

TEMA 1: CONCEPTOS BÁSICOS

1.1 Definiciones

Diccionario de la RAE (23ª ed.):

- “Designio o pensamiento de ejecutar algo.”
- “Primer esquema o plan de cualquier trabajo que se hace a veces como prueba antes de darle la forma definitiva.”
- “Planta y disposición que se forma para la realización de un tratado, o para la ejecución de algo de importancia.”
- “Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o ingeniería”

Otras definiciones:

- “Combinación de recursos, humanos y no humanos, reunidos en una organización temporal, para conseguir un propósito determinado (**Cleland y King, 1975**).
- “Combinación de todos los recursos necesarios, reunidos en una organización temporal, para la transformación de una idea en realidad (**De Cos, 1999**).
- “Conjunto de actividades, planificadas, ejecutadas y supervisadas que con recursos finitos, tiene por objetivo crear un servicio o producto único (**Domingo, 2000**).

Actividades imprescindibles para hablar de “**proyecto**”:

- Consecución de objetivos
- Coordinación de actividades
- Limitación de recursos
- Limitación de tiempo
- Singularidad de resultados

1.2 Tipos de proyectos

Según el **alcance y el objeto** (Domingo, 2005):

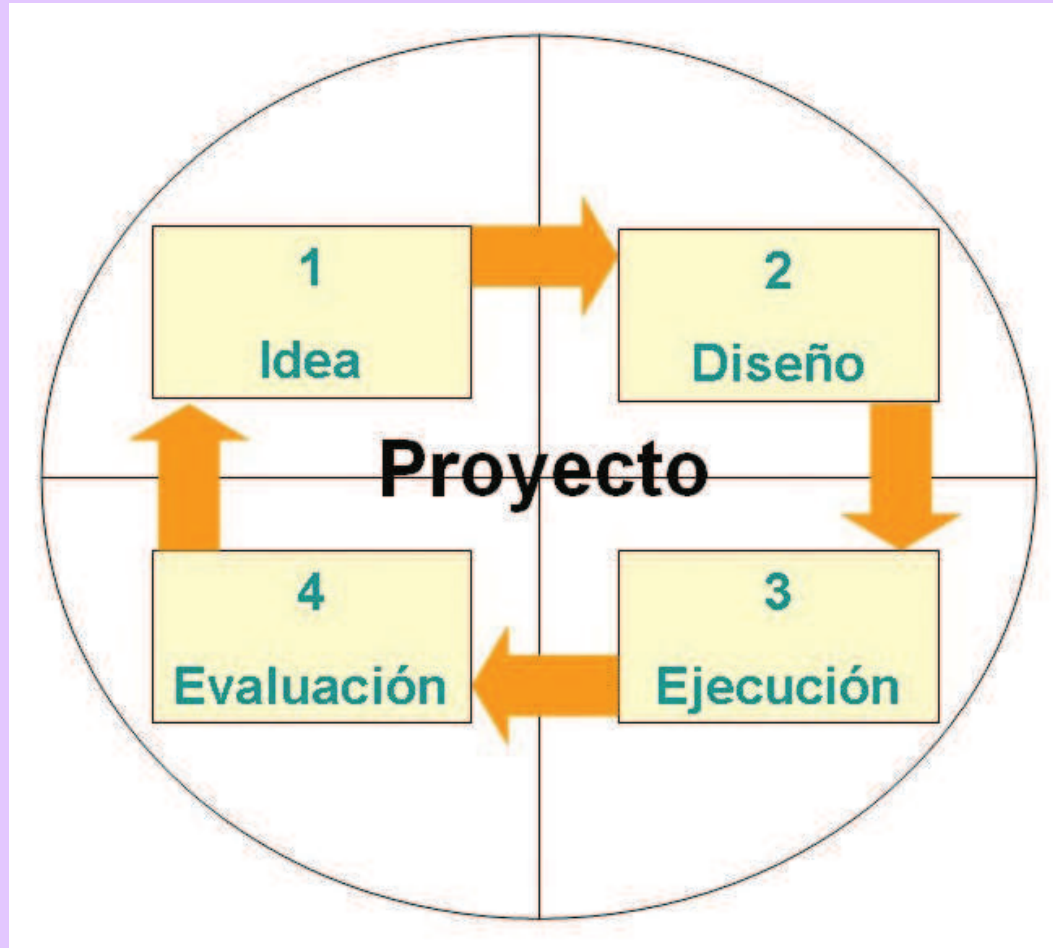
- **Análisis** (análisis) y **estudios** (comprensión) con **informe técnico**
- Proyectos de **investigación** (conocimientos nuevos)
- Estudios de **viabilidad** (aspectos concretos: técnicos y económicos)
- Proyectos **clásicos**: documentos para definir el trabajo a realizar, **sin** ejecutar la actividad.
- Proyectos **industriales**: proyecto clásico **más** la ejecución del mismo.
- **Programas**: conjunto de proyectos con un objetivo común

1.3 Objetivos de un proyecto

- **Resultado** (más importante)
- **Coste** (definido previamente)
- **Plazo** (ineludible)
 - **Dimensión comercial** (utilizar la experiencia)
 - **Dimensión estratégica** (desarrollar tecnología)

1.4 Fases de un proyecto

Etapas cíclicas:



- Concepción o identificación de la idea
- Anteproyecto
- Proyecto definitivo
- Ejecución, operación y evaluación retrospectiva

1.5 Partes implicadas en un proyecto



- Promotor (empresario)
- Gestor (formulación y dirección)
- Contratista (constructor)
- Cliente (compra el proyecto) y usuario (compra el producto)

1.6 La teoría clásica de proyectos

Decreto 1998/**1961**, de 19 de octubre, por el que se aprueban las tarifas de honorarios de los Ingenieros en trabajos a particulares:

“2º a) Se entiende por PROYECTO la serie de documentos que definen la obra, en forma tal que un facultativo distinto del autor pueda dirigir con arreglo al mismo las obras o trabajos correspondientes. El proyecto constará, al menos, de los documentos siguientes:

b) **Una Memoria**, la cual contendrá la justificación de la solución adoptada, en su aspecto técnico y económico, los cálculos y los datos básicos que han servido para formar el proyecto.

c) **Los planos** de conjunto y de detalle necesarios y suficientes para que pueda realizarse la obra o trabajo sin dificultad, así como los planos de ejecución en obra o taller.

d) **Un pliego de condiciones** o documento contractual que pueda servir de base para la redacción del contrato de ejecución de las obras , en el cual se describirán con detalle los trabajos objetos del proyecto, las condiciones que deben reunir los materiales y la ejecución de las obras y las condiciones económicas en que pueden y deben realizarse las mismas.

e) **Un presupuesto** formado por los documentos de mediciones, los de formación de los precios y el presupuesto total de las obras o trabajos objeto del proyecto.”

Concepto antiguo que además dice que:

“3º Se entiende por anteproyecto los documentos necesarios para definir en líneas generales la obra o trabajo, de tal forma que permita formarse una idea del conjunto y deducir un presupuesto aproximado. Contará con una memoria descriptiva, unos planos a gran escala y unas valoraciones aproximadas.”

Dando a entender que un anteproyecto es un proyecto poco estudiado, cuando en realidad en él se fijan las grandes líneas para decidir la inversión.

En lo que sigue:

- Se obviará el enfoque clásico
- Se considerará un proyecto como un sistema
- Se estudiará sólo hasta la fase de **anteproyecto** (a efectos de nivel de aplicación y conocimientos)

Implicaciones legales de la firma de proyectos:

- No todo profesional puede actuar en cualquier campo como proyectista
- Cada titulado tiene su ámbito de competencias
- Competencias no siempre totalmente definidas
- Frecuentes roces entre profesionales de distinta titulación y parecidas competencias

TEMA 2: VIABILIDAD COMERCIAL Y TÉCNICA

2.1 El mercado

Área en que confluyen la *oferta* y la *demanda* para realizar transacciones de bienes y servicios a determinados precios.

Estudios de mercado:

- **Recopilación de información** (encuestas, información escrita)
- **Análisis de la demanda** (requerimientos: necesidad, precio, ingresos alternativos)
- **Análisis de la oferta** (disponibilidad: productores, localización, capacidad, calidad, precio)
- **Análisis de los precios** (equilibrio entre oferta y demanda: entorno, competencia, intermediarios, control de precios)
- **Análisis de la comercialización** (transferencia al usuario, intermediarios)

2.2 La tecnología

Aspecto clave en la viabilidad:
costes, madurez, obsolescencia, competencia.

Conceptos sobre **transferencia de tecnología**:

- **Patente**: Privilegio de gobiernos a inventores para prohibir a otros la fabricación.
- **Licencia**: Derecho del dueño de una patente a terceros, para explotarla.
- **“Know-how”**: Conocimiento técnicos no incluidos en la patente, pero imprescindibles para su explotación.

2.3 El tamaño

- Capacidad:
 - **Máxima:** demanda insatisfecha
 - **Mínima:** límite tecnológico
- Factores:
 - **Demanda:** tamaño menor que demanda
 - **Tecnología:** escala mínima
 - **Suministros:** disponibilidad (cantidad y calidad)
 - **Financiación:** recursos económicos disponibles

2.4 La localización

- **Ubicación** (macro-localización):

- **Políticas oficiales:** restricciones e incentivos
- **Factores propios del proyecto:** materias primas y mercados
- **Condiciones locales de infraestructura:** energía, transportes, comunicaciones
- **Condiciones locales socioeconómicas:** mano de obra, reglamentaciones, servicios

- **Emplazamiento** (micro-localización):

- **Coste de los terrenos**
- **Preparación y acondicionamiento del suelo**
- **Condiciones locales**

TEMA 3: ANÁLISIS ECONÓMICO

3.1 Las variables económicas

- Análisis económico: aspecto principal de la evaluación de una inversión
 - Gastos actuales
 - Expectativa de generar beneficios futuros
- Objetivos:
 - Obtener la información precisa para realizar la mejor inversión posible
 - Considerar los aspectos técnicos del proyecto
 - Planificar el uso a largo plazo de los recursos de una empresa (generalmente valiosos y escasos)
 - Asegurar su prosperidad, su continuidad y su supervivencia

Empresa: entidad económica autónoma que, arriesgando cierto capital y esfuerzo, reúne los medios de producción necesarios para efectuar una prestación de bienes o servicios destinados al mercado con objeto de obtener el máximo beneficio posible



Podrá ponerse:

$$\textit{Beneficios} = (\textit{Capital} + \textit{Ventas}) - (\textit{Costes} + \textit{Impuestos}) \quad [3.1]$$

Expresión no absolutamente consistente:

- No todo el capital representa un flujo, €/año
- El resto de las variables económicas sí lo son

En la mayoría de los casos no se considera el capital, reformulando, los beneficios como “**beneficios brutos**”:

$$\textit{Beneficios brutos} = \textit{Ventas} - \textit{Costes} \quad [3.2]$$

Los beneficios brutos se refinan en función de partidas específicas (costes e impuestos) para calcular efectivamente el beneficio, objetivo final de toda empresa.

3.2 El capital

Capital: factor de producción que, en conjunción con otros factores, se dedica con carácter permanente a la obtención de un producto o un servicio

Por efecto del ciclo económico de producción, los bienes cambian de identidad o de valor, pero queda un fondo patrimonial permanente, que es el *capital actual de la empresa*, cuya cantidad dependerá del éxito de la explotación

Se distinguen dos partes incluidas en el concepto de capital (expresado en unidades monetarias [€, \$, etc.]):

- Capital inmovilizado (**I**)
- Capital circulante (**I_w**)

El **capital inmovilizado**, **I**, es la parte del capital empleada en la adquisición de los medios transformadores (máquinas, aparatos,

inmuebles, etc.), que no puede transformarse en dinero (movilizarse), ya que si se realizara, resultaría dificultada o impedida la fabricación.

Se pierde paulatinamente por el desgaste natural debido al uso de los elementos en que está materializado

Es necesario establecer una previsión con objeto de compensar la progresiva minusvalía del capital inmovilizado, lo que resulta en un coste (“**amortización**”)

Una de las características principales del capital inmovilizado es la de *ser amortizable*

Partidas del capital inmovilizado (I)

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Maquinaria y aparatos.2. Gastos de instalación de la partida 1.3. Tubería y válvulas.4. Instrumentos de medición y control.5. Aislamientos caloríficos.6. Instalación eléctrica (fuerza). | <ol style="list-style-type: none">7. Terrenos y edificios.8. Instalaciones auxiliares (agua, luz, vapor, etc.).9. Honorarios de proyecto y dirección de montaje.10. Contrata de obras.11. Gastos imprevistos. |
|---|---|

El **capital circulante**, I_w , es la parte del capital empleada en la conducción del negocio, es decir, el encargado de poner en movimiento y asegurar el rendimiento del capital inmovilizado, además de proveer el dinero necesario (en efectivo o como crédito) para hacer frente a cualquier eventualidad

Se necesita para la compra de materias primas y auxiliares o para el pago de nóminas

De este capital no se puede resarcir la empresa hasta que el ciclo de fabricación no esté concluido, vendido el producto y cobrado su importe

Este capital no tiene que ser amortizado, pues, o es dinero en efectivo (**disponible**) o está en forma de productos que fácilmente pueden ser convertidos en dinero (**realizable**)

Partidas del capital circulante (C)

Realizable

1. Valor de las materias primas y auxiliares en existencia.
2. Valor de los productos en ciclo de fabricación.
3. Valor de los productos terminados existentes en almacén.
4. Valor de los productos vendidos pendientes de cobro.
5. Repuestos de maquinaria existentes en almacén.

Disponible

6. Existencias en caja.
7. Depósitos en bancos.
8. Depósitos de valores.

El *funcionamiento de la empresa* determina modificaciones en el estado o situación del capital

La norma que afecta a las operaciones efectuadas con un capital se denomina **contabilidad**

Los saldos resultantes de las operaciones contables en un momento dado son los datos que se recogen en los denominados **balances**.

En los balances figuran:

- el **activo**, que agrupa y enumera los bienes capitales que constituyen el patrimonio de la empresa, traduciendo en cifras su actividad productora
- el **pasivo**, que describe el origen del fondo capital incorporado a los bienes, reflejando los débitos de la empresa y encajando pasivamente las consecuencias de la actividad empresarial

3.3 Las ventas

Las **ventas** son los ingresos obtenidos por la empresa al traspasar a otro su producto o servicio por un precio convenido en el ámbito de un **mercado**

El **mercado** es el entorno en que coinciden los que quieren comprar y los que quieren vender

El **precio** representa la utilidad que tiene una mercancía en el mercado para los contratantes, y es extrínseco a la propia mercancía

El **coste** es el valor de la mercancía, y representa el esfuerzo necesario para haberla producido, siendo una característica intrínseca

La **economía de la producción** se basa en la diferencia entre el precio y el coste.

La cantidad de producto que los compradores están dispuestos a adquirir en cada momento depende de sus necesidades, de sus posibilidades y del precio al que los vendedores estén dispuestos a vender

El precio modifica en sentido contrario los deseos de comprar y de vender, medidos por la cantidad de mercancía que es objeto de transacción

Cuando en un mercado se produce un aumento de la demanda (o de la oferta) manteniéndose invariantes las condiciones de la oferta (o de la demanda), el precio tiende a subir (o a bajar) en busca del nuevo nivel de equilibrio: **ley de la oferta y la demanda.**

El importe de las ventas o “*volumen de ventas*” representa los ingresos primarios de la empresa y se calcula como el producto de dos variables muy difíciles de precisar:

- La cantidad de producto vendible
- El precio unitario del mismo

Como estas dos variables vienen determinadas por el mercado, será necesario establecer la previsión del volumen de ventas basándose en los beneficios que se desea obtener:

- Se parte del coste de producción y del capital comprometido por la empresa
- Se suma al coste la cantidad necesaria para que el capital tenga una adecuada remuneración
- Se obtiene el precio al que, en principio, podría ofertarse la mercancía al mercado

Las ventas, **S**, se calculan mediante la ecuación:

$$S = s \cdot Q \quad [3.3]$$

siendo:

s: precio de venta unitario (unidades monetarias [€, \$, etc.] / unidades de capacidad [Tm, bbl, etc.]).

Q: capacidad de producción (unidades de capacidad [Tm, bbl, etc.] unidades de tiempo [año, día, etc.]).

En la actualidad es necesario fabricar más cantidad, mejor calidad y más barato para obtener mayores ingresos

Esto se logra produciendo a gran escala, obteniéndose la economía de producción denominada “**economía de escala**”.

3.4 Los costes

Se denomina **coste** al valor, expresado en dinero, de los bienes y prestaciones consumidos para lograr el objetivo de la empresa, que es la producción.

Los costes irán siempre afectados de cierto *convencionalismo*, ya que la valoración de bienes y de prestaciones puede variar según las circunstancias o el punto de vista adoptado

Los costes siempre son gastos, pero los gastos no se consideran como costes más que cuando son consecuencia o causa inmediata de la fabricación o de la venta, es decir, de la producción

Los costes, **C**, se calculan mediante la ecuación:

$$C = c \cdot Q \quad [3.4]$$

siendo:

c: coste unitario de producción (unidades monetarias [€, \$, etc.] unidades de capacidad [Tm, bbl, etc.]).

Q: capacidad de producción (unidades de capacidad [Tm, bbl, etc.] unidades de tiempo [año, día, etc.]).

Cuando los costes corresponden a gastos claramente imputables a un determinado producto o proceso, se denominan **costes directos**

Cuando los gastos gravan la producción de manera no imputable totalmente al producto o proceso, se denominan **costes indirectos**

Cuando los costes se modifican al variar el volumen de producción, se denominan **costes variables**

Cuando los costes permanecen constantes, independientes del volumen de producción, se denominan **costes fijos**

Los costes, cuyo conjunto suele denominarse “**costes de producción**”, generalmente se clasifican dos grandes grupos:

- Costes de fabricación (**M**)
- Costes de gestión (**G**)

Partidas de los costes de fabricación (M)

Directos	Indirectos	
1. Materias primas 2. Mano de obra directa. 3. Patentes.	4. Mano de obra indirecta. 5. Servicios generales. 6. Suministros. 7. Conservación. 8. Laboratorio. 9. Envasado. 10. Distribución.	11. Directivos y empleados. 12. Amortización. 13. Alquileres. 14. Impuestos (fábrica). 15. Seguros (fábrica).
Variables		Fijos

Las partidas de costes directos y de algunos costes indirectos se estiman mediante métodos específicos

Las partidas relacionadas con la mano de obra se obtienen como fracciones de la mano de obra directa

Las restantes partidas se calculan como fracciones del inmovilizado

Partidas de los costes de gestión (G)

1. Gastos comerciales.	2. Gerencia.
	3. Gastos financieros.
	4. Investigación y servicios técnicos.
Variables	Fijos

Las partidas de los costes de gestión se estiman como fracciones de los costes de fabricación, oscilando entre 10 y 30% de éstos.

Una de las partidas más importantes de los costes de fabricación es la **amortización** (muchas veces se estudia como partida independiente de los costes)

La **amortización** constituye una compensación para resarcir la pérdida de valor de gran parte del capital inmovilizado que se mantiene en servicio por un tiempo más o menos largo, pero que paulatina o bruscamente acaba por perder su utilidad

Las causas de estas pérdidas están en:

- El agotamiento (yacimientos)
- El tiempo limitado de uso (patentes)
- El desgaste (erosión y corrosión)
- La obsolescencia (envejecimiento tecnológico)
- La menor demanda del producto (envejecimiento económico)
- Los accidentes

Contabilizando la amortización puede irse constituyendo paulatinamente un fondo, mientras duran los bienes, de manera que puedan ser renovados sin aportación de capital extra cuando acabe su vida activa

La amortización significa repartir un coste inicial entre los varios ejercicios que dure el activo correspondiente a dicho coste

La amortización del inmovilizado (que no incluye los terrenos) tiene por objeto hacer frente a la depreciación y obsolescencia de las instalaciones, creando un fondo contable para permitir reponer en su momento las instalaciones amortizadas

Este concepto tiene un fundamento legal, es decir, el establecido por las leyes tributarias con la pretensión de que toda inversión sea recuperable por vía fiscal

Se denomina “**amortización fiscal**”, se establece en forma de una tasa en función del promedio de vida útil del bien y se calcula repartiendo su valor inicial entre los años de esa vida útil.

El método de cálculo más usual es el lineal o constante, que considera que el valor del bien decrece linealmente con el tiempo (**n**), en años, en una cantidad constante:

$$AmortFisc \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] = \frac{I - S_a}{n} \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] = d \left[\frac{1}{\text{año}} \right] \cdot (I - S_a) [\text{€}] \quad [3.5]$$

siendo **d = 1/n** la llamada “tasa de amortización”, que los gobiernos publican con cierta periodicidad

Se está considerando que el valor residual del bien, **S_a**, es decir, el valor que se pudiera obtener por su venta una vez finalizada su vida útil, no es nulo. Si fuera nulo, se simplificaría el cálculo.

3.5 Los impuestos

Los **impuestos** son los tributos (cargas, gravámenes) que un estado exige sin contraprestación directa alguna

La estructura del sistema tributario español (y de muchos otros países del entorno) permite dividir los impuestos en dos clases:

- **Impuestos indirectos:** Tributos cargados sobre el gasto o consumo:
 - **Impuestos sobre el consumo:** Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA); impuestos especiales (alcoholes, combustibles, tabaco).
 - **Impuesto sobre transmisiones patrimoniales:** Constitución de sociedades, fusión, modificación del capital, disolución.
 - **Renta de aduanas:** Impuesto sobre el comercio internacional.

- **Impuestos directos:** Tributos cargados sobre los beneficios o ganancias
 - **Impuesto sobre sociedades:** Tributo proporcional a los beneficios obtenidos por una sociedad en cada ejercicio
 - **Impuesto sobre las rentas del capital:** Tributo aplicable a los beneficios repartidos por la empresa (dividendos), pero que tiene que liquidar el accionista según el Impuesto sobre la renta de las Personas Físicas (IRPF).
 - **Impuesto sobre actividades económicas (IAE):** Tributo de carácter local cuyo hecho imponible está constituido por el mero ejercicio de actividades empresariales.
 - **Otros impuestos directos:** Contribución urbana, contribución rústica, impuesto de la Seguridad Social.

Los impuestos se aplican sobre los beneficios brutos de la empresa

De forma general puede estimarse aplicando la tasa legal (**t**), que generalmente oscila alrededor del 35% anual, a los beneficios brutos:

$$\text{Impuestos} \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] = \text{BenefBrut} \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] \cdot t \left[\frac{\text{€}}{100 \text{ €}} \right] \quad \mathbf{[3.6]}$$

3.6 Los beneficios y la rentabilidad

Los **beneficios** tienen relación con la diferencia entre los ingresos y los gastos que se producen en un período de tiempo determinado de actividad de la empresa

A pesar de que su valor se puede calcular con facilidad, generalmente este dato no es suficiente para evaluar el grado de éxito que puede alcanzar la inversión realizada

Los beneficios brutos, **R**, se calculan mediante la ecuación:

$$R = S - C = (s - c) \cdot Q \quad [3.7]$$

Si de los beneficios brutos de la empresa se deducen los impuestos, se obtiene el denominado “**flujo de caja**” (“*cash flow*”, **CF**):

$$\text{Cash Flow} \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] = \text{BenefBrut} \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] - \text{Impuestos} \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] \quad [3.8]$$

Si la amortización fiscal se considerase **dentro** de los costes, el cálculo del flujo de caja se llevaría a cabo mediante la expresión:

$$CF = R - R \cdot t \quad [3.9]$$

donde $R \cdot t$ son los impuestos, como se ha visto.

En el caso de que la amortización fiscal se considerase **fuera** de los costes, el cálculo del flujo de caja se llevaría a cabo mediante la expresión:

$$CF = R' - (R' - d \cdot I) \cdot t \quad [3.10]$$

siendo ahora R' los beneficios brutos sin la amortización fiscal y $d \cdot I$ la amortización fiscal (simplificada para un valor residual nulo).

Para expresar el rendimiento que ha producido una determinada inversión se utiliza el concepto de **rentabilidad**

En su forma más simple representa la relación entre el beneficio y el capital invertido

Se han ideado varias expresiones para medir la rentabilidad debido a:

- Los diferentes puntos de vista desde los que cabe enfocar el problema
- La dificultad de reunir en una sola ecuación todos los elementos decisivos del mismo

Su cálculo, en su forma más básica, puede hacerse mediante la ecuación:

$$i_R = \frac{\textit{beneficios medios}}{\textit{capital medio}} \cdot 100 \quad [3.11]$$

TEMA 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

4.1 Componentes de la evaluación económica

La inversión que va a suponer un proyecto es uno de los aspectos más importantes que se ha de establecer

Necesidad de realizar un presupuesto de inversión que sea el resultado de la evaluación de los denominados “**costes del capital**”

El funcionamiento para la producción del bien deseado lleva a un presupuesto de explotación, cuya evaluación está constituida por los denominados “**costes de operación**”

La relación de estos costes junto con los beneficios, generalmente expresados como **rentabilidad**, permite establecer un flujo económico y, por tanto, valorar los diferentes costes en función del tiempo u “**horizonte de inversión**”

Se hace necesario incorporar conceptos como **financiación** o **amortización**, sin olvidar los **impuestos**

4.2 Estimación de costes: conceptos y tipos

Estimación de costes: evaluación de todos los costes de un proyecto Según los datos empleados, el tiempo de realización y la precisión empleada, se distinguen tres tipos principales de estimación (American Association of Cost Engineers, AACE, www.aacei.org):

- **Cálculo de orden de magnitud:** Método rápido basado en datos anteriores para tipos de proyectos similares que se utiliza para el estudio de rentabilidad. Error entre +50% y -30%.
- **Cálculo preliminar:** Establecimiento de un primer presupuesto que permita la captación de fondos (con ayuda de un anteproyecto); requiere información más detallada sobre las partes principales del proyecto. Error entre +30% y -15%.
- **Cálculo detallado:** Se realiza sólo para proyectos casi finalizados, conocida la ingeniería de detalle. Error entre +15% y -5%.

4.2.1 Índices de costes

El valor del dinero no es constante en el tiempo debido a diferentes factores económicos

La tasa de variación del nivel de precios está relacionada con la “*inflación*” y hace que los datos de costes sólo puedan ser exactos en el momento en que se obtienen

Para actualizar los costes para su uso en cálculos de estimación se utilizan los denominados “**índices de costes**” (**i**), que permiten expresar el valor de un bien refiriéndolo a fechas determinadas:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{i_2}{i_1} \quad [4.1]$$

Por tanto, el coste actual puede obtenerse como:

$$C_2 = C_1 \left(\frac{i_2}{i_1} \right) \quad [4.2]$$

Estos índices se publican periódicamente por diversas organizaciones especializadas, siendo los más utilizados los que siguen

El uso de índices ha de hacerse con precaución, cuidando de que los intervalos de tiempo sean lo más cortos posibles (**no mayores de 5 años**)

El uso de un índice concreto proporciona resultados diferentes a los proporcionados por el uso de un índice diferente.

Chemical Engineering (CE) Plant Cost Index

Economic Indicators

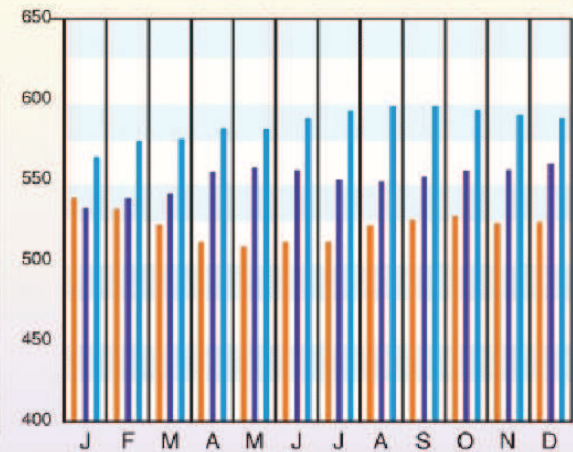
2009 ■ 2010 ■ 2011 ■ 2012 ■

DOWNLOAD THE **CEPCI** TWO WEEKS SOONER AT WWW.CHE.COM/PCI

CHEMICAL ENGINEERING PLANT COST INDEX (CEPCI)

(1957-59 = 100)	Dec.'11 Prelim.	Nov.'11 Final	Dec.'10 Final
CE Index	588.8	590.8	560.3
Equipment	718.6	721.0	674.6
Heat exchangers & tanks	681.5	686.7	627.1
Process machinery	670.9	674.1	627.6
Pipe, valves & fittings	902.1	899.3	854.3
Process instruments	427.4	428.0	426.2
Pumps & compressors	910.1	910.4	903.6
Electrical equipment	511.5	510.6	488.4
Structural supports & misc	762.4	767.5	696.3
Construction labor	324.5	326.6	328.1
Buildings	519.1	519.0	503.3
Engineering & supervision	329.6	330.4	335.6

Annual Index:
2003 = 402.0
2004 = 444.2
2005 = 468.2
2006 = 499.6
2007 = 525.4
2008 = 575.4
2009 = 521.9
2010 = 550.8



Marshall and Swift (M&S) Installed Equipment Cost Index

Economic Indicators

2009 ■ 2010 ■ 2011 ■ 2012 ■

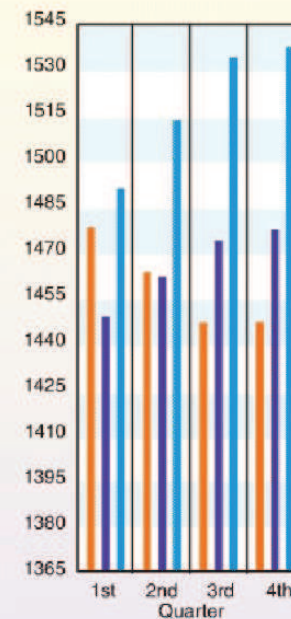
MARSHALL & SWIFT EQUIPMENT COST INDEX

(1926 = 100)

	4th Q 2011	3rd Q 2011	2nd Q 2011	1st Q 2011	4th Q 2010
M & S INDEX	1,536.5	1,533.3	1,512.5	1,490.2	1,476.7
Process industries, average	1,597.7	1,592.5	1,569.0	1,549.8	1,537.0
Cement	1,596.7	1,589.3	1,568.0	1,546.6	1,532.5
Chemicals	1,565.0	1,559.8	1,537.4	1,519.8	1,507.3
Clay products	1,583.6	1,579.2	1,557.5	1,534.9	1,521.4
Glass	1,495.7	1,491.1	1,469.2	1,447.2	1,432.7
Paint	1,613.6	1,608.7	1,584.1	1,560.7	1,545.8
Paper	1,507.6	1,502.4	1,480.7	1,459.4	1,447.6
Petroleum products	1,704.9	1,698.7	1,672.0	1,652.5	1,640.4
Rubber	1,644.2	1,641.4	1,617.4	1,596.2	1,581.5
Related industries					
Electrical power	1,515.0	1,517.6	1,494.9	1,461.2	1,434.9
Mining, milling	1,659.6	1,648.6	1,623.5	1,599.7	1,579.4
Refrigeration	1,889.4	1,884.4	1,856.4	1,827.8	1,809.3
Steam power	1,574.3	1,572.2	1,546.5	1,523.0	1,506.4

Annual Index:

2003 = 1,123.6	2004 = 1,178.5	2005 = 1,244.5	2006 = 1,302.3
2007 = 1,373.3	2008 = 1,449.3	2009 = 1,468.6	2010 = 1,457.4



Source: Marshall & Swift's Marshall Valuation Service manual. Reprinted and published with permission of Marshall & Swift/Boeckh, LLC and its licensors, copyright 2010. May not be reprinted, copied, automated or used for valuation without permission.

Índice de Precios Industriales, IPRI, del Instituto Nacional de Estadística, INE

Instituto Nacional de Estadística

Índice de Precios de Consumo. Base 2011 Febrero 2012

1. Índices nacionales: general y de grupos

Grupo	Índice	% Variación			Repercusión	
		Mensual	En lo que va de año	Anual	Mensual	En lo que va de año
ÍNDICE GENERAL	100,4	0,1	-1,0	2,0		
1. Alimentos y bebidas no alcohólicas	101,5	0,1	0,4	2,6	0,021	0,067
2. Bebidas alcohólicas y tabaco	102,6	0,3	0,5	2,2	0,009	0,014
3. Vestido y calzado	91,6	-1,7	-15,9	0,0	-0,126	-1,326
4. Vivienda	101,9	0,2	0,7	3,3	0,021	0,083
5. Menaje	100,1	-0,1	-1,0	1,1	-0,004	-0,065
6. Medicina	97,7	0,1	-0,1	-2,9	0,002	-0,002
7. Transporte	103,5	0,8	2,7	5,3	0,128	0,406
8. Comunicaciones	97,0	0,1	-2,0	-3,5	0,002	-0,078
9. Ocio y cultura	99,1	0,2	-2,2	0,4	0,018	-0,167
10. Enseñanza	102,1	0,0	0,1	2,8	0,000	0,002
11. Hoteles, cafés y restaurantes	100,0	0,1	0,0	0,9	0,007	-0,004
12. Otros bienes y servicios	101,5	0,3	0,8	2,3	0,026	0,074

2. Índices nacionales de grupos especiales

Grupo especial	Índice	% Variación		
		Mensual	En lo que va de año	Anual
Alimentos				
Con elaboración, bebidas y tabaco	101,9	0,2	0,5	2,8
Sin elaboración	101,0	0,0	0,2	1,8
Con bebidas y tabaco	101,6	0,1	0,4	2,5
Sin elaboración y productos energéticos	103,5	0,7	2,3	5,7
Bienes industriales	99,7	0,0	-2,6	2,4
Duraderos	99,7	0,1	-0,7	0,1
Productos energéticos	104,9	1,1	3,5	7,9
Carburantes y combustibles	106,5	1,5	4,8	10,4
Sin energía	99,6	0,0	-2,8	2,5
Sin productos energéticos	97,5	-0,4	-5,1	0,1
Servicios	100,4	0,1	-0,1	1,3
Sin alquiler de vivienda	100,4	0,2	-0,2	1,3
ÍNDICE GENERAL				
Sin alimentos, bebidas y tabaco	100,0	0,1	-1,4	1,8
Sin alquiler de vivienda	100,4	0,1	-1,0	2,0
Sin productos energéticos	99,8	0,0	-1,6	1,2
Sin alimentos no elaborados ni productos energéticos	99,7	0,0	-1,7	1,2
Sin tabaco	100,3	0,1	-1,0	2,0
Sin servicios	100,4	0,1	-1,6	2,4
Sin carburantes ni combustibles líquidos	99,9	0,0	-1,6	1,5

Índice de Precios al Consumo, IPC, del Instituto Nacional de Estadística, INE

Instituto Nacional de Estadística

IPRI - FEBRERO 2012

2. Índice general y por ramas de actividad (CNAE 2009)

	Índice	% variación		
		Mensual	En lo que va de año	Anual
ÍNDICE GENERAL	126,6	0,6	1,5	3,4
B. Industrias extractivas	121,7	0,8	0,7	0,8
Extracción de antracita, hulla y lignito	140,2	4,4	4,6	3,9
Otras industrias extractivas	117,6	-0,1	-0,2	0,1
C. Industria manufacturera	121,4	0,6	1,4	3,0
Industria de la alimentación	118,4	0,4	0,6	1,5
Fabricación de bebidas	121,9	0,5	1,3	2,5
Industria del tabaco	143,5	-1,8	-1,8	2,0
Industria textil	115,5	0,1	0,1	1,6
Confección de prendas de vestir	106,6	0,0	0,2	0,2
Industria del cuero y del calzado	109,0	-0,1	0,3	1,7
Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	113,7	0,1	0,4	1,1
Industria del papel	114,5	-0,3	-0,7	1,3
Artes gráficas y reproducción de soportes grabados	109,7	-0,2	-0,7	1,6
Coquerías y refino de petróleo	162,3	2,3	7,4	16,8
Industria química	129,8	0,9	2,4	3,2
Fabricación de productos farmacéuticos	101,5	-0,3	-0,5	-0,6
Fabricación de productos de caucho y plásticos	116,7	0,7	1,0	3,1
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	114,5	0,4	0,6	1,6
Metalurgia	133,3	1,1	1,7	-1,7
Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	119,3	0,1	0,3	0,7
Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	95,7	-0,1	0,1	-0,5
Fabricación de material y equipo eléctrico	122,8	0,2	0,3	0,3
Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	113,8	0,2	0,6	1,5
Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	106,8	0,1	0,4	1,3
Fabricación de otro material de transporte	105,6	0,4	0,4	0,6
Fabricación de muebles	114,9	0,1	0,3	1,3
Otras industrias manufactureras	128,0	0,2	0,9	4,2
D. Suministro de energía eléctrica y gas	164,1	0,6	1,9	5,8
E. Suministro de agua	127,8	0,2	2,5	3,0

4.3 Estimación de los costes de capital

El capital que es necesario invertir en un proyecto es principalmente capital inmovilizado: coste total de la compra, transporte e instalación de los equipos de proceso

Ante la escasez de datos, se hace la estimación de los costes del inmovilizado mediante métodos rápidos de tipo general o factorial:

- **Método de Williams:** Es un método de **tipo general** que refleja el concepto de economía de escala, ya que admite que el inmovilizado (**I**) y la producción anual o capacidad de la planta o equipo (**Q**) están relacionados por una expresión potencial del tipo (en la que **a** y **b** son constantes):

$$I = a Q^n \quad [4.3]$$

Para dos instalaciones del mismo tipo y diferente capacidad, se tendrá:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left[\frac{Q_2}{Q_1} \right]^n \quad [4.4]$$

siendo la constante **n** un factor de escala empírico, que se ha determinado para numerosas **instalaciones** y **equipos individuales** y que suele oscilar entre 0,45 y 0,75 (muy frecuentemente se utiliza el valor 0,6).

1987 Capital Cost Data for Processing Plants

Compound	Source or Route	Typical Plant Size (tons/yr)	Investment Cost (\$)	Investment (\$/annual ton)	Size Factor (m)	Remarks
Acetaldehyde	Ethylene	50,000	10,000,000	210	0.70	Metallic catalyst required
Acetylene	Natural gas	75,000	28,000,000	370	0.70	High purity
Alumina	Bauxite	100,000	27,000,000	270		
Aluminum sulfate		75,000	5,500,000	80		
Ammonia		500,000	42,000,000	84	0.70	
Ammonium phosphate		250,000	7,400,000	30	0.68	Fertilizer grade
Ammonium sulfate		140,000	3,500,000	27		
Carbon black		10,000	5,800,000	300		
Carbon dioxide		200,000	7,100,000	35		
Carbon tetrachloride		30,000	7,400,000	250		
Butadiene	Butane	100,000	150,000,000	1500	0.70	
Butadiene	Butylenes	200,000	210,000,000	1000	0.70	
Chloroacetic	Cl ₂	70,000	38,000,000	0.69		
	NaOH	78,000				
Cyclohexane		100,000	2,200,000	24	0.70	Does not include hydrogen plant
Diphenylamine		10,000	7,100,000	710		
Ethanolamine		25,000	3,200,000	210		
Ethyl alcohol	From ethylene by direct hydration of ethyl sulfonic acid	75,000	11,000,000	150	0.72	Manufacturing costs are lower in the direct hydration process
Ethylbenzene		20,000	5,300,000			These chemicals are produced simultaneously
Paraxylene		8,500	3,200,000			
Ethyl chloride		15,000	8,900,000	590		
Ethyl ether		35,000	3,500,000	100		
Ethylene	Refinery gases or hydrocarbons	300,000	44,000,000	150	0.71	
Ethylene dichloride		25,000	9,400,000	370	0.71	
Ethylene oxide	Direct oxidation of ethylene	100,000	27,000,000	270	0.67	Cost also includes conversion to ethylene glycol as needed
29% Formaldehyde	Hydrocarbons	100,000	38,000,000	380		
Glycerin (synthetic)		35,000	16,000,000	460	0.67	
Hydrofluoric acid		15,000	77,000,000	520		
Hydrogen		60,000	19,000,000	320	0.80	
Isopropyl alcohol		150,000	22,000,000	150		
Maleic anhydride		30,000	53,000,000	1100		
Methamine		70,000	34,000,000	480		
Methanol	Natural gases	210,000	27,000,000	130	0.71	
Methyl chloride	Methanol	10,000	1,500,000	150	0.72	
Methyl ethyl ketone		35,000	11,000,000	320		
Methyl isobutyl ketone		25,000	3,700,000	150		
Methyl isobutyl carbonyl		10,000	2,200,000	220		
Nitric acid		50,000	15,000,000	300		
Oxygen plants		150,000	6,500,000	44	0.71	
Phenol		45,000	27,000,000	590		
Phosphoric acid (as P ₂ O ₅)		100,000	7,100,000	71	0.66	Wet process—contains 30% P ₂ O ₅
Cis-polybutadiene		50,000	35,000,000	710	0.67	
Polyethylene (high-pressure)		200,000	41,000,000	210	0.70	
Polyethylene (low-pressure)		50,000	65,000,000	1300	0.70	High-purity ethylene required
Polystyrene (includes manufacture of the monomer)		30,000	15,000,000	940	0.74	
Soda ash	Natural brine	400,000	100,000,000	250		No synthetic plants built since 1934
Sodium metal		20,000	21,000,000	1000		
Styrene		20,000	25,000,000	1300		
Sulfuric acid	Contact process	280,000	6,200,000	24	0.67	
Sulfur recovery	Refinery gases	15,000	4,400,000	300		
Tolene dithiocyanate		12,500	22,900,000	1800		
Urea		140,000	13,000,000	92		
Vinyl acetate		40,000	21,000,000	520		
Vinyl chloride monomer		100,000	5,900,000	59		
Refinery Products		(Bbl./Day)				
Alkylation units (H ₂ SO ₄ or HF)		10,000	23,000,000	2300		
BTX extraction	From reformer streams; e.g., Udex	10,000	10,000,000	1000	0.70	
Cat. cracker (fluid)	Cost based on fresh feed	35,000	41,000,000	1200		Includes vapor recovery and CO boiler
Cat. reformer		23,000	22,000,000	1100		
Crude distillation units		100,000	14,000,000	140		
Delayed coker		14,000	15,000,000	1100		
Hydrocracker		28,000	62,000,000	2200		
Wax plants		7,500	2,700,000	350		
Gas absorption and dehydration plants	50 MM cfd.		5,900,000			

Source: J.E. Hulsebath, Updated investment costs for 60 types of chemical plants. *Chemical Engineering*, Dec. 4, 1987, p. 214.

Exponentes típicos para costo del equipo según la capacidad

Equipo	Tamaño	Unidad	Costo aproximado, \$000	Gama de tamaño	Exponente
Agitador, turbina, entrada superior, FOB	10 (7,5)	hp (kW)	7,0	2-30 (1,5-22,4)	0,45
Agitador, turbina, entrada superior, cerrado, FOB	10 (7,5)	hp (kW)	10,7	2-200 (1,5-150)	0,56
Soplador centrífugo, 4 psi (27,6 kPa), DEL, sin motor	10 (4,72)	10 ³ scf ³ /min (m ³ /s)	67	0,5-150 (0,24-71)	0,60
Quebradora de cono, FOB, sin motor	100 (74,6)	hp (kW)	130	30-300 (22,4-224)	0,92
Quebradora de mandíbulas, FOB, sin motor	10 (7,5)	hp (kW)	34	1-60 (0,75-44,7)	0,65
Quebradora de mandíbulas, FOB, sin motor	100 (74,6)	hp (kW)	284	60-400 (44,7-300)	0,81
Bomba centrífuga, C/S, FOB, sin motor	10 (7,5)	hp (kW)	1,6	0,5-40 (0,37-30)	0,30
Bomba centrífuga, C/S, FOB, sin motor	100 (74,6)	hp (kW)	4,4	40-400 (30-300)	0,67
Transportador de banda, C/S, FOB sin motor	100 (9,3)	ft ² (m ²)	6,7	60-200 (5,6-18,6)	0,50
Transportador de sinfín, C/S, DEL, sin motor	70 (540)	ft x m diámetro (m x mm diámetro)	10	50-100 (390-780)	0,46
Centrífuga, automática por cargas, horizontal, C/S, FOB	20 (1,86)	Área filtro, ft ² (m ²)	100	7-80 (0,65-7,43)	0,65
Compresor recíprocante, menos de 1000 psi, FOB, con motor	300 (224)	hp (kW)	133	1-20.000 (0,75-1.490)	0,84
Cristalizador, circulación forzada, C/S, FOB	100 (9,1)	ton/día (TM/día)	283	10-1.000 (9,1-970)	0,59
Secador de tambor, C/S, FOB, sin motor	100 (9,3)	ft ² (m ²)	73	10-400 (0,9-37)	0,52
Secador por vacío, bandejas, C/S, FOB, sin bandejas ni equipo de vacío	100 (9,3)	ft ² (m ²)	17	15-1.000 (1,4-93)	0,56
Colector de polvo, tela, agitador, FOB, con motor	10 ⁴ (4,7)	scf ³ /min (m ³ /s)	17	10 ³ -5 x 10 ⁴ (0,47-23,6)	0,79
Colector de polvo, ciclones múltiples, FOB	10 ⁴ (4,7)	scf ³ /min (m ³ /s)	7	10 ² -1,5 x 10 ⁴ (0,47-70,8)	0,66
Colector de polvo, ciclones múltiples, FOB	10 ⁴ (4,7)	ft ³ /min a 40 °C (m ³ /s)	77	10 ² -8 x 10 ⁴ (0,47-73,8)	0,59
Precipitador electrostático, FOB	2 x 10 ⁴ (94)	(m ³ /s)	383	8 x 10 ⁴ -10 ⁶ (37,8-472)	0,81
Eyector, una etapa, vapor a 100 psig, FOB	3 (10 ⁻³)	lb/h (aire/mm Hg absoluto)	2,7	0,2-30 (6,8x10 ⁻⁴ -0,1)	0,50
Eyector, dos etapas, FOB, con condensador y tubos	1 (3,4x10 ⁻³)	[kg/h/(N/m ²)]	6,3	0,2-10 (6,8x10 ⁻⁴ -3,4x10 ⁻³)	0,43
Eyector, etapas múltiples, FOB, con condensador y tubos	10 (3,4x10 ⁻³)	[kg/h/(N/m ²)]	16,7	0,2-100 (6,8x10 ⁻⁴ -0,34)	0,26
Filtro de hojas, vertical, precisión, C/S, DEL	100 (9,3)	ft ² (m ²)	17	30-1500 (2,8-140)	0,57
Filtro, placa y marco, C/S, DEL	100 (9,3)	ft ² (m ²)	5,7	10-1.000 (0,9-93)	0,55
Filtro, tambor rotatorio al vacío, C/S, FOB, con motor	100 (9,3)	ft ² (m ²)	63,3	10-1.500 (0,9-140)	0,48
Intercambiador de calor, carcasa y tubos, cabeza flotante, C/S, DEL; tubo fijo x 0,85, tubo en U x 0,87, cazo x 1,35	1.000 (9,3)	ft ² (m ²)	21,7	20-20.000 (1,9-1.860)	0,59
Intercambiador de calor, tomillo térmico, C/S, FOB, sin motor	100 (9,3)	ft (m ²)	33	10-400 (0,9-37)	0,78
Recipiente con camisa, forro de vidrio, FOB	100 (0,38)	U.S. gal (m ³)	53	50-1.000 (0,2-3,8)	0,48
Motores, ca, inducción, motor devanado, TEFC, FOB	10 (7,5)	hp (kW)	12,3	10-25 (7,5-18,6)	0,56
Motores, ca, inducción, rotor devanado, TEFC, FOB	70 (52)	hp (kW)	19,3	25-200 (18,6-149)	0,77
Tubo, tramo recto típico, C/S, FOB, \$/ft instalado: \$/ft x 6 a 7	6 (1,52)	Diámetro nominal, en (mm)	0,0093	1-24 (25-610)	1,33
Red compleja, FOB, \$/ft x 2 instalada, \$/ft x 13					
Recipiente a presión, tambor horizontal (150 psig), C/S	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	6,3	100-80.000 (0,4-302)	0,62
Resectores con camisa, con mezclador, FOB	100 (0,38)	U.S. gal (m ³)	9,3	10-4.000 (0,04-15,1)	0,33
Unidad de refrigeración mecánica, INST	100 (351,7)	U.S. tons (kW)	133	10-1.000 (35,2-3.520)	0,73
Tamiz vibratorio, una mesa, DEL, con motor	500 (46)	ft ² (m ²)	10	150-700 (14-65)	0,62
Chimenea, acero al carbono (C/S)	—	ft (m)	—	20-150 (6,1-45,7)	1,00
Tanque atm, cilíndrico, horizontal, C/S, FOB	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	4,7	100-40.000 (0,4-151)	0,57
Cilindro vertical, C/S, FOB	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	3,3	100-20.000 (0,4-76)	0,30
Vertical con camisa, C/S, FOB	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	12,3	100-20.000 (0,4-76)	0,50
Vertical, agitado, C/S, FOB con motor	1.000 (3,8)	U.S. gal (m ³)	15	70-1.500 (0,26-5,7)	0,57
Torres de destilación y componentes, INST	4.000 (bandejas)	(carga, lb/año) ^{0,65} 10 ⁶	3.300	300-30.000	1,00

Nota: Todos los costos son valores USA con M & S = 1.000.

- **Método de Peters y Timmerhaus:** Método de **tipo factorial**, basado en la clasificación de las plantas hecha por Lang, partiendo del valor del equipo instalado y basando los factores en elementos individuales

Se obtienen así los **valores de la tabla**, que agrupa los costes de la siguiente forma:

- **Costes directos:** Incluyen los costes de los equipos principales y su instalación, tuberías, instrumentación y control, sistema eléctrico, construcciones y terrenos
- **Costes Indirectos:** Incluyen la ingeniería y supervisión, así como los gastos de construcción.

COSTES DE CAPITAL

Concepto	Tanto por ciento valor del equipo		
	Planta de sólidos	Planta de sólidos/fluido s	Planta de fluidos
COSTES DIRECTOS			
Valor del equipo DEL	100	100	100
Instalación del equipo	45	39	47
Instrumentación(instalada)	9	13	18
Tubería(instalada)	16	31	66
Electricidad(instalada)	10	10	11
Edificios(incluidos servicios)	25	29	18
Mejoras en el terreno	13	10	10
Servicios instalados	40	55	70
Terreno (si se requiere su compra)	6	6	6
TOTAL Costes Directos	264	293	346
COSTES INDIRECTOS			
Ingeniería y Supervisión	33	32	33
Gastos de Construcción	39	34	41
TOTAL gastos	336	359	420
DIRECTOS E INDIRECTOS			
Tasas del contratista (sobre un 5% de los costes directo e indirectos)	17	18	21
Contingencia (alrededor de un 10% de los coste directos e indirectos)	34	36	42
CAPITAL FIJO	387	413	483
CAPITAL CIRCULANTE alrededor de un 15% del capital total	68	74	86
CAPITAL TOTAL	455	487	569

También es necesario tener en cuenta la parte de los costes del capital correspondiente al **capital circulante**

De forma general se considera que esta partida oscila alrededor del 10-20% del capital inmovilizado

4.4 Estimación de los costes de operación

La mejor fuente de información para estimar los costes de operación son los datos obtenidos de proyectos similares

En ausencia de información específica, los diferentes elementos del coste se estiman como porcentajes de otras partidas, previamente conocidas. Aunque la estructura de los costes de operación varían según los autores, cabe utilizar como ejemplo representativo la proporcionada por Valle Riestra.

- **Método de Valle Riestra:** Método de **tipo factorial**, basado en la clasificación de conceptos dependientes de la mano de obra, del capital inmovilizado y de la producción.

Los **valores de la tabla**, agrupan los costes de la siguiente forma:

- **Costes dependientes de la mano de obra:** Mano de obra directa, retribuciones en especie, supervisión, administración, abastecimiento, laboratorio.
- **Costes dependientes del capital:** mantenimiento, amortización, alquileres, impuestos locales, gastos generales de producción.
- **Costes relacionados con la producción** (valores absolutos): Materias primas, servicios, derechos de explotación, tratamiento de efluentes.

EXHIBIT 7.5A

SHORTCUT METHOD, COST OF MANUFACTURE

1 *Labor-dependent items*

Operating labor:	1.00 × operating labor
Fringe benefits:	0.22 × operating labor
Supervision, clerical:	0.18 × operating labor
Operating supplies:	0.10 × operating labor
Laboratory:	0.15 × operating labor

$$\Sigma = 1.65 \times \text{operating labor}$$

2 *DFC-dependent items*

Maintenance:	0.06 × DFC/annum
Depreciation:	0.10 × DFC/annum
Insurance:	0.01 × DFC/annum
Local taxes:	0.02 × DFC/annum
Factory expense:	0.05 × DFC/annum

$$\Sigma = 0.24 \times \text{DFC/annum}$$

ADD

3 *Raw materials*

4 *Utilities*

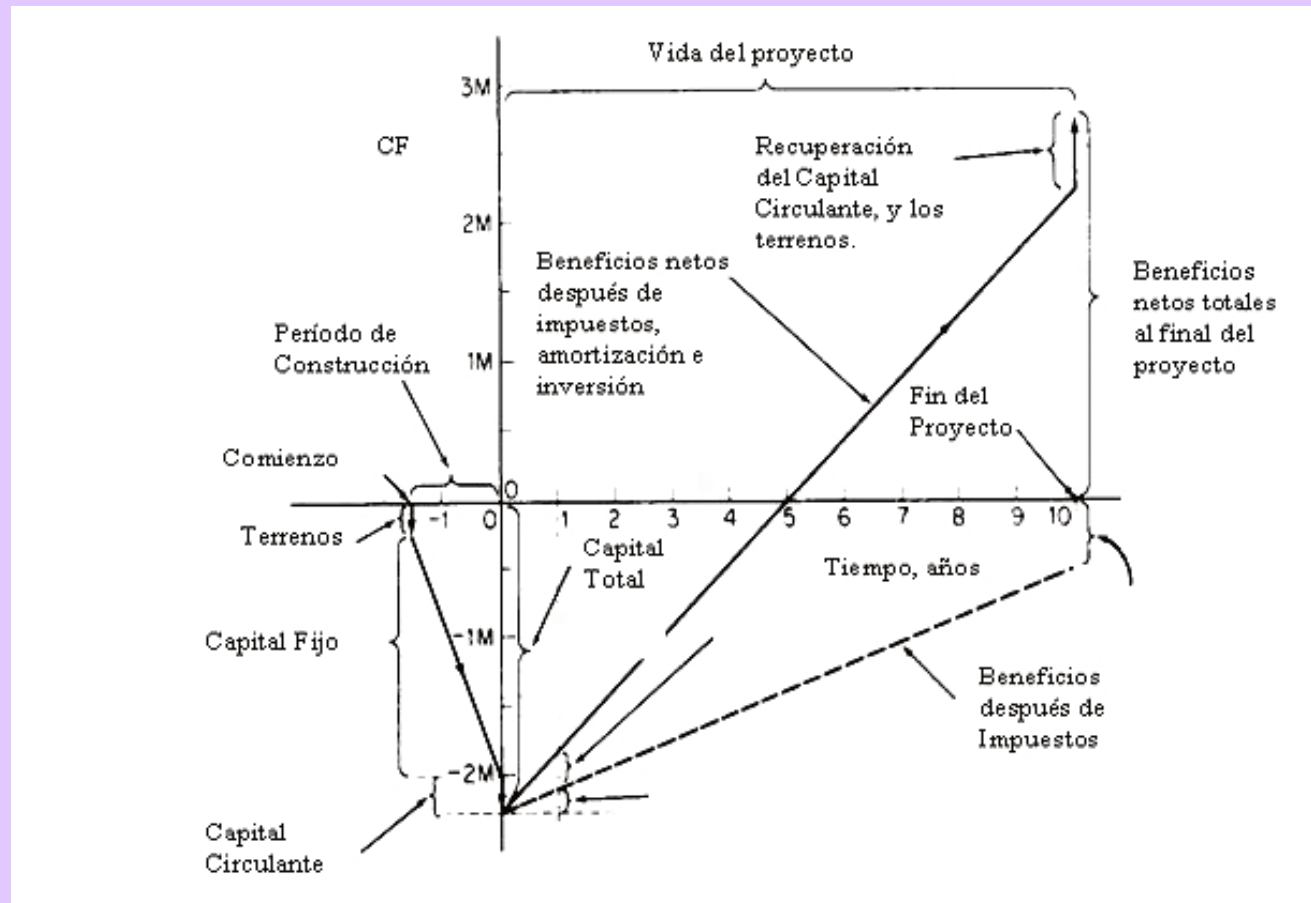
5 *Royalties plus research*

6 *Waste treatment*

4.5 Estimación de la rentabilidad

La rentabilidad de un proyecto relaciona el capital total invertido al principio con los costes de producción continuados y los beneficios

Si se consideran los flujos de caja acumulados a lo largo de la vida de un proyecto, se obtendría una idea de su evolución económica:



El origen de coordenadas representa el momento en el que la planta ya ha sido construida y está preparada para operar

Los flujos de caja acumulados en ese momento son negativos y coinciden con el capital total invertido (compra de terrenos, capital fijo y capital circulante)

A partir de ese instante comienza la producción, lo que conlleva los ingresos por ventas, aunque también los gastos de operación

Por tanto, el flujo de caja (beneficios brutos después de impuestos) comienza gradualmente a recuperar el capital invertido

Tras un cierto período de tiempo los flujos de caja cambian de signo, es decir, el total de ingresos ha equilibrado los gastos totales del proyecto y se sigue aumentando el beneficio hasta el final de la vida del proyecto. Ese momento se denomina “**punto de ruptura**”; si este tiempo es corto, la empresa será rentable.

Basándose en estos conceptos se ha establecido unos criterios de valoración de la rentabilidad de la inversión, que pueden ser aproximados o “**estáticos**” porque no tienen en cuenta el valor temporal del dinero, o algo más refinados o “**dinámicos**”, porque consideran el valor futuro del dinero

A continuación se definirán y describirán someramente dichos conceptos.

Los principales métodos **estáticos** son:

- **Período de recuperación** (*“payback period”*): Plazo de tiempo que transcurre hasta que la inversión se paga a sí misma o, lo que es lo mismo, el tiempo necesario para que el flujo de caja acumulado se anule; es un método estático que sólo considera el capital inmovilizado hasta el momento de su recuperación.
- **Tasa de rentabilidad** (*“rate of return”*): Relación porcentual entre los beneficios medios en un período y la inversión inicial; es un método estático que sólo tiene valor cuando se trata de comparar inversiones alternativas.

Los principales métodos **dinámicos** son:

- **Valor actual neto, VAN** (“*net present value*”, *NPV*): Valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros originados por una inversión, es decir, diferencia entre los flujos de caja futuros del proyecto actualizados mediante una tasa de interés, y la inversión total. Se calcula mediante la expresión:

$$VAN \text{ [€]} = \sum_{k=1}^n \frac{CF \text{ [€]}}{(1 + i)^k} - I \text{ [€]} \quad [4.5]$$

siendo **CF** el flujo de caja en cada período **k**, **n** el número de períodos considerado, **i** la tasa de interés e **I** la inversión inicial

En el caso más sencillo se considera que la inversión inicial es constante y que la tasa de interés es la correspondiente al coste del capital, también constante

Si **VAN** > **0** el proyecto será rentable, mientras que si **VAN** < **0**, no lo será

Su principal desventaja es establecer el valor de **i**, t asa de interés del dinero en los mercados.

- **Tasa interna de rentabilidad, TIR** (“discounted cash flow”, DCF): Valor de la tasa de interés que anula el valor actual neto (VAN) de una inversión, es decir, el interés que se consigue de la inversión desde que se desembolsa hasta que se cobra. Se obtiene mediante la expresión:

$$\sum_{k=1}^n \frac{CF \text{ [€]}}{(1 + TIR)^k} = 0 \quad [4.6]$$

Su cálculo no es mediante una ecuación explícita, por lo que es necesario un tanteo o recurrir a la solución gráfica

Si **TIR > i** (interés del mercado), el proyecto será rentable, tanto, más cuanto mayor sea TIR

Su principal desventaja es que pueden darse valores negativos en las etapas de tanteo.

TEMA 5: ASPECTOS ORGANIZATIVOS. CALIDAD

5.1 Planificación y programación

Las múltiples facetas de cada proyecto obligan a una labor de **planificación** para:

- Identificar las diferentes actividades involucradas
- Ordenar las actividades según su importancia y sus relaciones de dependencia
- Establecer las prioridades correspondientes
- Distribuir su ejecución en el tiempo

Si la planificación ordena las tareas en el tiempo, **la programación:**

- Fija fechas concretas para cada actividad
- Impone un calendario para lo que sólo era una ordenación secuencial lógica
- Concreta lo planificado en un entorno real y lo identifica en el tiempo

En resumen, se puede afirmar:

Planificar un proyecto es:

- Estructurarlo en fases y tareas.
- Establecer la secuencia de las tareas y sus prioridades.
- Analizar la dependencia lógica entre actividades.
- Ordenar las tareas secuencialmente en el tiempo.

Programar un proyecto es:

- Fijar fechas para cada actividad.
- Imponer un calendario a la ordenación secuencial previamente establecida.

Gran parte el éxito de la programación reside en el acierto de fijar el tiempo necesario para realizar las distintas actividades del proyecto

La forma de fijar estos tiempos es la base de los métodos de programación que intentan optimizar la relación entre el tiempo del proyecto y los recursos dedicados a conseguir sus objetivos

5.1.1 Programación clásica: diagrama de Gantt

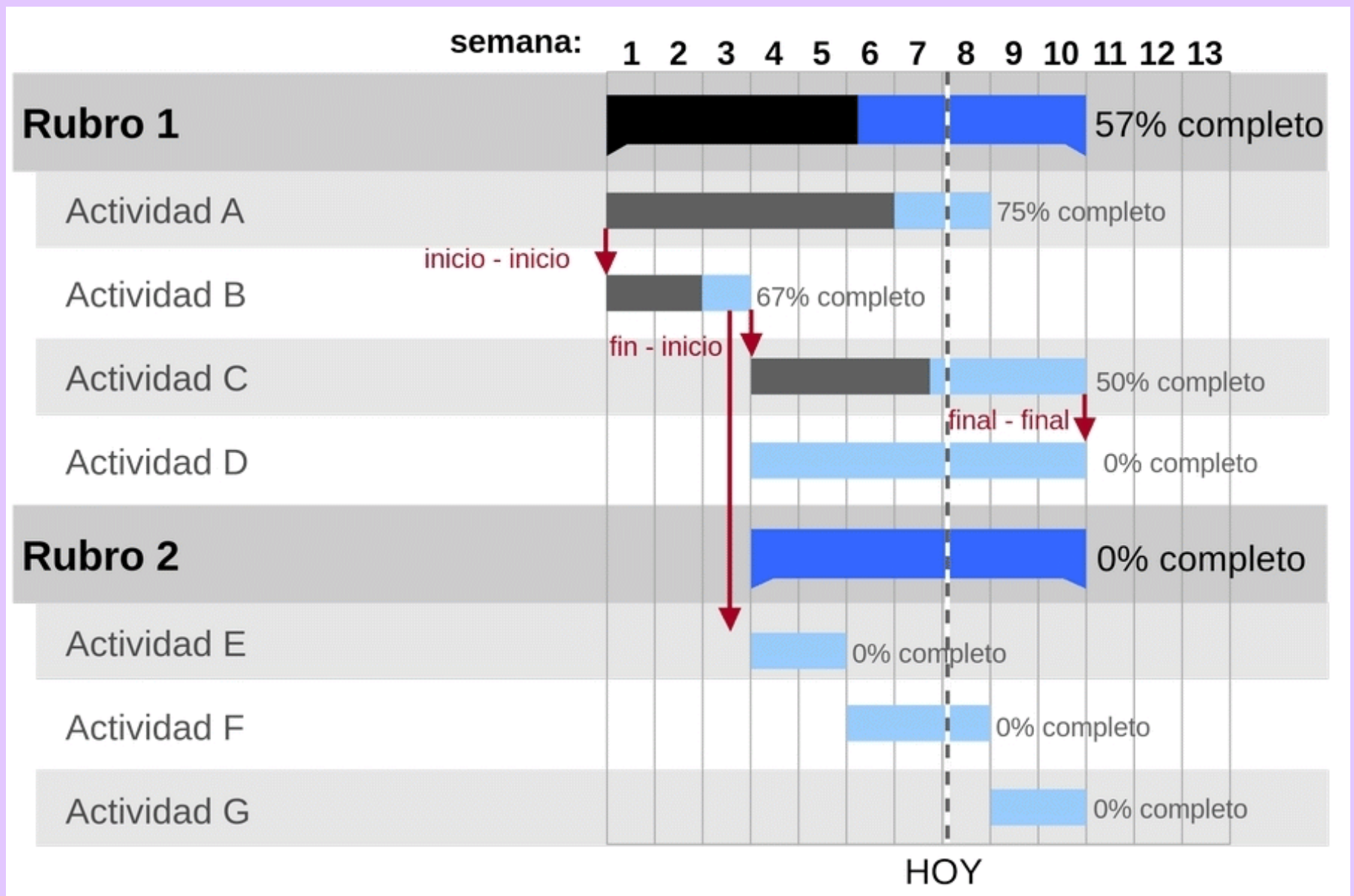
Una de las principales herramientas en la planificación de la producción ha sido los **diagramas de barras** o gráficos de Gantt (H.L. Gantt, 1917)

Representan la duración en el tiempo de cada una de las actividades realizables por personas y/o máquinas en que se divide cualquier proceso industrial

La elaboración de estos diagramas se puede resumir en las siguientes fases:

- Determinación de las actividades principales.
- Estimación de la duración efectiva.
- Representación gráfica de la duración mediante una barra horizontal.
- Enumeración de las actividades principales y sus interdependencias.
- Conversión de escala de tiempos efectivos a escala de calendario.

Ejemplo de un diagrama de Gantt.



Las principales limitaciones de este método son:

- No permite la existencia de conexiones cruzadas
- No permite el conocimiento claro de la lógica utilizada en la planificación
- No permite conocer el efecto de la aplicación de acciones correctoras

A pesar de estas limitaciones, los diagramas de Gantt son ampliamente utilizados para proyectos sencillos (pocas actividades, secuencias fijas o con pocas dependencias), de los que hay que conocer previamente sus principales actividades y los tiempos que se emplearán en el desarrollo de las mismas, basándose en estadísticas y/o experiencias anteriores

5.1.2 Programación basada en grafos (redes): CPM/PERT

Se denomina “**grafo**” (o red) a un conjunto de elementos entre los que existen ligaduras orientadas

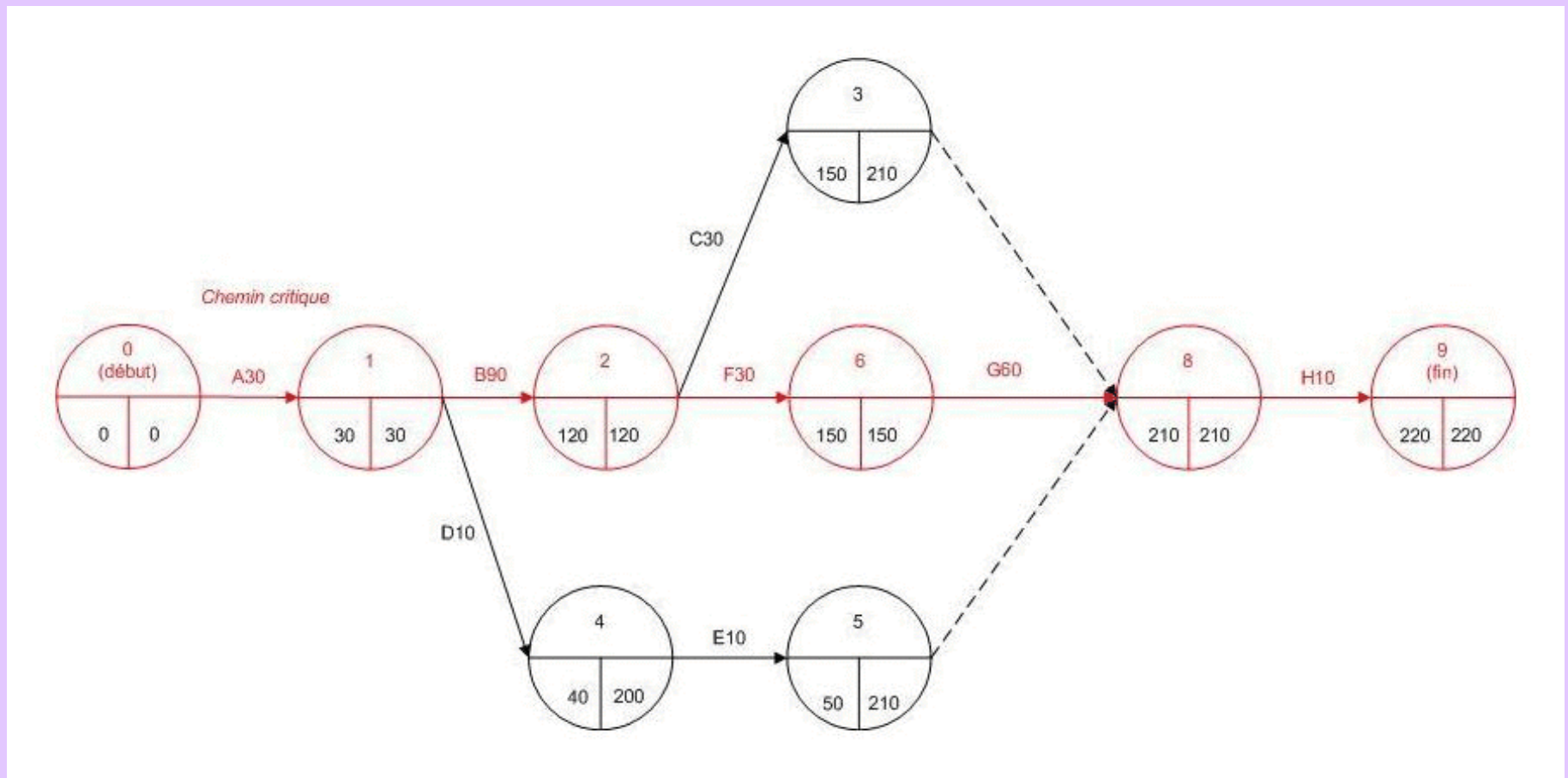
La teoría de grafos (L. Euler, 1736) está sustentada por la teoría de conjuntos y utiliza conceptos tales como *nodo* (elemento del conjunto), *arco* (trazo orientado que une dos nodos), *camino* (sucesión de arcos adyacentes), *circuito* (camino cuyos nodos inicial y final coinciden) o *bucle* (arco cuyo inicio y final se confunden)

Los métodos de programación basados en grafos surgen ante el aumento en tamaño y complejidad de los proyectos, que limitan la aplicación de los diagramas de Gantt, especialmente en cuanto a su relación secuencial y la facilidad con que la utilización de grafos resuelve las interrelaciones

Primero aparece el **método del camino crítico** (Critical Path Method, CPM) [J.E. Kelley y M.R. Walker, 1957] y poco tiempo después la **técnica de revisión y evaluación de programas** (Program Evaluation and Review Technique, PERT) [Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los EE.UU., 1958]

Mientras que el CPM pretende programar la ejecución de una obra de la que se tiene conocimiento suficiente en cada una de sus partes, el PERT controla la ejecución, fundamentalmente por terceros, de un gran número de actividades desconocidas, sin experiencia previa ni estadísticas anteriores disponibles.

Ejemplo de un grafo CPM/PERT:



Ambos sistemas son *semejantes* en sus aspectos generales:

- Utilizan los sucesos como nodos de la red y los arcos que los unen orientados en el sentido del desarrollo del proyecto, son las **tareas**
- El **CPM** utiliza para fijar la duración de las tareas tiempos estimados en función de experiencias anteriores o proyectos similares
- El **PERT** utiliza conceptos y métodos de cálculo probabilístico, con lo que llega a estimar el tiempo previsto más probable de las distintas tareas

En resumen, puede decirse que estos métodos constan de las siguientes **etapas**:

1. Establecimiento de una descomposición estructurada y ordenada de proyecto.
2. Definición de las actividades o tareas necesaria para la realización.
3. Asignación de recursos y plazos de ejecución (similares, CPM; probables PERT).
4. Estudio de las dependencias secuenciales entre las distintas actividades
5. Construcción de un modelo fundamental mediante un grafo.

5.2 Administración y control

La programación de un proyecto supone conjugar adecuadamente para alcanzar los objetivos:

- La planificación
- Los **costes** estimados para las distintas actividades
- Hacer óptimo el uso de los **recursos** necesarios
- Fijar el **tiempo** del proyecto

Como la **administración** implica un seguimiento (comparación de los resultados reales con las hipótesis de trabajo), el resultado de esta comparación permitirá el **control** sobre la marcha del proyecto (modificaciones pertinentes actuando sobre los factores)

La **administración** del proyecto supone utilizar las distintas alternativas recursos-costes para conseguir la solución más económica dentro del plazo de ejecución establecido

El **control** debe centrarse en la programación y los costes del proyecto, y cualquier posible desviación ha de intentar corregirse actuando sobre ellos

El control del proyecto implica la comparación de los valores reales con las estimaciones iniciales, por lo que es imprescindible disponer periódicamente de información, que se proporciona en forma de los “**informes de progreso**”, que deben contener la siguiente información por cada actividad:

- Fechas reales de comienzo y terminación.
- Porcentaje efectuado de la actividad (medido en tiempo, trabajo o coste respecto al previsto).
- Previsión para la terminación (medido en tiempo, trabajo o coste).
- Información de incidencias y previsiones a corto y medio plazo.

5.2.1 Control de la programación

Como resultado de la programación inicial se dispondrá de una información completa, que en la mayoría de los casos incluirá informes numéricos y gráficos

Periódicamente se podrá obtener la información real con las fechas de inicio y final de las actividades en curso, así como las incidencias y previsiones a corto plazo

El análisis comparativo de estos datos con la programación inicial permitirá identificar las desviaciones, analizar sus causas y tomar las medidas necesarias sobre las actividades pendientes, para su corrección

Consecuencia de estas decisiones será la actualización de la programación para obtener las posibles repercusiones en las actividades futuras y, en su caso, variar su duración

Cuando el análisis de los resultados lo exija se efectuará, excepcionalmente, una revisión, ya que puede suponer cambios importantes en la marcha del proyecto

5.2.2 Control de costes

La base inicial para el control de costes será su estimación preliminar o **presupuesto**

Periódicamente se podrán obtener los costes de cada una de las actividades realizadas, pudiéndose comparar con las cantidades estimadas

Detectada en el control periódico cualquier desviación de costes, al igual que en el control de la programación, se deberá modificar la programación y reasignar el presupuesto pendiente de gastar a fin de conseguir en lo posible las desviaciones producidas

5.3 Calidad: evolución del concepto

Según la norma ISO 8402 (sustituida en 2000 por la ISO 9000), se define como **calidad** el *“conjunto de características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas”*

Cuando el producto o servicio es objeto de una relación contractual, las necesidades que hay que satisfacer suelen estar claramente especificadas, mientras que en otros muchos casos se mantienen implícitas, siendo a veces difíciles de identificar y definir

Tradicionalmente, al hablar de calidad se ha hecho referencia al **control de calidad**, definido como el *“conjunto de medidas y análisis relacionados con las características de un elemento, parte de un producto o servicio, que se realizan a fin de comprobar el cumplimiento de los requisitos previamente establecidos”*

Este concepto evolucionó con el paso del tiempo hacia el aseguramiento o **garantía de calidad**, que es el *“conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada en que un producto o servicio satisfaga los requisitos dados sobre la calidad”*

Actualmente, el objetivo final de la gestión de la calidad es llegar a la **calidad total**, entendida como el *“conjunto de la estructura de organización, de responsabilidades, de procedimientos, de procesos y de recursos que se establecen para proporcionar plena satisfacción del cliente mediante unos productos o servicios conseguidos de forma controlada con el coste más económico”*

CONTROL DE CALIDAD	GARANTÍA DE CALIDAD	CALIDAD TOTAL
Se aplica sobre el producto o servicio terminado	Se aplica a todas las funciones de la empresa relacionadas con el producto o servicio	Se aplica a toda la empresa y a grupos externos relacionados con ella
Su objetivo es la detección de defectos para separar lo no aceptable	Su objetivo es la prevención para evitar la aparición de defectos	Su objetivo es la mejora continua
No considera los recursos humanos	Considera los recursos humanos parcialmente (formación)	Considera los recursos humanos como parte fundamental del método (formación, información, motivación)
Resulta un método costoso, ya que no evita la aparición de defectos, sólo los detecta	Considera los costes desde el punto de vista de favorecer el ahorro al evitar la aparición de defectos	Considera los costes, pero no los estima fundamentales; lo fundamental es la satisfacción del cliente, que es lo que genera el beneficio

5.3.1 Sistema de calidad (ISO 9000)

El éxito de cualquier empresa está directamente vinculado a la calidad del producto o servicio que ofrece

Los requisitos legales de muchos países son cada vez más estrictos, tratando de proteger a los consumidores y usuarios finales de dichos productos o servicios

La normativa de calidad a nivel internacional se ha desarrollado muy rápidamente, convirtiéndose en un elemento de uso habitual y referencia obligada a diversos ámbitos

En 1987, la International Standards Organization (ISO) publicó un paquete de normas, conocidas coloquialmente como **ISO 9000**, que forma un conjunto coherente de normas de sistemas de gestión de la calidad:

- La **Norma ISO 9000** describe los fundamentos de los sistemas de gestión de calidad y especifica la terminología para los sistemas de gestión de calidad.
- La **Norma ISO 9001** especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación, y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.
- La **Norma ISO 9004** proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de calidad y su objetivo es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.

El establecimiento del sistema de calidad obliga a un conocimiento e identificación de los problemas existentes y potenciales referentes a la calidad, a fin de establecer las medidas adecuadas para remediarlos o prevenirlos

También hay que aclarar exactamente la autoridad y responsabilidad en cada una de las fases y actividades que contribuyen a la calidad, y que deben ser suficientes para alcanzar los objetivos de calidad que se establezcan

El funcionamiento del sistema de calidad exige la creación y mantenimiento de un conjunto de procedimientos de trabajo documentales, que permitan un control adecuado de todas las actividades que afecten a la calidad

El documento fundamental para implantar un sistema de calidad es el “**Manual de Calidad**”, que debe facilitar la descripción del sistema de gestión de calidad, tanto en su fase de implantación como en la de aplicación

5.3.2 Planes de calidad

Desde el punto de vista del proyecto, es de gran importancia la preparación de planes de calidad, que deben ser confeccionados cuando se acometan nuevos productos, procesos o servicios, cuya ejecución deberá ser coherente con el sistema de calidad establecido

De acuerdo con la ISO 9004, un plan de calidad deberá definir:

- Los objetivos de la calidad que deben alcanzarse
- La designación específica de autoridad y responsabilidad en las diferentes fases del proyecto.
- Los métodos, procedimientos e instrucciones de trabajo que deben aplicarse.
- Los programas de inspección, ensayo, examen y auditorias que deben aplicarse en las etapas adecuadas.
- Los métodos para los cambios y modificaciones al propio plan de calidad, según lo requiera el proyecto.
- Otras medidas para alcanzar los objetivos previstos.

Todo el proceso de aplicación del plan de calidad tiene una base documental, por lo que la implantación de un sistema de calidad genera documentos de todo tipo:

- **Manual de calidad:** documento que recoge los objetivos y la política de calidad, organización y sistema de calidad de la empresa, pudiendo hacer referencia a los procedimientos de trabajo.
- **Documento de organización:** documento que describe el organigrama, las funciones del personal, los medios y la jerarquización de responsabilidades.
- **Procedimiento:** documento que recoge cómo, quién, dónde y cuándo se hacen las actividades, con referencia a las instrucciones de trabajo.
- **Instrucciones de trabajo:** documento detallado cuyo ámbito alcanza a un solo puesto de trabajo y que describe una secuencia de actividades elementales para completar una operación.
- **Registro:** documento que especifica la actividad concreta realizada (un control, un ensayo, una reunión, etc.).
- **Especificación:** documento que define las características de un producto, una máquina, un equipo, un servicio, etc.

TEMA 6: DOCUMENTACIÓN: REDACCIÓN Y PRESENTACIÓN

6.1 Los documentos de un proyecto

Durante la elaboración de un proyecto se genera una gran cantidad de documentación que cumple una de las siguientes funciones:

- Ordenación
- Información
- Aviso
- Consejo
- Ilustración
- Comprobación
- Acreditación
- Prueba (evidencia)

Los documentos elaborados presentan las siguientes **características**:

- Su elaboración implica tiempo, lo que se traduce en un coste.
- Han de ser claros y concisos y responder a una necesidad real.
- Son un medio, no un fin en sí mismos.
- Su vida es limitada.
- Deben ser oportunos, realizados en el momento adecuado.

Según la complejidad y el objetivo de los proyectos, la documentación elaborada será diferente según su alcance distinguiéndose, principalmente:

- **Informes técnicos** (resultados de análisis o estudios).
- **Informes de investigación** (proyectos o memorias).
- **Proyectos oficiales** (según la nomenclatura clásica).

También llevará cabo un resumen de los documentos en función del desarrollo de las actividades de planificación, programación, administración y control

6.2 Informes técnicos

Un informe técnico es la exposición por escrito de las circunstancias observadas en el examen de una cuestión, con explicaciones que avalen los argumentos y la recomendación de actuaciones

Los temas a que se refiere pueden ser muy variados; es fundamental dotarlo de una estructura organizada, debiendo estar centrado con concisión y claridad en el objeto que trata

En resumen, se trata de:

- Identificación del problema.
- Análisis de sus causas.
- Propuesta de soluciones.
- Recomendación de actuaciones.
- Valoración económica de las actuaciones.

Este tipo de informe suele presentarse en forma de memoria, acompañada de esquemas o planos y, en su caso, de un estudio económico

Pueden contemplarse diversos tipos de informes técnicos, en función de sus objetivos:

- **Dictámenes y peritaciones:** Expresan las valoraciones, consideraciones, circunstancias y conclusiones técnicas de un experto en la materia, generalmente para facilitar la toma de decisiones en el ámbito judicial (Sección 5ª, del dictamen de peritos [artículos 335 al 352] de la Ley 1/2000, de 7 de enero, de Enjuiciamiento Civil).
- **Inspecciones o reconocimientos:** Describen las circunstancias apreciadas en el objeto de la inspección o reconocimiento.
- **Arbitrajes:** Emisión de una opinión debidamente razonada en relación a una cuestión en la que no existe acuerdo entre varias partes, siendo de gran utilidad para tomar una decisión final.
- **Expedientes:** Documentos generados en el ámbito administrativo con el fin de obtener alguna autorización o ayuda económica.
- **Ensayos y análisis:** Contienen los resultados de pruebas físicas, químicas biológicas o geológicas, generalmente incluyendo la interpretación de dichos resultados.

6.3 Informes de investigación

La investigación es un proceso de *diseño, recolección, análisis e interpretación* de un conjunto de datos, con objeto de procesarlos para contribuir al avance del conocimiento

Las **características** que la distinguen son las siguientes:

- Sigue una metodología específica y sistemática.
- Gira en torno a una pregunta, un problema o una hipótesis.
- Se fundamenta en el conocimiento previo.
- Se espera de ella una contribución nueva al conocimiento.

La evolución del proceso de investigación comienza con un **proyecto**, que es la documentación con la que se *plantea, formula y detalla* el **tema**, las **actividades** y los **recursos** para una posible investigación

Una vez realizada la investigación, será necesario redactar una **memoria**, que es la documentación en la que se da cuenta de los *materiales* utilizados, los *resultados* obtenidos y la *discusión* de los mismos con el objetivo de obtener unas **conclusiones** y unas posibles **recomendaciones** para trabajos futuros

6.3.1 Proyectos de investigación

Esquema general para la elaboración de un proyecto de investigación (desarrollo de una idea, correctamente elaborada):

- **El problema:** Conocer lugar lo que se va a investigar. Debe darse un **título descriptivo del proyecto** claro, preciso y completo. La **formulación del problema** es estructurar el proceso y redactar los **objetivos de la investigación** que se puedan evaluar, verificar o refutar. Los motivos que llevan al proyecto se indican en la **justificación**, que ha de ser complementada por sus **limitaciones** de espacio, tiempo y financiación.
- **El marco de referencia:** Hay que señalar la relación entre los **fundamentos teóricos**, donde se definirán los conceptos, y la realidad o entorno. También hay que obtener los **antecedentes del tema** o investigaciones ya realizadas. Para explicar los hechos que caracterizan un fenómeno se procede a la **elaboración de hipótesis** y a la **identificación de variables**, o valores que se dan a dichas hipótesis.

- **La metodología:** Detallar el proceso que seguirá la investigación, con el **diseño y aplicación de técnicas de recolección de información**, la definición de la **población y muestra** afectadas y las **técnicas de análisis**. Se podrá elaborar un **índice de las partes del trabajo** y, en su caso, una **guía de trabajo de campo**.
- **Los aspectos administrativos:** Contenido de mayor importancia para proyectos que se presentan para obtener financiación, consta de una relación de los **recursos humanos**, la presentación de un **presupuesto** y la elaboración de un **cronograma** o calendario de actividades.
- **La bibliografía:** Apartado en el que se registran las obras que tratan sobre el tema, implícita o explícitamente.

6.3.2 Memoria de investigación

Esquema general para la elaboración de una memoria de investigación (descripción y análisis de unos resultados):

- **Preliminares:** Primera división donde están los elementos de presentación:
 - **Resumen** sobre el contenido
 - **Agradecimientos** a las personas e instituciones que colaboraron
 - **Tabla de contenido**, lista de los apartados temáticos junto con la página en la que comienza cada uno.

- **Texto:** Cuerpo central del trabajo, donde se desarrolla el tema; constituido por varios capítulos según la extensión
 - Comienza con una **introducción**, donde se describe la *importancia* de tema, su *justificación*, *fundamentos*, *antecedentes* y *objetivos*, así como una revisión bibliográfica
 - Sigue la **metodología**, que incluye *materiales*, *equipos* y *procedimientos*
 - La presentación de los **resultados** obtenidos
 - La **discusión** e interpretación de los mismos
 - Las ideas que se desprenden de ellos como **conclusiones**
 - Puede completarse con un apartado de **recomendaciones**, en el que se realizan sugerencias respecto a la posible mejora del procedimiento o la obtención de datos complementarios para continuar la línea de investigación.

- **Referencias:** Proporciona información sobre la literatura que existe sobre el tema y contiene únicamente el material consultado, no importa la cantidad de información que se haya obtenido de él
 - Si sólo se enumera material impreso se denomina “bibliografía”
 - Si se utiliza información adicional de variada procedencia (*lo cual es actualmente más usual*), se denomina “**fuentes**”. Deben estar organizadas alfabéticamente según las normas al uso
 - A veces se añaden **anexos** o **apéndices**, conjunto adicional de materiales que sirve de apoyo al trabajo: gráficas y tablas muy extensas, esquemas o fotografías de instrumentos de trabajo, especificaciones de equipos o ejemplos de cálculo.

También es necesario dotar la memoria de investigación de cierta calidad en la edición y presentación formal

Algunas **guías y manuales** para la elaboración de este tipo de trabajos, a título de ejemplo:

- **Acosta, D.A.;** *“Manual para la elaboración y presentación de trabajos académicos escritos”*; Corporación Universitaria Unitec, Bogotá (2006) [<http://www.scribd.com/doc/53898497/38879-Manual-Para-La-Elaboracion-y-Presentacion-de-Trabajos-Academicos-Escritos-1>].
- **Briceño, M.I;** *“Guía para la elaboración de informes técnicos y tesis de grado”*, Escuela de Ingeniería Química, Universidad de Los Andes, Mérida (03/2005) [webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/mabel/guiaproyectos.pdf].
- **Dirección General Académica;** *“Manual para la elaboración de trabajos escritos”*; Universidad Iberoamericana León, México (2006) [http://tlamatque.leon.uia.mx/exAlumnos/pdf/Manual_Elab_Trabajos_Escritos.pdf].

6.4 Proyectos oficiales

Un proyecto oficial es el documento que debe presentarse, como consecuencia de una legislación específica, para la legalización de una instalación nueva o modificación de una existente, ante la autoridad competente

Cada proyecto oficial es un caso individual que puede requerir secciones adecuadas y su propio tratamiento

En función de su legislación de referencia, en ella se recoge las partes mínimas que debe contener

Hay **cuatro partes** que deben figurar en todo proyecto oficial:

- **Memoria**
- **Planos**
- **Pliego de condiciones**
- **Presupuesto (y mediciones)**

Cada una de estas partes será estudiada seguidamente

6.4.1 Memoria

Descripción y justificación de lo que se pretende con las soluciones adoptadas

Debe reflejar los acontecimientos en un orden lógico, referirse al resto de documentos del proyecto, explicar clara y sucintamente el planteamiento de soluciones alternativas y motivar la elección de una solución

Las consideraciones técnicas, la justificación cuantitativa y los cálculos deben plantearse en los anejos correspondientes, que constituirán el soporte de la memoria descriptiva

A continuación se relacionan **algunas partes** en las que puede dividirse la memoria:

- **Objeto:** Tipo de proyecto, parámetros más característicos y finalidad de mismo; se indicarán los datos del promotor y del autor.
- **Antecedentes:** Conjunto de necesidades, hechos o razonamientos que han dado pie al planteamiento del proyecto; si se ha realizado estudios previos, pueden mencionarse o incluirse en los anejos.
- **Factores a considerar:** Especificaciones del encargo, normativa a tener en cuenta, descripción de la situación actual, estudio de necesidades.
- **Localización:** Entorno de mercados (materias primas, productos, mano de obra), ubicación, emplazamiento, transportes y comunicaciones seguridad.

- **Planteamiento de soluciones:** Descripción global de las distintas soluciones alternativas, remarcando ventajas e inconvenientes; se argumentará la selección de la solución adoptada.
- **Descripción de la solución adoptada:** Programa y proceso de producción; implementación del proceso.
- **Ingeniería de las instalaciones:** Terrenos, accesos, infraestructuras edificios, servicios (agua, electricidad, gas, vapor, aire comprimido, vacío, climatización, saneamiento, transportes interiores), talleres, laboratorios mantenimiento.
- **Seguridad y sanidad ambiental:** Incendios, ruidos, vibraciones, aguas residuales, residuos sólidos, seguridad de los trabajadores.

- **Régimen de fabricación:** Funcional (materias primas, programa de fabricación, productos, comercio, investigación), laboral (composición de régimen, servicios auxiliares).
- **Plan de ejecución del proyecto:** Plan general, etapas de realización.
- **Plan de explotación:** Sistema de gestión de procedimientos, mantenimiento, reparaciones.
- **Estudio económico:** Inversiones, gastos de explotación, amortizaciones, financiación, beneficios, rentabilidad.
- **Resumen y conclusiones:** Se destaca de forma escueta la obra definida por el proyecto, las soluciones óptimas adoptadas y la disposición del proyectista (con capacidad legal y profesional) para aclaraciones posteriores.

● Anejos:

- Documentación: legislación, estudios previos.
- Terreno: levantamiento topográfico, estudio geotécnico.
- Emplazamiento: materias primas y productos, comunicaciones, mano de obra, legislación laboral.
- Distribución en planta: optimización de recorridos y actividades, flexibilidad.
- Cálculos justificativos: estructuras, electricidad, cimentación, hidráulica, otros sistemas.
- Planificación, programación y control: diagramas de Gantt, PERT.
- Otros anejos: estudio económico, sistemas de seguridad, organización del personal.

6.4.2 Planos

Los planos constituyen la **representación gráfica del proyecto**, describiéndolo exhaustivamente para llegar a una comprensión visual del conjunto

Son los documentos más utilizados del proyecto oficial y por ello han de ser **completos, suficientes y concisos**

Tienen **carácter vinculante**, ya que forman parte de la documentación contractual del proyecto

Constituyen el instrumento para cumplir las siguientes **funciones**:

- Recoger los antecedentes que existen antes de realizarse el proyecto.
- Definir de manera exacta, unívoca y completa todas y cada uno de los elementos del proyecto, tanto en formas como en dimensiones.
- Facilitar la planificación de la ejecución de obras e instalaciones.
- Permitir el control de la obra en cuanto a plazos y calidades.
- Quedar como documentos representativos para el mantenimiento, modificaciones o ampliaciones futuras.

Los planos deben ser fácilmente **comprensibles** por cualquier técnico ajeno al proyectista

Los planos deben ser **medibles**, puesto que en base a ellos se hace el “presupuesto y mediciones”

Su **número** debe ser **suficiente** para que cualquier técnico pueda ejecutar lo proyectado, sin incertidumbres y sin que necesite completar ninguna de sus partes

En su formato deben contener un **cajetín** en el que se hará constar el promotor, título del proyecto, designación, número de identificación, escala, nombre del proyectista, firma del proyectista y fecha del proyecto

En el **Código Técnico de la Edificación, (CTE)** se especifican los planos que debe contener un proyecto de edificación

En el caso de *proyectos básicos* sólo se considera necesarios una parte de ellos:

- Plano de situación (entorno amplio).
- Plano de emplazamiento (entorno próximo).
- Plano general de distribución/urbanización.
- Planos de plantas generales.
- Planos de cubiertas.
- Planos de alzados de fachadas.
- Planos de secciones.

Algunas normas referidas a los aspectos formales de los planos:

- UNE 1-027-1995: Dibujos Técnicos. Plegado de planos
- UNE 1-032-1982: Dibujos Técnicos. Principios generales de representación
- UNE 1-039-1994: Dibujos Técnicos. Acotación
- UNE-EN ISO 216-2008: Papel de Escritura y ciertos tipos de impresos
- UNE-EN ISO 5455-1996: Dibujos Técnicos. Escalas
- UNE-EN ISO 5457-1999: Documentación Técnica de productos. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo
- UNE-EN ISO 7200-2004: Documentación Técnica de productos. Campos de datos en bloque de títulos y en cabeceras de documentos

6.4.3 Pliego de condiciones

Conjunto de artículos o cláusulas que regulan los derechos, responsabilidades, obligaciones y garantías mutuas entre los distintos agentes implicados en el proyecto

Documento vinculante en los contratos de obra que recoge las exigencias de índole técnica y legal que han de regir la ejecución del proyecto

No debe contradecir leyes ni normas ni incluir su articulado; deber referirlas y complementarlas

Ha de prever lo imprevisto; cualquier omisión puede generar conflictos

Según el *Código Técnico de la Edificación*, el pliego de condiciones se estructura de la siguiente forma:

- **Pliego de cláusulas administrativas:** contiene las *condiciones generales* (naturaleza y objeto del pliego, descripción de la obra y documentos que integrarán el contrato), las *condiciones facultativas* (relaciones entre la contrata, la propiedad y la dirección del proyecto) y las *condiciones económicas* (relaciones económicas entre propiedad y contrata y la función de control que ejerce la dirección).
- **Pliego de condiciones técnicas particulares:** debe adecuarse a la normativa vigente y contiene las condiciones sobre los materiales (descripción exhaustiva de las condiciones que deben cumplir los materiales), condiciones sobre la ejecución (procedimiento de acuerdo con el programa de los trabajos) y prescripciones sobre verificaciones (controles de calidad en recepción y ejecución).

6.4.4 Presupuesto (y mediciones)

El presupuesto consiste en la valoración “a priori” de un producto o servicio, basada en la previsión total de los costes involucrados incrementados con el margen de beneficio previsto

Su finalidad es dar una idea lo más aproximada posible del importe de la realización del proyecto, pero no refleja ni los gastos de explotación ni los de la amortización de la inversión, una vez ejecutada

La suma de las distintas partidas constituye el **presupuesto de ejecución material**

Si a éste se suman los gastos generales (gastos del contratista), el beneficio industrial (beneficio del contratista) y los impuestos, se obtiene el **presupuesto de contrata**

Añadiendo los honorarios profesionales del proyectista y de la dirección de obra, con sus correspondientes impuestos, se tendrá el **presupuesto total**

A efectos de cálculo del presupuesto se define la **unidad de obra** o partida, como cada una de las partes en que puede dividirse el proyecto

La unidad de obra se desglosa en elementos unitarios (materiales, maquinaria, mano de obra y medios auxiliares), cuya valoración económica son los “precios descompuestos”

Estos elementos, expresados con la unidad de magnitud física más característica y afectados por el rendimiento o cantidad necesaria para su participación en una operación (medición) es lo que forma una **unidad de obra descompuesta**

Los precios descompuestos nacen por exigencia de la administración pública, aunque sus ventajas recomiendan su uso generalizado

Añaden más información que la puramente económica a los presupuestos, facilitando la comprensión del proyecto, la gestión de su ejecución y la optimización de los recursos

Generalmente se dispone de fichas propias de unidades de obra en las que quedan recogidas los distintos conceptos que intervienen en una unidad, la cantidad de las mismas y su precio; dichas fichas se actualizan conforme varíen los precios de los elementos o los rendimientos, manteniéndose su estructura

En la actualidad el contenido del presupuesto se estructura en los siguientes apartados:

- **Precios unitarios:** Relación de precios de las unidades de obra expresados en letra y cifra.
- **Precios descompuestos:** Relación de precios unitarios, pero indicando cada una de las cantidades de materiales o mano de obra empleados.
- **Estado de mediciones:** Conjunto de operaciones para la determinación de las dimensiones de cada unidad de obra.
- **Presupuestos parciales:** Costes de cada unidad constructiva.
- **Resumen final:** Suma de los presupuestos parciales, que incluye al final el importe total en letra, localidad, fecha y firma del proyectista.

6.5 Documentos derivados de la gestión

Dada el gran tamaño y complejidad de los proyectos, es necesario utilizar otros documentos complementarios, a fin de facilitar el trabajo y la colaboración de todos los participantes en el proyecto. A continuación se mencionan algunos de los tipos más importantes.

- **Documentos de dirección y coordinación:** Habitualmente generados y utilizados por el director de la empresa, el director del proyecto y los ingenieros de proyecto.
- **Documentos de planificación y programación:** Contienen el avance de las actividades, sus desviaciones y sus correspondientes revisiones recogidas en los denominados “informes de progreso”.
- **Documentos referentes a costes:** Permiten controlar los costes respecto al presupuesto estimado.

- **Documentos de ingeniería básica y de proceso:** Se generan en esas etapas del proyecto y sirven de base para el posterior desarrollo de la ingeniería de detalle, principalmente los planos.
- **Documentos de ingeniería de detalle:** Proporcionan información precisa de los elementos, especialmente las especificaciones, de los equipos y los materiales.
- **Documentos de compras:** Son elaborados durante la gestión de compras, en especial las requisiciones, que definen el alcance que deben tener los suministros.
- **Documentos de proveedores:** Implicados en la adquisición de materiales y equipos y suponen la participación de los proveedores de los mismos, generalmente en forma de “catálogos mecánicos”.
- **Documentos de construcción y montaje:** Imprescindibles para abordar la construcción y puesta en marcha de las instalaciones.

TEMA 7: ESTUDIO AMBIENTAL

7.1 Impacto ambiental

Medio ambiente: Conjunto de circunstancias físicas que rodean al ser humano como elemento de la Naturaleza.

Impacto ambiental: Actividad que produce una *alteración*, modificación o cambio (natural o artificial, difícilmente cuantificable) en el medio ambiente (debido a las leyes físico-químicas, toda actividad tiene impacto ambiental).

Al planificar un **proyecto** es indispensable *identificar, describir y evaluar* las causas del impacto ambiental y *predecir, prevenir o evitar* los efectos que puedan causar al entorno.

El término “**impacto ambiental**” se utiliza en dos campos:

- **Científico-técnico:** Ha dado lugar al desarrollo de metodologías para la identificación y valoración de las alteraciones ambientales, incluidas en el proceso conocido como **Estudio de Impacto Ambiental**.
- **Jurídico-administrativo:** Ha dado lugar a una serie de normas y leyes que permite a las administraciones públicas modificar los proyectos técnicos mediante una **Declaración de Impacto Ambiental**.

La conjunción de ambos aspectos da lugar a la **Evaluación de Impacto Ambiental**, cuyo propósito primordial es proteger el medio ambiente.

Gestión ambiental:

Forma en que la empresa desarrolla sus actividades, teniendo en cuenta:

- La incidencia sobre los recursos naturales y la contaminación ambiental durante los procesos productivos
- El ciclo de vida del producto
- El destino final del producto

La gestión ambiental está basada en herramientas que permiten planear, medir, controlar, evitar y mejorar continuamente

Herramienta principal: Serie de normas **ISO 14000**, aceptadas voluntariamente por una organización para:

- Estandarización y unificación de criterios (a nivel internacional)
- Creación de sistemas de gestión ambiental
- Realización de auditorías ambientales

7.1.1 Elementos de impacto

La significación de las alteraciones ambientales puede depender de:

- **Signo:** Esencia del impacto:
 - Positivo, si produce efectos benéficos
 - Negativo, si produce efectos perjudiciales
- **Clase:** Proximidad del impacto:
 - Directo, si se ocasiona por el proyecto
 - Indirecto, si se ocasiona distanciado en el espacio o en el tiempo
 - Acumulativo, resultante de la suma de efectos
 - Sinérgico, efecto mayor que la suma de sus partes
- **Magnitud:** Tamaño o cantidad de elementos afectados por el impacto.

- **Extensión:** Área de influencia afectada por el impacto.
- **Intensidad:** Fuerza o profundidad del daño causado por el impacto sobre un elemento.
- **Momento:** Carácter de la manifestación del impacto:
 - Inmediato, a corto plazo
 - Latente, que se manifiesta a lo largo del tiempo
- **Duración:** Tiempo total del impacto:
 - Temporal, que desaparece después de un período determinado
 - Permanente, que no desaparece del medio

- **Frecuencia:** Asiduidad con la que aparece un impacto:
 - Puntual, si aparece una única vez
 - Periódico, si se produce varias veces en el tiempo
- **Reversibilidad:** Sentido del impacto:
 - Reversible, si pueden recuperarse las condiciones originales del medio afectado)
 - Irreversible, si no es posible recuperar el sistema inicial
- **Certeza:** Conocimiento de la probabilidad de que ocurra un impacto que se predice.

7.1.2 Actividades impactantes (aspectos ambientales)

Las actividades que requieren una evaluación de impacto ambiental pueden resumirse a partir de la legislación vigente (Ley 21/2013, de evaluación ambiental):

- **Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería:** regadíos, forestaciones, cría intensiva de peces, cría de animales en explotaciones ganaderas.
- **Industria alimentaria:** vegetales, animales, frescos, elaborados, envasados, enlatados.
- **Industria extractiva:** explotaciones de yacimientos minerales y otros recursos geológicos.
- **Industria energética:** generación y transporte de energía.

- **Industria siderúrgica y del mineral:** producción y elaboración de metales.
- **Industria química, petroquímica, textil y papelera:** instalaciones para la producción de sustancias mediante transformación química o biológica.
- **Proyectos de infraestructuras:** carreteras, ferrocarriles.
- **Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua:** explotación de acuíferos, presas, plantas de tratamiento de aguas residuales.
- **Proyectos de tratamiento y gestión de residuos:** instalaciones de incineración; vertederos.
- **Otros proyectos:** proyectos desarrollados en espacios naturales protegidos (patrimonio natural, biodiversidad).

7.1.3 Elementos impactados (factores ambientales)

Los factores del medio susceptibles de ser perturbados por la ejecución de un proyecto pueden resumirse en los siguientes puntos:

- **Medio físico inerte:**
 - Calidad del aire
 - Clima (factores y cambios)
 - Biodiversidad
 - Suelo y subsuelo
 - Hidrología superficial y subterránea
 - Hidrodinámica

- **Medio físico percibido:**
 - Territorio
 - Paisaje

- **Medio físico biótico:**

- Biodiversidad
- Fauna y flora
- Recursos terrestres y marinos
- Interacciones ecológicas

- **Medio socioeconómico:**

- Índices demográficos
- Patrimonios material y cultural
- Estructuras urbanísticas
- Servicios colectivos

Según su *posibilidad de valoración* mediante “indicadores ambientales”, los factores ambientales se pueden clasificar en:

- **Factores directamente cuantificables:** que representan en sí mismos, parámetros físicos, químicos, biológicos, económicos u otros, que se pueden expresar en unidades de medida determinadas (temperatura, concentración, personas empleadas).
- **Factores cuantificables indirectamente a través de un indicador ambiental:** que no poseen una unidad de medida concreta (calidad del agua, nivel cultural de la población).
- **Factores ambientales cualitativos, no cuantificables a unidades convencionales:** que deben ser expresados en base a índices medios en escalas arbitrarias o rangos (índices de valoración de flora y fauna, valor paisajístico, preferencias sociales).

7.2 Evaluación de impacto ambiental

La **Evaluación de Impacto Ambiental** es el procedimiento *técnico-administrativo* que sirve para *identificar, prevenir e interpretar* los impactos ambientales que producirá un proyecto con el fin de que la autoridad competente pueda *aceptarlo, rechazarlo o modificarlo*.

Se inicia el procedimiento con la presentación del **Estudio de Impacto Ambiental** realizado por el promotor del proyecto al órgano ambiental competente, que realiza consultas públicas e institucionales y emite la **Declaración de Impacto Ambiental** sobre la conveniencia del proyecto en relación con la protección del medio y los recursos.

7.2.1 Estudio de Impacto Ambiental

Estudio **técnico objetivo**, de carácter interdisciplinar, que se realiza para predecir los impactos ambientales que puedan derivarse de la ejecución de un proyecto, permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo.

El estudio deberá *identificar, describir y valorar* de manera apropiada y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles sobre el medio ambiente.

Cuando este estudio se refiere a **planes y programas**, es decir al conjunto de estrategias, directrices y propuestas no ejecutables directamente, sino a través de su desarrollo por medio de uno o varios proyectos, se denomina “**Estudio Ambiental Estratégico**”.

Según el detalle del estudio, que se encuentra relacionado con las características del proyecto, ubicación y características del impacto, los estudios de impacto pueden clasificarse como:

- **Estudio detallado** (ordinario): estudio en profundidad para actividades de gran envergadura (Anexo I de la Ley 21/2013).
- **Estudio simplificado**: estudio de profundidad media sobre los impactos ambientales (Anexo II de la Ley 21/2013).
- **Estudios previos e informes ambientales**: estudios, no contemplados por la legislación, que conforman una primera valoración de incidencias ambientales, pudiendo incluir medidas correctoras o recomendaciones.

7.2.1.1 Inventario ambiental

Descripción de la situación previa del ámbito de estudio del proyecto.

Se incluyen medios que puedan verse afectados significativamente por los impactos del proyecto.

Se describe el medio físico-químico y socio-económico del área donde se plantea ubicar una determinada actuación.

Objetivo: establecer las condiciones **preexistentes** al proyecto para poder *determinar las posibles alteraciones* que se puedan producir y *evaluar las alteraciones posteriores* a la ejecución del mismo.

Para ello se lleva a cabo la *identificación, censo, cuantificación y cartografía* de todos los aspectos ambientales ya mencionados anteriormente presentes en el área previsiblemente afectada.

7.2.1.2 Identificación de los factores ambientales

Se realiza con la finalidad de establecer los impactos significativos del proyecto, basándose en:

- Listas de verificación o chequeo
- Cuestionarios
- Consultas a expertos
- Comparación con proyectos similares ya realizados

Elaboración de una **matriz causa-efecto**, conformada, en sus **filas**, por los **factores ambientales** (elementos alterables), y en sus **columnas**, por los **aspectos ambientales** (acciones).

Se marca la intersección cada vez que se identifica una relación causa-efecto o se valora cuantitativamente utilizando una escala que considere la importancia o significación del impacto.

El **mejor ejemplo** es la matriz causa-efecto de Leopold (1971), que permite obtener una descripción cualitativa de las interacciones en términos de la magnitud y la importancia de los impactos. El impacto ambiental se calcula como el producto:

$$\text{Impacto ambiental} = \text{Magnitud} \times \text{Importancia}$$

Se utilizan escalas relativas de tres niveles (1, 2, 3) para valorar ambos elementos según incidencia baja, media o alta. Ello da lugar a una escala de impactos de 1 a 9. De este modo se pueden comparar los impactos que producen las acciones del proyecto.

La **Figura 7.1** muestra un ejemplo sencillo de una matriz de Leopold.

COMPONENTES	Acciones Impactantes		Acciones del Proyecto									
			Abastecimiento de agua	Campamentos Y Trabajadores	Canteras (Explotacion)	Maquinarias	Planta Chancadora	Planta de Asfalto	Colocación de la Carpeta Asfáltica	Excedente de obra	Remoción de la Carpeta Asfáltica	
Físico	Atmosfera	Aire	/	/	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	/
		Ruido	/	-1	-2	-1	-2	-1	/	/	-2	/
	Hidrologia	Cantidad	-1	/	/	-1	-1	/	/	/	/	/
		Paisaje	/	-1	-1	/	-1	-1	/	/	-1	/
	Suelo	Calidad	/	/	/	/	/	-1	/	-1	/	/
		Compactacion	/	-1	/	-1	/	-1	/	/	/	/
Biologico	Fauna	Desplazamiento	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Flora	Cobertura	-1	/	/	/	/	/	-1	-1	/	/
Socio Económico	Poblacion	Salud	/	/	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	/
		Empleo	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Economica	Industriales	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Agropecuaria	-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Transporte	/	+1	/	/	/	/	/	/	/	/
		turismo	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		comercio	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PONDERACION DE IMPACTOS

Impacto Debil 1
 Impacto Moderado 2
 Impacto Fuerte 3

Impacto Positivo +
 Impacto Negativo -

IMPORTANCIA DEL IMPACTO

Importancia alta 1
 Importancia media 2
 Importancia baja 3

Figura 7.1: Ejemplo de matriz de Leopold

Otros métodos utilizan índices cualitativos o cuantitativos basados en “*funciones de transformación*” que permiten obtener valores cuantitativos denominados “*unidades de impacto ambiental*” (método de Batelle-Columbus; Dee, 1972).

Un ejemplo de aplicación del método de Batelle-Columbus se muestra en la **Figura 7.2**.

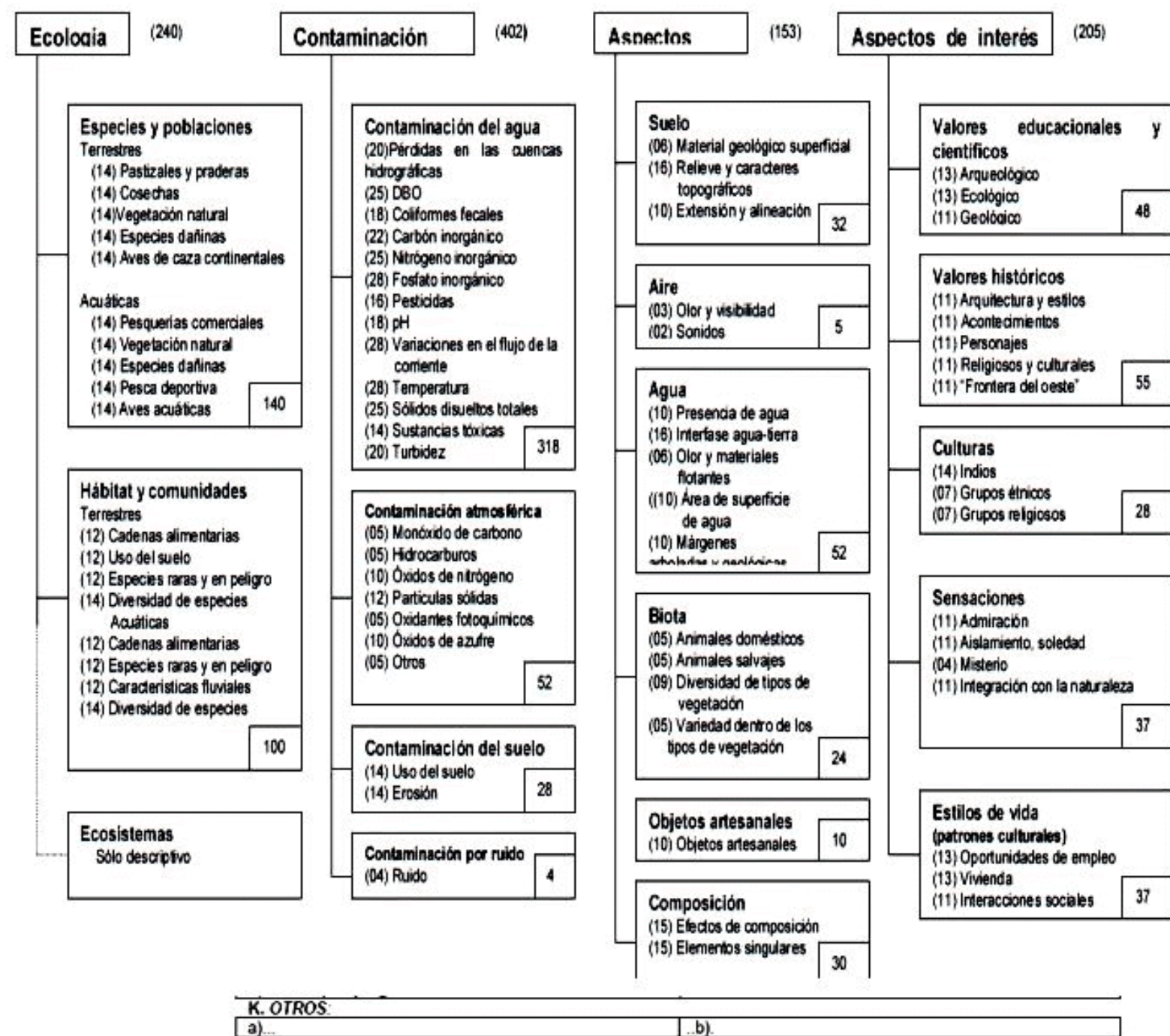


Figura 7.2: Ejemplo del método de Batelle-Columbus.

7.2.1.3 Medidas correctoras

Una vez identificados y jerarquizados los impactos ambientales, si éstos fuesen inaceptables, habría que proponer medidas para reducirlos a niveles aceptables:

- **Protectoras:** medidas que se toman al plantear el proyecto.
- **Eliminatorias:** medidas que pueden eliminar el impacto negativo.
- **Mitigadoras:** medidas que tienden a reducir el impacto.
- **Correctoras:** medidas que se plantean cuando el impacto no se puede eliminar o reducir.

Evidentemente, las medidas correctoras han de ser seleccionadas sin perder de vista la *viabilidad técnica y económica del proyecto*.

Es necesario establecer también un *programa de vigilancia y seguimiento ambiental* que garantice el cumplimiento de las medidas correctoras, no sólo en la fase de construcción, sino también durante la fase de explotación del proyecto.

7.2.1.4 Documentación

El promotor del proyecto elaborará el estudio de impacto ambiental que ha de contener, según la legislación vigente (**Ley 21/2013, de evaluación ambiental**, artículo 35 y Anexo VI):

- Descripción del proyecto y sus acciones en todas sus fases así como la previsión sobre el uso del suelo y de otros recursos naturales y la estimación de los tipos y cantidades de materia y energía emitidos.
- Examen de alternativas que resultan ambientalmente adecuadas y técnicamente viables, justificando la solución adoptada.
- Inventario ambiental y descripción de los procesos e interacciones ambientales significativas.
- Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como en las alternativas.

- Medidas preventivas, correctoras y compensatorias para eliminar, reducir o equilibrar los efectos adversos significativos.
- Programa de vigilancia y seguimiento ambiental, que garantice las medidas contenidas en el estudio.
- Documento de síntesis o resumen y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.

7.2.2 Declaración de Impacto Ambiental

La Declaración de Impacto Ambiental es el pronunciamiento de la **autoridad competente** de medio ambiente en el que se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

Esta declaración **ha de hacerse pública en el diario oficial correspondiente** y en el caso de ser favorable, mantendrá su vigencia por el plazo de cuatro años, pasados los cuáles sin haberse abordado el proyecto, éste habrá de ser sometido a una **nueva** Evaluación de Impacto Ambiental.

7.3 Gestión Ambiental

Parte del sistema global de gestión de una empresa cuyo **objetivo** es *desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener* la política ambiental de la empresa.

- Ayudará a proteger el medio ambiente de los impactos potenciales de sus actividades, productos o servicios.
- Servirá para mantener y mejorar la calidad ambiental.
- Proporcionará un marco que le permitirá a la empresa equilibrar e integrar los intereses económicos y ambientales.
- Permitirá obtener ventajas competitivas significativas.

Existen varios estándares de **sistemas de gestión ambiental**, el más importante de los cuáles es el estándar ISO 14000:

- La **Norma ISO 14001** contiene los requisitos auditables en forma objetiva con fines de certificación.
- La **Norma ISO 14004** proporciona información que puede ser utilizada como guía para poner en práctica un sistema de gestión ambiental.

Tomando como base esta serie normativa, a continuación se resumen los principales elementos para implementar un sistema de gestión ambiental.

- **Compromiso y política:** La política ambiental establece el sentido general de dirección y fija los principios de acción para la organización. Al menos deberán dar cumplimiento a las reglamentaciones ambientales.
- **Planificación:** Formulación de un plan para cumplir con su política ambiental:
 - Identificación de los aspectos ambientales.
 - Evaluación de los impactos asociados.
 - Especificación y cuantificación de objetivos (globales, como “minimizar el consumo de agua”) o metas (detalladas, como “reducir el consumo de agua de refrigeración un 15% en un año”) de comportamiento ambiental.
 - Programa de gestión ambiental, con cronogramas, recursos y responsabilidades para alcanzar los objetivos o las metas.

- **Implementación:** Desarrollo de capacidades y mecanismos de apoyo (reflejados en la correspondiente documentación):
 - Proporcionar los recursos físicos, humanos y financieros.
 - Integrar el sistema de gestión ambiental en el sistema de gestión existente.
 - Fomentar la conciencia y motivación ambiental.
 - Identificar y desarrollar el conocimiento y las habilidades necesarias para lograr los objetivos ambientales.

- **Medición, seguimiento y evaluación:** Asegurar que se está actuando con el programa de gestión ambiental establecido. Permitirán comparar los resultados con las metas fijadas y utilizarlos para determinar las áreas de cumplimiento e identificar las actividades que requieren acciones correctivas y mejoras.
- **Revisión y mejora:** Modificar continuamente el sistema de gestión ambiental, con objeto de mejorar su comportamiento global. Comprobar si la gestión ambiental sigue siendo efectiva para todas las actividades, y su posible impacto en el comportamiento económico.

7.3.1 Auditoría ambiental

Tiene como objeto la verificación de que dicho sistema se encuentra funcionando de acuerdo a los objetivos estipulados.

Herramienta de gestión que consiste en una evaluación *sistemática, documentada, periódica y objetiva* de:

- La efectividad de la organización.
- La gerencia y los equipos ambientales para proteger el medio ambiente mediante un mejor control de las prácticas ambientales.
- Evaluación del cumplimiento de las políticas ambientales de la empresa, incluyendo los requerimientos legales.

Examen metódico que:

- Implica análisis y comprobaciones de las prácticas y procedimientos ambientales de una empresa.
- Constituye el componente clave de un sistema de gestión ambiental.
- Permite obtener información acerca de su efectividad.
- Identifica problemas asociados a su funcionamiento.
- Permite proponer medidas de prevención y corrección adecuadas.
- Puede ser dirigida y ejecutada por personal de la organización, aunque frecuentemente se acude a personal ajeno a ella.

Existen diferentes tipos de auditoría ambiental particularizados:

- Auditoría de residuos
- Auditoría de procesos
- Auditoría energética
- Auditoría de riesgos ambientales

Evolución en el tiempo de un programa de auditoría ambiental:

- Inicialmente se focaliza la actividad de la auditoría hacia la identificación de los principales problemas, con vistas a mejorar el comportamiento ambiental de la empresa.
- A medida que se logre resolver los problemas ambientales más relevantes, la auditoría se orienta a verificar el cumplimiento de los estándares ambientales relevantes.

7.3.1.1 Contenidos de la auditoría ambiental

Las áreas temáticas abordadas por la auditoría dependerán de las condiciones específicas de la empresa, pudiendo incluir todos o algunos de los siguientes puntos:

- **Aspectos técnicos:** Recopilación, análisis y evaluación de la información sobre la naturaleza del proceso y los problemas ambientales asociado a los residuos materiales y energéticos; permite evaluar si los aspectos considerados son o no apropiados.
- **Aspectos de seguridad:** Análisis de riesgos y de incidentes ambientales.

- **Aspectos económico-financieros:** Estructuración de un programa de inversiones para la mejora ambiental.
- **Aspectos legales:** Verificación de la situación de la empresa respecto a la legislación ambiental vigente.
- **Aspectos de gestión ambiental:** Evaluación de la efectividad del sistema de gestión ambiental de la empresa, considerando los diferentes elementos de dicho sistema de gestión.

7.3.1.2 Metodología de la auditoría ambiental

La metodología para realizar una auditoría ambiental dependerá de las circunstancias específicas de la empresa. Existe un cierto procedimiento más o menos común para todas ellas, cuyas diferentes etapas se pueden agrupar de la siguiente forma:

- **Actividades previas:** Consisten en planificar la auditoría, determinando sus objetivos y alcance, la selección del equipo humano, la selección de los emplazamientos y el cronograma de las actividades a desarrollar.
- **Actividades sobre el terreno:** Las actividades específicas a realizar sobre el terreno tienen como base común la búsqueda y verificación de información; las evidencias y documentación obtenidas habrán de ser evaluadas convenientemente.

- **Actividades finales:** El resultado de la ejecución de todos los pasos estipulados en el plan de auditoría es el informe final, cuya estructura y contenido son específicos de cada tipo de auditoría; las recomendaciones deberán incluir un plan de acción para asegurar el cumplimiento de las medidas destinadas a corregir las deficiencias del sistema de gestión ambiental, si las hubiese.

TEMA 8: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 Seguridad y salud: peligros y riesgos

Seguridad es el estado de bienestar que percibe el ser humano.

Salud es “el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades en el ser humano” según la **Organización Mundial de la Salud, OMS (World Health Organization, WHO)**.

Para prevenir los daños ocasionados a la salud por el trabajo y garantizar la **seguridad y salud laboral**, se constituyó en 1919 la **Organización Internacional del Trabajo, OIT (International Labor Organization, ILO)**.

Ningún sistema tecnológico está a salvo de imprevistos o de fallos en la intervención humana. Cualquier condición (*materiales, equipos, métodos*) que pueda causar un *daño* (a las *personas*, al *ambiente* o a los *bienes*) se denomina **peligro** (*hazard*).

Cuando los daños causados por un peligro son graves, se dice que se produce un **accidente** (suceso no planeado ni deseado). Si dicha circunstancia es de menores consecuencias, se habla de un **incidente**.

Los *peligros*, pueden ser clasificados de acuerdo a su naturaleza físico-química:

- Peligros de fuego y explosión
- Peligros asociados a sustancias, tóxicas, corrosivas y reactivas
- Peligros de naturaleza mecánica
- Peligros de naturaleza eléctrica
- Peligros asociados a sustancias radiactivas
- Peligros asociados a agentes biológicos

Riesgo (*risk*) es la posibilidad de sufrir daños (las *personas*, el *ambiente* o los *bienes*) causados por un peligro.

Se expresa en función de la probabilidad de la ocurrencia y la magnitud de las consecuencias. El riesgo puede ser alto debido a:

- Que las consecuencias pueden ser muy importantes
- Que existe una alta probabilidad de ocurrencia
- Que sucedan ambas cosas a la vez

Análisis de riesgos: Evaluación de la magnitud del riesgo para poseer el conocimiento sobre los diferentes procesos e identificar los potenciales accidentes que pueden ocurrir, sus causas, sus consecuencias y su frecuencia estimada.

Los resultados permitirán jerarquizar diferentes opciones para *reducir* o *eliminar* los riesgos de mayor envergadura.

Es importante comparar las *medidas* para reducir el riesgo con los *beneficios* que deriven de ellos para decidir cuáles son las más apropiadas, tanto por su *efectividad* como por sus *costes*.

Existirá un nivel de seguridad “óptimo”, donde el coste total (de las medidas de seguridad y asociados a las consecuencias) alcanza un valor mínimo.

La implantación de un *sistema de gestión de seguridad* tiene considerables beneficios iniciales en materia de prevención de riesgos ya que se obtiene un mayor conocimiento de:

- Los peligros existentes
- Las circunstancias iniciadoras y propagadoras
- Los niveles de riesgo involucrados
- Las medidas necesarias para su control

Resulta difícil un análisis de riesgos expresado en términos económicos precisos, por lo que se recurre a una *estimación cualitativa* o a *escalas numéricas relativas* que establezcan claramente los criterios acerca de los niveles de riesgo.

Por ejemplo, la norma británica BS 8800:2004 clasifica los riesgos en cinco categorías, definiendo como “*riesgo tolerable*” aquél que ha sido reducido al más bajo nivel posible, dentro de los medios “*prácticamente razonables*”.

Es fundamental el análisis y la **evaluación de riesgos** en el contexto de un sistema de gestión de seguridad y salud, siendo la herramienta que permite:

- Identificar los peligros
- Cuantificar los riesgos
- Decidir si éstos son tolerables
- Evaluar la efectividad de acciones alternativas para reducirlos

En los países industrializados la evaluación de riesgos es una obligación legal y tiene como objetivo adoptar las medidas de **prevención** o de **protección** para garantizar la seguridad y la salud laboral.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre,
de prevención de riesgos laborales

8.1.1 Trabajo, riesgos y daños

La relación de un trabajador con el trabajo puede llevar a un desequilibrio entre aquél y su entorno originando un **riesgo** que, generalmente, depende de dos grandes grupos de factores:

- **Factores ambientales:**

- Agentes físicos (ruido, vibraciones)
- Agentes químicos (polvo, vapores)
- Agentes biológicos (bacterias, virus)
- Interacciones mecánicas (máquinas, herramientas)

- **Factores humanos:**

- Carga de trabajo (esfuerzos, posturas)
- Organización del trabajo (repetitividad, horarios)

La exposición a estos riesgos puede originar una serie de **daños** que, según el área de la salud a la que afecten, pueden clasificarse como:

- **Accidente:** Lesión corporal sufrida debida al trabajo ejercido.
- **Enfermedad:** Alteración o pérdida de salud que tiene su origen en las condiciones ambientales de trabajo; puede ser *común* (ajena al trabajo), *laboral* (desencadenada por el trabajo) o *profesional* (causada por algún aspecto nocivo del trabajo).
- **Insatisfacción:** Sentimiento de desagrado y rechazo por el trabajo cotidiano, ocasionado por la precariedad (baja estabilidad o remuneración), el estrés, la monotonía o rutina, o el acoso (*mobbing*).
- **Fatiga:** Molestia provocada por un esfuerzo prolongado, generalmente acompañada por alteraciones fisiológicas, tanto físicas como mentales.
- **Envejecimiento prematuro:** Pérdida o reducción de la capacidad de trabajo como consecuencia de la relación del individuo con su entorno.

8.2 Técnicas de seguridad

Existen unas técnicas para conseguir el *objetivo de la seguridad*:

- Detectar y corregir los riesgos de accidentes
- Controlar sus consecuencias

- **Técnicas analíticas:** se basan en estudios previos, seguimiento de operaciones y datos estadísticos de siniestralidad
- **Técnicas operativas:** tratan de evitar o disminuir las causas y de evitar o reducir las consecuencias, en su caso

La **técnicas operativas** inciden sobre los siguientes factores:

- **Factores humanos:**

- Selección de personal para elegir a la persona más idónea para un puesto de trabajo mediante pruebas (*tests*) de inteligencia, personalidad e intereses.
- Búsqueda de una buena convivencia en la creación de grupos de trabajo con ayuda de las herramientas proporcionadas por la psicología.
- Formación, adiestramiento y preparación para el desempeño de funciones relativas a la seguridad de niveles básico, intermedio o superior.

● Factores técnicos:

- Actuaciones de **prevención**, para evitar que se produzca el daño, atacando el riesgo:
 - Diseño específico de sistemas de seguridad y protección en instalaciones y equipos.
 - Mantenimiento preventivo de instalaciones y equipos.
 - Normativa de seguridad, o reglas que deben seguirse para evitar situaciones de riesgo.
 - Señalización de seguridad, es decir, indicaciones *ópticas* (paneles, balizas, señales luminosas) o *acústicas* que adviertan de situaciones de situaciones de riesgo.
 - Comunicaciones, verbales o gestuales, que permiten transmitir información de forma simple y clara que evite posibles riesgos.

- Medidas de higiene, con objeto de controlar los agentes que puedan causar enfermedades, basadas en el estudio de la relación entre las personas con su exposición a diversos factores ambientales físicos, químicos o biológicos.
- Ergonomía, o ajustes entre las aptitudes o habilidades de la persona y los requerimientos o demandas del trabajo, con objeto de optimizar la productividad y garantizar las condiciones de seguridad y salud.

- Actuaciones de **protección**, para evitar que se produzcan lesiones cuando se llega a producir el accidente:
 - Sistemas de protección de máquinas, que impiden a la persona estar en contacto directo con ciertas partes de la máquina.
 - Equipos de protección personal (*EPIs*), que han de ser portados por la persona para protegerse de posibles riesgos.

8.3 Requisitos fundamentales de seguridad y salud en la empresa

La integración de la prevención en el conjunto de su sistema general de gestión, implica que debe proyectarse en:

- Las condiciones en que se presta el trabajo
- Sus procesos técnicos
- Su organización
- La participación de los trabajadores

Legalmente, esta integración se refleja en los siguientes aspectos:

- Servicio de prevención (Real Decreto 39/1997)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Real Decreto 486/1997)
- Adecuación de instalaciones y equipos al trabajo (Reales Decretos específicos)
- Relación con los trabajadores

8.3.1 Servicio de prevención (Real Decreto 39/1997)

El **plan de prevención de riesgos laborales** es la herramienta mediante la cual se integra la actividad preventiva de la empresa en sus sistema general de gestión y se establece su política de riesgos laborales.

La organización de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades preventivas se realizará, de forma general, constituyendo un **servicio de prevención** propio o recurriendo a un servicio de prevención ajeno. En el primero de los casos, el sistema de prevención de la empresa debe ser sometido al control de una auditoría o evaluación externa.

Las **funciones** que ha de realizar el servicio de prevención se clasifican en tres grupos:

- **Funciones de nivel básico**, con formación basada en:
 - Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo.
 - Riesgos generales y su prevención.
 - Riesgos específicos (sector de actividad de la empresa) y su prevención.

- **Funciones de nivel intermedio**, con formación basada en:
 - Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo.
 - Técnicas generales de análisis, evaluación y control de riesgos relacionados con las condiciones de seguridad, el ambiente de trabajo y otros factores.
 - Técnicas específicas de seguimiento y control de los riesgos.
 - Promoción de la prevención.
 - Organización y gestión de la prevención.

- **Funciones de nivel superior**, con formación basada en:
 - Fundamentos de las técnicas de mejora de las condiciones de trabajo.
 - Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad en el trabajo; higiene industrial; medicina en el trabajo; ergonomía y psicología aplicada.
 - Otras actuaciones en materia de prevención: formación, técnicas de comunicación, información y negociación.
 - Gestión de la prevención de riesgos laborales.
 - Técnicas afines: gestión de calidad, gestión ambiental.
 - Ámbito jurídico de la prevención.

8.3.2 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Real Decreto 486/1997)

Se entiende por lugar de trabajo las áreas del centro de trabajo en las que las personas deben permanecer o pueden acceder en razón de su trabajo,

Se establecen unas normas mínimas que se refieren a las siguientes características generales:

- Condiciones constructivas de seguridad:
 - Espacios, suelos, paredes escaleras.
- Orden, limpieza y mantenimiento.
- Condiciones ambientales:
 - Temperatura, humedad, corrientes de aire.
- Iluminación:
 - Natural, artificial.
- Servicios higiénicos y locales de descanso.
- Material y locales de primeros auxilios.

8.3.3 Adecuación de instalaciones y equipos al trabajo

Se adoptarán las medidas necesarias para que los equipos de trabajo estén convenientemente adecuados para el trabajo que debe realizarse, atendiendo asimismo a las sustancias implicadas y al entorno físico. Cuando sea necesario, han de utilizarse equipos de protección individual.

Se relacionan a continuación algunos de los factores que han sido considerados por la normativa de seguridad y salud:

- Señalización (RD 485/1997).
- Utilización de equipos de trabajo (RD1215/1997).
- Trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (RD 488/1997).
- Utilización de equipos de protección individual (RD 773/1997).

- Manipulación manual de cargas (RD 487/1997).
- Exposición a agentes biológicos (RD 664/1997).
- Exposición a agentes cancerígenos (RD 665/1997).
- Exposición a agentes químicos (RD 374/2001).
- Exposición a atmósferas explosivas (RD 681/2003).
- Exposición a vibraciones mecánicas (RD 1311/2005).
- Exposición al ruido (RD 286/2006).
- Exposición a radiaciones ópticas artificiales (RD 486/2010).
- Riesgo eléctrico (RD 614/2001).

8.3.4 Relación con los trabajadores

Los trabajadores han de recibir toda la información relacionada con:

- Los riesgos para su seguridad y salud.
- Las medidas y actividades de prevención y protección aplicables a dichos riesgos.
- Las medidas de emergencia necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación del personal.

Los trabajadores deben ser consultados con la debida antelación sobre la adopción de decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que pudieran tener para la seguridad y salud (elección de equipos, adecuación de condiciones de trabajo, impacto de factores ambientales).
- La organización y desarrollo de las actividades de prevención de riesgos y protección de la salud.
- Los proyectos y la organización de la formación en materia preventiva.

Los trabajadores podrán participar en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos laborales, efectuando propuestas dirigidas a la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud.

Los trabajadores han de recibir una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, que deberá estar centrada específicamente en su puesto de trabajo o función, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.

8.4 Disposiciones de seguridad y salud en los proyectos

Los proyectos han de incluir, por imperativo legal, un **estudio de seguridad y salud** ha de contener una *documentación análoga a la del propio proyecto*, siendo coherente con su contenido.

Ha de ser elaborado por el técnico competente designado por el promotor o el coordinador en materia de seguridad cuando:

- El presupuesto de ejecución del proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (aproximadamente 45.000 euros).
- Su duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de obra estimada (suma de días de trabajo del total de los trabajadores) sea superior a 500.
- Se trate de obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Ha de recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleva su ejecución, es decir, memoria, planos, pliego de condiciones, mediciones y presupuesto:

- **Memoria** descriptiva de:

- Los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares
- Identificación de los riesgos que puedan ser evitados
- Medidas técnicas necesarias para evitar los riesgos
- Relación de los riesgos que no puedan eliminarse
- Medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir los riesgos y valorando su eficiencia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

- **Pliego de condiciones** particulares, en el que se tendrán en cuenta
 - Normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra
 - Prescripciones que se habrán de cumplir en relación a la utilización y corrección de los sistemas preventivos (máquinas, útiles, herramientas, equipos).
- **Planos** en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de los medios preventivos definidos en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.
- **Mediciones** de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud que hayan sido definidos o proyectados.
- **Presupuesto** que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

Cuando el proyecto sea de menor entidad, se admite la elaboración de un **estudio *básico* de seguridad y salud**, que deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables a la ejecución del proyecto
- La identificación de los riesgos que puedan ser evitados
- Medidas técnicas necesarias para evitar los riesgos
- Relación de los riesgos que no puedan eliminarse
- Medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

En cualquier caso, a demás del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico, se habrá de elaborar un *plan de seguridad y salud*.

El **plan de seguridad y salud** ha de analizar, estudiar, desarrollar y complementar las previsiones contenidas en los mencionados estudios, en función del propio sistema de ejecución del proyecto, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección ya previstos anteriormente.