

## OBSERVACIONES INSTANTÁNEAS

El trabajo de una pala cargadora se descompone en los siguientes elementos:

1. Desplazamiento en vacío
2. Carga de la cuchara
3. Desplazamiento en carga
4. Descarga de la cuchara
5. Preparación del tajo
6. Otros trabajos
7. Paradas

Hemos realizado 100 observaciones de forma aleatoria en el tiempo para determinar qué hacía dicha pala cargadora en cada momento. El resultado ha sido el siguiente:

ELEMENTO	NÚMERO DE OBSERVACIONES
1. Desplazamiento en vacío	24
2. Carga de la cuchara	11
3. Desplazamiento en carga	25
4. Descarga de la cuchara	9
5. Preparación del tajo	4
6. Otros trabajos	3
<b>TOTAL TRABAJO</b>	<b>76</b>
7. Paradas	24
<b>TOTAL PARADAS</b>	<b>24</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Con los datos que tenemos, queremos averiguar cuántas observaciones necesitaríamos para tener un error inferior al 5%, con un nivel de confianza del 95%.

En este caso,  $D=5$ ,  $p=76$  y  $q=24$ ; además, para  $\alpha=5\%$ , entonces  $z_{0,025}=1,96$ .

La muestra necesaria sería:

$$N = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{D^2} = \frac{1,96^2 \cdot 76 \cdot 24}{5^2} = 280,28 \sim 281$$

Como se han hecho 100 observaciones, habría que hacer 181 más. Una vez se han completado las 281 observaciones, los porcentajes han variado ligeramente. Quedan de la siguiente forma:

ELEMENTO	TANTO POR CIENTO
1. Desplazamiento en vacío	24%
2. Carga de la cuchara	10%
3. Desplazamiento en carga	24%
4. Descarga de la cuchara	9%
5. Preparación del tajo	4%
6. Otros trabajos	4%
<b>TOTAL TRABAJO</b>	<b>75%</b>
7. Paradas	25%
<b>TOTAL PARADAS</b>	<b>25%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Con estos nuevos datos, el error total trabajando estará comprendido entre:

$$e = \pm 1,96 \sqrt{\frac{75 \cdot 25}{281}} = \pm 5,06\%$$

Por tanto, el porcentaje de trabajo estará comprendido entre  $75\% \pm 5,06\%$

Además, el error relativo será de  $5,06/75 = 6,75\%$

También podríamos calcular el error para cada uno de los elementos. Por ejemplo, para la preparación del tajo, el error sería:

$$e = \pm 1,96 \sqrt{\frac{4 \cdot 96}{281}} = \pm 2,29\%$$

Por tanto, el porcentaje de trabajo estará comprendido entre  $4\% \pm 2,29\%$

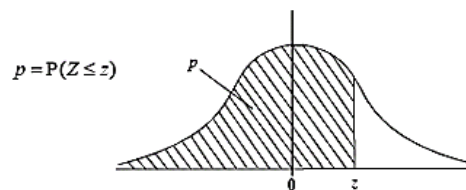
Además, el error relativo será de  $2,29/4 = 57,28\%$

Si quisiéramos medir con precisión este elemento, deberíamos realizar más observaciones. Veamos cuántas suponiendo un error relativo del 10%.

En este caso, el error sería  $4 \cdot 0,10 = 0,40$ . Aplicando la fórmula:

$$N = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{D^2} = \frac{1,96^2 \cdot 4 \cdot 96}{0,40^2} = 9220$$

Esto requeriría muchísimas observaciones. Por tanto, solo mediremos con un número alto de observaciones aquellos elementos de los que necesitamos una precisión mayor.



z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8079	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441