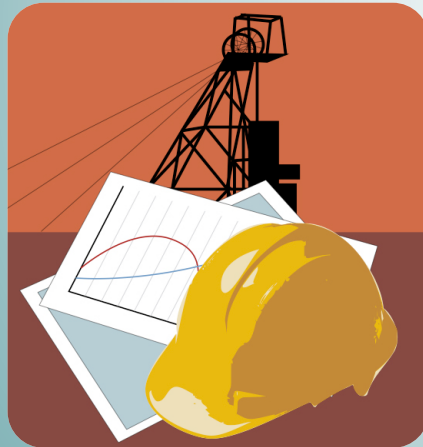


Proyectos Mineros y Energéticos

Tema 8. Métodos de estimación de costes.



Raúl Husillos Rodríguez

DPTO. DE TRANSPORTES Y
TECNOLOGÍA DE PROYECTOS Y
PROCESOS

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)

INTRODUCCIÓN

- COSTES DEL PROYECTO.
- CONTROL DEL COSTE DEL PROYECTO.
- IDENTIFICACIÓN DE COSTES DEL PROYECTO.
- ASIGNACIÓN DE RECURSOS AL PROYECTO.
- ETC.

IMPLICA:

Manejar mucha información, factores y variables asociados al proyecto, así como la definición completa de las tareas y detalles del cualquier Proyecto en Ingeniería.

OBJETIVO

Es la base de la estimación de **VIABILIDAD ECONÓMICA** de cualquier Proyecto de Ingeniería, siendo esta parte del análisis económico la que nos aportará el Rigor y Factibilidad del Proyecto.

DEFINICIÓN DE TIPOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

Definimos como estimación de costes, la **Técnica** a emplear para poder establecer unos costes tanto directos, indirectos, de operación y demás intervinientes en la viabilidad del proyecto, en un **Rango de Precisión**, en función del tipo de proyecto, nivel de inversión, inseguridad en la estimación de costes del mismo, etc.

Existen varias líneas en la definición de tipos de estimación, las cuales son recogidas por distintos organismos internacionales (AACE, ANSI, etc) en materia de **Cost of Engineering**, los cuales podemos definirlos como:

- **Clase 5:** Es una estimación basada en orden de magnitud con respecto a datos de costes de otros proyectos anteriores de semejante alcance y volumen o envergadura. Precisión 50-70 %.
- **Clase 4:** Estimación de costes implicados en el proyecto, como porcentaje en función del coste de capital de los equipos principales de la inversión. Precisión 70-85 %.
- **Clase 3:** Estimación basada en datos preliminares del proyecto como base de presupuesto según EDT del proyecto. Precisión 80-90 %.
- **Clase 2:** Estimación según detalle significativo del proyecto, en donde se produce en una fase de detalle del ciclo de vida del proyecto. Precisión 90 %.
- **Clase 1:** Estimación según detalle completo en fase de ejecución del proyecto, donde se dispone de datos e información concreta y específica del proyecto. Precisión 95 %.

DEFINICIÓN DE TIPOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

CLASIFICACION DE LA A.A.C.E.
(American Asociation of Cost Engineers)

TIPO DE ESTIMACION	ERROR %	OBJETO	TIEMPO
Orden de Magnitud	40 a 50	Estudio de rentabilidad	Muy Rápida
Estudio (Factored estimated)	25 a 40	Diseño Preliminar	Rápida
Preliminar (Budget Author. Est.)	15 a 25	Aprobación de Presupuesto	Media
Definitiva (Proyect Control Est.)	10 a 15	Control de Construcción	Lenta
Detallada (Firm Estimate)	5 a 10	Contratos "Llave en mano"	Muy Lenta

DEFINICIÓN DE TIPOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

ESTIMATE CLASS	Primary Characteristic	Secondary Characteristic			
	LEVEL OF PROJECT DEFINITION Expressed as % of complete definition	END USAGE Typical purpose of estimate	METHODOLOGY Typical estimating method	EXPECTED ACCURACY RANGE Typical variation in low and high ranges [a]	PREPARATION EFFORT Typical degree of effort relative to least cost index of 1 [b]
Class 5	0% to 2%	Concept Screening	Capacity Factored, Parametric Models, Judgment, or Analogy	L: -20% to -50% H: +30% to +100%	1
Class 4	1% to 15%	Study or Feasibility	Equipment Factored or Parametric Models	L: -15% to -30% H: +20% to +50%	2 to 4
Class 3	10% to 40%	Budget, Authorization, or Control	Semi-Detailed Unit Costs with Assembly Level Line Items	L: -10% to -20% H: +10% to +30%	3 to 10
Class 2	30% to 70%	Control or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-Off	L: -5% to -15% H: +5% to +20%	4 to 20
Class 1	50% to 100%	Check Estimate or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Detailed Take-Off	L: -3% to -10% H: +3% to +15%	5 to 100

Notes: [a] The state of process technology and availability of applicable reference cost data affect the range markedly. The +/- value represents typical percentage variation of actual costs from the cost estimate after application of contingency (typically at a 50% level of confidence) for given scope.

[b] If the range index value of "1" represents 0.005% of project costs, then an index value of 100 represents 0.5%. Estimate preparation effort is highly dependent upon the size of the project and the quality of estimating data and tools.

CLASIFICACIÓN SEGÚN LA AACE (AMERICAN ASSOCIATION OF COST ENGINEERING)

DEFINICIÓN DE TIPOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

Según la clasificación anterior, en base a las clases o niveles de precisión del coste, es factible una agrupación de los mismos mediante reducción y agrupamiento en intervalos más elevados, propuestas por ANSI, tal y como se describe a continuación:

- **Clase I:** Consiste en la estimación por **MAGNITUD**, y corresponde a la clase 5, como estimación en base a la comparativa de magnitud de proyecto. Precisión oscila entre el + 50% y el -30%.
 - Objetivo:**
 - Base para la toma de decisiones.
 - Orden de magnitud para rechazar el proyecto, no para la aceptación.
- **Clase II:** Estimación **PRELIMINAR**, como conjunto de las clases 4 y 3, con un rango de precisión de entre +30% y – 15%.
 - Objetivo:**
 - Dotar de herramientas de decisión concretas en rechazo/aceptación proyecto.
 - Realizar flujos económicos del proyecto.
 - Criterio de valoración de solución preliminar en ciclo de vida del proyecto.
- **Clase III:** Estimación **DEFINITIVA**, como intervalo de las categorías o clases 1 y 2. Precisión +15 -5 % .
 - Objetivo:**
 - Factibilidad de datos para obtener fondos.
 - Base de control de costes del proyecto.
 - Ayuda a la obtención de costes actualizados y contabilidad de los mismos.
 - Capacitar a la dirección de proyectos a la realización de gastos en ingeniería.

DEFINICIÓN DE TIPOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES



AACE Classification Standard	ANSI Standard Z94.0	AACE Pre-1972	Association of Cost Engineers (UK) ACostE	Norwegian Project Management Association (NFP)	American Society of Professional Estimators (ASPE)		
Class 5	Order of Magnitude Estimate -30/+50	Order of Magnitude Estimate	Order of Magnitude Estimate Class IV -30/+30	Concession Estimate	Level 1		
				Exploration Estimate			
				Feasibility Estimate			
Class 4	Budget Estimate -15/+30	Study Estimate	Study Estimate Class III -20/+20	Authorization Estimate	Level 2		
Class 3		Preliminary Estimate	Budget Estimate Class II -10/+10	Master Control Estimate	Level 3		
Class 2	Definitive Estimate -5/+15	Definitive Estimate	Definitive Estimate Class I -5/+5	Current Control Estimate	Level 4		
Class 1		Detailed Estimate			Level 5		
					Level 6		

RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN CON LA ESTIMACIÓN DE COSTES

Dado el carácter de aproximación de datos/costes, de toda estimación, podemos establecer que la información para realizar una comparativa en base a la magnitud, o por la cantidad disponible sobre el proyecto, podemos agruparlas, en virtud de su carácter en 3 tipos:

- **Información Histórica:** Es aquella que nos facilita informes oficiales, estadísticas de producción, volúmenes de inversión de proyectos anteriores, etc.
- **Información tangible:** Es aquella que se obtienen como base del desarrollo del proyecto mediante comprobación, medición en el momento de ejecución, y control en la planificación dentro del PEP y de las EDT.
- **Información Político-Social:** Es aquella que obtenemos por mediación de sectores sociales y políticos influyentes en la estimación de los costes del proyecto.

Fuentes de Información:

+ Ofertas comerciales, datos de mercado.
+ Informes de compañías.
+ Literatura técnica.
+ Sociedades profesionales.
+ Publicaciones de prestigio.

MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

Los métodos disponible de estimación de costes se refieren a los grandes grupos de costes presentes en un proyecto, como son:

❖ **ESTIMADORES DE MAGNITUD** (*Costes de capital, relacionados con las adquisiciones / Inversiones, compra de activos*):

- **Método de la mesa redonda:** Comparación con proyectos similares realizada por técnicos con experiencia.
- **Método del coste unitario:** Obtención de costes unitario mediante relación entre la inversión y la capacidad de instalaciones similares (obtenida de publicaciones técnicas).
- **Método de Williams:** Se obtiene la inversión del proyecto en función de la capacidad estimada, donde también se le dota de ajuste debido a la inflación.

Ecuación general: $I = [capacidad]^x$

Ecuación Corregida: $\frac{I_A}{I_B} = \left[\frac{capacidad_A}{capacidad_B} \right]^x \times \frac{IC_A}{IC_B} \times L \rightarrow \frac{Coste_A}{Coste_B} = \left[\frac{Parámetro_A}{Parámetro_B} \right]^x$

Donde:

I, es la inversión

IC_A, Índice de costes en el momento actual y localización del proyecto.

IC_B, Índice de costes en el momento de construcción del proyecto.

X, estimador de relación entre proyectos

MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

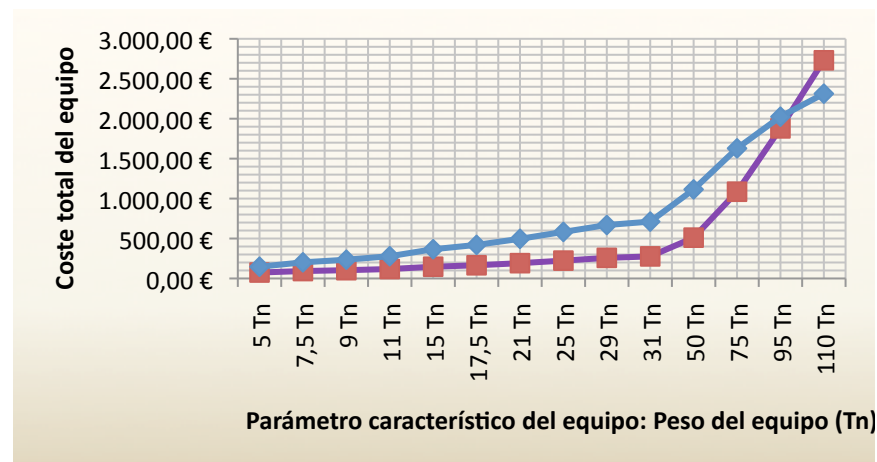
❖ ESTIMADORES PRELIMINARES (Costes operativos/producción):

- **Métodos basados en similitud coste de equipos:** Se obtiene el coste mediante una ecuación función del parámetro característico de un equipo.

$$\text{Coste} = f(\text{Parámetro}) \rightarrow \text{Coste} = a + bx - cx^2 + dx^3$$

Supongamos el ejemplo de comparativa de coste total de una excavadora de cadenas y ruedas, cuyo parámetro característico establecemos el peso del equipo.

Parámetro característico	Coste	
	Exc. Cadenas	Exc. Ruedas
5 Tn	74,39 €	147,12 €
7,5 Tn	92,80 €	201,96 €
9 Tn	103,68 €	234,82 €
11 Tn	118,08 €	278,58 €
15 Tn	146,89 €	365,88 €
17,5 Tn	165,17 €	420,30 €
21 Tn	191,54 €	496,28 €
25 Tn	223,39 €	582,79 €
29 Tn	257,80 €	668,93 €
31 Tn	276,20 €	711,87 €
50 Tn	510,89 €	1.114,61 €
75 Tn	1.085,89 €	1.628,59 €
95 Tn	1.878,89 €	2.025,04 €
110 Tn	2.730,89 €	2.313,01 €



$$\text{Coste}_{\text{Exc. Cadenas}} = 35,89 + 8x - 0,07x^2 + 0,0023x^3$$

$$\text{Coste}_{\text{Exc. ruedas}} = 37,22 + 22x - 0,0023x^{2,35}$$

MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

❖ ESTIMADORES PRELIMINARES (Costes operativos/producción):

- **Método del Índice de costes:** Como caso particular del método general de costes de similitud de equipos , vemos los propuestos como Método de Lang y mejorado por el Método de Hang.

Método de Lang:

$$Inversión_{Total} = f\left(\sum Coste_{equipos_principales}\right) = K \times \sum C_E$$

$$I_{equipos_auxiliares} = C_E \times \frac{\%Inversión_{equipos_principales}}{\%Inversión_{equipos_auxiliares}}$$



**Particularizando
para inversión en
equipos auxiliares**

Método de Hang:
$$Inversión_{Total} = f\left(\sum K_i \times Coste_{equipos_principal_i}\right) = \sum K_i \times C_E$$

- **Método del Índice de costes de componentes:** Es el más empelado en Ingeniería con un error del orden del 15 %, empleando una función de los costes de equipos principales y auxiliares, de la forma:

Ecuación general:
$$Inversión_{Total} = f(I_E, K_i, g) \rightarrow I_T = I_E \times \left(1 + \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{100}\right) \times (1 + g)$$

Donde:

I_T ,es la inversión Total de la instalación.

I_E ,corresponde a la inversión en equipos auxiliares y principales.

K_i ,índice de coste de la partida i.

g ,factor de costes indirectos, como imprevistos e ingeniería.

MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE COSTES

❖ **ESTIMADORES DETALLADOS** (*Costes operativos/producción*):

Los métodos detallados, se basan en el método similitud de coste de equipos o paramétrico, dado que se obtienen los costes directos e indirectos de las actividades descritas y desarrolladas en el proyecto dentro de las EDT, como función de ciertas características de los equipos (horas de vida, capacidad, coste total, etc), obtenidas por experiencia y testadas en proyectos y condiciones similares a las del proyecto.

• **Ejemplo:**

Reparaciones y mantenimiento: 2-5 %

Gastos generales y administración: 2-3 %

Seguros: 2-3 %

Impuestos: 2-3 %

Indirectos(amortizaciones, cargas indirectas, imprevistos): 10-30 %

Cargas salariales: 30-50 %

Costes directos: Energía eléctrica:

Combustible:

Lubricantes: 10-20 %

Reparaciones:

$$c_e = Potencia \times F$$

Depende de las condiciones de trabajo, favorable, medias, desfavorables.

$$c_r = F \times (precio_{adquisición} - precio_{neumáticos}) / Horas_{vida}$$

ACTUALIZACIÓN DE COSTES

❖ CONCEPTO Y DEFINICIÓN

Definimos la actualización de costes, como el ajuste del precio calculado a la situación temporal actual, debido a procesos cambiantes de los mercados como son la inflación, disponibilidad de mano de obra y materiales, cambios tecnológicos, deslocalización de mercados, etc.

Es importante comprender que la inflación con relación a los precios, es una de las variables más importantes a tener en cuenta en el cálculo de la actualización de precios, debido a su carácter de variabilidad en el tiempo y ciclo de vida del proyecto, por este motivo se establece como método de aplicación la estimación paramétrica.

Para la actualización de precios o índices de costes más utilizados internacionalmente están:

- Índice de coste “Marschall&Swift” (valorización de equipos).
- Índice de coste de construcción (ENR).
- Índice de coste de construcción de plantas “Chemical Engineering”(CE).
- Índice de coste de construcción de refinerías “Nelson” (NR).
- [RD 1359/2011, de 7 de Octubre.](#)