



PARAGUAYO  
ALEMANA



# Medición del trabajo

# BIBLIOGRAFÍA

PARAGUAYO  
ALEMANA

## Libro de texto

- **Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management** (Pearson) 12th Edition by Jay Heizer, Barry Render and Chuck Munson (2017).
  - **Capítulo 10: Recursos humanos, diseño de trabajos y medición del trabajo** (Pag, 459 – 479)



UPA

UNIVERSIDAD PARAGUAYO ALEMANA  
DE CIENCIAS APLICADAS

# MEDICIÓN DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

**Después de completar esta sección, los estudiantes deberán:**

1. Identificar cuatro formas de establecer estándares de mano de obra.
2. Calcular los tiempos normal y estándar en un estudio de tiempos.
3. Encontrar el tamaño de muestra adecuado para un estudio de tiempos.
4. Explicar la forma en que se usan estándares de tiempo y TMU's en la medición del trabajo.
5. Aplicar los cinco pasos del muestreo del trabajo.



# ESTÁNDARES DE MANO DE OBRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

- La planificación eficaz de la mano de obra depende del conocimiento de los requerimientos de mano de obra.
- Los estándares de mano de obra son la cantidad de tiempo requerido para realizar un trabajo o parte de un trabajo.
- Los estándares de mano de obra precisos ayudan a determinar las necesidades de mano de obra, los costos y el trabajo justo.



# ESTÁNDARES DE MANO DE OBRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

- Comenzó a principios del siglo XX.
- Importante para las organizaciones manufactureras y de servicios.
- Necesario para determinar las necesidades de personal.
- Importante para los sistemas de incentivos laborales.



# LOS ESTÁNDARES SIGNIFICATIVOS AYUDAN A DETERMINAR

PARAGUAYO  
ALEMANA

1. Contenido de la mano de obra de los artículos producidos.
2. Necesidades del personal.
3. Estimaciones de costos y tiempo.
4. Tamaño del equipo y balanceo del trabajo.
5. Producción esperada.
6. Base de los planes de incentivos salariales.
7. Eficiencia de los empleados.



# ESTÁNDARES DE MANO DE OBRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

Se puede establecer de cuatro maneras:

1. Experiencia histórica
2. Estudios de tiempo
3. Estándares de tiempo predeterminado
4. Muestreo del trabajo





# EXPERIENCIA HISTÓRICA

PARAGUAYO  
ALEMANA

- Cómo se realizó la tarea la última vez.
- Fácil y barato.
- Los datos están disponibles en registros de producción o en tarjetas de tiempo.
- Los datos no son objetivos y pueden ser inexactos.
- Si las variables son desconocidas, no es recomendado.



## OM in Action

### Saving Seconds at Retail Boosts Productivity

Retail services, like factory assembly lines, need labor standards. And the Gap, Office Depot, Toys “R” Us, and Meijer are among the many firms that use them. Labor is usually the largest single expense after purchases in retailing, meaning it gets special attention. Labor standards are set for everything from greeting customers, to number of cases loaded onto shelves, to scanning merchandise at the cash register.

Meijer, a Midwestern chain of 213 stores, includes cashiers in its labor standards. Since Meijer sells everything from groceries to clothes to automotive goods, cashier labor standards include adjustments of allowances for the vast variety of merchandise being purchased. This includes clothes with hard-to-find bar codes and bulky items that are not usually removed from the shopping cart. Allowances are also made for how customers pay, the number of customers returning to an aisle for a forgotten item, and elderly and handicapped customers.

Employees are expected to meet 95% of the standard. Failure to do so moves an employee to counseling, training, and other alternatives. Meijer has

added fingerprint readers to cash registers, allowing cashiers to sign in directly at their register. This saves time and boosts productivity by avoiding a stop at the time clock.

The bottom line: as retail firms seek competitive advantage via lower prices, they are finding that good labor standards are not only shaving personnel costs by 5% to 15% but also contributing to more accurate data for improved scheduling and customer service.

Sources: *Supermarket News* (January 26, 2015); *The Wall Street Journal* (November 17, 2008); and [www.Meijer.com](http://www.Meijer.com).



Tyler Olson/Shutterstock



# ESTUDIOS DE TIEMPO

PARAGUAYO  
ALEMANA

- Involucra medir una muestra del rendimiento de un trabajador y su usar esta medida para establecer un estándar.
- Requiere observadores entrenados y experimentados.
- No se puede ser determinado antes de realizar el trabajo.



# ESTUDIOS DE TIEMPO

PARAGUAYO  
ALEMANA

1. Definir la tarea a estudiar (después de realizar un análisis de métodos).
2. Dividir la tarea en elementos precisos (partes de una tarea que con frecuencia no necesitan más de unos cuantos segundos).
3. Decidir cuántas veces se medirá la tarea (el número de ciclos de trabajo o muestras necesarias).
4. Medir el tiempo y registrar los tiempos elementales y las calificaciones del desempeño.



# ESTUDIOS DE TIEMPO

PARAGUAYO  
ALEMANA

5. Calcular el tiempo observado (real) promedio.

$$\text{Tiempo observado promedio} = \frac{\text{Suma de los tiempos registrados para realizar cada elemento}}{\text{Número de observaciones}}$$

Equation 10-1 Pag. 461

6. Determinar la calificación de desempeño (paso del trabajo) y después calcular el tiempo normal para cada elemento.

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo observado promedio} \times \text{Factor de calificación de desempeño}$$

Equation 10-2 Pag. 461



# ESTUDIOS DE TIEMPO

PARAGUAYO  
ALEMANA

7. Sumar los tiempos normales para cada elemento a fin de determinar el tiempo normal de una tarea.
8. Calcular el tiempo estándar.

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal total}}{1 - \text{Factor de compensación}}$$

Equation 10-3 Pag. 461



# COMPENSACIÓN POR DESCANSOS (ALLOWANCES)

PARAGUAYO  
ALEMANA

- Compensación por tiempo personal.
  - 4% - 7% del tiempo total para el uso de baño, fuente de agua, etc.
- Compensación por retrasos.
  - Sobre la base de los retrasos reales que se producen.
- Compensación por fatiga.
  - Basado en nuestro conocimiento del gasto energético humano.



# COMPENSACIÓN POR DESCANSOS

PARAGUAYO  
ALEMANA

**TABLE 10.1**

**Allowance Factors (in percentage) for Various Classes of Work**

1. Constant allowances:		Weight lifted (pounds):	
(A) Personal allowance . . . . .	5	20 . . . . .	3
(B) Basic fatigue allowance . . . . .	4	40 . . . . .	9
		60 . . . . .	17
2. Variable allowances:		(D) Bad light:	
(A) Standing allowance . . . . .	2	(i) Well below recommended . . . . .	2
(B) Abnormal position allowance:		(ii) Quite inadequate . . . . .	5
(i) Awkward (bending) . . . . .	2		
(ii) Very awkward (lying, stretching) . . . . .	7	(E) Noise level:	
(C) Use of force or muscular energy in		(i) Intermittent—loud . . . . .	2
lifting, pulling, pushing		(ii) Intermittent—very loud or high pitched . . . . .	5

Compensación (en porcentaje) para varias clases de trabajo.





# EJEMPLO 1: DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS NORMAL Y ESTÁNDAR

PARAGUAYO  
ALEMANA

El estudio de tiempos de una operación de trabajo realizada en un restaurante Red Lobster produjo un tiempo observado promedio de 4.0 minutos. El analista calificó al trabajador observado con un 85%. Eso significa que al realizar el estudio, el desempeño del trabajador fue un 85% de lo normal. La empresa usa un factor de holgura del 13%. Red Lobster desea calcular el tiempo normal y el tiempo estándar para esta operación.

**Método:** La empresa necesita aplicar las ecuaciones (S10-2) y (S10-3).

**Solución:** Tiempo observado promedio = 4.0 minutos.

$$\begin{aligned}\text{Tiempo normal} &= (\text{Tiempo observado promedio}) \times \\ &\quad (\text{Factor de calificación del desempeño}) \\ &= (4.0)(.85) \\ &= 3.4 \text{ min.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tiempo estándar} \frac{\text{Tiempo norma}}{1 - \text{Factor de holgurar}} &= \frac{3.4}{1 - .13} = \frac{3.4}{.87} \\ &= 3.9 \text{ min}\end{aligned}$$



# EJEMPLO 2: USO DE ESTUDIOS DE TIEMPO PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR

PARAGUAYO  
ALEMANA

Management Science Associates promueve sus seminarios de desarrollo en administración enviando miles de cartas mecanografiadas individualmente a distintas compañías. Se realizó un estudio de tiempos para la tarea de preparar las cartas que se envían por correo. Con base en las observaciones siguientes, Management Science Associates quiere desarrollar un tiempo estándar para esta tarea. El factor de holgura personal, por demora y por fatiga para la empresa es del 15 por ciento.

Elemento del trabajo	Observaciones (minutos)					Calificación del desempeño
	1	2	3	4	5	
(A) Redactar y mecanografiar carta	8	10	9	21*	11	120%
(B) Mecanografiar dirección en el sobre	2	3	2	1	3	105%
(C) Meter carta en sobre, poner estampilla, sellar y clasificar los sobres	2	1	5*	2	1	110%

**Método:** Una vez recopilados los datos, el procedimiento es:

1. Borrar las observaciones inusuales o no recurrentes.
2. Calcular el *tiempo promedio* para cada elemento del trabajo, usando la ecuación (S10-1).
3. Calcular el *tiempo normal* para cada elemento, usando la ecuación (S10-2).
4. Encontrar el tiempo normal total.
5. Calcular el *tiempo estándar*, usando la ecuación (S10-3).



# EJEMPLO 2: USO DE ESTUDIOS DE TIEMPO PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR

PARAGUAYO  
ALEMANA

*Solución:*

1. Desechar observaciones como las marcadas con un asterisco (\*). (Éstas pueden deberse a interrupciones del negocio, reuniones con el jefe o errores de naturaleza inusual; no son parte del elemento del trabajo, aunque pueden implicar tiempo personal o de demora).
2. Tiempo promedio para cada elemento del trabajo:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo promedio para A} &= \frac{8+10+9+11}{4} \\ &= 9.5 \text{ min}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tiempo promedio para B} &= \frac{2+3+2+1+3}{5} \\ &= 2.2 \text{ min}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tiempo promedio para C} &= \frac{2+1+2+1}{4} \\ &= 1.5 \text{ min}\end{aligned}$$



# EJEMPLO 2: USO DE ESTUDIOS DE TIEMPO PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR

PARAGUAYO  
ALEMANA

## 3. Tiempo normal para cada elemento del trabajo:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo normal para A} &= (\text{Tiempo observado promedio}) \times (\text{Calificación del desempeño}) \\ &= (9.5)(1.2) \\ &= 11.4 \text{ min}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tiempo normal para B} &= (2.2)(1.05) \\ &= 2.31 \text{ min}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tiempo normal para C} &= (1.5)(1.10) \\ &= 1.65 \text{ min}\end{aligned}$$

*Nota:* Los tiempos normales se calculan para cada elemento debido a que el factor de calificación del desempeño (paso del trabajo) puede variar para cada elemento, como ocurrió en este caso.





# EJEMPLO 2: USO DE ESTUDIOS DE TIEMPO PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR

PARAGUAYO  
ALEMANA

4. Sumar los tiempos normales de cada elemento para encontrar el tiempo normal total (el tiempo normal para la tarea completa):

$$\begin{aligned}\text{Tiempo normal total} &= 11.40 + 2.31 + 1.65 \\ &= 15.36 \text{ min}\end{aligned}$$

5. Tiempo estándar para el trabajo:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo estándar} &= \frac{\text{Tiempo normal total}}{1 - \text{Factor de holgura}} = \frac{15.36}{1 - .15} \\ &= 18.07 \text{ min}\end{aligned}$$

Por lo tanto, el tiempo estándar para este trabajo es de 18.07 minutos.



# DETERMINAR EL TAMAÑO DE MUESTRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

1. Cuánta precisión se desea.
2. El nivel de confianza deseado.
3. Cuánta variación existe dentro de los elementos de la tarea.



# DETERMINAR EL TAMAÑO DE MUESTRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

$$\text{Tamaño de muestra requerido} = n = \left( \frac{zs}{h\bar{X}} \right)^2$$

Equation 10-4 Pag. 463

donde

$h$	=	nivel de precisión deseado como porcentaje del elemento de la tarea, expresado como decimal (un 5% = 0,05)
$z$	=	número de desviaciones estándar requeridas para el nivel de confianza deseado = $(1 - \alpha)$
$s$	=	desviación estándar de la muestra inicial
$\bar{x}$	=	media de la muestra inicial
$n$	=	tamaño de muestra requerido



# DETERMINAR EL TAMAÑO DE MUESTRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

Tamaño de muestra requerido

donde  $h$  = nivel de precisión  
elemento de la tarea, e  
 $z$  = número de desviaciones  
nivel de confianza deseado  
 $s$  = desviación estándar  
 $\bar{x}$  = media de la muestra  
 $n$  = tamaño de muestra

TABLE 10.2

Common z-Values

DESIRED CONFIDENCE (%)	z-VALUE (STANDARD DEVIATION REQUIRED FOR DESIRED LEVEL OF CONFIDENCE)
90,0	1,65
95,0	1,96
95,45	2,00
99,0	2,58
99,73	3,00





# EJEMPLO 3: CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

La compañía de manufactura Thomas W. Jones le ha pedido a usted que revise un estándar de mano de obra que preparó un analista recientemente despedido. Su primera tarea es determinar el tamaño correcto de la muestra. La precisión debe estar dentro del 5% y el nivel de confianza debe ser del 95%. La desviación estándar de la muestra es de 1.0 y la media de 3.00.

**Método:** Aplique la ecuación (S10-4).

**Solución:**

$$h = .05 \quad \bar{x} = 3.00 \quad s = 1.0$$

$$z = 1.96 \text{ (de la tabla S10.1 o el apéndice I)}$$

$$n = \left( \frac{zs}{h\bar{x}} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{1.96 \times 1.0}{.05 \times 3} \right)^2 = 170.74 \approx 171$$

Por lo tanto, usted recomendaría un tamaño de muestra de 171.

**Razonamiento:** Observe que conforme aumenta el nivel de confianza requerido, el tamaño de muestra también se incrementa. De manera similar, a medida que aumenta el nivel de exactitud deseada (digamos de 5% a 1%), el tamaño de muestra también se incrementa.



# DETERMINAR EL TAMAÑO DE MUESTRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

## Variaciones

Si  $h$ , la exactitud deseada, se expresa como la cantidad absoluta de error, entonces se sustituye  $h\bar{X}$  por  $e$ , la fórmula adecuada es:

$$n = \left( \frac{zS}{e} \right)^2$$

Equation 10-5 Pag. 464

donde  $e$  es la cantidad absoluta de error aceptable.



# DETERMINAR EL TAMAÑO DE MUESTRA

PARAGUAYO  
ALEMANA

## Variaciones

Para aquellos casos donde no se proporciona  $s$ , la desviación estándar de la muestra, será necesario calcularla.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Cada observacion de la muestra} - \bar{x})^2}{\text{Numero de la muestra} - 1}}$$

Equation 10-6 Pag. 464

donde  $x_i$  = valor de cada observacion

$\bar{x}$  = media de las observaciones

$n$  = numero de observaciones de la muestra



**OM in Action****UPS: The Tightest Ship in the Shipping Business**

United Parcel Service (UPS) employs 425,000 people and delivers an average of 16 million packages a day to locations throughout the U.S. and 220 other countries. To achieve its claim of “running the tightest ship in the shipping business,” UPS methodically trains its delivery drivers in how to do their jobs as efficiently as possible.

Industrial engineers at UPS have time-studied each driver's route and set standards for each delivery, stop, and pickup. These engineers have recorded every second taken up by stoplights, traffic volume, detours, doorbells, walkways, stairways, and coffee breaks. Even bathroom stops are factored into the standards. All this information is then fed into company computers to provide detailed time standards for every driver, every day.

To meet their objective of 200 deliveries and pickups each day (versus only 80 at FedEx), UPS drivers must follow procedures exactly. As they approach a delivery stop, drivers unbuckle their seat belts, honk their horns, and cut

their engines. Ignition keys have been dispensed with and replaced by a digital remote fob that turns off the engine and unlocks the bulkhead door that leads to the packages. In one seamless motion, drivers are required to yank up their emergency brakes and push their gearshifts into first. Then they slide to the ground with their electronic clipboards under their right arm and their packages in their left hand. They walk to the customer's door at the prescribed 3 feet per second and knock first to avoid lost seconds searching for the doorbell. After making the delivery, they do the paperwork on the way back to the truck.

Productivity experts describe UPS as one of the most efficient companies anywhere in applying effective labor standards.

*Sources: Wall Street Journal (February 19, 2015), (December 26, 2011), and (September 19, 2011); and G.Niemann, Big Brown: The Untold Story of UPS, New York: Wiley, 2007.*



# ESTÁNDARES DE TIEMPO PREDETERMINADOS

PARAGUAYO  
ALEMANA

- Divide el trabajo manual en pequeños elementos básicos que tienen tiempos establecidos.
- Se puede hacer en un laboratorio lejos de la operación de producción real.
- Se puede establecer antes de que el trabajo se realice.
- No se necesitan calificaciones de rendimiento.





# TABLA DE MUESTRA DE MTM PARA MOVIMIENTOS DE TOMAR Y COLOCAR (METHODS TIME MEASUREMENT)

PARAGUAYO  
ALEMANA

TOMAR y COLOCAR			RANGO DE DISTANCIA EN PULG.	<8	>8 <20	>20 <32
PESO	CONDICIONES PARA TOMAR	PRECISIÓN AL COLOCAR	CÓDIGO	1	2	3
<2 LB	FÁCIL	APROXIMADA	AA	20	35	50
		HOLGADA	AB	30	45	60
		ESTRECHA	AC	40	55	70
	DIFÍCIL	APROXIMADA	AD	20	45	60
		HOLGADA	AE	30	55	70
		ESTRECHA	AF	40	65	80
	MUY DIFÍCIL	APROXIMADA	AG	40	65	80
>2 LB <18 LB		APROXIMADA	AH	25	45	55
		HOLGADA	AJ	40	65	75
		ESTRECHA	AK	50	75	85
>18 LB <45 LB		APROXIMADA	AL	90	106	115
		HOLGADA	AM	95	120	130
		ESTRECHA	AN	120	145	160

Los valores se expresan en TMU's. (Time Measurement Units)



# EJEMPLO 4: ANÁLISIS MTM

PARAGUAYO  
ALEMANA

Mediante el uso de MTM, General Hospital quiere establecer el tiempo estándar para que los técnicos del laboratorio viertan un tubo de muestras.<sup>3</sup>

**Enfoque:** Ésta es una tarea repetitiva para la cual es posible desarrollar tiempos estándar usando los datos MTM de la figura S10.2. El tubo con la muestra se encuentra en una rejilla y los tubos centrífugos en una caja cercana. Un técnico retira de la rejilla el tubo con la muestra, lo destapa, toma el tubo centrífugo, vierte, y coloca ambos tubos en la rejilla.

Descripción del elemento	Elemento	Tiempo
Tomar el tubo de la rejilla	AA2	35
Tomar tapón, colocarlo en el mostrador	AA2	35
Tomar tubo centrífugo, colocarlo en el tubo de muestras	AD2	45
Verter (3 segundos)	PT	83
Colocar tubos en rejilla (simultáneo)	PC2	40
		Total TMU 238
$.0006 \times 238 = \text{Minutos estándar totales} = .14$		

Unidades de medición del tiempo (TMU)

Unidades para medir micro movimientos muy básicos donde:

1 TMU = 0,0006 minutos ó 100,000 TMU's = 1 hora

# EJEMPLO: ANÁLISIS MTM

PARAGUAYO  
ALEMANA

*Solución:* El primer elemento del trabajo implica obtener el tubo de la rejilla. Las condiciones para TOMAR y COLOCAR el tubo frente al técnico son:

- *Peso:* (menos de 2 libras)
- *Condiciones para TOMAR:* (fácil)
- *Precisión para colocar:* (aproximada)
- *Rango de distancia:* (de 8 a 20 pulgadas)

El elemento MTM para esta actividad es AA2 (como se ve en la figura S10.2). El resto de la tabla S10.2 se desarrolló a partir de tablas MTM similares.





# MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

- Estima el porcentaje de tiempo que un trabajador gasta en varias tareas.
- Requiere observaciones aleatorias para registrar la actividad de los trabajadores.
- Determina cómo los empleados usan su tiempo.
- Puede utilizarse para establecer los niveles de asignación de personal, reasignar las tareas, estimar los costos y establecer la compensación por retraso.



# MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

1. Tomar una muestra preliminar para obtener una estimación del valor parámetro.
2. Calcular el tamaño de muestra requerido.
3. Preparar un programa para observar al trabajador en los tiempos adecuados.
4. Observar y registrar las actividades del trabajador.
5. Determinar cómo usan su tiempo los trabajadores.



# MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

Determinar el tamaño de la muestra

$$n = \frac{z^2 p(1 - p)}{h^2}$$

Equation 10-7 Pag. 467

donde  $n$  = tamaño de muestra requerido  
 $z$  = número de desviaciones estándar para el nivel de confianza deseado  
 $p$  = valor estimado de la proporción de la muestra  
 $h$  = nivel de error aceptable, en porcentaje.



# EJEMPLO 5: DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES NECESARIOS PARA EL MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

La administradora de la oficina de asistencia social del condado de Michigan, Dana Johnson, estima que sus empleados están inactivos un 25% del tiempo. Le gustaría hacer un muestreo del trabajo con el 3% de exactitud y tener un 95.45% de confianza en los resultados.

**Método:** Dana aplica la ecuación (S10-7) para determinar cuántas observaciones deben realizarse.

**Solución:** Dana calcula  $n$ :

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{h^2}$$

donde  $n$  = tamaño de muestra requerido

$z = 2$  para un 95.45% de nivel de confianza

$p$  = estimación de la proporción del tiempo inactivo = 25% = .25

$h$  = error aceptable del 3% = .03.

Dana encuentra que

$$n = \frac{(2)^2 (.25)(.75)}{(.03)^2} = 833 \text{ observaciones}$$

**Razonamiento:** Así, deben realizarse 833 observaciones. Si el porcentaje de tiempo inactivo no se acerca al 25% al avanzar el estudio, entonces el número de observaciones debe calcularse de nuevo y aumentar o disminuir según sea adecuado.



# EJEMPLO 6: DETERMINACIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL TIEMPO EMPLEADO CON MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

Dana Johnson, la administradora de la oficina de asistencia social del condado de Michigan, quiere asegurarse de que sus empleados tengan el tiempo adecuado para proporcionar un servicio útil y oportuno. Ella cree que el servicio de asistencia que se presta a los ciudadanos que llaman por teléfono o llegan sin cita se deteriora con rapidez cuando la ocupación de los empleados es mayor que el 75% del tiempo. En consecuencia, no desea que sus empleados se ocupen en actividades de servicio al ciudadano más del 75% del tiempo.

**Método:** El estudio requiere varias cosas. Primero, con base en el cálculo del ejemplo S5, se necesitan 833 observaciones. Segundo, las observaciones deben ser aleatorias, sin sesgo, y realizarse en un periodo de 2 semanas para asegurar una muestra verdadera. Tercero, el analista debe definir las actividades que forman parte del “trabajo”. En este caso, el trabajo se define como todas las actividades necesarias para atender al solicitante (archivar, juntas, captura de datos, acuerdos con el supervisor, etc.). Cuarto, el tiempo personal debe incluirse en el 25% del tiempo que no es de trabajo. Quinto, las observaciones deben hacerse de una manera no intrusiva para que no distorsionen los patrones normales de trabajo. Después de dos semanas, las 833 observaciones dieron los siguientes resultados:

Número de observaciones	Actividad
485	En el teléfono o atendiendo a un ciudadano
126	Inactivo
62	Tiempo personal
23	Conferencia con el supervisor
<u>137</u>	Archivo, juntas o captura de datos en la computadora
833	





# EJEMPLO 6: DETERMINACIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL TIEMPO EMPLEADO CON MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

**Solución:** El analista concluye que todas las observaciones se relacionan con el trabajo, excepto 188 (126 de inactividad y 62 personales). Puesto que un 22.6% ( $= 188/833$ ) significa menos tiempo inactivo del que Dana cree necesario para asegurar un nivel de servicio alto, ella necesita encontrar la forma de disminuir la carga de trabajo actual. Esto podría lograrse mediante una reasignación de deberes o con la contratación de más personal.

**Razonamiento:** El muestreo del trabajo es particularmente útil al determinar las necesidades de personal o la reasignación de deberes (vea la figura S10.3).



# ESTUDIOS DE TIEMPO CON MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

Vendedores

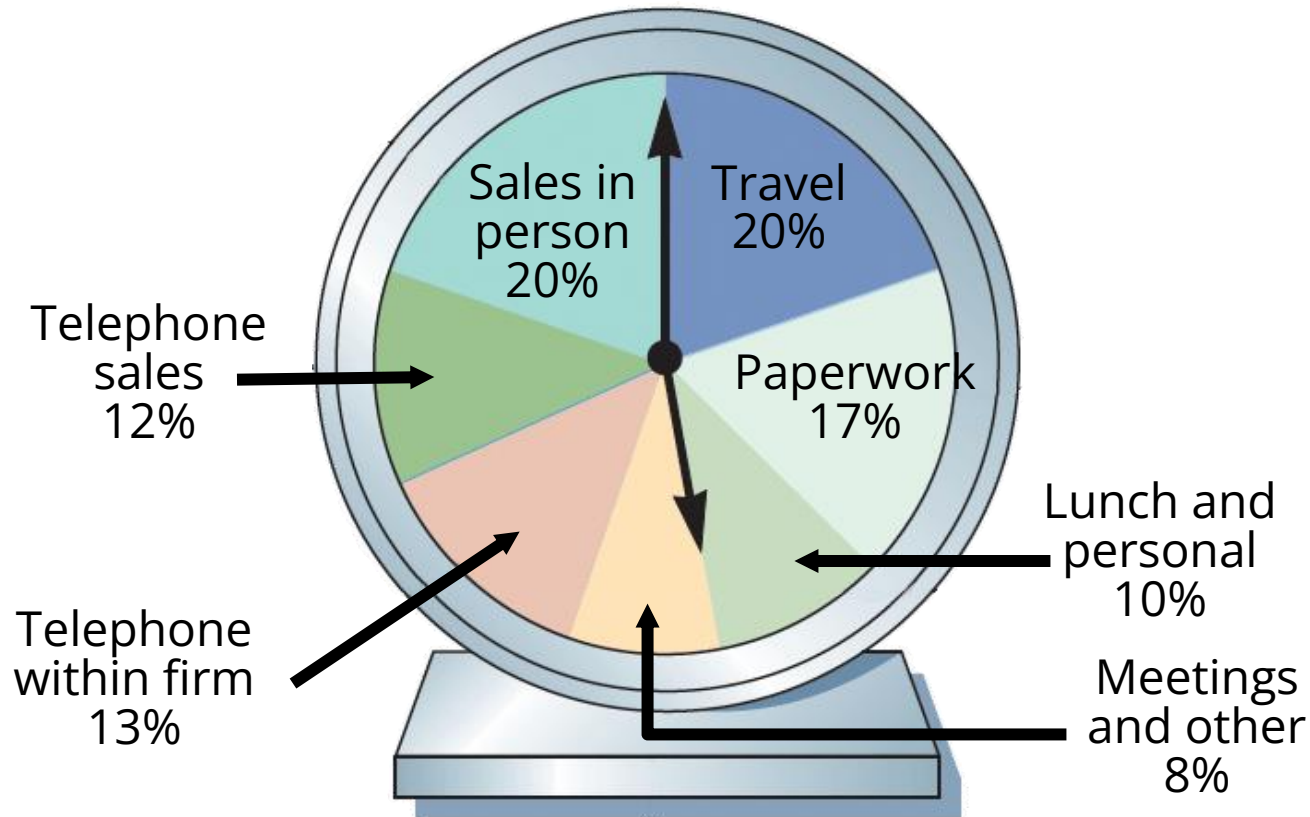


Figure 10.10 Pag. 469



# ESTUDIOS DE TIEMPO CON MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

Empleados de línea de  
ensamblaje

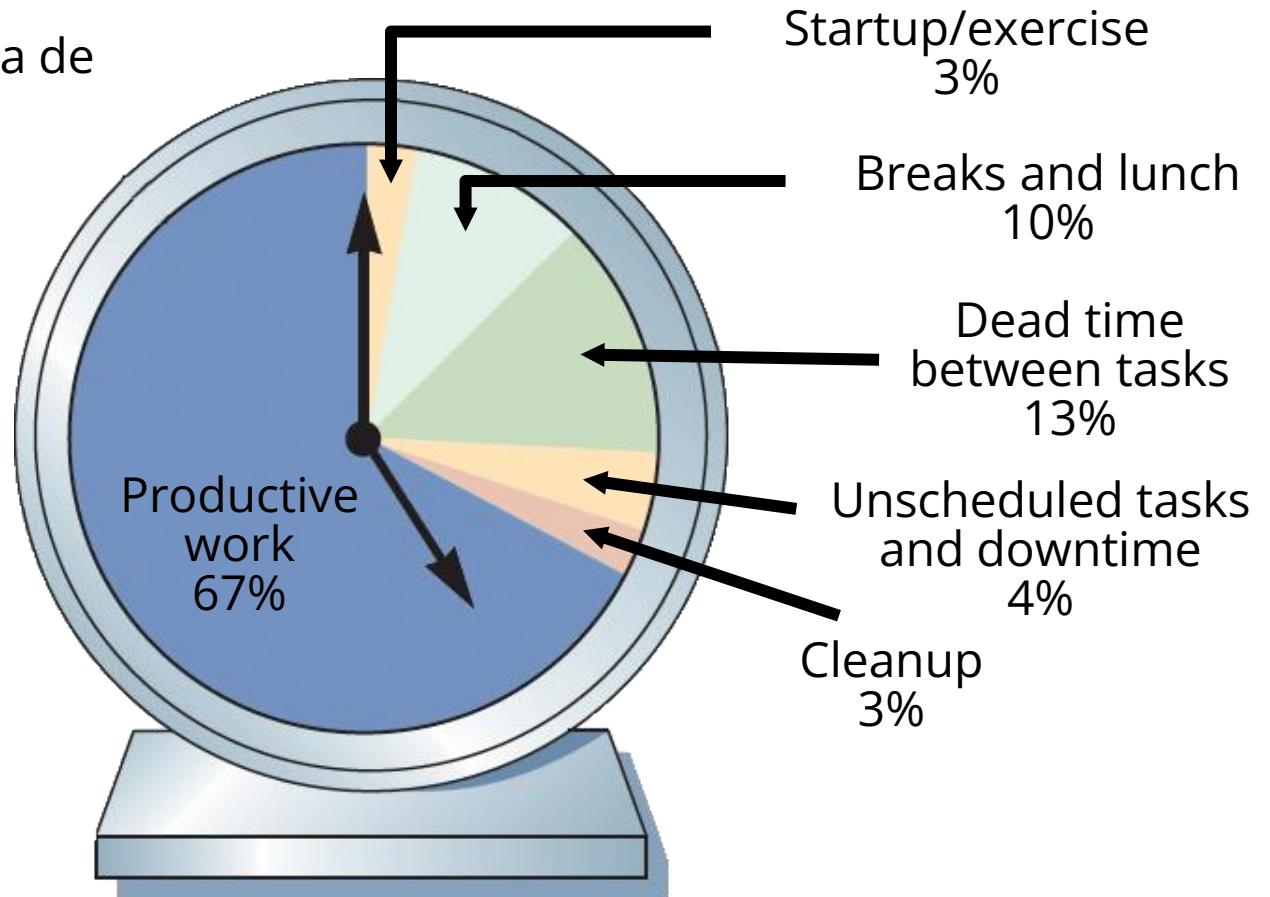


Figure 10.10 Pag. 469





# MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

- Ventajas:
  - Menos caro que el estudio del tiempo.
  - Los observadores necesitan poco entrenamiento.
  - Los estudios pueden ser retrasados o interrumpidos con poco impacto en los resultados.
  - El trabajador tiene pocas posibilidades de afectar los resultados.
  - Menos intrusivo.



# MUESTREO DEL TRABAJO

PARAGUAYO  
ALEMANA

- Desventajas:
  - No divide los elementos del trabajo tan completamente como el estudio del tiempo.
  - Puede producir resultados sesgados si el observador no sigue el patrón aleatorio.
  - Menos exacta, especialmente cuando los tiempos del elemento de trabajo son cortos.



# Medición del trabajo

## Ejercicios

# PROBLEMA RESUELTO

PARAGUAYO  
ALEMANA

## SOLVED PROBLEM 10.2

A work operation consisting of three elements has been subjected to a stopwatch time study. The recorded observations are shown in the following table. By union contract, the allowance time for the operation is personal time 5%, delay 5%, and fatigue 10%. Determine the standard time for the work operation.

JOB ELEMENT	OBSERVATIONS (MINUTES)						PERFORMANCE RATING (%)
	1	2	3	4	5	6	
A	.1	.3	.2	.9	.2	.1	90
B	.8	.6	.8	.5	3.2	.7	110
C	.5	.5	.4	.5	.6	.5	80

## SOLUTION

First, delete the two observations that appear to be very unusual (.9 minute for job element A and 3.2 minutes for job element B). Then:

$$\text{A's average observed time} = \frac{.1 + .3 + .2 + .2 + .1}{5} = 0.18 \text{ min}$$

$$\text{B's average observed time} = \frac{.8 + .6 + .8 + .5 + .7}{5} = 0.68 \text{ min}$$

$$\text{C's average observed time} = \frac{.5 + .5 + .4 + .5 + .6 + .5}{6} = 0.50 \text{ min}$$

$$\text{A's normal time} = (0.18)(0.90) = 0.16 \text{ min}$$

$$\text{B's normal time} = (0.68)(1.10) = 0.75 \text{ min}$$

$$\text{C's normal time} = (0.50)(0.80) = 0.40 \text{ min}$$

$$\text{Normal time for job} = 0.16 + 0.75 + 0.40 = 1.31 \text{ min}$$

$$\text{Note, the total allowance factor} = 0.05 + 0.05 + 0.10 = 0.20$$

$$\text{Then: Standard time} = \frac{1.31}{1 - 0.20} = 1.64 \text{ min}$$

# PROBLEMA RESUELTO

PARAGUAYO  
ALEMANA

## SOLVED PROBLEM 10.3

The preliminary work sample of an operation indicates the following:

Number of times operator working	60
Number of times operator idle	<u>40</u>
Total number of preliminary observations	100

What is the required sample size for a 99.73% confidence level with  $\pm 4\%$  precision?

## SOLUTION

$$z = 3 \text{ for } 99.73 \text{ confidence; } p = \frac{60}{100} = 0.6; h = 0.04$$

So:

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{h^2} = \frac{(3)^2 (0.6)(0.4)}{(0.04)^2} = 1,350 \text{ sample size}$$

# PROBLEMA RESUELTO

PARAGUAYO  
ALEMANA

## SOLVED PROBLEM 10.4

Amor Manufacturing Co. of Geneva, Switzerland, has just observed a job in its laboratory in anticipation of releasing the job to the factory for production. The firm wants rather good accuracy for costing and labor forecasting. Specifically, it wants to provide a 99% confidence level and a cycle time that is within 3% of the true value. How many observations should it make? The data collected so far are as follows:

OBSERVATION	TIME
1	1.7
2	1.6
3	1.4
4	1.4
5	1.4

## SOLUTION

First, solve for the mean,  $\bar{x}$ , and the sample standard deviation,  $s$ :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(\text{Each sample observation} - \bar{x})^2}{\text{Number in sample} - 1}}$$

OBSERVATION	$x_i$	$\bar{x}$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1.7	1.5	.2	0.04
2	1.6	1.5	.1	0.01
3	1.4	1.5	-.1	0.01
4	1.4	1.5	-.1	0.01
5	1.4	1.5	-.1	0.01
	$\bar{x} = 1.5$			0.08 = $\sum(x_i - \bar{x})^2$

$$s = \sqrt{\frac{0.08}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0.08}{4}} = 0.141$$

$$\text{Then, solve for } n = \left( \frac{zs}{h\bar{x}} \right)^2 = \left[ \frac{(2.58)(0.141)}{(0.03)(1.5)} \right]^2 = 65.3$$

where  $\bar{x} = 1.5$

$s = 0.141$

$z = 2.58$  (from Table 10.2)

$h = 0.03$

Therefore, you round up to 66 observations.

# PROBLEMA RESUELTO

PARAGUAYO  
ALEMANA

## SOLVED PROBLEM 10.5

At Maggard Micro Manufacturing, Inc., workers press semiconductors into predrilled slots on printed circuit boards. The elemental motions for normal time used by the company are as follows:

Reach 6 inches for semiconductors	40 TMU
Grasp the semiconductor	10 TMU
Move semiconductor to printed circuit board	30 TMU
Position semiconductor	35 TMU
Press semiconductor into slots	65 TMU
Move board aside	20 TMU

(Each time measurement unit is equal to .0006 min.)  
Determine the normal time for this operation in minutes and in seconds.

## SOLUTION

Add the time measurement units:

$$40 + 10 + 30 + 35 + 65 + 20 = 200$$
$$\text{Time in minutes} = (200)(.0006 \text{ min.}) = 0.12 \text{ min.}$$
$$\text{Time in seconds} = (0.12)(60 \text{ sec}) = 7.2 \text{ sec}$$



# EJERCICIOS

PARAGUAYO  
ALEMANA

- **10.13** If Charlene Brewster has times of 8,4, 8,6, 8,3, 8,5, 8,7, and 8,5 and a performance rating of 110%, what is the normal time for this operation? Is she faster or slower than normal?
- **10.14** If Charlene, the worker in Problem 10.13, has a performance rating of 90%, what is the normal time for the operation? Is she faster or slower than normal?
- • **10.15** Refer to Problem 10.13.
  - a) If the allowance factor is 15%, what is the standard time for this operation?
  - b) If the allowance factor is 18% and the performance rating is now 90%, what is the standard time for this operation?
- **10.19** Jell Lee Beans is famous for its boxed candies, which are sold primarily to businesses. One operator had the following observed times for gift wrapping in minutes: 2,2, 2,6, 2,3, 2,5, 2,4. The operator has a performance rating of 105% and an allowance factor of 10%. What is the standard time for gift wrapping?



- • **10.22** A hotel housekeeper, Alison Harvey, was observed five times on each of four task elements, as shown in the following table. On the basis of these observations, find the standard time for the process. Assume a 10% allowance factor.

OBSERVATIONS (MINUTES PER CYCLE)

Element	Performance Rating %	1	2	3	4	5
Check minibar	100	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5
Make one bed	90	2,3	2,5	2,1	2,2	2,4
Vacuum floor	120	1,7	1,9	1,9	1,4	1,6
Clean bath	100	3,5	3,6	3,6	3,6	3,2

- • **10.26** Each year, Lord & Taylor, Ltd., sets up a giftwrapping station to assist its customers with holiday shopping. Preliminary observations of one worker at the station produced the following sample time (in minutes per package): 3,5, 3,2, 4,1, 3,6, 3,9. Based on this small sample, what number of observations would be necessary to determine the true cycle time with a 95% confidence level and an accuracy of  $\pm 5\%$ ?
- • **10.31** Bank manager Art Hill wants to determine the percent of time that tellers are working and idle. He decides to use work sampling, and his initial estimate is that the tellers are idle 15% of the time. How many observations should Hill take to be 95,45% confident that the results will not be more than  $\pm 4\%$  from the true result?

- **10.36** Sharpening your pencil is an operation that may be divided into eight small elemental motions. In MTM terms, each element may be assigned a certain number of TMUs:

Reach 4 inches for the pencil	6 TMU
Grasp the pencil	2 TMU
Move the pencil 6 inches	10 TMU
Position the pencil	20 TMU
Insert the pencil into the sharpener	4 TMU
Sharpen the pencil	120 TMU
Disengage the pencil	10 TMU
Move the pencil 6 inches	10 TMU

What is the total normal time for sharpening one pencil? Convert your answer into minutes and seconds.

¡GRACIAS POR LA ATENCIÓN!  
[eladio.martinez@upa.edu.py](mailto:eladio.martinez@upa.edu.py)