

CAPÍTOL 4	ESTUDI PRELIMINAR
	EL PROJECTE D'ENGINYERIA

4.1. OBJECTIU

4.2. VALORACIÓ ECONÒMICA

4.2.1. ESTIMACIÓ DEL PRESSUPOST D'INVERSIÓ

4.2.2. ESTIMACIÓ DEL PRESSUPOST D'EXPLOTACIÓ

EXEMPLE D'ESTIMACIÓ DELS COSTOS D'EXPLOTACIÓ

4.1. OBJECTIU

Una vegada analitzades les característiques del projecte (mitjançant el plec d'especificacions) i la seva viabilitat, es determinaran diverses solucions.

Es valorarà cadascuna d'aquestes solucions per veure quina és la que s'ajusta millor a les necessitats plantejades en el plec d'especificacions, de manera que, en concloure aquesta fase, en tinguem una de sola per desenvolupar en profunditat.

Per tant, l'objectiu d'aquesta fase és doble:

- Determinar diverses solucions.
- Avaluar-les.

Cal tenir en compte que l'elaboració d'aquestes solucions és un procés altament creatiu en el qual conflueixen diversos aspectes, com ara l'experiència, la capacitat de síntesi, etc.

Tot i que no cal definir detalladament la solució, és convenient explicitar les característiques de les parts més importants de la solució per tenir una idea de la seva magnitud i poder estimar el pressupost d'inversió d'una manera més acurada que en la fase anterior.

4.2. VALORACIÓ ECONÒMICA

A continuació es defineix el criteri d'*estimació econòmica* que serà d'aplicació per poder determinar el *pressupost* en el cas de l'*estudi preliminar*.

Quan parlem de pressupostos d'un projecte, hem de distingir dues tipologies:

- *Pressupost d'inversió*: capital necessari per a la construcció d'un projecte, també anomenat *immobilitzat*.

- *Pressupost d'exploració*: capital necessari per al funcionament del projecte.

Per exemple, si construïm una central tèrmica, tindrem que el cost d'inversió estarà format per tots aquells conceptes que són necessaris per construir-la (terrenys, edificis, calderes, turbines...), mentre que el pressupost d'exploració el formaran totes aquelles despeses necessàries per mantenir-la en funcionament (combustible, manteniment...).

A continuació fem una estimació preliminar de les tipologies que hem esmentat.

4.2.1. ESTIMACIÓ DEL PRESSUPOST D'INVERSIÓ

En alguns casos és possible determinar quin serà el pressupost d'inversió del projecte (immobilitzat), fins i tot en aquestes fases tan preliminars.

Aquests mètodes de càlcul són molt aproximats, però serveixen per donar un ordre de magnitud de la despesa que s'haurà d'efectuar. Tots aquests mètodes estan basats en experiències anteriors recollides a manera de taules en algunes publicacions.

Hi ha dues possibles metodologies:

- *Índex cost-capacitat*
- *Coeficient d'inversió unitària*

A continuació descriurem cada metodologia.

4.2.1.1. Índex cost-capacitat

L'índex cost-capacitat també s'anomena mètode de Williams i ens permet trobar el valor del pressupost d'inversió a partir d'una magnitud característica del projecte que haurem d'haver definit a la llista d'especificacions. Per exemple, per a una central tèrmica aquesta magnitud serà la producció d'energia elèctrica (MW).

MÈTODE ÍNDEX COST-CAPACITAT, TAMBÉ ANOMENAT MÈTODE DE WILLIAMS

La manera per trobar aquest valor és mitjançant la fórmula:

$$C_A / C_B = (T_A / T_B)^n$$

- on C_A : cost de la instal·lació A
 C_B : cost de la instal·lació B
 T_A : dimensió de la instal·lació A
 T_B : dimensió de la instal·lació B
 n : índex cost-capacitat

Els índexs i les magnituds característiques es defineixen en unes taules com la de la figura:

RÀTIO COST-CAPACITAT

Tipologia de projecte	Índex cost-capacitat	Unitat de capacitat

Planta d'acetilens	0,73	Tones/dia
Planta d'alumini	0,76	Tones/any
Planta d'amoníac	0,72	Tones/dia
Caldera de vapor	0,75	Kg/hora
Fàbrica de ciment	0,86	Tones/dia
Planta de clor	0,62	Tones/dia
Producció d'energia elèctrica (nuclear)	0,68	MW
Producció d'energia elèctrica (tèrmica)	0,79	MW
Edificis industrials	0,67	MI
Planta d'oxigen	0,72	Tones/dia
Edificis d'habitatges subvencionats	0,75	Nre. d'habitants
Sistema de refrigeració	0,70	Tones
Tractament d'aigües residuals (primari)	0,68	Litres/dia
Tractament d'aigües residuals (primari i secundari)	0,75	Litres/dia
Dipòsits d'emmagatzematge	0,63	Litres
Planta d'emmagatzematge	0,67	Tones/dia
Xarxes de distribució urbana d'aigua i gas	0,91	Diàmetre canonades
Xarxes de distribució urbana d'aigua i gas	0,82	Longitud instal·lada

4.2.1.2. Coeficient d'inversió unitària

El cost de l'immobilitzat es pot estimar a partir de les dades de producció anual o capacitat total.

MÈTODE DEL COEFICIENT D'INVERSIÓ UNITÀRIA

El cost de l'immobilitzat es pot estimar a partir de les dades de producció anual o capacitat total. Aquestes dades també estan tabulades:

COEFICIENTS D'INVERSIÓ UNITÀRIA

<i>Grup industrial</i>	<i>Vida econòmica mitjana (anys)</i>	<i>Capital total en relació amb les vendes anuals (tant per un)</i>
Productes alimentaris	12	0,48
Tabac	15	0,69
Indústria tèxtil	14	1,04
Confecció	9	0,62
Fusta i derivats	10	0,99
Indústria del moble	10	0,63
Paper	14	0,99
Impremta i publicacions	11	0,84

Indústria química	11	0,89
Productes del petroli	16	1,18
Cautxú i plàstics	12	0,84
Cuir	11	0,56
Pedra, ceràmica i vidre	15	1,00
Metalls primaris	16	1,15
Transformats metàl·lics	12	0,72
Maquinària no elèctrica	12	0,90
Equips elèctrics	10	0,69
Equipaments de transport	12	0,63
Instruments	12	0,85
Fabricacions diverses	12	0,70
Valor mitjà general	12	0,85

Per exemple:

Càlcul del pressupost d'inversió d'una fàbrica de transformats metàl·lics amb una producció estimada de 50 tones/any, sabent que el preu net de venda és de 800 €/kg.

Total de vendes anuals = 50.000 kg/any × 800 €/kg = 40.000.000 €

Capital total / vendes = 0,72

Capital total = 0,72 × total de vendes anuals = 28.000.000 €

4.2.2. ESTIMACIÓ DEL PRESSUPOST D'EXPLOTACIÓ

Abans de determinar el pressupost d'explotació del projecte cal definir uns quants termes associats al volum de producció:

- *Costos fixos o indirectes.* Són aquells que són independents del volum de producció:
 - Mà d'obra indirecta (oficinistes, comercials, etc.)
 - Amortització de les instal·lacions
 - Despeses generals (lloguers, publicitat, interessos financers, assegurances...)
- *Costos variables o directes.* Són aquells que varien proporcionalment al volum de producció:
 - Mà d'obra directa (operaris de fàbrica)
 - Matèries primeres
 - Materials que intervenen en el procés de fabricació
 - Consums de combustibles i energia
- *Costos totals.* És la suma dels costos indirectes i els costos directes.
- De la mateixa manera que succeïa amb l'índex cost-capacitat, els costos estan *tabulats* per als principals tipus d'indústries.

- *Ingressos totals*. És el capital generat per la indústria.
- *Benefici*. És la diferència entre els ingressos totals i els costos totals.
- *Punt d'equilibri*. És aquella situació en la qual no hi ha pèrdues ni guanys; per tant, el benefici és zero, o dit d'una altra manera, els costos totals són iguals als ingressos totals.
- *Flux de caixa* (també anomenat *cash flow*). S'entén per aquest concepte la variació de la tresoreria d'una empresa en un temps determinat, per exemple un any. Per dir-ho d'una altra manera, és el balanç dels diners que entren i surten de l'empresa. Per tant, les amortitzacions no són realment un flux de diners, sinó que simplement són una astúcia per preveure la pèrdua de valor de l'immobilitzat. Per tant, les amortitzacions no s'han de restar del flux de caixa.

Vegem la manera de *determinar el punt d'equilibri*:

$$Ct = Cf + Cv = Cf + v \times n$$

Ct: costos totals
Cf: costos indirectes o fixos
Cv: costos directes o variables
v: cost directe o variable / unitat

$$I = u \times n$$

I: ingressos; u: preu de venda / unitat; n: unitats

Punt d'equilibri: $I = Ct; u \times n = Cf + v \times n$

$$n = Cf / (u - v) \text{ Unitats corresponents al punt d'equilibri}$$

Si $n > nc$: tindrem beneficis
Si $n < nc$: tindrem pèrdues

TAULA DE COSTOS D'EXPLOTACIÓ

Grup industrial	Percentatge de vendes anuals (tant per un)			
	Mà d'obra directa	Materials directes	Mà d'obra indirecta	Resta
Productes alimentaris	0,08	0,65	0,05	0,22
Tabac	0,07	0,55	0,02	0,36
Indústria tèxtil	0,20	0,56	0,05	0,19
Confecció	0,23	0,48	0,07	0,22
Fusta i derivats	0,21	0,52	0,05	0,22
Indústria del moble	0,24	0,45	0,09	0,22
Paper	0,17	0,51	0,07	0,25
Impremta i publicacions	0,20	0,33	0,16	0,31
Indústria química	0,09	0,43	0,07	0,41
Productes del petroli	0,04	9,75	0,02	0,19
Cautxú i plàstics	0,20	0,45	0,08	0,27
Cuir	0,25	0,46	0,07	0,22
Pedra, ceràmica i vidre	0,21	0,41	0,08	0,30
Metalls primaris	0,17	0,56	0,06	0,21
Transformats metàl·lics	0,21	0,46	0,09	0,24
Maquinària no elèctrica	0,21	0,42	0,12	0,25
Equips elèctrics	0,19	0,42	0,14	0,25
Equipaments de transport	0,13	0,57	0,08	0,20
Instruments	0,17	0,34	0,14	0,35
Fabricacions diverses	0,21	0,44	0,10	0,25
Valor mitjà general	0,16	0,51	0,10	0,23

TAULA DE COEFICIENT D'INVERSIÓ UNITÀRIA

<i>Grup industrial</i>	<i>Vida econòmica mitjana (anys)</i>	<i>Capital total en relació amb les vendes anuals (tant per un)</i>
Productes alimentaris	12	0,48
Tabac	15	0,69
Indústria tèxtil	14	1,04
Confecció	9	0,62
Fusta i derivats	10	0,99
Indústria del moble	10	0,63
Paper	14	0,99
Impremta i publicacions	11	0,84
Indústria química	11	0,89
Productes del petroli	16	1,18
Cautxú i plàstics	12	0,84
Cuir	11	0,56
Pedra, ceràmica i vidre	15	1,00
Metalls primaris	16	1,15
Transformats metàl·lics	12	0,72
Maquinària no elèctrica	12	0,90
Equips elèctrics	10	0,69
Equipaments de transport	12	0,63
Instruments	12	0,85
Fabricacions diverses	12	0,70
Valor mitjà general	12	0,85

- *Sensibilitat d'equilibri.* Com més elevats siguin els costos fixos, més sensible serà el projecte als canvis de volum de producció:
 - Els projectes amb costos indirectes elevats s'anomenen projectes *intensius en capital*, ja que la major part d'aquests costos provenen d'immobilitzat.
 - Per contra, els projectes amb costos directes elevats, s'anomenen projectes *intensius en treball*, ja que aquests costos provenen principalment de mà d'obra, matèries primeres i energia, és a dir, els elements necessaris per treballar (fer la producció).

Aquestes definicions també són aplicables a les empreses, intensives en capital o en treball.

En resum, els projectes intensius en capital són molt més arriscats, ja que produccions per sota de la d'equilibri produeixen grans pèrdues, però, per contra, es poden obtenir grans beneficis per produccions superiors. Un exemple de projectes intensius en capital són les línies aèries. Un exemple d'empreses intensives en treball són les empreses de servei.

EXEMPLE D'ESTIMACIÓ DELS COSTOS D'EXPLOTACIÓ

Hem de determinar el compte d'explotació per a una indústria de transformats metàl·lics que fabrica conductes d'aspiració per a grans instal·lacions. La indústria parteix de xapa d'acer i s'ha projectat per subministrar conductes amb un pes total de 5.000 tones a l'any. El preu de venda net al mercat està establert en 4,80 €/kg.

Considerant les taules següents:

taula de costos d'explotació i
taula de coeficient d'inversió unitària,

obtenim, en el cas de la indústria de transformats metàl·lics, les dades següents:

A	Vida econòmica mitjana en anys	12
B	Capital total / vendes anuals	0,72
D	Mà d'obra directa / vendes anuals	0,21
E	Materials directes / vendes anuals	0,46
F	Mà d'obra indirecta / vendes anuals	0,09
G	Resta / vendes anuals	0,24

Atenent a l'experiència per a aquesta tipologia d'indústries es considerarà:

L'estimació corresponent a càrregues en concepte d'altres despeses, com ara assegurances, despeses financeres, etc.	7 %
L'estimació corresponent a impostos sobre els beneficis lliures d'impostos.	34 %

1. Total de vendes anuals:

$$5.000.000 \text{ kg} \times 4,80 \text{ €/kg} = 24.000.000 \text{ €}$$

2. Inversió necessària:

$$0,72 = \text{capital total} / \text{vendes anuals} \text{ i total de vendes anuals} = 24.000.000 \text{ €}$$

$$\text{Capital total} = 0,72 \times 24.000.000 \text{ €} = 17.280.000 \text{ €}$$

3. Costos directes d'explotació:

$$\text{Costos directes} / \text{vendes anuals} = (\text{mà d'obra directa} + \text{matèries primeres}) /$$

$$\text{Vendes anuals} = 0,21 + 0,46 = 0,67 \text{ i total de vendes anuals} = 24.000.000 \text{ €}$$

$$\text{Costos directes} = 0,67 \times 24.000.000 \text{ €} = 16.080.000 \text{ €/any}$$

4. Costos indirectes:

$$\text{Mà d'obra indirecta} / \text{vendes anuals} = 0,09 \text{ i total de vendes anuals} = 24.000.000 \text{ €}$$

$$\text{Mà d'obra indirecta} = 0,09 \times 24.000.000 \text{ €} = 2.160.000 \text{ €/any}$$

5. Amortització:

Amortització uniforme = inversió necessària / vida útil
 Inversió necessària: 17.280.000 € i vida útil: 12 anys
 Amortització uniforme = 17.280.000 € / 12 anys = 1.440.000 €

6. Altres càrregues (assegurances, despeses financeres...). Es considera una estimació del 7 %:

$$0,07 \times 24.000.000 \text{ €} = 1.680.000 \text{ €}$$

7. Beneficis abans d'impostos (BAI):

$$\boxed{BAI = \text{vendes} - (\text{costos directes} + \text{costos indirectes})}$$

$$= 24.000.000 \text{ €} - (16.080.000 \text{ €} + 2.160.000 \text{ €}) = 5.760.000 \text{ €}$$

8. Impostos: es considera una estimació del 34 % sobre els beneficis lliures d'impostos.

$$\text{Impostos} = 34\% \text{ BAI} = 0,34 \times 5.760.000 \text{ €} = 1.958.400 \text{ €}$$

9. Benefici net:

$$\boxed{\text{Benefici net} = \text{BAI} - \text{impostos}}$$

$$= 5.760.000 \text{ €} - 1.958.400 \text{ €} = 3.801.600 \text{ €}$$

10. Flux de caixa (*cash flow*) net anual:

$$\boxed{\text{Flux de caixa} = \text{benefici net} + \text{amortitzacions}}$$

$$= 3.801.600 \text{ €} + 1.440.000 \text{ €}$$

11. Punt d'equilibri:

Cf: costos indirectes o fixos = 2.160.000 €/any
 Cv: costos directes o variables = 16.080.000 €/any
 v: despeses directes / unitat = 16.080.000 €/any / 5.000.000 kg/any = 3,21 €/u.
 u: preu de venda unitari del producte = 4,80 €/kg.

Unitats corresponents al punt d'equilibri:

$$\boxed{n = Cf / (u - v)}$$

$$= 2.160.000 \text{ €/any} / (4,80 \text{ €/kg} - 3,21 \text{ €/kg}) = 3.434.400 \text{ kg}$$

12. Beneficis corresponents al punt d'equilibri, considerant que fabriquem 5.000.000 kg:

$$\boxed{B = (u - v) \times n - Cf}$$

$$= (4,80 \text{ €/kg} - 3,21 \text{ €/kg}) \times 5.000.000 \text{ kg} - 2.160.000 \text{ €/any} = 5.790.000 \text{ €}$$