

## **CAPÍTULO 5: MUESTREO DEL TRABAJO**

El muestreo del trabajo que se presenta a continuación nos muestra que actividades se tomaron en cuenta para determinar el número de montacarguistas que la empresa Peguform México necesita para el manejo de sus materiales. Realicé una lista de actividades las cuales envuelven el comportamiento de los operarios durante un turno de trabajo, ver Anexo 3. Para su mejor visualización de los recorridos en las rutas que se consideraron para este estudio se presenta de igual manera un layout de la empresa, ver Anexo 2.

### **5.1 Metodología**

Para la determinación del número de montacarguistas necesarios para el manejo de materiales se realizó un muestreo del trabajo en el que se observó el tiempo productivo de cada uno de los operarios, así como el tiempo que utilizan para realizar otras actividades consideradas no productivas como son: estar fuera de su área de trabajo, descansando, actividades personales, esperando, buscando material de trabajo o sin hacer nada.

Lo primero que se hizo fue un muestreo piloto para determinar el tamaño de la muestra del estudio. Tomando en cuenta las actividades que se consideran productivas y las no productivas es decir cuando se encuentran realizando alguna actividad con relación a su trabajo o cuando se encuentran descansando o sin hacer nada, escogí el primer turno para realizar el muestreo piloto ya que es en éste donde hay mayor actividad en la producción como se puede ver

en el plan de producción semanal, el cual la empresa lo maneja como secreto industrial. Se determinó arbitrariamente que se tomarían 120 muestras durante las 8 horas de duración del primer turno, asignando 40 observaciones a cada uno de los tres montacarguistas en turno. Estos resultados se vaciaron en una hoja de cálculo, ver Anexo 3.

Con los resultados obtenidos del muestreo piloto (Anexo 3) pude calcular el tamaño de la muestra mediante fórmulas de la técnica de muestreo. Sacando la media de los porcentajes en que el operario se encuentra realizando actividades productivas y la media cuando esta realizando actividades no productivas se obtuvieron los siguientes datos:

Número de observaciones en tiempo productivo	87
Número de observaciones en tiempo no productivo	33
Total de observaciones	120

Con estos resultados y utilizando los estudios de Niebel, ahora podemos calcular el tiempo productivo y el no productivo en porcentaje como se muestra a continuación:

$$p = 87 / 120 = .725 = 72.5 \%$$

$$q = 33 / 120 = .275 = 27.5 \%$$

Con una confiabilidad del 95 % y un error permisible del 5 % (Precisión), se calcula el tamaño de muestra con la siguiente fórmula:

$$n = ( Z^2_{\alpha/2} ) ( p \cdot q ) / ( B^2 ) = \text{número de observaciones}$$

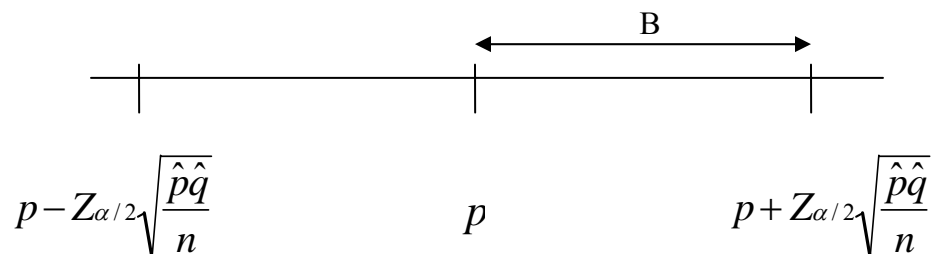
Se utilizará la fórmula anterior ya que si se considera  $p$  como el estimador de la proporción verdadera; basado en el teorema del límite central que nos dice que si de una población con media  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma$ , se extraen muestras de tamaño  $n$  entonces la media muestral se comporta como una variable aleatoria con media igual a la media poblacional, siempre que  $n$  sea grande. (Niebel 1976)

En base al supuesto estadístico anterior podemos encontrar que con una confiabilidad del 95% el intervalo  $p$  esta definido por:

$$p \pm Z_{\alpha / 2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

Este supuesto estadístico define el intervalo de confianza que usaremos en nuestro estudio.

Gráficamente:



Donde:

$B$  = Error permisible = Precisión de que los datos obtenidos se encuentren dentro del intervalo establecido.

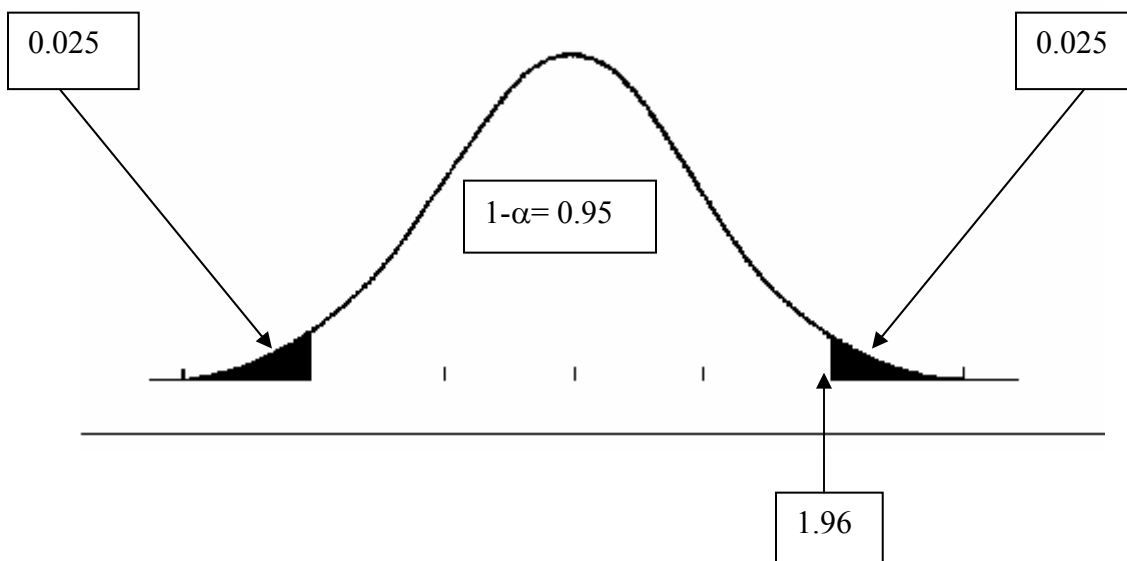
$\alpha$  = Confiabilidad = Consistencia de los resultados obtenidos

Definida  $B$  y  $\alpha$  ; se propone la siguiente ecuación:

$$B = Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

Entonces:

$$n = \frac{\hat{p}\hat{q}}{B^2} Z_{\alpha/2}^2$$



Con el análisis estadístico anterior podemos sustituir los datos necesarios a la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra. Considerando que el porcentaje de tiempo productivo es de  $p = 72.5 \%$  y que el porcentaje de tiempo no productivo es de  $q = 27.5 \%$ , y un error permisible de  $5 \%$  (igual o menor al 10 por ciento de la proporción de interés) obtenido previamente tendremos que el número de observaciones a realizar para el muestreo será:

$$n = ((1.96)^2) (.725)(.275)/(0.05)^2 = 306 \text{ observaciones}$$

Como en nuestro muestreo piloto se consideró solamente a un turno de los tres turnos con los que opera el departamento de logística para el manejo de sus materiales y sabiendo que en cada turno trabajan 3 montacarguistas; Se tomará una observación para cada operario cada 5 minutos ya que es aproximadamente el tiempo que se requiere para una vuelta a la nave siguiendo la ruta que se muestra en el layout de la planta (Anexo 2).

Esto quiere decir que en un turno de 8 horas o 480 minutos se deberán registrar 306 observaciones, pero por cuestión de redondeo ya que al dividir el número de observaciones a realizar entre el tiempo disponible nos dice que debemos tomarlas cada 4.7 minutos, disminuiré el número de observaciones a 288, para que de esta manera tomemos una observación a cada uno de los tres montacarguistas cada 5 minutos, o sea que tomaremos 96 al montacarguista 1, otras 96 al montacarguista 2 y otras 96 al montacarguista 3, lo que nos da un total de 288 observaciones por turno. Esta toma de observaciones se puede ver en el Anexo 4.

Para facilitar la toma de observaciones, el muestreo del trabajo se dividirá en tres días siguiendo el siguiente plan de trabajo.

Día 1	Día 2	Día 3
PRIMER TURNO DE 6:00 hrs. a 14:00 hrs.	SEGUNDO TURNO DE 14:00 hrs. a 22:00 hrs.	TERCER TURNO DE 22:00 hrs. a 6:00 hrs.

De esta manera podremos saber el tiempo productivo y no productivo de cada montacarguista sin importar en que turno se encuentre trabajando. A esto hay que añadirle que la producción en los diferentes turnos es distinta uno del otro y que el rendimiento físico del operario se verá afectado por la hora del día en la que este trabajando, los cuales son factores clave en la interpretación de los resultados.

## 5.2 Análisis del muestreo

Después de los tres días de observación me dispuse a realizar los cálculos necesarios para hacer un análisis del muestreo del trabajo que apliqué a los operarios de montacargas. Una vez con el número de observaciones necesarias, calculé los porcentajes de cada categoría (Realizando un trabajo, fuera del área de trabajo, descansando, actividades personales, esperando, buscando material de trabajo y sin hacer nada). Para cada montacargista y para cada turno. Ya con estos porcentajes calculé el porcentaje de tiempo productivo y el tiempo no productivo en el que incurrían los operarios, como podemos ver en el Anexo 4.

Una vez conociendo el porcentaje de tiempo productivo y tiempo no productivo de cada uno de los operarios elaboré gráficos a manera de comparación para poder ilustrar de manera más clara las diferencias o similitudes en el desempeño de su labor como se muestra en el Anexo 5.

Utilizando como herramienta de cómputo el paquete de Microsoft Excel logré hacer el vínculo entre los porcentajes de las observaciones y los gráficos. Una vez hecho ésto se puede llevar acabo un análisis de los resultados obtenidos. En el primer turno la media de tiempo productivo fue del 94.5% y la media de tiempo no productivo fue del 5.5%. En este día de observación podemos ver que los tres montacarguistas se encuentran muy cerca de sus medias y esto es debido a que en este turno la producción es constante y la llegada de transportes en el área de carga y descarga es de manera continua. Este es un turno que demanda un gran esfuerzo físico y de concentración a los montacarguistas, donde difícilmente pueden caer en la categoría

de tiempo no productivo. Cuando llegan a caer en la categoría de tiempo no productivo es porque es realmente necesario, como ir al baño o esperar a que llegue un transporte, o esperar a la reparación de una máquina.

En el segundo turno se obtuvo una media de tiempo productivo del 67% y una media de tiempo no productivo del 33%. Como podemos observar estos números parecen alarmantes para la dirección de la empresa, pero tenemos que tomar en cuenta que la producción en este segundo turno se detiene a las 18:00. Debido a la baja de producción del principal cliente VW México, la empresa se vio obligada a reducir sus ciclos de producción. Es por esta razón por la que los montacarguistas a partir de las 18:00 reducen significativamente su porcentaje de tiempo productivo. Aún así existen otras tareas las cuales tienen que realizar como es el acomodamiento de racks y materiales, la rotación de FIFO's, entre otras. Pero como todo el personal de la planta sale a las 18:00, los montacarguistas se quedan solo con su supervisor en turno el cual tiene mucho trabajo a realizar en la computadora y alrededor de la nave como se ve en el Anexo 5. Por tanto no puede estar detrás de ellos todo el tiempo para ver si están haciendo su trabajo o no.

En el tercer turno tenemos una media de tiempo productivo del 80% y una media de tiempo no productivo del 20%. En este turno la producción se reinicia y como podemos ver los montacarguistas se mantienen lo suficientemente ocupados, lo que quiere decir que no tienen tiempo para hacer otra actividad que no sea alguna actividad productiva o de trabajo. Un factor que afecta el rendimiento de los montacarguistas es el tiempo, debido a que este turno va de las 22:00 a las 6:00 llega un momento durante la madrugada donde los montacarguistas les dan



sueño y por consiguiente se les puede observar descansando, fuera de su área de trabajo o simplemente haciendo nada.

### 5.3 Cálculo del número de operarios

Después de ver los resultados del muestreo del trabajo puedo decir que el número de montacarguistas con los que cuenta la empresa actualmente es el correcto por las siguientes razones.

Para demostrar que se necesitan 3 operarios por turno calculé el tiempo estándar de las observaciones esperadas, utilizando la siguiente fórmula: (Criollo 2001)

Tiempo estándar = TE

$$TE = \frac{(\text{Tiempo total} \times \text{Tiempo de trabajo} \times \text{Índice de actuación})}{\text{Número total de observaciones esperadas}} \times \left( \frac{100\%}{100\% - \text{Tolerancia}} \right)$$

$$TE = \left( \frac{480 \times .9583 \times 1.1}{96} \right) \times \left( \frac{100}{100 - 3} \right)$$

$$TE = 5.43 \text{ min/obv.}$$

Una vez determinado este tiempo estándar se procede a determinar el número de operarios necesarios para cada turno, utilizando la siguiente fórmula: (Criollo 2001)

$$IP = \text{Índice de producción} = \frac{\text{Observaciones esperadas del turno}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}$$

$$NO = \text{Número de operarios} = \frac{TE \times IP}{\text{Eficiencia}}$$

$$IP_{turno1} = \frac{272}{480 \text{ min}} = .566$$

$$NO_{turno1} = \frac{5.43 \text{ min/obs} \times .566}{.999} = 3.07 \approx 3$$

$$IP_{turno2} = \frac{193}{480 \text{ min}} = .402$$

$$NO_{turno2} = \frac{5.43 \text{ min/obs} \times .402}{.999} = 2.18 \approx 3$$

$$IP_{turno3} = \frac{231}{480 \text{ min}} = .481$$

$$NO_{turno3} = \frac{5.43 \text{ min/obs} \times .481}{.999} = 2.61 \approx 3$$

Con estos resultados del número de operarios necesarios por turno para realizar la cantidad de trabajo a realizar podemos ver que para cada turno necesitamos a tres montacarguistas. Contar con tres montacarguistas por turno es indispensable ya que siempre debe haber uno de ellos atendiendo el área de rampas y dos para surtir a la línea de producción uno en la línea derecha y otro en la línea izquierda.