# AÑO 2020

# SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Una empresa se dedica a la producción de ruedas para distintos modelos de automóviles. El proceso productivo recibe por separado las cubiertas, las llantas y los picos. Su propósito es devolver las ruedas armadas y balanceadas. Las actividades elementales son las siguientes:

1. Colocación del pico inflador en la llanta
2. Presentación de llanta y cubierta
3. Colocación de goma en la cubierta e inflado de la rueda
4. Prueba para detectar pérdidas de aire
5. Balanceo de la rueda

Para mejorar el proceso, hemos comenzado a tomar datos de distintas variables, como se describe a continuación.

**a. Reclamos de los clientes**

Datos de motivos de reclamos

Nuestros clientes presentan reclamos por diferentes razones. Para sistematizar la información, los hemos agrupado en siete categorías que se describen en la Tabla siguiente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Código** | **Denominación del motivo** |
| 1 | Suciedad en la rueda |
| 2 | Golpes o marcas en el neumático |
| 3 | Golpes en la llanta |
| 4 | Presión de inflado, diferente a la requerida |
| 5 | Rueda mal balanceada |
| 6 | Desperfectos en el contenedor usado para el transporte |
| 7 | Dimensiones del neumático diferentes a las requeridas |

Empleando los códigos anteriores, hemos registrado los motivos de los últimos ochenta reclamos. Los datos obtenidos se presentan a continuación.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | 3 | 4 | 6 | 6 | 6 | 1 | 3 |
| 6 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 6 | 3 |
| 3 | 3 | 7 | 6 | 7 | 3 | 6 | 2 |
| 6 | 6 | 7 | 3 | 3 | 6 | 3 | 6 |
| 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 7 |
| 2 | 3 | 1 | 6 | 3 | 3 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 2 | 3 | 6 | 5 | 3 | 3 |
| 4 | 6 | 4 | 3 | 7 | 6 | 4 | 6 |
| 6 | 3 | 3 | 6 | 3 | 2 | 6 | 6 |

Ahora debemos determinar cómo se distribuyen las frecuencias de estos reclamos. Además necesitamos identificar los motivos de reclamos más frecuentes y proponer acciones de mejora para reducir dichas frecuencias.

**b. Roturas de la máquina de balanceo de ruedas**

Con cierta periodicidad, la máquina balanceadora sufre desperfectos y necesita reparaciones. Tenemos una máquina alternativa que nos permite continuar el proceso hasta que la balanceadora se pone de nuevo en funciones, pero sabemos que tiene niveles de errores más elevados. Por lo tanto, necesitamos estudiar las frecuencias de roturas de este equipo y mejorar el programa de reparaciones. Para posibilitar el análisis, realizamos las siguientes observaciones.

Datos de tiempo entre roturas de la balanceadora

Esta información se expresa como horas de trabajo que pasan entre dos roturas consecutivas del equipo.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 244 | 1105 | 285 | 189 | 179 | 321 | 82 | 23 | 1426 |
| 537 | 96 | 695 | 427 | 137 | 371 | 328 | 710 | 1219 | 1064 |

Datos de tiempos de reparación

También registramos el tiempo necesario para reparar la balanceadora. Para ello medimos la cantidad de minutos que pasan desde que la máquina se rompe, hasta que entra de nuevo en el proceso productivo. Los datos en minutos, son los siguientes.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 387 | 399 | 350 | 400 | 372 |
| 380 | 444 | 390 | 385 | 345 |
| 395 | 422 | 347 | 465 | 343 |
| 382 | 377 | 443 | 423 | 364 |
| 301 | 465 | 363 | 427 | 377 |

A partir del análisis de estos dos conjuntos de datos, caractericemos su comportamiento estadístico.

**c. Estudio de la cantidad de ruedas rechazadas por pérdidas de aire**

Las ruedas con pérdidas de aire se someten a re-trabajo. Es necesario desarmar el conjunto, secar y limpiar con cuidado tanto la cubierta como la llanta, retirar el pico y luego repetir todo el proceso de armado. Por ese motivo, registramos el resultado de todas las ruedas revisadas. Además, cada veinte ruedas, contamos la cantidad de unidades rechazadas. Con esos datos, se construyó la siguiente muestra:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | 3 | 2 | 1 | 5 | 1 | 7 | 2 | 2 | 4 |
| 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1 | 0 | 4 | 6 | 6 |
| 2 | 3 | 4 | 6 | 0 | 2 | 3 | 5 | 3 | 1 |
| 2 | 3 | 1 | 2 | 7 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 0 | 2 | 1 | 4 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 4 | 3 |

Como meta, nos hemos propuesto que la cantidad de ruedas con rechazos, cada veinte unidades, debe ser menor a seis. ¿Podemos considerar que la meta se cumple?

**d. Análisis de la operación para colocar el pico**

La colocación del pico se puede hacer de dos maneras diferentes, a las que denominamos como A y B. Para comparar estas alternativas, se midieron los tiempos de colocación con las dos modalidades de trabajo. Los datos de veinte ruedas con cada modalidad, son los siguientes:

**Modo de colocación A Modo de colocación B**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 79,6 | 83,5 | 90,9 | 74,6 | 83,7 |  | 109,7 | 83,7 | 65,1 | 73,9 | 51,4 |
| 73,9 | 59,4 | 77,3 | 76,9 | 86,3 |  | 66,5 | 68,6 | 80,9 | 123,4 | 82,6 |
| 75 | 77,3 | 64,6 | 89,2 | 69,3 |  | 90,6 | 67,6 | 123,8 | 110 | 42,4 |
| 71,4 | 64,2 | 85,5 | 82,8 | 68,3 |  | 73,5 | 36,6 | 110,8 | 75,1 | 102,8 |

Determinemos cuál es el modo de colocación del pico, que parece más conveniente.

Trabajamos en una empresa que se dedica a la producción de ruedas para distintos modelos de automóviles. El proceso productivo recibe por separado las cubiertas, las llantas y los picos. Su propósito es devolver las ruedas armadas y balanceadas. Las actividades elementales son las siguientes:

1. Colocación del pico inflador en la llanta
2. Presentación de llanta y cubierta
3. Colocación de goma en la cubierta e inflado de la rueda
4. Prueba para detectar pérdidas de aire
5. Balanceo de la rueda

**e. Análisis de los reclamos por motivo y edad del cliente**

Nuestros clientes presentan reclamos por diferentes razones. Algunas de estas razones se vinculan directamente con la rueda (golpes en neumático, golpes en llanta o presión de inflado). Clasificamos los reclamos vinculados con la Rueda según el tipo y según la edad del cliente que reclama. La Tabla resultante es la siguiente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Denominación del motivo** | **Hasta 30 años** | **Más de 30 años** |
| Golpes o marcas en el neumático | 0,06 | 0,14 |
| Golpes en la llanta | 0,18 | 0,42 |
| Presión de inflado, diferente a la requerida | 0,06 | 0,14 |

Con los datos de esta tabla, analicemos si puede suponerse que el tipo de reclamo es independiente de la edad del comprador.

**f. Análisis de los tiempos entre roturas y tiempo de reparación**

En el estudio de las fallas de la máquina balanceadora, hemos supuesto que la variable Tiempo entre roturas consecutivas de la máquina, tiene distribución exponencial con media 450 hs. Por otro lado, determinamos que el Tiempo necesario para la reparación, tiene distribución aproximadamente Normal con media 400 minutos y con desvío 50 minutos. Con esa información determinemos:

* Probabilidad que entre dos roturas consecutivas pasen más de 600 horas.
* Probabilidad que en una reparación sea necesario trabajar más de 320 minutos.
* Probabilidad que en una falla cualquiera, el tiempo transcurrido desde el desperfecto anterior sea más de 600 horas y que el tiempo de reparación sea mayor a 320 minutos.

**g. Análisis de los rechazos por pérdida de aire**

En base a una gran cantidad de observaciones, hemos determinado que cuando el proceso productivo funciona con normalidad, en la prueba de pérdida de aire la proporción de ruedas rechazadas es de 0,15. Por otro lado, acostumbramos registrar la cantidad de rechazos cada veinte ruedas probadas. Determinemos un valor crítico de cantidad de rechazos, tal que si en veinte ruedas aparece una cantidad mayor a ese valor crítico, corresponde suponer que el proceso no funciona normalmente y que tiene algún tipo de deterioro.