



Universidad  
Continental



**Guía de Laboratorio**

# **Ingeniería de métodos**

---

*Guía de Laboratorio*  
*Ingeniería de métodos*  
Elaborada por Javier Romero Meneses

Primera edición digital  
Huancayo, abril de 2017

De esta edición

© Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular  
Av. San Carlos 1795, Huancayo-Perú  
Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7361  
Correo electrónico: recursosucvirtual@continental.edu.pe  
<http://www.continental.edu.pe/>

Versión en PDF, disponible en <http://repositorio.continental.edu.pe/>

#### **Cuidado de edición**

Jullisa Falla Aguirre, Fondo Editorial

#### **Diseño y diagramación**

Yesenia Mandujano, Fondo Editorial

Todos los derechos reservados.  
Cada autor es responsable del contenido de su propio texto.

La *Guía de Laboratorio*, recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

# Índice

---

<b>Normas básicas</b>	<b>4</b>
<b>Guía de práctica 1.</b> Análisis del flujo del proceso productivo mediante diagramas mayores	<b>5</b>
<b>Guía de práctica 2.</b> Análisis del flujo del proceso productivo mediante diagramas menores (DOP y DAP)	<b>10</b>
<b>Guía de práctica 3.</b> Medición del trabajo: toma de tiempos	<b>17</b>

## NORMAS BÁSICAS

---

El Laboratorio de Procesos se utilizará para la asignatura de Ingeniería de Métodos; está integrado por el responsable técnico del laboratorio y el técnico del laboratorio.

Los estudiantes deben:

- Acatar todas las recomendaciones y/o observaciones del responsable del Laboratorio.
- Ingresar al Laboratorio con su documento de identidad y/o carné universitario y llevar puesto un guardapolvo de manga larga y zapatos de seguridad dieléctricos de preferencia; caso contrario, **no se le permitirá el ingreso al Laboratorio.**
- No usar los celulares en las prácticas y evitar toda distracción durante el desarrollo de la misma.
- Mantener el orden y limpieza de los equipos, materiales y ambientes durante el desarrollo de la práctica.
- Leer con atención los avisos e indicaciones que se encuentran en los lugares visibles del Laboratorio.
- Solicitar, de manera ordenada, los equipos, materiales y otros al docente, según el requerimiento de la práctica. (Se hará la entrega al jefe de cada grupo).
- Verificar el estado de los recursos (equipos, materiales, accesos, etc.) **antes y después de la práctica programada.** Si tuviesen alguna observación sobre el estado de los recursos, informar inmediatamente al docente y/o al personal de apoyo del Laboratorio; caso contrario se presumirá que el deterioro fue causado por él y/o los manipuladores, lo que conllevará a su responsabilidad y reposición del bien.
- En el caso de descalibración o deterioro del equipo por mal manejo, los gastos de calibración y reparación van por cuenta de todos los integrantes del grupo.

Estas recomendaciones se complementarán con la inducción del encargado del Laboratorio de Procesos.

# GUÍA DE PRÁCTICA 1

## ANÁLISIS DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO MEDIANTE DIAGRAMAS MAYORES

---

Docente: xxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxx xxx

Sección: .....

Fecha: ..... / ..... / 2017

Duración: xxxx minutos

---

### Instrucciones

Los alumnos deberán mantener el comportamiento y la postura en el análisis de proceso productivo.

### 1. Objetivos de la práctica

- El estudiante analiza e identifica los flujos de procesos para determinar qué tipo de proceso se utiliza en la producción de agua de mesa.
- El estudiante representa el proceso productivo de la elaboración del agua de mesa mediante del diagrama de flujo de primer nivel.
- El estudiante identifica la maquinaria y el equipo necesario para el proceso productivo, asimismo describe las características.

### 2. Fundamento teórico

#### Enfoque del análisis de la operación

Un estudio de los factores que detuvieron o retardaron las actividades de mejoramiento continuo son (Rodríguez, 2016):

1. Desconocimiento del programa por todos los empleados.
2. No comprender por qué y cómo se hace.
3. Adiestramiento insuficiente o inefectivo.
4. Planeamiento inadecuado antes de dar inicio al programa.
5. Falta de cooperación entre áreas funcionales.
6. Falta de coordinación entre áreas funcionales por equipos.
7. Resistencia al cambio por parte de la administración a nivel medio.
8. Carencia de aptitudes de liderazgo por el cambio de cultura.

#### Método del análisis de la operación

Los diez enfoques primarios del análisis de la operación son:

1. Finalidad de la operación

2. Diseño de la pieza
3. Tolerancias y especificaciones
4. Material
5. Proceso de manufactura
6. Preparación y herramental
7. Condiciones de trabajo
8. Manejo de materiales
9. Distribución del equipo en la planta
10. Principios de la economía de movimientos.

### 3. Equipos y materiales

#### 3.1. Equipos

Cantidad	Equipo
2	Electrobombas
2	Vacuómetros
2	Manómetros
1	Filtro de Arena
2	Electroniveles
1	Filtro carbón activo
1	Filtro pulidor de 5 micras
1	Filtro pulidor 1 micra
2	Nanómetros
1	Equipo de lámpara UV
1	Tanque cilíndrico superficie
1	Tanque cilíndrico elevado
1	Tanque de agua procesada
1	Bomba centrífuga
1	Equipo de ozono
1	Llenadora o envasadora

#### 3.2. Materiales

Material
Agua potable

## 4. Indicaciones

- Escuchar atentamente la exposición del encargado del Laboratorio acerca del proceso de elaboración de agua de mesa.
- Los estudiantes agrupados en no más de 4 participantes deben describir y analizar el proceso productivo de la elaboración de agua de mesa. Se debe prestar atención a la capacidad productiva de cada maquinaria, la secuencia del proceso productivo y la estimación de tiempo en la elaboración de una unidad de venta.

## 5. Procedimientos

Realizar el análisis del proceso productivo desde la recepción de materia prima y el almacenamiento del producto terminado.

### **Primero: Enfoque del análisis: "Finalidad del proceso productivo"**

- Identificar: .....
- Finalidad del proceso: .....
- Objetivo del proceso: .....
- Meta del proceso: .....

### **Segundo: Enfoque del análisis: "Especificaciones del producto"**

- Tomar dos muestras para conocer el tiempo promedio (media) de atención al cliente.
- Inicio del ciclo de operación. Cuando el cliente solicita el producto, el volumen, por ejemplo, 100 litros.
- Fin del proceso. Cuando el grupo en este caso entrega el producto.

### **Tercero: Análisis de la materia prima**

Identificar el tipo de insumo a emplear con el que cuenta el puesto de trabajo para la atención al pedido, Dividiendo el material por insumo principal y aditivos, si es necesario.

### **Cuarto: Enfoque del análisis: "Procesos de Manufactura"**

Procedimiento que se sigue actualmente para la atención del pedido (ejemplo: volumen de 100 litros de agua de mesa unidad de venta, botella de 720 ml, de 20 litros, según corresponda).

Un nuevo procedimiento identifica las posibles mejoras en la elaboración del pedido.

### **Quinto: Enfoque del análisis "Condiciones de Trabajo"**

Analizar:

- Ventilación
- Iluminación
- Temperatura
- Ruido
- Orden y Limpieza
- Protección del personal
- Señales de seguridad

### **Sexto: Enfoque del análisis "Manejo de Materiales"**

- Identificar dónde se guarda el excedente de producto
- ¿Cuenta el puesto con un almacén?
- Si no existe, ¿dónde guardan el producto?

### **Séptimo: Enfoque del análisis "Distribución de la maquinaria y equipo"**

Determinar la superficie estática de cada equipo (largo x ancho)

## **6. Resultados**

- Representación del proceso productivo mediante la simbología determinada, elabora el diagrama de flujo de primer nivel y el DOP del material.
- Realizar la distribución de planta a escala considerando la maquinaria y el equipo empleado.

## **7. Conclusiones**

- El estudiante identifica y representa la secuencia del proceso productivo en la elaboración del agua de mesa.
- El estudiante reconoce la maquinaria y equipo necesario para la elaboración del bien descrito
- El estudiante realiza una distribución de planta y propone una posible redistribución de planta considerando la teoría al respecto.
- El estudiante elabora una estimación de tiempo y costo en la elaboración del bien y analiza el potencial comercial.

## **8. Sugerencias y/o recomendaciones**

- Complementar la información con fotografías que sustenten lo mencionado en el trabajo de laboratorio.

- Presentar nombres y características de los equipos utilizados en la manipulación de los materiales.

### Referencias bibliográficas

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris (2009). *Ingeniería Industrial. Estándares y diseños del trabajo*. 12.º ed. Editorial Mc. Graw Hill.

DÍAZ, Bertha; JARUFE, Benjamín y NORIEGA, María (2007). *Disposición de planta*. 2.º ed. Perú: Editorial Universidad de Lima.

## GUÍA DE PRÁCTICA 2

### ANÁLISIS DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO MEDIANTE DIAGRAMAS MENORES (DOP Y DAP)

---

Docente: Ing. Javier Romero Meneses

Sección: .....

Fecha: ..... / ..... / 2017

Duración: ..... minutos

---

#### Instrucciones

El estudiante deberá mantener el comportamiento y postura durante la permanencia en el Laboratorio de Procesos.

#### 1. Objetivos de la práctica

- El estudiante identifica la secuencia cronológica de todas las operaciones e inspecciones que se realizan en la elaboración del agua de mesa.
- El estudiante analiza e identifica el flujo del proceso productivo en la elaboración de agua de mesa.
- El estudiante logra representar el proceso productivo mediante los diagramas menores: el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) y el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

#### 2. Fundamento teórico

Las herramientas de análisis de los procesos son herramientas gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, identificándolo mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza, incluye toda la información que se considera útil para una mejor definición del estudio del trabajo elegido y presenta los hechos que posteriormente se analizan, tales como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Existen diversos tipos de diagramas, los más utilizados son el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) y el Diagrama Analítico del Proceso (DAP) (Diagrama de flujo).

- **Operación.** Se emplea para indicar los pasos principales del proceso, método o procedimiento. La operación tiene lugar cuando se modifican intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto, se dispone o prepara para otra operación, transportación, inspección o almacenamiento. Se produce también una operación cuando el operario proporciona o recibe información y cuando planea o calcula.

- **Inspección.** Tiene lugar cuando se examina un objeto para identificarlo o cuando se verifica la calidad y/o la cantidad de cualquiera de sus características.
- **Transporte.** Se emplea para indicar el desplazamiento de los trabajadores o la trayectoria seguida por los materiales cuando se trasladan de un lugar a otro (distancia mínima: 1.5 m). No incluye los movimientos que forman parte de una operación o una inspección, o cuando es causado por el operador en la estación de trabajo.
- **Almacenamiento.** Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén, donde se le recibe o entrega mediante alguna forma de autorización, el cual se guarda con fines de referencia. Tiene lugar cuando un objeto se guarda y protege contra el retiro no autorizado.
- **Demora-espera o depósito provisional,** se emplea para indicar el estancamiento o inactividad de un material durante un proceso de producción. Se produce cuando un objeto o persona espera la acción siguiente planeada. No incluye las que intencionalmente cambian las características físicas o químicas del objeto de estudio.

Actividad que indica una operación e inspección que se efectúan en forma simultánea y casi al mismo tiempo.

### Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones y materiales que se usan en el proceso de manufactura, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.

La gráfica describe la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal, representa en forma esquemática un proceso de producción, utilizando sólo los símbolos de operación, inspección y combinada.

La confección de este diagrama requiere emplear líneas verticales y horizontales, en las cuales se deben indicar los componentes del producto, todas las operaciones e inspecciones de cada uno de ellos y las entradas y salidas de materiales auxiliares.

Consta de 3 partes:

1. **Encabezado.** Indica el título del diagrama y el tipo de producto que se elabora. Además, puede consignar otros datos, como fecha, sección, operación, etc.
2. **Cuerpo.** Es el diagrama en sí, compuesto por los símbolos, las líneas verticales y horizontales.
3. **Resumen.** Indica el número total de operaciones, inspecciones y combinadas efectuadas.

Al comenzar la construcción del DOP, el analista debe identificar el diagrama con un título "Diagrama de Operaciones del Proceso" y otra información como número de parte, número de dibujo, descripción del proceso, método actual y propuesto, fecha y nombre de la persona que hace el diagrama.

Las líneas verticales indican el flujo general del proceso al realizar el trabajo, las horizontales que llegan a las líneas de flujo verticales indican los materiales, ya sean comprados o trabajados durante el proceso.

### **Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)**

Diagrama que muestra la trayectoria de un producto o de un procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo correspondiente.

El DAP puede efectuarse tanto al material, al operario y a la maquinaria.

Las actividades que se representan en el DAP son la operación, inspección, transporte, demora, almacenamiento y combinada (operación-inspección).

El DAP tiene las siguientes partes:

- **Encabezado.** En esta sección se colocan los principales datos de la operación en estudio. En este caso, el resumen forma parte del encabezado.
- **Cuerpo o desarrollo.** Es el diagrama en sí. Se numeran todas las actividades y se colocan unas "x" en el lugar correspondiente. Al final las X se unen con líneas rectas, obteniendo el cursograma.

El DAP se utiliza para eliminar movimientos innecesarios y analizar el proceso. Existe un **formato convencional** para su elaboración. Los lugares asignados para tiempos, distancias y cantidades en el formato sólo deben ser llenados en los casos que sean aplicables.

Es común que el DAP no se aplique al ensamble completo. Se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura o en procedimientos aplicables a una componente o secuencia de trabajo específicos.

El DAP es valioso en especial al registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectados estos periodos no productivos, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, sus costos.

El DAP, al igual que el DOP, no es un fin, es solo un medio para lograr un fin.

Esta técnica facilita la eliminación o reducción de costos ocultos de un componente, debido a que muestra con claridad los transportes, demoras y almacenamientos; la información que proporciona puede conducir a la reducción tanto en cantidad como en duración de estos elementos. Además, al registrar las distancias, el diagrama tiene un gran valor para el mejoramiento de la distribución de planta.

DAP		Operario/Material/Equipo			
Diagrama n.º 1	Hoja n.º 1	Resumen			
Objeto:	Actividad		Actual	Propuesta	Economía
	Operación				
Proceso:	Transporte				
Método: actual/ propuesto	Espera				
Lugar:	Inspección				
	Almacenamiento				
Operario:	Ficha n.º	Distancia metros			
Compuesto por:	Tiempo minutos				
Fecha:	Costo				
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra			
		Material			
		<b>Total</b>			

Descripción	Cant.	Dist.	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	□	▽	
1								
2								
3								
4								
5								

Descripción	Cant.	Dist.	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	□	▽	
6								
7								
8								
9								
10								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
<b>Total</b>								

### 3. Equipos y materiales

#### 3.1. Equipos

Cantidad	Equipo
2	Electrobombas
2	Vacuómetros
2	Manómetros
1	Filtro de arena
2	Electro niveles
1	Filtro carbón activo
1	Filtro pulidor de 5 micras
1	Filtro pulidor 1 micra
2	Nanómetros
1	Equipo de lámpara UV
1	Tanque cilíndrico superficie

Cantidad	Equipo
1	Tanque cilíndrico elevado
1	Tanque agua procesada
1	Bomba centrífuga
1	Equipo de ozono
1	Llenadora o envasadora

### 3.2. Materiales

Cantidad	Material
20 litros	Agua potable

## 4. Indicaciones

- Escuchar atentamente la exposición del encargado del laboratorio acerca del proceso de elaboración de agua de mesa.
- Los estudiantes agrupados en no más de 4 participantes deben describir y analizar el proceso productivo de la elaboración de agua de mesa.
- Se debe prestar atención a la capacidad productiva de cada maquinaria, la secuencia del proceso productivo y estimación de tiempo en la elaboración de una unidad de venta.

## 5. Procedimientos

Realizar el análisis del proceso productivo desde la recepción de materia prima y el almacenamiento del producto terminado.

**Primero:** Identificar la finalidad del proceso

**Segundo:** Representar el flujo del proceso productivo mediante el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP), teniendo en consideración la normativa o reglas para su elaboración, el nombre de la operación o inspección, la maquinaria que lo realiza y el tiempo aproximado para un volumen determinado (20 litros).

**Tercero:** Representar el flujo del proceso productivo mediante el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) empleando el formato de la presente guía tratar de incluir las siguientes observaciones: temperatura, volumen, distancias, entre otros.

## 6. Resultados

Representación del flujo del proceso productivo mediante el diagrama menor, Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) del material.

Representación del flujo del proceso productivo mediante el diagrama menor, Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) del material.

## 7. Conclusiones

- El estudiante identifica y representa la secuencia del proceso productivo en la elaboración del agua de mesa, mediante los diagramas menores más utilizados como son el DOP y el DAP.
- El estudiante reconoce la maquinaria y equipo necesario para la elaboración del bien descrito

## 8. Sugerencias y/o recomendaciones

- Complementar la información con fotografías que sustenten lo mencionado en el trabajo de laboratorio.
- Presentar nombres y características de los equipos utilizados en la manipulación de los materiales.

## Referencias bibliográficas

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris (2009). *Ingeniería Industrial. Estándares y diseños del trabajo*. 12.ª ed. Editorial Mc. Graw Hill.

DÍAZ, Bertha; JARUFE, Benjamín y NORIEGA, María (2007). *Disposición de planta*. 2.ª ed. Perú: Editorial Universidad de Lima.

## GUÍA DE PRÁCTICA 3

### MEDICIÓN DEL TRABAJO: TOMA DE TIEMPOS

---

Docente: Ing. Javier Romero Meneses

Sección: .....

Fecha: ..... / ..... / 2017

Duración: ..... minutos

---

#### Instrucciones

El estudiante deberá mantener el comportamiento y postura durante la permanencia en el Laboratorio de Procesos.

#### 1. Objetivos de la práctica

- El estudiante realizará la toma de tiempos de una operación o actividad, considerando los principios de esta técnica.
- Identificar los elementos fijos y variables que intervienen en la operación.
- Realizar la valoración del ritmo de trabajo mediante el uso de tablas.
- Otorgar el suplemento en términos de porcentaje correspondiente a la característica de la operación mediante la observación y el uso de tablas.
- Determinar el tiempo estándar de la actividad, considerando el tipo de material la característica de la máquina y el método de trabajo.

#### 2. Fundamento teórico

##### Estudio de tiempos

De la Roca (1994, p. 18) refiere que:

El estudio de tiempos se utiliza para determinar el tiempo requerido para la realización de un trabajo específico por una persona calificada, trabajando a una marcha normal.

El estudio de tiempos sirve para medir el trabajo, y su resultado es el tiempo que necesitará una persona adecuada a la tarea, e instruida en el método especificado, para ejecutar dicha tarea si trabaja a una marcha normal.

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos es la correcta selección del operario; si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, el operario tipo medio o el que está algo más arriba del promedio realizará un trabajo más consistente y sistemáticamente, por lo cual se obtendrá un estudio más satisfactorio.

La forma impresa para el estudio de tiempos tiene espacio para un croquis o una fotografía del área de trabajo, ésta muestra claramente la localización de los depósitos de la materia prima y las partes terminadas con respecto al área de trabajo. Abajo de la presentación gráfica del método hay un espacio para un diagrama de proceso de operario.

Una vez terminado este diagrama para la mano derecha y la izquierda, se podrá identificar claramente el método estudiado y observar las oportunidades de mejorarlo. Se facilitará así la división del estudio en sus elementos básicos y se podrá adquirir una mejor idea de la habilidad con que se ejecuta.

Para un adecuado registro de la información significativa, debe anotarse toda la información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos.

Las condiciones de trabajo existentes tienen una relación definida con el margen o tolerancia que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoran en un futuro, pueden disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga, y si las condiciones empeoraran, el factor de tolerancia debería aumentarse.

La operación se divide en grupos de Therbligs conocidos por elementos. Los elementos deben dividirse en partes, lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas.

Para identificar el principio y el fin de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual.

Por lo general, se requiere dar los pasos siguientes para la realización del estudio de tiempos:

1. Obtener y registrar información sobre la operación y operario que se estudia.
2. Dividir la operación en elementos y anotar una descripción completa del método.
3. Observar y registrar el tiempo tomado por el operario.
4. Valorar la actuación del operario.
5. Determinar las tolerancias.
6. Determinar el tiempo estándar para la operación.

### 3. Equipos y materiales

#### 3.1. Equipos

Cantidad	Equipo
1	Cronómetro centesimal
1	Reloj de pulsera
1	Calculadora
1	Videograbadora

#### 3.2. Materiales

Cantidad	Material
1	Tablero de campo
	Formato de toma de tiempos
	Tablas de valoración del ritmo de trabajo
	Tablas de suplementos

### 4. Indicaciones

- Asegúrese que posee un cronómetro adecuado y que puede utilizarlo correctamente. Un error le proporcionará problemas a la hora de la toma de tiempos.
- Si es necesario divida la operación en elementos fundamentales, que le permitan realizar la operación con sencillez. No combine constantes con variables.
- Seleccione los elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido o movimiento característico.

### 5. Procedimientos

- **Primero:** Utilice los dos métodos de toma de tiempos, vuelta cero y continuo para lograr una mejor exactitud en sus resultados. Asegúrese de utilizar el formato adecuado a la operación y el número de observaciones.
- **Segundo:** Registre el tiempo de duración de todos los retrasos y elementos extraños. Si alguno de estos elementos es difícilmente medible, acumule el tiempo en la operación en donde ocurre este contratiempo y luego enciérralo con un círculo. Trate de obtener toda la información posible referente a retrasos y contratiempos; así se podrá obtener una tolerancia justa.

- **Tercero:** Conforme transcurre la actividad, utilice la calificación por velocidad para calificar al operario. Esto le permitirá eliminar el sesgo en el tiempo. Sea muy cuidadoso con esto, pues si no se realiza de manera eficiente, introducirá a su estudio error grandísimo.
- **Cuarto:** Realice la medición considerando el número de ciclos que le permitan obtener resultados confiables. Se recomienda guiarse por la tabla dado en clase. Realice el promedio del tiempo de duración de cada elemento, excluyendo para esto todos elementos en donde ocurrieron elementos extraños, obteniendo el tiempo observado.
- **Quinto:** Aplique el factor de calificación o factor de valoración del ritmo de trabajo, de preferencia emplee la tabla inglesa (75-100) dado en clase, al tiempo observado para así obtener un tiempo normal.
- **Sexto:** Obtenga una tolerancia para la actividad o factor de suplemento. Considere todos los tiempos de los elementos extraños participantes; elimine los que a su criterio son retrasos innecesarios y quédese únicamente con los retrasos asignables. Obtenga un porcentaje del tiempo de retraso respecto al total. Considere también los factores de fatiga (monotonía, ruido, etc.) y retrasos adicionales. Luego de haber analizado todos éstos aspectos podrá llegar a una tolerancia total bastante objetiva.
- **Séptimo:** Aplique la tolerancia o factor de suplemento y obtenga el tiempo estándar para la operación.

## 6. Resultados

- El estudiante usa correctamente el cronómetro.
- El estudiante realiza la toma de tiempos de una operación, considerando los principios de esta técnica.
- Identifica los elementos fijos y variables que intervienen en la operación
- Realizar la valoración del ritmo de trabajo mediante el uso de tablas.
- Otorga el suplemento en términos de porcentaje correspondiente a la característica de la operación mediante la observación y el uso de tablas.
- Determina el tiempo estándar de la actividad, considerando el tipo de material la característica de la máquina y el método de trabajo.

## 7. Conclusiones

- El estudiante determina el tiempo estándar de una operación con un margen de error permisible de 3 %
- El estudiante describe el método de trabajo al cual va a determinar el tiempo estándar.

- El estudiante reconoce las características de los equipos necesarios para la realización de la toma de tiempos

## 8. Sugerencias y/o recomendaciones

- Complementar la información con fotografías que sustenten lo mencionado en el trabajo de laboratorio
- Presentar nombres y características de los equipos utilizados en la manipulación de los materiales.

## Referencias bibliográficas

DE LA ROCA, L. (1994). *Manual de prácticas. Ingeniería de métodos*. Guatemala: Universidad Landívar, Facultad de Ingeniería.

DÍAZ, Bertha; JARUFE, Benjamín y NORIEGA, María (2007). *Disposición de planta*. 2.ª ed. Perú: Editorial Universidad de Lima.

NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS Andris (2009). *Ingeniería industrial. Estándares y diseños del trabajo*. 12.ª ed. Editorial: Mc Graw Hill.

