenaje |  | Ocurre cuando de manera intencional o no, cualquier material, información u objeto es resguardado en un área o recipiente específico, con el fin de someterlo a otra operación. |

Símbolos gráficos utilizados para los diagramas de flujo de proceso según ASME: Ejemplos

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p> |  <p>Clavar</p> |  <p>Mezclar</p> |  <p>Taladrar orificio</p> |
| <p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p> |  <p>Mover material mediante un carro</p> |  <p>Mover material mediante una banda transportadora</p> |  <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p> |
| <p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p> |  <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p> |  <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p> |  <p>Archiveros para proteger documentación</p> |
| <p>Retrasos</p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p> |  <p>Esperar un elevador</p> |  <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p> |  <p>Documentos en espera a ser archivados</p> |
| <p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p> |  <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p> |  <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p> |  <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p> |

Pasos para elaborar el estudio de métodos

El estudio de métodos es un enfoque sistemático para encontrar el mejor método. Hay seis pasos:

- 1** **Seleccionar el trabajo a estudiar**
- 2** **Registrar todos los hechos relevantes del método actual**
- 3** **Examinar los hechos de manera crítica y en secuencia**
- 4** **Desarrollar el método más práctico, económico y eficaz**
- 5** **Implementar el nuevo método**
- 6** **Mantener y controlar**

Pasos para elaborar el estudio de métodos: Seleccionar el trabajo a estudiar

La mayoría de las operaciones tienen muchos cientos y posiblemente miles de trabajos y actividades discretos que podrían ser objeto de estudio. La primera etapa en el estudio del método consiste en seleccionar aquellos trabajos a estudiar que darán el mayor retorno de la inversión del tiempo dedicado a estudiarlos.

Esto significa que es poco probable que valga la pena estudiar actividades que, por ejemplo, pueden interrumpirse pronto o solo se realizan ocasionalmente. Por otro lado, los tipos de trabajos que deben estudiarse con carácter prioritario son aquellos que, por ejemplo, parecen ofrecer un mayor margen de mejora, o que están provocando cuellos de botella, retrasos o problemas en la operación.

Pasos para elaborar el estudio de métodos: Registrar todos los hechos relevantes del método actual

Hay muchas técnicas de registro diferentes que se utilizan en el estudio de métodos.

La mayoría de ellos:

- registrar la secuencia de actividades en el trabajo;
- registrar la interrelación temporal de las actividades en el trabajo; o
- registrar la trayectoria del movimiento de alguna parte del trabajo.

Quizás la técnica de grabación más utilizada en el estudio de métodos es el mapeo de procesos. Tenga en cuenta que aquí estamos registrando el método actual de hacer el trabajo. Puede parecer extraño dedicar tanto tiempo y esfuerzo a registrar lo que está sucediendo actualmente cuando, después de todo, el objetivo del estudio de métodos es idear un método mejor.

El motivo de esto es, en primer lugar, que registrar el método actual puede dar una idea mucho mayor del trabajo en sí, y esto puede conducir a nuevas formas de hacerlo. En segundo lugar, registrar el método actual es un buen punto de partida para evaluarlo críticamente y, por tanto, mejorarlo. En este último punto el supuesto es que es más fácil mejorar el método partiendo del método actual y luego criticarlo en detalle que comenzando con una "hoja de papel en blanco".

Pasos para elaborar el estudio de métodos: Examinar los hechos de manera crítica y en secuencia

Esta es probablemente la etapa más importante en el estudio de métodos y la idea aquí es examinar el método actual de manera exhaustiva y crítica.

Esto se hace a menudo mediante el uso de la denominada "técnica de interrogatorio".

| Pregunta general | Pregunta específica |
|--|---|
| El propósito de cada actividad (cuestiona la necesidad fundamental del elemento) | ¿Qué se hace? ¿Por qué se hace? ¿Qué más se podría hacer? ¿Qué debería hacerse? |
| El lugar en el cual cada elemento se realiza (puede sugerir una combinación de ciertas actividades u operaciones) | ¿Dónde se hace? ¿Por qué se hace ahí? ¿Dónde más podría hacerse? ¿Dónde debería hacerse? |
| La secuencia en la que se realizan los elementos (puede sugerir un cambio en la secuencia de la actividad) | ¿Cuándo se hace? Entonces, ¿por qué se hace? ¿Cuándo debe hacerse? |
| La persona que realiza la actividad (puede sugerir una combinación y / o cambio de responsabilidad o secuencia) | ¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace esa persona? ¿Quién más podría hacerlo? ¿Quién debería hacerlo? |
| Los medios por los que se realiza cada actividad (puede sugerir nuevos métodos) | ¿Cómo se hace? ¿Por qué se hace de esa forma? ¿De qué otra manera podría hacerse? ¿Cómo debería hacerse? |

Pasos para elaborar el estudio de métodos: Desarrollar el nuevo método

En esta etapa, el examen crítico previo de los métodos actuales probablemente ha indicado algunos cambios y mejoras. Este paso implica llevar estas ideas más allá en un intento de:

- **eliminar** partes de la actividad por completo;
- **combinar** elementos;
- **cambiar la secuencia** de eventos para mejorar la eficiencia del trabajo; o
- **simplificar** la actividad para reducir el contenido del trabajo.

Una ayuda útil durante este proceso es una lista de verificación, como los principios revisados de **economía de movimiento** (*ver siguiente slide*)

Pasos para elaborar el estudio de métodos: Implementar el nuevo método, mantenerlo y controlarlo

El enfoque de estudio de métodos para la instalación de nuevas prácticas de trabajo se concentra principalmente en la "gestión de proyectos" del proceso de instalación. También enfatiza la necesidad de monitorear regularmente la efectividad de los diseños de trabajo después de que se hayan instalado.

Principios de la economía del movimiento

| Principio general | Cómo hacerlo |
|---|---|
| <p>Utilice el cuerpo humano de la manera que mejor funcione</p> | <p>El trabajo debe organizarse de modo que un ritmo natural pueda volverse automático. El movimiento del cuerpo debe ser simultáneo y simétrico si es posible Deben emplearse todas las capacidades del cuerpo humano. Los brazos y las manos ya que los pesos están sujetos a las leyes físicas y se debe conservar la energía. Las tareas deben simplificarse</p> |
| <p>Organizar el lugar de trabajo para ayudar al desempeño</p> | <p>Debe haber un lugar definido para todos los equipos y materiales. El equipo, los materiales y los controles deben ubicarse cerca del punto de uso. El equipo, los materiales y los controles deben ubicarse de manera que permitan la mejor secuencia y trayectoria de los movimientos. El lugar de trabajo debe adaptarse tanto a las tareas como a las capacidades humanas.</p> |
| <p>Utilice la tecnología para reducir el esfuerzo humano</p> | <p>El trabajo debe presentarse con precisión donde sea necesario Las guías deben ayudar a colocar el trabajo sin la atención del operador. Los controles y los dispositivos accionados con el pie pueden aliviar las manos del trabajo. Los dispositivos mecánicos pueden multiplicar las habilidades humanas Los sistemas mecánicos deben adaptarse al uso humano.</p> |

Información básica de diagrama de flujo de proceso de operario

| Diagrama | Contenido | Objetivos | Ayuda a conocer |
|--|---|--|---|
| Diagrama de flujo de proceso de operario | <ul style="list-style-type: none"> - Datos de identificación del proceso, nombre, departamento, parte, ensamble, etcétera. - Fecha de elaboración. - Nombre del analista. - Indicaciones si se trata de un método actual o propuesto. - Ubicación: planta, línea, estación de trabajo, entre otras. - Número del proceso. - Número de la parte o del plano. - Nivel de ingeniería. - Cantidad de las operaciones registradas. - Descripción de las operaciones. - Tiempos. - Distancias de los desplazamientos. - Cantidades, cuando sea necesario. - Notas explicativas. - Cantidad de desperdicios o mermas de proceso. - Tiempo acumulado. | <ul style="list-style-type: none"> - Reducir el número de operaciones. - Definir la mejor disposición de las estaciones de trabajo. - Reducir los costos de las operaciones, para incrementar rentabilidad. - Reducir el manejo de materiales. - Modificar secuencia si se reducen costos. - Reducir movimientos de material. - Diseñar movimientos económicos de traslado de materiales. - Reducir el inventario en proceso de materiales. - Diseñar el mínimo número de estaciones de inspección y ubicarlas en la posición más adecuada en el proceso. | <p>Costos ocultos por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distancias recorridas. - Demoras. - Almacenes temporales. <p>Aspectos de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se realiza inspección. - Inspecciones excesivas. - Distribución de equipo y maquinaria. <p>Aspectos de recursos humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mal manejo de materiales de parte del operario. - No pierda tiempo realizando desplazamientos largos para realizar su trabajo. - Identificar posibilidades de autocontrol de la calidad en la operación que se realiza. |

Información básica de diagrama de flujo de proceso de material

| Diagrama | Contenido | Objetivos | Ayuda a conocer |
|--|--|--|---|
| Diagrama de flujo de proceso de material | <ul style="list-style-type: none"> - Datos de identificación del proceso, nombre, departamento, parte, ensamble, otros. - Fecha de elaboración. - Nombre del analista. - Indicaciones si se trata de un método actual o propuesto. - Ubicación: planta, línea, estación de trabajo, entre otras. - Número del proceso. - Número de la parte o del plano. - Nivel de ingeniería. - Cantidad de las operaciones registradas. - Descripción de las operaciones. - Tiempos. - Distancias de los desplazamientos. - Cantidades, cuando sea necesario. - Notas explicativas. - Cantidad de desperdicios o mermas de proceso. - Tiempo acumulado. | <ul style="list-style-type: none"> - Reducir el número de operaciones al mínimo necesario. - Definir la mejor disposición de las estaciones de trabajo. - Identificar aquellas operaciones que se pueden combinar. - Simplificar las operaciones. - Balancear el trabajo en ambas manos. - Eliminar la operación de sujeción manual. - Que el lugar de trabajo cumpla con la normatividad de los reglamentos de construcción local, de higiene y seguridad, así como el de protección civil vigentes. | <p>Costos ocultos por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distancias recorridas. - Demoras. - Almacenes temporales. <p>Aspectos de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se realiza inspección. - Inspecciones excesivas. |

Diagrama de recorrido

- El diagrama de recorrido se emplea como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos que se presentan durante la operación de un sistema productivo, para manufacturar un componente, información o servicio.
- Presenta de forma clara y detallada todos los retrasos, transportes y almacenamientos, sirve para definir estrategias y acciones para reducir el número de estos elementos.
- Se elabora a partir del diagrama de flujo de proceso (operario, material)
- Se indican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo.
- La dirección del flujo se indica con pequeñas flechas

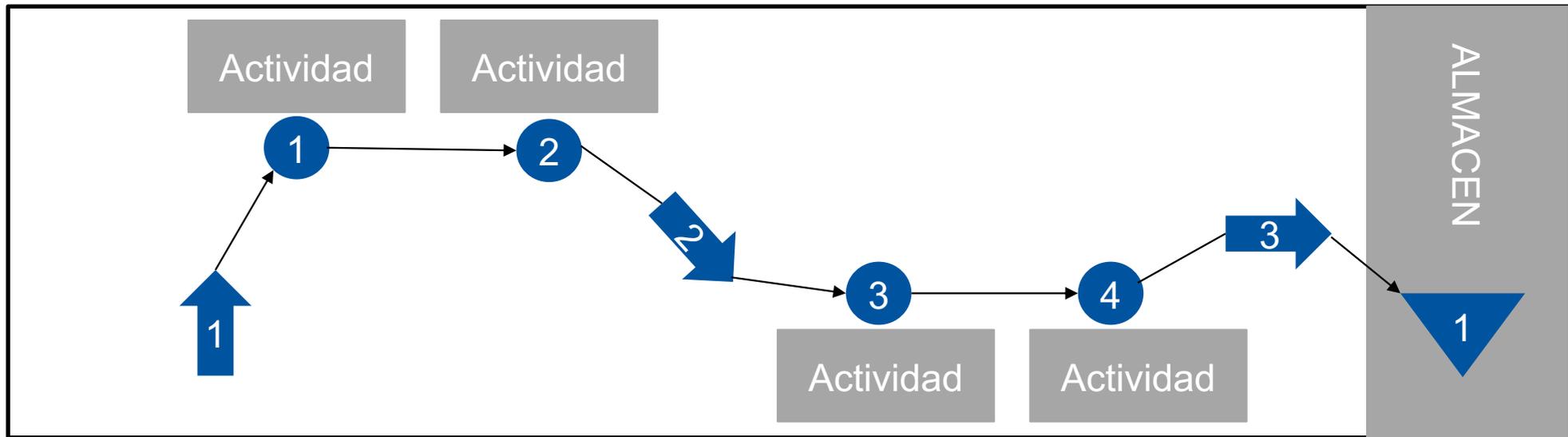


Diagrama de recorrido

Diagrama de recorrido: Patrones básicos de flujo de materiales

Se debe tomar en cuenta que el principal análisis que se realiza de este diagrama consiste en evaluar que los patrones que se desarrollan en los flujos del proceso sean eficientes y cumplan con alguno de los cinco esquemas básicos de patrones de flujo.

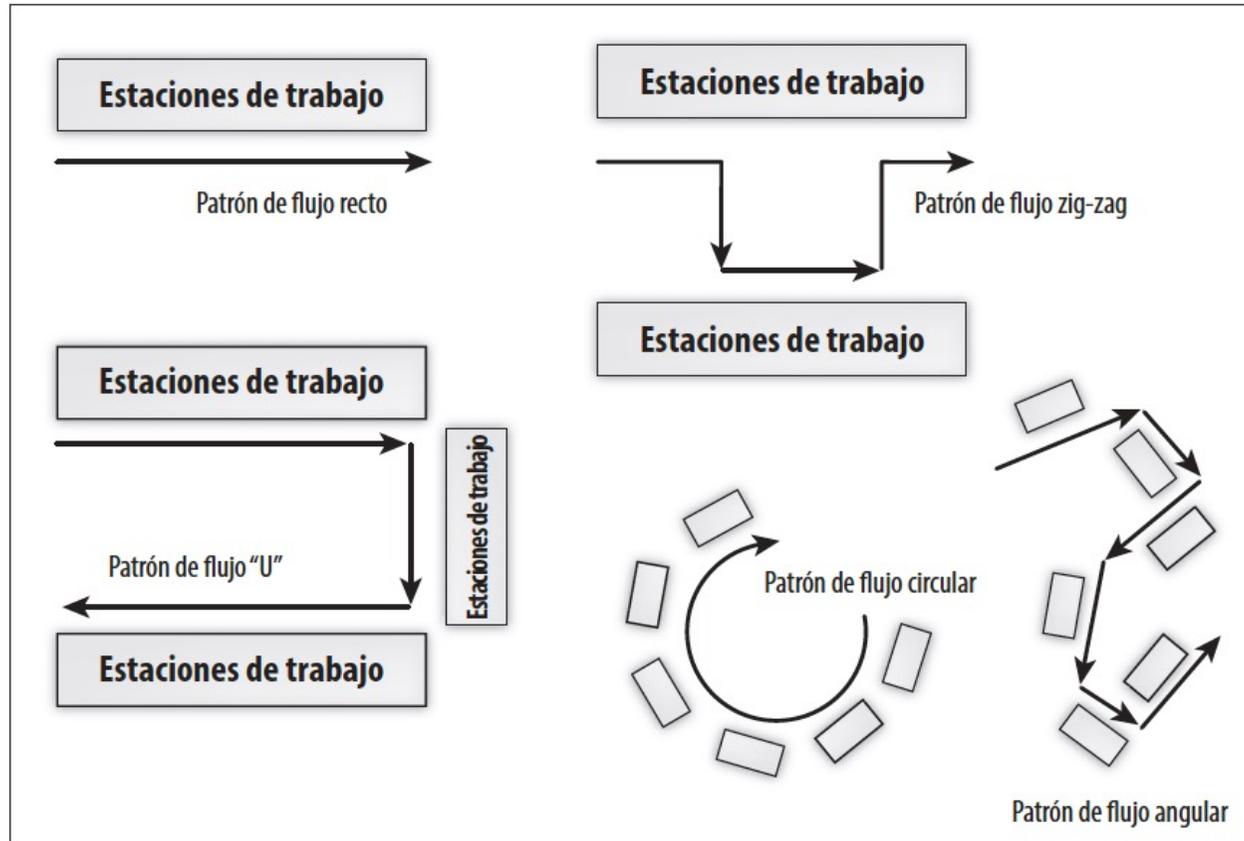


Diagrama de recorrido: Patrones básicos de flujo de materiales

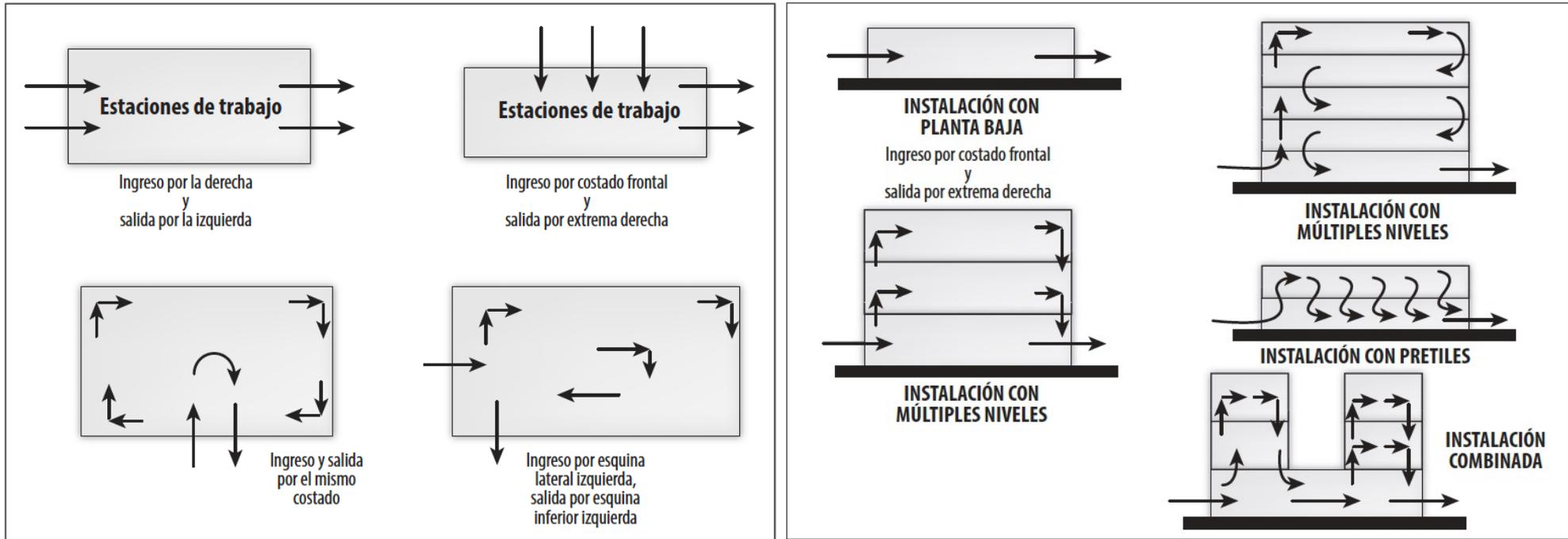
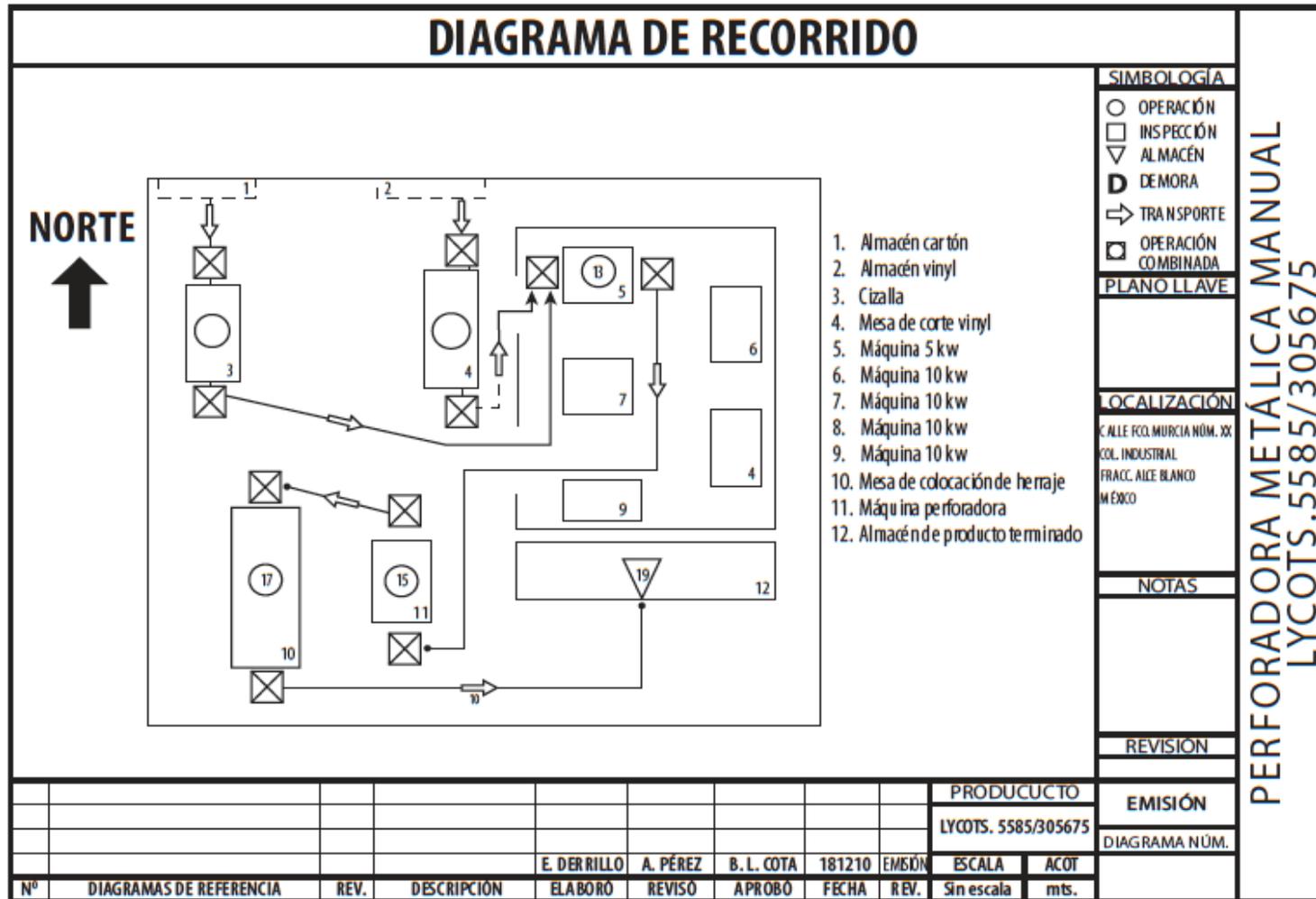


Diagrama de recorrido: Ejemplo ilustrativo



Preguntas preliminares para analizar el método propuesto

| | | |
|-----------|--|---|
| PROPÓSITO | ¿ Qué se hace en realidad? ¿Por qué hay que hacerlo? | ELIMINAR partes innecesarias del trabajo |
| LUGAR: | ¿ Dónde se hace? ¿Por qué se hace allí? | COMBINAR siempre que sea posible |
| SUCESION: | ¿ Cuándo se hace? ¿Por qué se hace en ese momento? | ORDENAR De nuevo la sucesión de las operaciones para obtener mejores resultados |
| PERSONA | ¿ Quién lo hace? ¿Por qué lo hace esa persona? | COMBINAR siempre que sea posible |
| MEDIOS: | ¿ Cómo se hace? ¿Por qué se hace de ese modo? | SIMPLIFICAR la operación |

Preguntas preliminares para analizar el método propuesto

| | |
|-----------|--|
| PROPÓSITO | ¿Qué otra cosa podría hacerse? ¿Qué debería hacerse? |
| LUGAR: | ¿En que otro lugar podría hacerse? ¿Dónde debería hacerse? |
| SUCESION: | ¿Cuándo podría hacerse? ¿Cuándo debería hacerse? |
| PERSONA | ¿Qué otra persona podría hacerlo? ¿Quién debería hacerlo? |
| MEDIOS: | ¿De que otro modo podría hacerse? ¿Cómo debería hacerlo? |

Estas preguntas, deben hacerse sistemáticamente en ese orden cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado

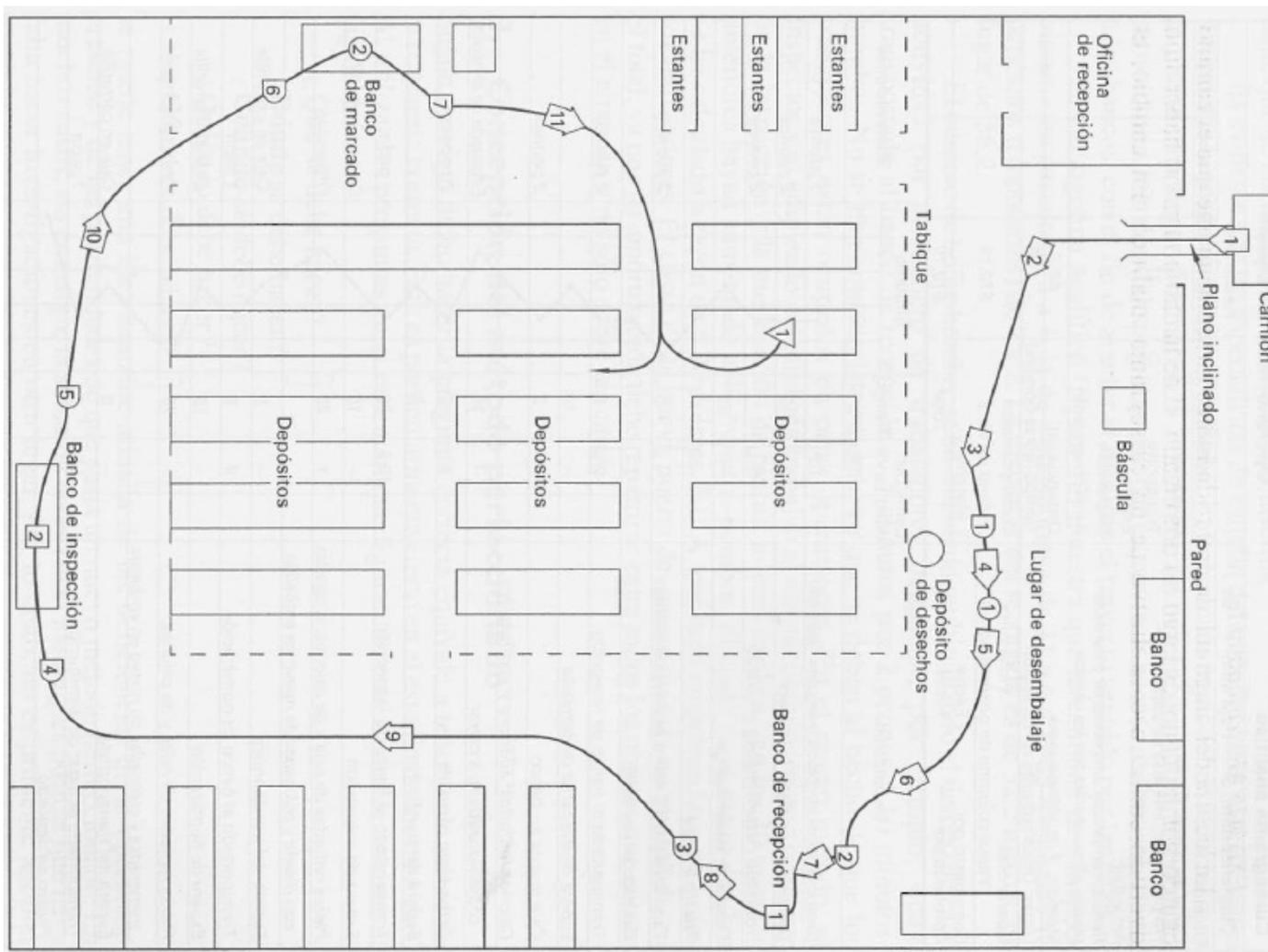
Ejemplo 1: Recepción, inspección y numerado de piezas

El proceso consiste en descargar de un camión de reparto las cajas que contienen piezas , empaquetadas en cartones individuales y en verificar, inspeccionar y marcar dichas cajas antes de colocarlas en el depósito. Se hace deslizar las cajas por un plano inclinado acoplado a la parte trasera del camión y luego se las empuja hasta el lugar de desembalaje, en donde se las apila a la espera de que sean abiertas. Luego se coloca en el suelo y se les abre. Se retira la hoja de entrega, se carga cada una de las cajas en una carretilla y se las transporta a mano hasta el banco de recepción; allí se las deposita en el suelo, junto al banco. Más tarde se desembala cada caja, se retira cada pieza de su cartón, se indica la verificación en la hoja o planilla de entrega y se la vuelve a colocar en el cartón; a su vez, se colocan los cartones en la caja y se deposita a ésta junto al otro lado del banco de recepción, en espera de ser transportada al banco de inspección. Allí, se deposita otra vez la caja en el suelo hasta el momento en que se la habrá de inspeccionar. Se desembala, inspecciona y calibra cada pieza y se la coloca en su cartón. Luego de una breve espera, se transporta la caja al banco de marcado. Allí se repite el desembalaje, numeración y embalaje de las piezas en cartones y éstos se colocan en las cajas que, luego de un momento de espera, es transportada en un carrito hasta los estantes del almacén, en donde permanece a la espera de la entrega a los talleres de montaje. El costo de mano de obra por hora es de \$5.20. Elabore un diagrama de flujo de proceso (material) y un diagrama de recorrido. Demuestre el método actual y el método propuesto que permita reducir costos.

Ejemplo 1: Diagrama del flujo de proceso: recepción, inspección y numerado de piezas (método original)

Diagrama del flujo de proceso actual

Ejemplo 1: Diagrama de recorrido de la recepción, inspección y numerado de piezas (método original)



Ejemplo 1: Cálculo de costos con el método actual

El número de horas-hombre se calcula multiplicando el tiempo de cada actividad por el número de trabajadores ocupados

| Descripción | Tiempo (min) | Observación | |
|---|--------------|---------------------|---------------------------------------|
| Sacar de camión, colocar en plano inclinado | 10 | 2 operadores | 10 min x 2 operadores = 20 min-hombre |
| Deslizar por plano inclinado | | 2 operadores | |
| Deslizar hasta almacén y apilado | | 2 operadores | |
| Puesto a tierra | 5 | | 5 min x 2 operadores = 10 min-hombre |
| Levantar tapa y retirar hoja de entrega | | 2 operadores | |
| Cargar en carretilla | 5 | | 5 min x 2 operadores = 10 min-hombre |
| Transportar al banco de recepción | | 2 operadores | |
| Poner caja en banco | 2 | 2 operadores | 2 min x 2 operadores = 4 min-hombre |
| Retirar cajones: abrir y verificar contenido, volver a cerrar | 15 | Empleado de almacén | 15 min x 1 operador = 15 min-hombre |
| Cargar en carretilla | 2 | 2 operadores | 2 min x 2 operadores = 4 min-hombre |
| Transportar al banco de inspección | 10 | 1 operador | 10 min x 1 operador = 10 min-hombre |
| Retirar piezas de caja y cajones: cotejadas con diseño y colocadas de nuevo en embalaje | 20 | Inspector | 20 min x 1 operador = 20 min-hombre |
| Transportar al banco de numeración | 5 | 1 operador | 5 min x 1 operador = 5 min-hombre |
| Retirar piezas de caja y cajones, numerar y colocar de nuevo en embalaje | 15 | Operador de almacén | 15 min x 1 operador = 15 min-hombre |
| Transportar al lugar de distribución | 5 | 1 operador | 5 min x 1 operador = 5 min-hombre |

TOTAL = 118 minutos - hombre

Ejemplo 1: Cálculo de costos con el método actual

$$118 \text{ minutos} - \text{hombre} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 1.96 \text{ horas} - \text{hombre}$$

$$\text{Costo total de mano de obra} = 1.96 \text{ horas} - \text{hombre} \times \$5.20$$

$$\text{Costo total de mano de obra} = \$10.19$$

Para el proceso de recepción, inspección y numeración de piezas, se tiene un costo total de mano de obra de \$10.19

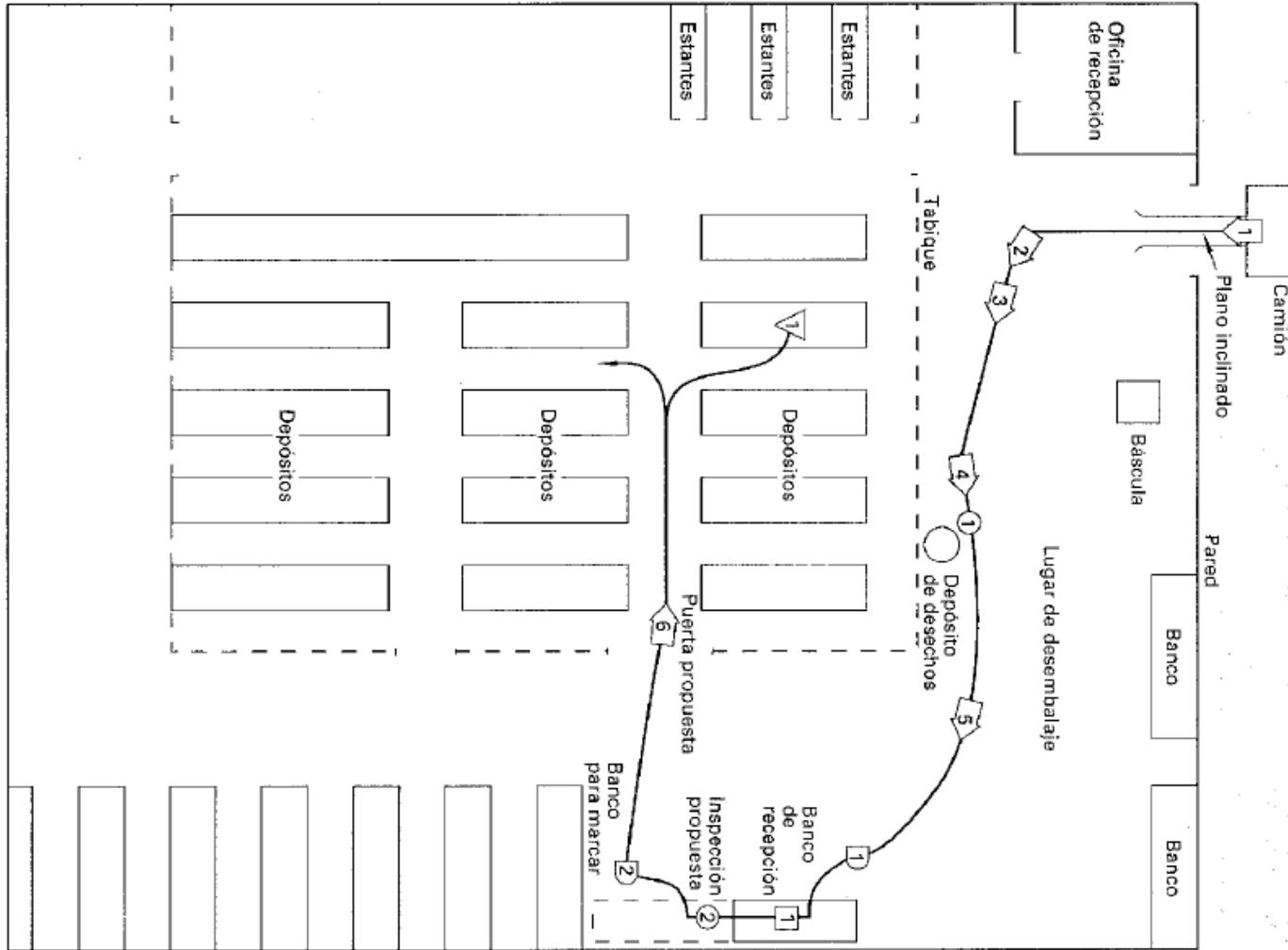
Ejemplo 1: Preguntas preliminares para analizar el método propuesto

- ¿Por qué se apilan las cajas en espera de ser desembaladas, puesto que 10 minutos más tarde se vuelven a colocar en el suelo?
- ¿Qué podría hacerse?
- ¿Por qué los puntos de recepción, inspección y marcado están tan alejados entre sí?
- ¿En qué otro lugar se les podría instalar?
- ¿En dónde se les debería situar?
- ¿Por qué las cajas deben recorrer toda la planta hasta llegar al almacén??

Ejemplo 1: Preguntas preliminares para analizar el método propuesto

- ¿Por qué se apilan las cajas en espera de ser desembaladas, puesto que 10 minutos más tarde se vuelven a colocar en el suelo?
 - Porque no se retiran tan pronto como se las descarga en el camión
- ¿Qué podría hacerse?
 - Se podrían retirar las cajas más rápidamente
- ¿Por qué los puntos de recepción, inspección y marcado están tan alejados entre sí?
 - Porque en determinado momento así se dispuso la distribución del almacén
- ¿En qué otro lugar se les podría instalar?
 - Se los podría agrupar en un mismo lugar
- ¿En dónde se les debería situar?
 - Se los debería agrupar en el punto de recepción actual
- ¿Por qué las cajas deben recorrer toda la planta hasta llegar al almacén??
 - Porque la puerta del almacén y el punto de llegada de las cajas están situados en las extremidades opuestas del local.

Ejemplo 1: Diagrama de recorrido de la recepción, inspección y numerado de piezas (método propuesto)



Ejemplo 1: Diagrama del flujo de proceso: recepción, inspección y numerado de piezas (método propuesto)

[Diagrama del flujo de proceso propuesto](#)

Ejemplo 1: Cálculo de costos con el método propuesto

El número de horas-hombre se calcula multiplicando el tiempo de cada actividad por el número de trabajadores ocupados

| Descripción | Actividad | | | | | Tiempo (min) | Distancia (m) | Cantidad | Observación |
|---|-----------|---|---|---|---|--------------|---------------|---------------------|---------------------------------------|
| | ● | ■ | → | ◐ | ▼ | | | | |
| Sacar de camión, colocar en plano inclinado | | | ● | | | 5 | 1.2 | 2 operadores | 5 min x 2 operadores = 10 min-hombre |
| Deslizar por plano inclinado | | | ● | | | | 6 | 2 operadores | |
| Deslizar hasta almacén y apilado | | | ● | | | | 1 | 2 operadores | |
| Acarrear hasta lugar de desembalaje | | | ● | | | 5 | 6 | 1 operador | 5 min x 1 operador = 5 min-hombre |
| Destapar | ● | | | | | 5 | | 1 operador | 5 min x 1 operador = 5 min-hombre |
| Acarrear hasta banco de recepción | | | ● | | | 5 | 9 | 1 operador | 5 min x 1 operador = 5 min-hombre |
| Esperar hasta descarga | | | | | ● | 5 | | | |
| Extraer y abrir cajas de cartón: colocar sobre banco, contar y cotejar diseño | | | ● | | | 20 | | Inspector | 20 min x 2 operadores = 40 min-hombre |
| Enumerar piezas y colocar de nuevo en cajón | | | ● | | | | | Operador de almacén | |
| Esperar el carretillero | | | | | ● | 5 | | | |
| Llevar cajón a lugar de distribución | | | ● | | | 5 | 9 | 1 operador | 5 min x 1 operador = 5 min-hombre |
| Poner en depósito | | | | | ● | | | | |

TOTAL = 70 minutos - hombre

Ejemplo 1: Cálculo de costos en el método propuesto

$$70 \text{ minutos} - \text{hombre} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 1.16 \text{ horas} - \text{hombre}$$

$$\text{Costo total de mano de obra} = 1.16 \text{ horas} - \text{hombre} \times \$5.20$$

$$\text{Costo total de mano de obra} = \$6.03$$

Con el nuevo método se logra disminuir la cantidad de actividades y consigue un ahorro de \$4.16 con respecto al costo total de la mano de obra

La distancia del recorrido se redujo de 56.2 m a 32.2 m

Bibliografía

- Freivalds, A. & Niebel, B. *Ingeniería Industrial – métodos estándares y diseño del trabajo*. McGraw-Hill
- García Criollo, R. *Estudio del trabajo*. McGraw-Hill
- Meyers, F. & Stephens, M.. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson
- Render, B. & Heizer, J. *Principios de administración de operaciones*. Pearson
- Kanawaty, G. *Introducción al estudio de trabajo*. OIT
- Bedny, G. & Bedny, I. (2019) *Work Activity Studies Within the Framework of Ergonomics, Psychology, and Economics*. Taylor & Francis Group.
- Bridger, R. (2019). *Introduction to Human Factors and Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Lehto, M. & Buck, J. (2008). *Introduction to Human Factors and Ergonomics of Engineers*. Taylor & Francis Group.
- Stack, T. et al. (2016). *Occupational Ergonomics – A Practical Approach*. Wiley
- Kroemer, K. (2017). *Fitting the Human – Introduction to Ergonomics / Human Factors Engineering*. Taylor & Francis Group.
- Marras, W. & Karwowski, W. (2006) *Fundamentals And Assessment Tools For Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Konz, S. & Johnson, S. (2016) *Work Design and Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Abraham, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos*. Limusa
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2006). *Guía Técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa*. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España
- (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales
- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. Ecoe Ediciones
- Krick (1994). *Ingeniería de Métodos*. Limusa
- Castellanos, J., et al. (2008). *Organización del Trabajo: Ingeniería de Métodos – Tomo I*. Editorial Felix Varela
- Castellanos, J., et al. (2008). *Organización del Trabajo: Estudio de Tiempos – Tomo II*. Editorial Felix Varela
- Mondelo, P. et al. (1999). *Ergonomía 3: Diseños de Puestos de Trabajo*. Mutua Universal
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos*. Ecoe Ediciones
- Peralta, J. et al (2014) *Estudio del Trabajo*. Grupo Editorial Patria
- Caso Neira, A. *Técnicas de Medición del Trabajo*
- <http://www.css.org.pa/>
- <http://www.osha.gov/>



Ricardo Caballero, M.Sc.

Docente Tiempo Completo
Facultad de Ingeniería Industrial
Centro Regional de Chiriquí
Universidad Tecnológica de Panamá

E-mail: ricardo.caballero@utp.ac.pa

<https://www.academia.utp.ac.pa/ricardo-caballero>