

INCERTIDUMBRES EN LA ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE UN PROYECTO

Procedimientos de Construcción. Prof. Víctor Yepes

PROBLEMA. Se tiene el resumen de un presupuesto de ejecución material de una obra de edificación que presenta, por capítulos, el resumen que aparece en la siguiente tabla. Aparecen los costes directos optimistas, pesimistas y más probables, expresados en unidades monetarias (u.m.).

Calcule lo siguiente:

- Coste de ejecución material de la obra que tenga una probabilidad del 50 % de no ser excedido.
- Probabilidad de que el coste de ejecución material de la obra no supere las 100.000 u.m.
- Probabilidad de que el coste de ejecución material de la obra supere las 115.000 u.m.
- Establecer el intervalo donde el coste tenga una probabilidad del 50 % y del 95 %

Resumen	Coste optimista	Coste probable	Coste pesimista
Actuaciones previas y finales	80,57	106,10	198,67
Desmontados y levantados	4.901,69	6.518,26	11.421,95
Albañilería y tabiquería	6.091,79	8.103,73	14.203,52
Revestimientos, solados y falsos techos	8.567,10	11.422,80	20.005,90
Carpintería de madera	11.294,46	15.045,95	26.340,41
Carpintería de PVC	5.084,87	6.773,16	11.878,03
Electricidad e iluminación	6.742,42	8.976,57	15.731,99
Fontanería y sanitarios	6.192,36	8.236,48	14.415,84
Suelo radiante refrigerante y aeroterminia	10.520,59	14.007,46	24.518,06
Pinturas y alisado de gotele	5.346,14	7.109,52	12.463,66
Mobiliario de cocina sin electrodomésticos	9.994,84	13.307,79	23.304,63
Gestión de residuos de obra	986,82	1.299,77	2.292,59

Solución:

En primer lugar, se calculará el coste medio de cada una de las actividades aplicando la siguiente expresión:

$$\bar{x} = \frac{C_{opt} + 4 \cdot C_{prob} + C_{pes}}{6}$$

La desviación típica se calcula de la siguiente forma:

$$s = \frac{C_{pes} - C_{opt}}{6}$$

La varianza se calcula como el cuadrado de la desviación típica.

Con este criterio, se puede calcular el coste medio y la desviación típica del coste para cada una de las actividades, tal y como se muestra en esta tabla:

Resumen	Coste medio	Desviación típica	Varianza
Actuaciones previas y finales	117,27	19,68	387,43
Desmontados y levantados	7.066,11	1.086,71	1.180.938,62
Albañilería y tabiquería	8.785,04	1.351,96	1.827.782,32
Revestimientos, solados y falsos techos	12.377,37	1.906,47	3.634.615,15
Carpintería de madera	16.303,11	2.507,66	6.288.350,32
Carpintería de PVC	7.342,59	1.132,19	1.281.861,74
Electricidad e iluminación	9.730,12	1.498,26	2.244.788,02
Fontanería y sanitarios	8.925,69	1.370,58	1.878.489,54
Suelo radiante refrigerante y aeroterminas	15.178,08	2.332,91	5.442.476,84
Pinturas y alisado de gotele	7.707,98	1.186,25	1.407.196,97
Mobiliario de cocina sin electrodomésticos	14.421,77	2.218,30	4.920.847,50
Gestión de residuos de obra	1.413,08	217,63	47.362,09
SUMA	109.368,21	16.828,60	30.155.096,55

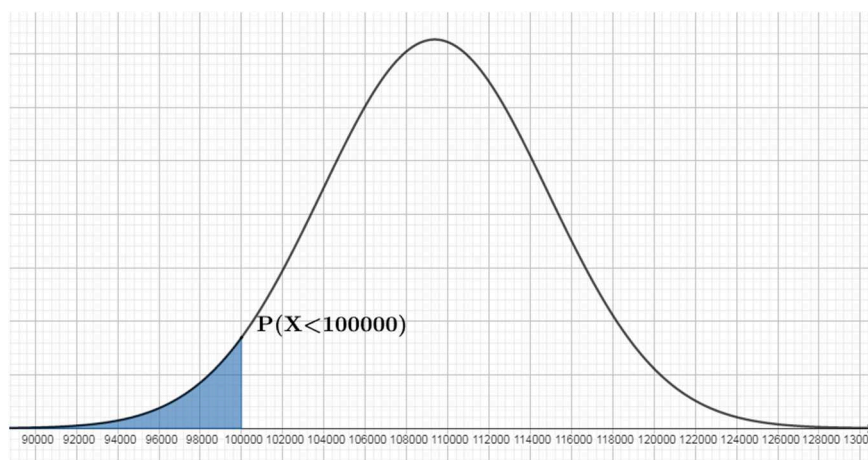
Si se considera que el coste de cada actividad es independiente del resto, y debido a que el número de actividades se considera suficientemente alto, se puede aplicar el teorema central del límite. Ello implica que el presupuesto de ejecución material de una obra se puede considerar que se ajusta a una función de distribución normal, cuya media es la suma de los costes de cada actividad y cuya varianza es la suma de las varianzas de cada actividad.

Por tanto, la función de distribución normal del coste presenta una media de 109.368,21 u.m., y una desviación típica de 5.491,37 u.m.

- El coste cuya probabilidad no supere el 50 % corresponde, en el caso de una distribución normal, a su media, es decir, 109.368,21 u.m.
- Para calcular la probabilidad de que el coste no supere 100.000 u.m., calculemos en primer lugar el número de desviaciones típicas que separa esta cifra de la media:

$$\frac{109.368,21 - 100.000,00}{5.491,37} = 1,7060$$

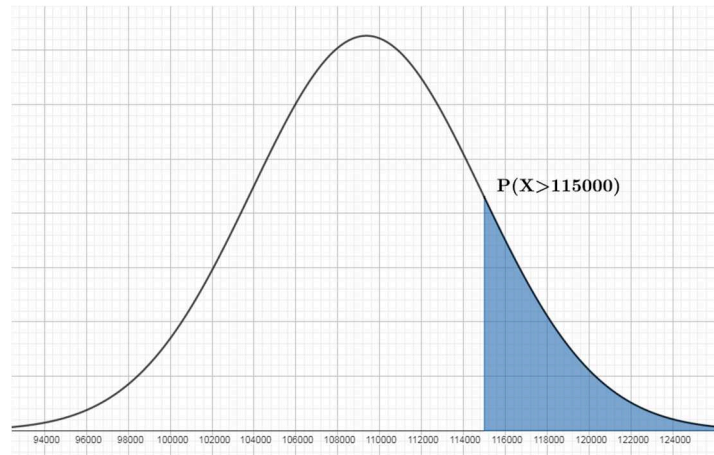
Basta acudir a una tabla de distribución normal estándar para comprobar que la probabilidad de no superar este coste es del 4,4 %.



- c) De forma análoga a la anterior, calculemos el número de desviaciones típicas que separa esta cifra de la media:

$$\frac{115.000,00 - 109.368,21}{5.491,37} = 1,0256$$

Acudiendo a una tabla de distribución normal estándar comprobamos que la probabilidad de superar este coste es del 15,25 %.



- d) El intervalo del coste que tiene una probabilidad del 50 %, es el delimitado entre 0,6745 veces desviaciones típicas a derecha e izquierda de la media. Por tanto:

$$[109.368,21 - 0,6745 \cdot 5.491,37 \quad 109.368,21 + 0,6745 \cdot 5.491,37] \\ = [105.664,28 \quad 113.072,14]$$

En el caso del 95 %, el intervalo está delimitado por 1,96 veces la desviación típica, es decir:

$$[109.368,21 - 1,96 \cdot 5.491,37 \quad 109.368,21 + 1,96 \cdot 5.491,37] = [98.605,12 \quad 120.131,30]$$

En esta tabla se puede ver el porcentaje de población entre los límites de la desviación típica.

Porcentaje población	Límites desviación típica
0,50	$\pm 0,6745\sigma$
0,65	$\pm 0,9346\sigma$
0,80	$\pm 1,282\sigma$
0,85	$\pm 1,44\sigma$
0,90	$\pm 1,645\sigma$
0,95	$\pm 1,96\sigma$
0,99	$\pm 2,576\sigma$
0,999	$\pm 3,291\sigma$

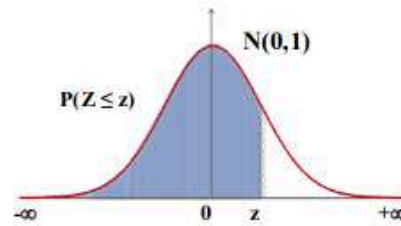
Referencias:

YEPES, V. (2022). [Gestión de costes y producción de maquinaria de construcción](#). Colección Manual de Referencia, serie Ingeniería Civil. Editorial Universitat Politècnica de València, 243 pp. Ref. 442.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0 Internacional](#).

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN NORMAL N(0,1)



z	0,00	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	0,8078	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
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9975	0,9976	0,9977	0,9978	0,9979	0,9980	0,9981	0,9982	0,9983	0,9984
2,9	0,9985	0,9986	0,9987	0,9988	0,9989	0,9990	0,9991	0,9992	0,9993	0,9994
3,0	0,9995	0,9996	0,9997	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,1	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,2	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,3	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,4	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,5	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,6	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,7	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,9	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
4,0	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999

Nota: En el interior de la tabla se da la probabilidad de que la variable aleatoria Z , con distribución $N(0,1)$, esté por debajo del valor z .