



Gestión de proyectos

*Francisco Jarabo Friedrich
Francisco J. García Álvarez*

TEMA 1:

CONCEPTOS BÁSICOS

Se introduce la definición de “proyecto”, tanto bajo el punto de vista conceptual como de sus características principales. Se establecen los diversos tipos de proyectos, sus objetivos y sus fases de desarrollo. A los efectos de nivel de aplicación y conocimientos, se considera para el estudio posterior un proyecto como sistema, no sólo como un conjunto de documentos

CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

Fundamentos de Ingeniería Química

ÍNDICE

1.1 Definiciones

1.2 Tipos de proyectos

1.3 Objetivos de un proyecto

1.4 Fases de un proyecto

1.5 Partes implicadas en un proyecto

1.6 La teoría clásica de proyectos

1.1 Definiciones

Según algunas de las acepciones que avanza la vigésima tercera edición de la lengua española de la Real Academia, un proyecto es:

“Diseño 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”

Definiciones que realzan aspectos más importantes podrían ser:

“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).

Inciendiando en esta última definición, cabe destacar un conjunto de características que deben cumplirse para poder considerar como “proyecto” una serie de actividades:

- **Consecución de objetivos:** Un proyecto debe implicar una coordinación de actos estructurados orientados a la consecución de objetivos, el principal de los cuáles es el cumplimiento de un conjunto de requisitos, a un coste dado, en las condiciones más eficientes.

- **Coordinación de actividades:** Un proyecto exige que exista relación entre las diferentes actividades que persiguen un objetivo común, convenientemente planificadas, correctamente ejecutadas y mejor supervisadas.
- **Limitación de recursos:** El proyecto exige la búsqueda de la eficiencia en el uso de recursos. Si éstos fuesen ilimitados, desaparecería el concepto de eficiencia.
- **Limitación de tiempo:** Un proyecto debe estar acotado en el tiempo (aunque sus resultados perduren de forma indefinida), alcanzándose el final cuando se cumplan los objetivos establecidos.
- **Singularidad de resultados:** Un proyecto exige hacer algo nuevo y no reproducir resultados de otras actividades.

1.2 Tipos de proyectos

La clasificación de los proyectos es muy diversa, según su destinatario, tamaño, duración, etc. Aquí se optará por utilizar la clasificación de Domingo (2005), que conjuga el alcance y el objeto de los proyectos:

- **Análisis y estudios:** A veces el alcance de un trabajo se limita a considerar la información disponible acerca de aspectos técnicos, económicos o sociales de un problema. En este caso, se hablará de un **análisis** (examen del problema) o un **estudio** (comprensión del problema), que resultará en un **informe técnico**.
- **Proyectos de investigación:** Tienen como objeto aportar conocimientos nuevos a una materia concreta, para su beneficio posterior en entornos industriales o académicos. El resultado de este tipo de proyectos es una memoria donde se plantea el problema, se describe el estado de la cuestión, se reseñan los trabajos realizados, sus resultados y conclusiones y, frecuentemente se proponen futuras líneas de investigación.
- **Estudios de viabilidad:** Cuando el problema que se aborda es muy complejo, suele realizarse un conjunto de actividades que pongan de relieve distintos aspectos (técnicos y económicos, entre otros). Este conjunto de actividades, junto con su resultado, se denomina **estudio de viabilidad**.

- **Proyectos clásicos:** Abordan la realización de una serie de documentos que definen el trabajo a realizar, para su ejecución en un futuro. El alcance comprende la identificación, evaluación, organización y valoración de las actividades necesarias para alcanzar sus objetivos, pero no la realización de las mismas. El resultado es, pues, una documentación (cuya composición se verá más adelante).
- **Proyectos industriales:** A diferencia de los proyectos clásicos, los proyectos industriales comienzan y terminan en sí mismos, dando como resultado un producto o un servicio terminado. Es decir, comprenden el proyecto clásico, más la ejecución física del mismo.
- **Programas:** Son conjuntos ordenados de proyectos independientes que, de forma global, persiguen un objetivo común, ya que abarcan objetivos, plazos y presupuestos mucho mayores de los que serían recomendables para un solo proyecto. La actividad principal del programa es, pues, coordinar la planificación y el seguimiento de los diferentes proyectos que, en conjunto persiguen los objetivos del programa.

1.3 Objetivos de un proyecto

Independientemente de sus fines concretos, un proyecto tiene unos objetivos básicos que se dan en todos ellos y que deben cumplirse para poder afirmar que se ha concluido con éxito:

- **Resultado:** Es el objetivo más importante y significativo, ya que supone que es el origen del proyecto, pero no puede realizarse a cualquier precio ni con un plazo muy dilatado.
- **Coste:** Generalmente está definido previamente y es una condición cuyo cumplimiento siempre se exige, a no ser que se cambien las condiciones de partida.
- **Plazo:** Aunque a veces no se valora, es un objetivo ineludible, ya que muchas veces afecta al presupuesto. Como normalmente es el objetivo que menos se cumple, se convierte en la mejor medida de la calidad del proyecto.

Obsérvese que en un proyecto están involucrados aspectos de diferente índole, que surgen de la convergencia de los objetivos, de los recursos disponibles, de las restricciones y del entorno donde se lleve a cabo. Así, además de las dimensiones técnica y económica, involucradas en los respectivos objetivos de alcanzar el resultado a un coste determinado, cabe la posibilidad de considerar una **dimensión comercial** derivada en la posibilidad de reutilizar para otros proyectos la experiencia obtenida en el actual, y la **dimensión estratégica**, es decir, la adquisición de tecnologías, experiencias y saber hacer (“know-how”) que perduren el mayor tiempo posible.

1.4 Fases de un proyecto

La gestión (o gerencia) de proyectos trata de organizar las actividades necesarias y administrar los recursos disponibles para desarrollar el proyecto de tal forma que se puedan alcanzar los objetivos definidos. Un proyecto se desarrolla en varias fases o etapas que se suceden y se relacionan entre sí constituyendo el llamado “ciclo de proyecto” (**Figura 1.1**). La naturaleza cíclica se justifica puesto que se parte de una realidad existente y se llega a la misma realidad, pero transformada según los objetivos fijados.

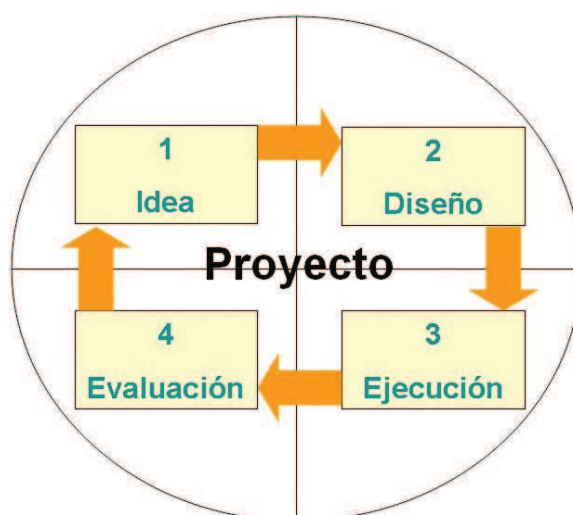


Figura 1.1: Ciclo de proyecto.

Aunque la acotación de cada una de las etapas depende del alcance del proyecto, se pueden establecer, a grandes rasgos, las siguientes:

- **Concepción o identificación de la idea:** Se elabora a partir de la información existente y la experiencia previa para la identificación de un problema, el aprovechamiento de una oportunidad o la satisfacción de una necesidad.
- **Anteproyecto:** Se profundiza en el análisis del mercado, se detalla la tecnología que se empleará, así como el tamaño y la localización, se realiza un análisis económico y a continuación una evaluación económica, que será la base en que se apoyará un inversor para tomar una decisión sobre la realización final del proyecto.
- **Proyecto definitivo:** Contiene básicamente toda la información del anteproyecto, pero con muchísimo mayor detalle, tal que permita la ejecución sin posteriores aclaraciones. Debe contener el diseño de las soluciones técnicas, planos de detalle, especificaciones concretas, programa temporal de ejecución y presupuesto detallado.
- **Ejecución, operación y evaluación retrospectiva:** La ejecución supone el punto culminante del proyecto, al plasmarse en la realidad lo que hasta ese momento sólo se encontraba en el ámbito documental. Será necesario gestionar la compra de equipos y materiales necesarios así como la contratación de obra civil o instalaciones completas, en su caso. La puesta en marcha antecede a la puesta en operación definitiva del proyecto ejecutado. Finalmente se evalúan los resultados obtenidos, analizando el grado de desviación entre lo conseguido y lo planteado inicialmente. Se genera una información esencial para acometer futuros proyectos.

1.5 Partes implicadas en un proyecto

Las partes implicadas, involucradas o interesadas en un proyecto (*“stakeholders”* = poseedores de la apuesta) son todas aquellas personas o entidades afectadas o concernidas por las actividades de un proyecto, ya sea de forma positiva o negativa. En general, pueden ser internas o externas a propio proyecto, tal como muestra el ejemplo de la **Figura 1.2**. Si bene la identificación de cada una de estas partes no siempre es sencilla, cabe mencionar algunas de ellas:



Figura 1.2: Partes implicadas en un proyecto.

- **Promotor:** Es el empresario de un proyecto, que constituye la plataforma de despegue mediante su formulación y evaluación, seleccionando el equipo que va a formular el proyecto.
- **Gestor:** Es la persona física o jurídica responsable de formular el proyecto y plasmar sus requerimientos técnicos; bajo este concepto se puede englobar al autor o autores del proyecto, al director del proyecto (en la fase de desarrollo) y al director de obra (en la fase de ejecución), que generalmente recibe el nombre de “director facultativo” y se constituye en árbitro entre el propietario (promotor o cliente) y el contratista.
- **Contratista:** Es la empresa ejecutora del proyecto; debe ser capaz de interpretar el proyecto definitivo con las condiciones del promotor, para realizar las inversiones presupuestadas y hacer realidad del proyecto.
- **Cliente y usuario:** Individuos u organizaciones que utilizarán el producto o servicio del proyecto; aunque a veces se consideran sinónimos, generalmente se denomina “cliente” a la entidad que compra el proyecto y “usuario” a aquél que utilizará directamente el producto o servicio de proyecto.

1.6 La teoría clásica de proyectos

En concepto tradicional de proyecto puede definirse legalmente en España a partir del 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.”

Se trata de un concepto antiguo de proyecto, centrado exclusivamente en los aspectos documentales, que desconoce la complejidad de los proyectos actuales, la necesidad de establecer una organización adecuada y la importancia de que el proyecto cumpla lo más exactamente posible el cometido para el que está destinado y ello dentro del plazo y coste estimados.

De hecho, el mismo decreto mencionado dice:

“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.”

Lo que parece dar a entender que un anteproyecto sólo es un proyecto poco estudiado y en el que apenas se ha profundizado, cuando en la actualidad se trata de fijar las grandes líneas y las soluciones básicas a los principales problemas y la evaluación económica que puede decidir la inversión.

Por otra parte, respecto a las implicaciones legales de la firma de proyectos, no todo profesional puede actuar en cualquier campo como proyectista. Cada titulado tiene su ámbito de competencias, que no siempre están totalmente definidas, siendo frecuentes los roces entre profesionales de distinta titulación y parecidas competencias. Existen diversas implicaciones profesionales y legales, eminentemente personales que chocan abruptamente con la realidad actual de la existencia de empresas de proyectos en las que trabajan los mencionados profesionales que están sometidos a normativas diferentes, mientras que sus empleados han de seguir soportando responsabilidades personales totalmente en contradicción con el concepto jurídico de las sociedades anónimas.

Es por todo ello por lo que en lo que sigue se obviará el enfoque clásico y se considerará un proyecto como un sistema, y a efectos de nivel de aplicación y conocimientos se estudiará sólo hasta la fase de **anteproyecto**.

BIBLIOGRAFÍA

- **De Cos, M.;** *“Teoría general del proyecto. Volumen I: Dirección de proyectos”*, Editorial Síntesis, Madrid (2007).
- **Domingo, A.;** *“Dirección y gestión de proyectos. Un enfoque práctico”*, 2ª ed., RA-MA Editorial, Madrid (2005).
- **Nieto, A.M., Luna, M. y Tomás, L.M.;** *“Proyectos en ingeniería”*, ICE-Universidad de Murcia, Murcia (2000).
- **Sapag, N. y Sapag, R.;** *“Preparación y evaluación de proyectos”*, 4ª ed. McGraw-Hill Interamericana, Santiago de Chile (2000).

TEMA 2:

VIABILIDAD COMERCIAL Y TÉCNICA

El primer paso del análisis de viabilidad de un proyecto es el estudio del mercado en el que se desee participar. Una vez elegida la tecnología que se utilizará en la producción, será necesario determinar el tamaño y la localización del proyecto, parámetros todos ellos relacionados entre sí.

CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

Conceptos básicos sobre proyectos

ÍNDICE

2.1 El mercado

2.2 La tecnología

2.3 El tamaño

2.4 La localización

2.1 El mercado

Se entiende por “mercado” el área en que confluyen la oferta y la demanda para realizar transacciones de bienes y servicios a determinados precios. El conocimiento del mercado supondrá conocer los requisitos del bien de acuerdo con las preferencias de los consumidores, la capacidad de comercialización según las posibilidades y la competencia, y la forma de acercar el bien al consumidor. Los estudios de mercado generalmente siguen la siguiente estructura:

- **Recopilación de información:** Debe conocerse cuál es la información existente, proveniente de fuentes primarias (investigación de campo por medio de encuestas) o de fuentes secundarias (toda la información escrita sobre el tema, bien de la propia empresa, bien de dominio público). Dicha información comprenderá las especificaciones del bien, sus costes y precios, su forma de comercialización y los posibles productos o servicios alternativos. El análisis de esta información permitirá obtener coeficientes de cálculo para el análisis de la demanda y establecer hipótesis sobre precios y condiciones del mercado.
- **Análisis de la demanda:** Se entiende por demanda la cantidad de bienes y servicios que requiere el mercado para satisfacer una necesidad a un precio determinado. La demanda es función de una serie de factores, como son la necesidad real de bien, su precio, el nivel de ingresos de la población, la alteración de sus preferencias o las innovaciones técnicas que puedan producir bienes sustitutivos. No menos importante es poder proyectar la demanda futura, para lo que se utilizan coeficientes técnicos, modelos econométricos u otras técnicas estadísticas.
- **Análisis de la oferta:** Se entiende por oferta la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de productores está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado. Los datos imprescindibles para hacer un mejor análisis de la oferta incluyen el número de productores, su localización, la capacidad instalada, la calidad y el precio de los bienes y los posibles planes de expansión.

- **Análisis de los precios:** Se entiende por precio la cantidad monetaria a la que se intercambia (vende y compra) un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio. La determinación del precio de un bien es muy compleja, aunque la base de todo precio es el coste de producción más una ganancia. La estimación de esta ganancia es la que conlleva una serie de consideraciones estratégicas basadas en la demanda potencial del bien, las condiciones económicas del entorno, la reacción de la competencia, la existencia de intermediarios o el control de precios de un gobierno, entre otras.
- **Análisis de la comercialización:** Se entiende por comercialización la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio a un consumidor, en el tiempo y lugar adecuados. La comercialización no es la simple transferencia de un bien hasta las manos de su usuario, sino la eficiencia en el proceso que le da a aquél la satisfacción esperada. La existencia de intermediarios es, pues, uno de los males necesarios que es imprescindible conocer en los estudios de mercado, pues puede influir de forma muy importante en el precio final.

En definitiva, una vez realizado un correcto estudio de mercado, se deberá estar en condiciones de establecer las especificaciones comerciales del producto, la capacidad máxima de la planta y el rango de precios del bien o servicio.

2.2 La tecnología

La selección de la tecnología aplicable es uno de los aspectos claves en la viabilidad de un proyecto. No sólo hay que tener en cuenta los costes, tanto de la adquisición de la propia tecnología como de los futuros costes de producción, sino su grado de madurez y posible obsolescencia, así como el desarrollo de tecnología competitiva de próxima o posible aparición.

Como ha de definirse la tecnología requerida, se debe evaluar variantes tecnológicas y se debe seleccionar la más apropiada, cuyo origen puede ser propio, de dominio público o por adquisición a terceros. Respecto a este último caso, es importante aclarar algunos conceptos básicos sobre transferencia de tecnología:

- **Patente:** Privilegio legal que conceden los gobiernos a los inventores, con la finalidad de prohibir a cualquier otra persona fabricar, utilizar o vender el producto, procedimiento o método patentado.
- **Licencia:** Derecho que el propietario de la patente concede a una o varias personas de explotar en uno o varios países, la totalidad o parte de la patente.
- **Know-how:** Conocimientos técnicos del licenciante no incluidos en la patente y que resultan necesarios para proceder a una adecuada explotación de la invención.

En todos los casos, el uso de una u otra tecnología supone para el proyecto fijar parámetros importantes para su rentabilidad futura como la capacidad de producción, calidad del producto y costes de producción.

2.3 El tamaño

El tamaño de un proyecto es su capacidad instalada. Muchos son los factores que influyen en la determinación de este parámetro, aunque su límite superior es la demanda insatisfecha que se va a cubrir y su límite inferior es el mínimo de producción ligado al proceso tecnológico. En la práctica, determinar el tamaño de un proyecto consiste en relacionar los diversos factores de los que depende, que se enumeran a continuación.

- **La demanda:** Es uno de los factores más importantes del tamaño, que tendrá que ser inferior a aquella.
- **La tecnología:** Muchos procesos exigen una escala mínima para ser aplicables, ya que por debajo de ciertos niveles, los costes serían tan elevados que no se justificaría el proceso. Las relaciones entre el tamaño y la tecnología influirán a su vez en las inversiones y el coste de producción.
- **Los suministros:** Es otro factor crucial en la determinación del tamaño, ya que podrían no estar disponibles en la cantidad y calidad deseada. La disponibilidad de los suministros se relaciona a su vez con la localización del proyecto, que se estudiará más adelante.

- **La financiación:** Si los recursos financieros son insuficientes para atender las necesidades de inversión de la planta de tamaño mínimo, la realización del proyecto es imposible. Si los recursos económicos permiten escoger entre varios tamaños, la prudencia aconsejará aquél que se financie con mayor seguridad. Si existe flexibilidad en los equipos, es posible considerar la implantación del proyecto por etapas, aumentando el tamaño con el tiempo.

En definitiva, la decisión final sobre el tamaño más adecuado suele surgir del análisis de distintas alternativas; si alguna de ellas ofrece los mejores resultados económicos, no habrá duda sobre su elección. En otro caso será necesario decidir otro orden de prioridades.

2.4 La localización

La localización más adecuada será aquélla que, al igual que en el caso del tamaño, conduzca a los mejores resultados económicos. No obstante, no se trata de un problema puramente económico, ya que pueden influir de forma decisiva factores técnicos, legales o sociales, entre otros.

En teoría, las alternativas de localización de un proyecto son infinitas. En la práctica, las restricciones propias del proyecto descartan muchas de ellas. La selección previa de una macrolocalización (a veces llamada “ubicación”) permitirá descartar sectores geográficos que no responden a las condiciones requeridas. El análisis de la microlocalización (a veces llamada “emplazamiento”) indicará cuál es la mejor alternativa de instalación dentro de la ubicación elegida.

De forma general, los factores que normalmente en la decisión de la ubicación (macro) de un proyecto se enumeran a continuación:

- **Políticas oficiales:** Restricciones e incentivos.
- **Factores propios del proyecto:** Proximidad a materias primas y a centros de consumo.
- **Condiciones locales de infraestructura:** Energía, transportes, agua, comunicaciones, vivienda.

- **Condiciones locales socioeconómicas:** Eliminación de residuos, disponibilidad de mano de obra, servicios de construcción y mantenimiento, reglamentaciones legales y fiscales, condiciones climáticas.

Una vez tomada la decisión sobre el área geográfica, se deberá definir el emplazamiento (micro) concreto, para lo cual se consideran principalmente los siguientes factores:

- **Coste de los terrenos.**
- **Preparación y acondicionamiento del suelo.**
- **Condiciones locales:** Infraestructurales y socioeconómicas, ya mencionadas.

Seleccionar la localización de un proyecto se ha vuelto más complejo con la globalización de mercados, que ha producido grandes cambios a nivel mundial como mejores comunicaciones internacionales, transportes más rápidos y fiables, mayores facilidades de movimiento de capitales entre países y elevadas diferencias en los costes de la mano de obra. Además de la globalización existen otros factores que pueden afectar a la decisión de localización. Entre ellos está la productividad de la mano de obra, el comercio exterior y las actividades cambiantes frente a la industrial, empleo, legislación (urbanística, contaminación, impuestos), etc.

Los grandes proyectos siguen siendo ampliamente dependientes de factores clásicos ligados a la producción, como la accesibilidad a las materias primas, la proximidad a redes de transporte y la disponibilidad de mano de obra.

Los proyectos medianos han sufrido una transición a formas de producción estandarizada (automatización e informatización), lo que tiene su reflejo en los factores de localización, que en este caso son, en orden de importancia, el precio del suelo, preferiblemente ya construido, accesibilidad, infraestructuras adecuadas y mano de obra adecuada.

En contraste a lo expuesto, en el caso de actividades emergentes, con mayor componente tecnológica, se constata que tienen menor importancia los factores tradicionales ligados al transporte y más los relacionados con la accesibilidad y la comunicación, como la proximidad a centros científicos, tecnológicos y de investigación, un entorno con alta calidad de vida y facilidades financieras y fiscales.

En definitiva, el proceso de toma de decisión mediante el cual se elige la localización específica de un proyecto, implica el estudio y análisis sistemático de un gran número de factores. La insuficiencia en la definición y valoración de los mismos impedirá una decisión fiable.

BIBLIOGRAFÍA

- **Baca, G.**; *“Evaluación de proyectos”*, 5ª ed., McGraw-Hill Interamericana, México (2006).
- **De Cos, M.**; *“Teoría general del proyecto. Volumen II: Ingeniería de proyectos”*, Ed. Síntesis, Madrid (2007).
- **Nieto, A.M., Luna, M. y Tomás, L.M.**; *“Proyectos en ingeniería”*, ICE-Universidad de Murcia, Murcia (2000).
- **Sapag, N. y Sapag, R.**; *“Preparación y evaluación de proyectos”*, 4ª ed. McGraw-Hill Interamericana, Santiago de Chile (2000).

TEMA 3:

ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realiza el análisis económico de una inversión industrial, que permite planificar el uso de los recursos de una empresa considerando las diferentes variables económicas implicadas. Ambos aspectos permitirán ofrecer una perspectiva aproximada de lo que representa la realidad de la industria química.

CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

Unidades, ecuaciones de conservación.

ÍNDICE

3.1 Las variables económicas

3.2 El capital

3.3 Las ventas

3.4 Los costes

3.5 Los impuestos

3.6 Los beneficios y la rentabilidad

3.1 Las variables económicas

El análisis económico es el aspecto principal de la evaluación de una inversión que involucra unos gastos actuales con la expectativa de generar unos beneficios futuros. Su objetivo es el de obtener la información precisa para realizar la mejor inversión posible, considerando asimismo los aspectos técnicos del proyecto. Todo ello es necesario con el fin de planificar el uso a largo plazo de los recursos de una empresa (generalmente valiosos y escasos) y así asegurar su prosperidad, continuidad o, incluso, su supervivencia.

Una empresa es una 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 y con objeto de obtener el máximo beneficio posible. Si se establece el modelo simplificado que se muestra en la **Figura 3.1**, la aplicación de la ecuación general de conservación:

$$E + G = S + A \quad [3.1]$$

puede traducirse según las siguientes variables económicas:

- E: Capital + Ventas
- G: 0
- S: Costes + Impuestos
- A: Beneficios



Figura 3.1: Sistema económico simplificado.

con lo que podrá ponerse:

$$\textit{Beneficios} = (\textit{Capital} + \textit{Ventas}) - (\textit{Costes} + \textit{Impuestos}) \quad [3.2]$$

Esta expresión no es absolutamente consistente, debido a que no todo el capital representa un flujo (unidades monetarias en la unidad de tiempo, por ejemplo, €/año) mientras que el resto de las variables económicas sí lo son. Por ello, en la mayoría de los casos no se considera el capital directamente en la ecuación, reformulando, en principio, los beneficios como “**beneficios brutos**”:

$$\textit{Beneficios brutos} = \textit{Ventas} - \textit{Costes} \quad [3.3]$$

Este término de beneficios brutos, posteriormente se refina en función de partidas específicas de otras variables (costes e impuestos) para calcular efectivamente el beneficio, objetivo final de toda empresa.

3.2 El capital

El capital es el 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. En general, 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. Este capital se pierde paulatinamente por el desgaste natural debido al uso de los elementos en que está materializado. Por esa razón es necesario establecer una previsión con objeto de compensar la progresiva minusvalía del capital inmovilizado, lo que resulta en un coste, denominado “amortización”, que se estudiará más adelante. En todo caso será necesario indicar que una de las características principales del capital inmovilizado es la de ser amortizable.

Las partidas detalladas que constituyen el capital inmovilizado se muestran en la siguiente tabla:

Partidas del capital inmovilizado (I)	
1. Maquinaria y aparatos.	7. Terrenos y edificios.
2. Gastos de instalación de la partida 1.	8. Instalaciones auxiliares (agua, luz, vapor, etc.).
3. Tubería y válvulas.	9. Honorarios de proyecto y dirección de montaje.
4. Instrumentos de medición y control.	10. Contrata de obras.
5. Aislamientos caloríficos.	11. Gastos imprevistos.
6. Instalación eléctrica (fuerza).	

Existen diversos métodos para estimar el capital inmovilizado, cuya precisión depende mucho de la disponibilidad de datos básicos, pero cuya utilidad reside en proporcionar con cierta facilidad el orden de magnitud. Evidentemente, si se desea una mayor exactitud, será necesario acudir a las propias casas suministradoras en demanda de presupuestos firmes.

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 capital para la compra de materias primas y auxiliares o para el pago de nóminas, de cuyo importe no se puede resarcir la empresa hasta que el ciclo de fabricación no esté concluido, vendido el producto y cobrado su importe. Por su naturaleza se comprende que 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).

Las partidas detalladas que constituyen el capital circulante se muestran en la siguiente tabla.

Partidas del capital circulante (C)	
Realizable	Disponible
1. Valor de las materias primas y auxiliares en existencia.	6. Existencias en caja.
2. Valor de los productos en ciclo de fabricación.	7. Depósitos en bancos.
3. Valor de los productos terminados existentes en almacén.	8. Depósitos de valores
4 Valor de los productos vendidos pendientes de cobro.	
5. Repuestos de maquinaria existentes en almacén.	

La estimación del capital circulante puede hacerse, o bien de forma global, considerándolo entre 10 y 30% del capital inmovilizado, o bien mediante expresiones empíricas que tienen en cuenta tanto los costes de fabricación como los de venta de la unidad de producto.

Finalmente es necesario mencionar que 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 ellos figuran el **activo**, que agrupa y enumera los bienes capitales que constituyen el patrimonio de la empresa, traduciendo en cifras su actividad productora, y 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, **S**, 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**, es decir, 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 su valor, 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. Así pues, el precio modifica en sentido contrario los deseos de comprar y de vender, medidos por la cantidad de mercancía que es objeto de transacción. De ahí que, 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. Esta afirmación es una forma de enunciar la **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 y 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 y así se obtiene el precio al que, en principio, podría ofertarse la mercancía al mercado.

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

$$S = s \cdot Q \quad [3.4]$$

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 cualquier caso, en la actualidad generalmente es necesario fabricar más cantidad, mejor calidad y más barato para obtener mayores ingresos. Esto se logra,

principalmente, produciendo a gran escala, obteniéndose la economía de producción denominada “**economía de escala**”.

3.4 Los costes

Se denomina coste, **C**, al valor, expresado en dinero, de los bienes y prestaciones consumidos para lograr el objetivo de la empresa, que es la producción. Según esta definición, 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. En definitiva, 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:

$$C = c \cdot Q \quad [3.5]$$

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**)

Los **costes de fabricación** son aquellos costes imputables al ciclo industrial; las partidas detalladas que los constituyen se muestran en la siguiente tabla.

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

Las partidas de costes directos de fabricación 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 y las restantes como fracciones del inmovilizado.

Una de las partidas más importantes de los costes de fabricación (de hecho, en muchas ocasiones se estudia como partida independiente de los costes) es la **amortización**. Esta partida 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) y, muchas veces, la obsolescencia (envejecimiento tecnológico), la menor demanda del producto (envejecimiento económico) o 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. Es decir, 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. Por tanto, 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:

$$AmortFisc \left[\frac{€}{año} \right] = \frac{I - S_a}{n} \left[\frac{€}{año} \right] = d \left[\frac{1}{año} \right] \cdot (I - S_a) [€] \quad [3.6]$$

siendo $d = 1/n$ la llamada “tasa de amortización”, que los gobiernos publican con cierta periodicidad. Obsérvese que 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 lo fuera, se simplificaría el cálculo.

Cuando la amortización no se considera en las partidas de costes, se realiza la provisión de fondos para ese fin retirando la cantidad correspondiente de los beneficios antes de impuestos para constituir un fondo de amortización. En cualquier caso, existen diferentes métodos para su cálculo, siendo el más aceptado para la estimación, por su sencillez, el criterio de reparto constante (amortización uniforme o lineal), mediante el cual el coste de amortización por ejercicio se valora mediante el cociente entre la cantidad a amortizar y el número de ejercicios que pervivirá lo amortizado.

Los **costes de gestión** son aquellos costes imputables a la administración y a las ventas; las partidas detalladas que los constituyen se muestran en la siguiente tabla.

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.

3.5 Los impuestos

Los impuestos son los tributos (cargas, gravámenes) que un estado exige sin contraprestación directa alguna. El hecho imponible (presupuesto del tributo) está constituido por los actos, negocios o hechos de naturaleza económica o jurídica que ponen de manifiesto la capacidad del sujeto pasivo (persona física o jurídica que, según la ley, está obligada a la prestación tributaria), como consecuencia de la posesión de un patrimonio, la circulación de los bienes o la adquisición o gastos de las rentas.

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; el hecho imponible lo constituye la renta imputada a la explotación, a los elementos patrimoniales no afectos a la misma y a los incrementos del patrimonio.

- **Impuesto sobre las rentas del capital:** Tributo aplicable a los beneficios repartidos por la empresa (dividendos), que ésta retiene, pero es el accionista el sujeto pasivo de este tributo 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.

La importante dinámica actual de los sistemas tributarios hace que el concepto impositivo en el análisis económico tenga que considerarse fuera del entorno meramente tecnológico, por lo que ha de ser abordado por especialistas en el campo tributario.

Los impuestos se aplican sobre los beneficios brutos de la empresa. Debido a la complejidad actual de los sistemas tributarios, generalmente se evaluación ha de ser abordada por especialistas en el campo tributario, pero de forma general puede estimarse aplicando la tasa legal (t), que generalmente oscila alrededor del 35% anual, a los beneficios brutos:

$$\text{Impuestos} \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] = \text{BenefBrut} \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] \cdot t \left[\frac{\text{€}}{100 \text{ €}} \right] \quad [3.7]$$

3.6 Los beneficios y la rentabilidad

Como ya se ha considerado, 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 y, evidentemente, cuanto mayor es su valor, mejor es el rendimiento económico. A pesar de que el valor de esta variable se puede calcular con facilidad y refleja el funcionamiento en el tiempo de la empresa, 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:

$$R = S - C = (s - c) \cdot Q \quad [3.8]$$

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

$$Cash\ Flow \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] = BenefBrut \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] - Impuestos \left[\frac{\text{€}}{\text{año}} \right] \quad [3.9]$$

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

$$CF = R - R \cdot t \quad [3.10]$$

donde **R·t** son los impuestos, como se ha visto.

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

$$CF = R' - (R' - d \cdot I) \cdot t \quad [3.11]$$

siendo ahora **R'** los beneficios brutos sin la amortización fiscal y **d·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**. Aunque en su forma más simple representa la relación entre el beneficio y el capital invertido, se han ideado varias expresiones para medir la rentabilidad. Ello es debido, tanto a los diferentes puntos de vista desde los que cabe enfocar el problema, como a 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:

$$i_R = \frac{\text{beneficios medios}}{\text{capital medio}} \cdot 100 \quad [3.12]$$

BIBLIOGRAFÍA

- **Costa, J. y otros;** *“Curso de Ingeniería Química”*, Ed. Reverté, Barcelona (2000).
- **Jarabo, F.;** *“Desarrollo de proyectos químico-industriales (Apuntes de Química Industrial)”* Dpto. de Química Técnica, Universidad de La Laguna, La Laguna (1982).
- **Vian, A.;** *“El pronóstico económico en Química Industrial”*, 4ª ed., EUDEMA, Madrid (1991).

TEMA 4:

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para analizar la inversión económica de un proyecto es necesario evaluar los costes del capital y los costes de operación, para los que se ofrecen diversos métodos. Asimismo se establecerán criterios de rentabilidad, los más utilizados de los cuáles son el VAN y el TIR.

CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

Variables económicas, análisis económico.

ÍNDICE

4.1 Componentes de la evaluación económica

4.2 Estimación de costes: conceptos y tipos

4.2.1 Índices de costes

4.3 Estimación de los costes de capital

4.4 Estimación de los costes de operación

4.5 Estimación de la rentabilidad

Apéndice 1

Apéndice 2

Apéndice

Apéndice 4

Apéndice 5

Apéndice 6

Apéndice 7

Apéndice 8

4.1 Componentes de la evaluación económica

Según los conceptos económicos ya estudiados, la inversión que un proyecto va a suponer es uno de los aspectos más importantes que se ha de establecer. En la práctica esto se traduce en la necesidad de realizar un presupuesto de inversión que sea el resultado de la evaluación de los denominados “costes del capital”. Además, el funcionamiento para la producción del bien deseado lleva aparejado un presupuesto de explotación, cuya evaluación está constituida por los denominados “costes de operación”.

La relación de estos costes, que es necesario estimar, 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”, haciendo necesario incorporar conceptos como financiación o amortización, sin olvidar los impuestos.

4.2 Estimación de costes: conceptos y tipos

Se entiende como estimación de costes la 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:** Es un método rápido basado en datos anteriores para tipos de proyectos similares que se utiliza para el estudio de rentabilidad. Su error oscila entre +50% y -30%.
- **Cálculo preliminar:** Su principal propósito es establecer un primer presupuesto que permita la captación de fondos (con ayuda de un anteproyecto) y requiere información más detallada sobre las partes principales del proyecto. Su error oscila entre +30% y -15%.
- **Cálculo detallado:** Se realiza sólo para proyectos casi finalizados, conocida la ingeniería de detalle. Su error oscila 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. Por tanto, con objeto de 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:

- Chemical Engineering (CE) Plant Cost Index (**Apéndice 1**).
- Marshall and Swift (M&S) Installed Equipment Cost Index (**Apéndice 2**).
- Índice de Precios Industriales, IPRI, del Instituto Nacional de Estadística, INE (**Apéndice 3**).
- Índice de Precios al Consumo, IPC, de Instituto Nacional de Estadística, INE (**Apéndice 4**)

Obsérvese que 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). Por otra parte, el uso de un índice concreto proporciona resultados diferentes a los proporcionados por el uso de un índice diferente.

4.3 Estimación de los costes de capital

El capital que es necesario invertir en un proyecto es principalmente capital inmovilizado, es decir, el coste total de la compra, transporte e instalación de los equipos de proceso. Ante la escasez de datos en las primeras etapas del proyecto,

generalmente se hace la estimación de los costes del inmovilizado mediante métodos rápidos de tipo general o factorial, algunos de los cuáles se citan a continuación.

- **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 (**Apéndice 5**) y equipos individuales (**Apéndice 6**) y que suele oscilar entre 0,45 y 0,75 (muy frecuentemente se utiliza el valor 0,6).

- **Método de Peters y Timmerhaus:** Método de **tipo factorial**, basado en la clasificación de 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 (Apéndice 7)**, 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.

Obsérvese finalmente que 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.

1.1 Estimación de los costes de operación

La mejor fuente de información para estimar los costes de operación son los datos obtenidos de proyectos similares, por lo que muchas empresas disponen de amplios archivos sobre sus operaciones con el fin de realizar estimaciones lo más fiables posibles. 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 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; se obtienen así los valores de la tabla del **Apéndice 8**, que agrupa 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.

En la tabla mencionada se muestran los valores relativos a cada una de las partidas que se suelen utilizar para su estimación.

1.2 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. El disponer de una medida de la rentabilidad permitirá tomar la decisión de invertir y elaborar una lista ordenada de alternativas de inversión.

Bajo el punto de vista cualitativo, 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. En la **Figura 4.1** se muestra el efecto del tiempo sobre el flujo de caja.

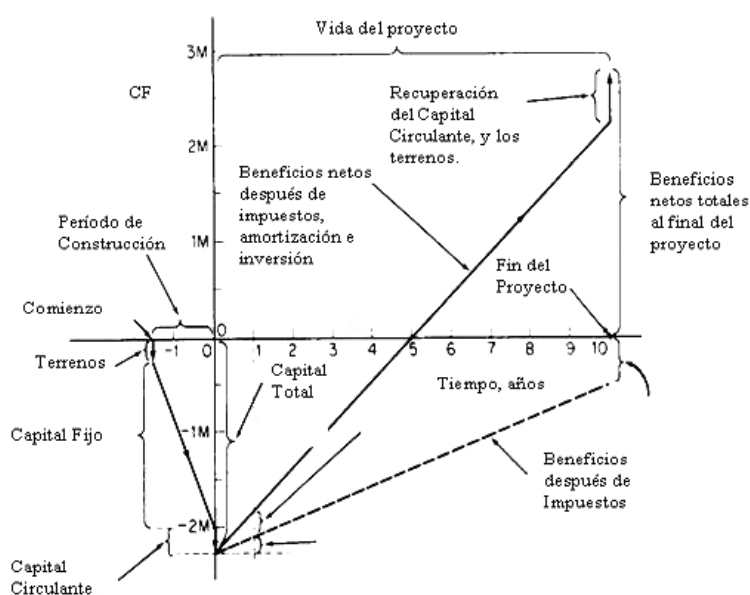


Figura 4.1: Efecto del tiempo sobre el flujo de caja.

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; es un método dinámico por contemplar el valor temporal del dinero, siendo uno de los más ampliamente utilizados para comparar distintas alternativas. 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 reside en establecer el valor de **i**, tasa 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; es un método dinámico por contemplar el valor temporal del dinero,

siendo también muy utilizado para comparar alternativas, al no ser necesario suponer la tasa de interés. Se obtiene mediante la expresión:

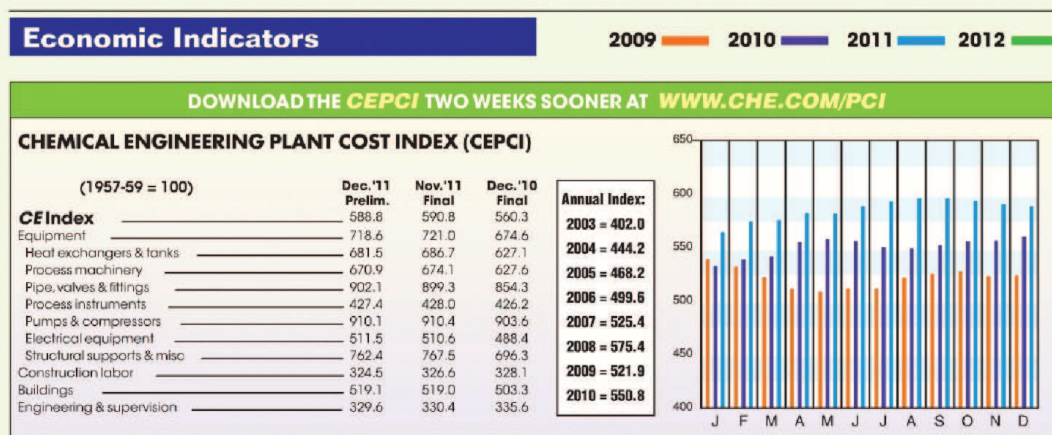
$$\sum_{k=1}^n \frac{CF \text{ [€]}}{(1 + TIR)^k} = 0 \quad [4.6]$$

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 alores negativos en las etapas de tanteo.

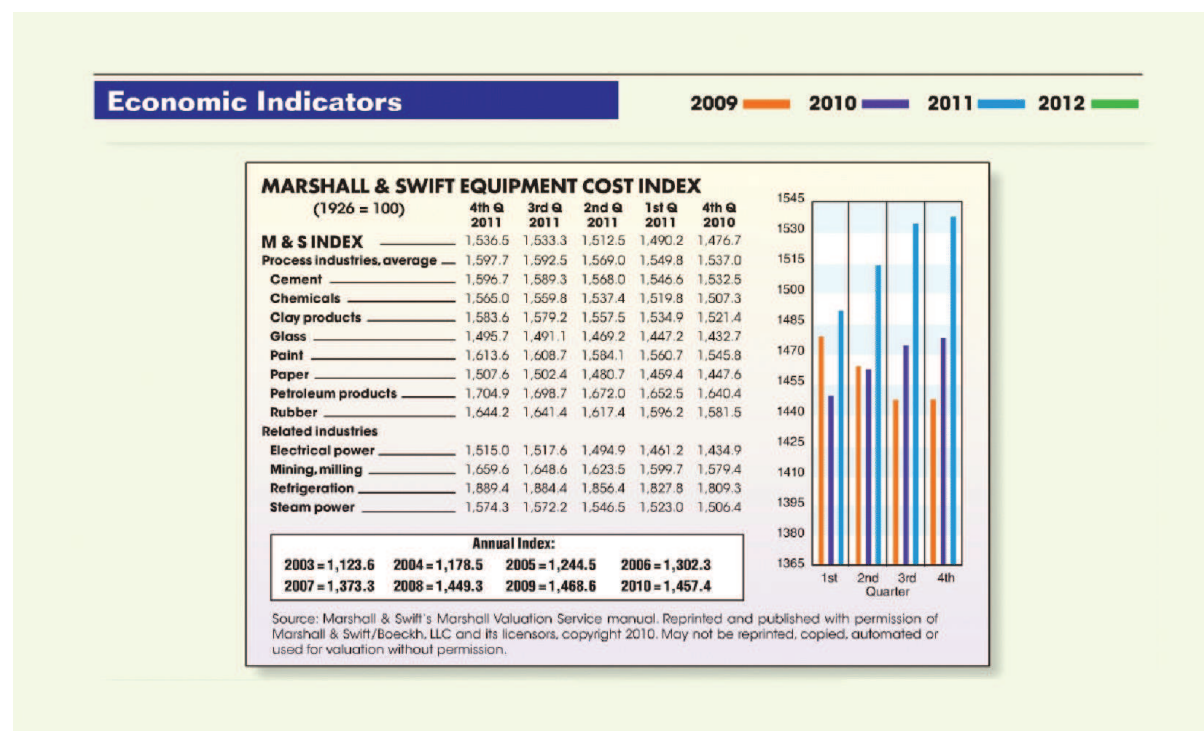
BIBLIOGRAFÍA

- **Costa, J. y otros;** *“Curso de Ingeniería Química”*, Ed. Reverté, Barcelona (2000).
- **Domingo, A.M.;** *“Diseño de equipos e instalaciones (Apuntes)”*, Dpto. De Ingeniería Química y Textil, Universidad de Salamanca, Salamanca (2006).
- **Jarabo, F.;** *“Desarrollo de proyectos químico-industriales (Apuntes de Química Industrial)”*, Dpto. de Química Técnica, Universidad de La Laguna, La Laguna (1982).
- **Peters, M.S y Timmerhaus, K.D.;** *“Plant design and economics for chemical engineers”*, 4ª ed., McGraw-Hill, New York (1991).
- **Vian, A.;** *“El pronóstico económico en Química Industrial”*, 4ª ed., EUDEMA, Madrid (1991).
- Financial calculator: Cashflow discount: <http://www.discountingcashflow.com>
- VAN TIRCalcula el VAN y el TIR online: <http://www.vantir.com>

Apéndice 1



Apéndice 2



Apéndice 3

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

Apéndice 4

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

Apéndice 5

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	5,900,000	80		
Ammonia		500,000	47,000,000	94	0.70	
Ammonium phosphate		250,000	7,400,000	30	0.68	Fertilizer grade
Ammonium sulfate		140,000	3,500,000	27	0.68	
Carbon black		30,000	8,900,000	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	
Chlorine/caustic	Cl ₂ : NaOH	70,000	38,000,000		0.69	
Cyclohexane		100,000	2,200,000	24	0.70	Does not include hydrogen plant
Diphenylamine		10,000	7,100,000	710		
Ethanolamine		25,000	5,200,000	210		
Ethyl alcohol	From ethylene by direct hydration of ethyl sulfuric 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
37% 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		50,000	53,000,000	1100		
Melamine		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	6,600,000	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
Polyisoprene (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		
Toluene diisocyanate		12,500	22,000,000	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. Haselbarth, Updated investment costs for 60 types of chemical plants, *Chemical Engineering*, Dec. 4, 1967, p. 214.

Apéndice 6

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 sft ³ /min (sm 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 (91)	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)	sft 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)	sft ³ /min (m ³ /s)	7	10 ³ ·1,5 x 10 ⁵ (0,47-70,8)	0,66
	10 ⁴ (4,7)	ft ³ /min a 40 °C (m ³ /s)	77	10 ³ ·8 x 10 ⁴ (0,47-73,8)	0,39
Precipitador electrostático, FOB	2 x 10 ⁵ (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 ⁻²)	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 ⁻²)	0,43
Eyector, etapas múltiples, FOB, con condensador y tubos	10 (3,4x10 ⁻²)	[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, tornillo térmico, C/S, FOB, sin motor	100 (9,3)	ft (m ²)	33	10-400 (0,9-37)	0,78
Recipiente con camisa, fono 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	6 (152)	Diámetro nominal, en (mm)	0,0093	1-24 (25-610)	1,33
Instalado: \$/ft x 6 a 7					
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
Reactores con camisa, con mezclador, FOB	100 (0,38)	U.S. gal (m ³)	9,3	10-4.000 (0,04-15,1)	0,53
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)	$\left(\frac{\text{carga, lb/año}}{10^6}\right)^{0,65}$	3.300	300-30.000	1,00

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

Apéndice 7

COSTES DE CAPITAL

Concepto	Tanto por ciento valor del equipo		
	Planta de sólidos	Planta de sólidos/fluidos	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

Apéndice 8

EXHIBIT 7.5A

SHORTCUT METHOD, COST OF MANUFACTURE

1 *Labor-dependent items*

Operating labor:	$1.00 \times \text{operating labor}$
Fringe benefits:	$0.22 \times \text{operating labor}$
Supervision, clerical:	$0.18 \times \text{operating labor}$
Operating supplies:	$0.10 \times \text{operating labor}$
Laboratory:	$0.15 \times \text{operating labor}$

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

2 *DFC-dependent items*

Maintenance:	$0.06 \times \text{DFC/annum}$
Depreciation:	$0.10 \times \text{DFC/annum}$
Insurance:	$0.01 \times \text{DFC/annum}$
Local taxes:	$0.02 \times \text{DFC/annum}$
Factory expense:	$0.05 \times \text{DFC/annum}$

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

ADD

3 *Raw materials*4 *Utilities*5 *Royalties plus research*6 *Waste treatment*

TEMA 5:

ASPECTOS ORGANIZATIVOS.

CALIDAD

Se estudian los aspectos organizativos más relevantes en un proyecto. Por un lado, la planificación, que ordena las tareas en el tiempo y la programación, que impone un calendario concreto; se resumen las principales herramientas de programación. Por otro lado, la adecuada conjugación del tiempo, costes y recursos hace necesaria la administración del proyecto, es decir, su seguimiento, y su control, o lo que es lo mismo, la realización de las modificaciones pertinentes. Se define el concepto de calidad y se analiza su evolución en el tiempo, estableciendo para los planes de calidad de un proyecto tanto sus contenidos como la documentación necesaria.

CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

Conceptos generales sobre proyectos y su evaluación.

ÍNDICE

5.1 Planificación y programación

5.1.1 Programación clásica: diagrama de Gantt

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

5.2 Administración y control

5.2.1 Control de la programación

5.2.2 Control de costes

5.3 Calidad: evolución del concepto

5.3.1 Sistema de calidad (ISO 9000)

5.3.2 Planes de calidad

5.1 Planificación y programación

Si la evaluación económica de un proyecto es importante, no lo es menos el establecimiento del plazo para su ejecución. Las múltiples facetas de cada proyecto obligan, desde el comienzo del estudio, a identificar las diferentes actividades involucradas, a ordenarlas según su importancia y sus relaciones de dependencia, establecer las prioridades correspondientes y distribuir su ejecución en el tiempo. Todas estas tareas mencionadas constituyen la labor de planificación de un proyecto y se han mostrado indispensables para su correcta ejecución, seleccionando los medios apropiados para ello.

Si la planificación ordena las tareas en el tiempo, la programación fija fechas concretas para cada actividad, es decir, impone un calendario para lo que sólo era una ordenación secuencial lógica, es decir, la programación 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) que 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.

La **Figura 5.1** muestra un ejemplo de un diagrama de Gantt.

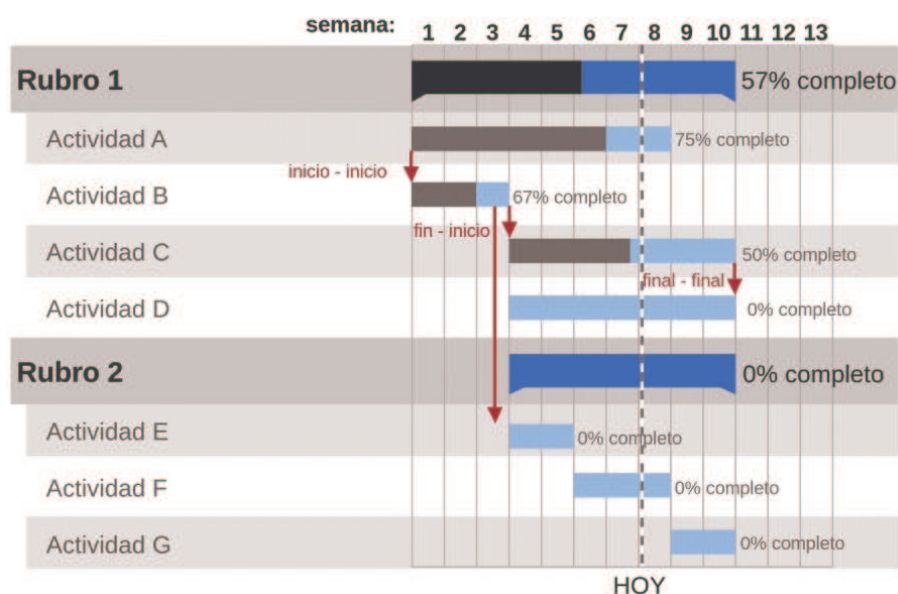


Figura 5.1: Diagrama de Gantt.

Las principales limitaciones de este método es que no permite la existencia de conexiones cruzadas, ni el conocimiento claro de la lógica utilizada en la planificación, ni el efecto de la aplicación de acciones correctoras. Apesar 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. La **Figura 5.2** muestra un ejemplo de un grafo CPM/PERT.

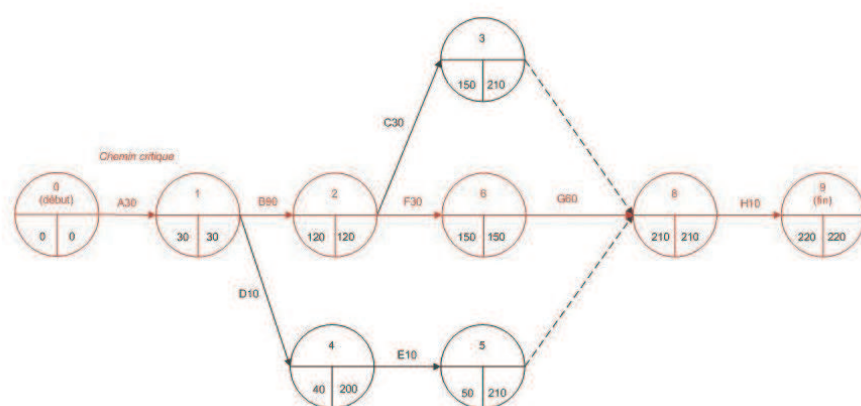


Figura 5.2: Grafo CPM/PERT.

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 del 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 la planificación y los costes estimados para las distintas actividades haciendo óptimo el uso de los recursos necesarios y fijando así el plazo del proyecto. La adecuada conjugación de los tres factores mencionados, tiempo, costes y recursos, hace necesaria la administración y control del proyecto para así alcanzar los objetivos establecidos. Como la administración implica un seguimiento, es decir, una comparación de los resultados reales con las hipótesis de trabajo, el resultado de esta comparación permitirá el control sobre la marcha del proyecto, es decir, las modificaciones pertinentes actuando sobre los mencionados factores.

La administración del proyecto supone utilizar las distintas alternativas recursos-costes (los recursos son fácilmente transformables en costes) de manera que se pueda conseguir la solución más económica dentro del plazo de ejecución establecido. Por su parte, 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, principalmente, 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”*.

Como resumen de las características más significativas de estos tres conceptos se muestra la siguiente tabla:

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)

CONTROL DE CALIDAD	GARANTÍA DE CALIDAD	CALIDAD TOTAL
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)

En la actualidad está generalmente aceptado que el éxito de cualquier empresa está directamente vinculado a la calidad del producto o servicio que ofrece. Por otro lado, 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.

En este entorno, la normativa de calidad a nivel internacional se ha desarrollado muy rápidamente, a la vez que se ha difundido ampliamente, 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. Asimismo es necesario 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, con la eficacia deseada, 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 lógicamente 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 para un proyecto 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 auditorías 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.

Es necesario resaltar que todo el proceso de aplicación del plan de calidad tiene una base fundamentalmente documental, por lo que la implantación de un sistema de

calidad genera documentos de todo tipo, los más importantes de los cuáles son los siguientes:

- **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 realizan las actividades, haciendo 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.

BIBLIOGRAFÍA

- **De Cos, M.;** *“Teoría general del proyecto. Volumen I: Dirección de proyectos”*, Editorial Síntesis, Madrid (2007).
- **Nieto, A.M., Luna, M. y Tomás, L.M.;** *“Proyectos en ingeniería”*, ICE-Universidad de Murcia, Murcia (2000).

TEMA 6:

DOCUMENTACIÓN: REDACCIÓN Y PRESENTACIÓN

Se analizan diferentes tipos de documentación en función del proyecto que se ha de desarrollar. Se contempla informes técnicos, como resultados de análisis o estudios, e informes de investigación, tanto en sus aspectos previos como posteriores (memoria). Finalmente se resume el significado de la documentación imprescindible que debe contener un proyecto oficial que ha de ser aprobado por la autoridad competente.

CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

Estudio de viabilidad, aspectos económicos, gestión.

ÍNDICE

6.1 Los documentos de un proyecto

6.2 Informes técnicos

6.3 Informes de investigación

6.3.1 Proyectos de investigación

6.3.2 Memoria de investigación

6.4 Proyectos oficiales

6.4.1 Memoria

6.4.2 Planos

6.4.3 Pliego de condiciones

6.4.4 Presupuesto (y mediciones)

6.5 Documentos derivados de la gestión

6.1 Los documentos de un proyecto

Durante la elaboración de un proyecto se genera una considerable cantidad de documentación que cumple, al menos 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, por lo que aquí se estudiarán los tres casos más representativos, intentando dar una visión lo más aproximada posible de su contenido, que siempre variará en cada caso concreto:

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

Por otro lado, teniendo en cuenta que un proyecto consta de una sucesión de actividades que exigen planificación, programación, administración y control, será

necesario también llevar a cabo un bosquejo de los documentos que han de elaborarse en función del desarrollo de esas actividades.

6.2 Informes técnicos

Un informe técnico es la exposición por escrito de las circunstancias observadas en el examen de una cuestión o asunto, con explicaciones detalladas que avalen los argumentos utilizados y la recomendación de actuaciones. Los temas a que se refiere pueden ser muy variadas; por su naturaleza es fundamental dotarlo de una estructura expositiva organizada, debiendo estar centrado con concisión y claridad en el objeto que trata. Se habrá de tener en cuenta el destinatario, para hacerlo fácilmente comprensible. 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.

Cabe destacar que 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. Es decir, 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 disminución de los mismos con el objetivo de obtener unas conclusiones y unas posibles recomendaciones para trabajos futuros.

6.3.1 Proyectos de investigación

A continuación se presenta un esquema general para la elaboración de un proyecto de investigación, teniendo en cuenta que dicho proyecto es el desarrollo de una idea, correctamente elaborada.

- **El problema:** Es necesario conocer en primer lugar lo que se va a investigar. Por tanto, debe darse un **título descriptivo del proyecto** claro, preciso y completo. La **formulación del problema** consiste en estructurar adecuadamente el proceso y, por tanto, redactar los **objetivos de la investigación** que se

puedan evaluar, verificar o refutar. Los motivos que llevan al desarrollo del proyecto se indican en la **justificación**, que ha de ser complementada por sus **limitaciones** de espacio, tiempo y financiación.

- **El marco de referencia:** Es importante señalar la relación entre los **fundamentos teóricos**, donde se definirán los conceptos fundamentales sobre los que se basa la investigación, y la realidad o entorno. También es imprescindible obtener los **antecedentes del tema** o investigaciones ya realizadas que se relacionan con la planteada. Con el fin de explicar 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:** Consiste en detallar el proceso que seguirá la investigación, mediante el **diseño y aplicación de técnicas de recolección de información**, la definición de la **población y muestra** afectadas y las **técnicas de análisis**. Todo ello permitirá 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

A continuación se presenta un esquema general para la elaboración de una memoria de investigación, teniendo en cuenta que dicha memoria es la descripción y el análisis de unos resultados que se han obtenido.

- **Preliminares:** Primera división de una memoria donde aparecen los elementos de presentación, como el **resumen** sobre el contenido del trabajo, los **agradecimientos** a las personas e instituciones que colaboraron en el trabajo y la **tabla de contenido**, lista de los apartados temáticos del trabajo junto con la página en la que comienza cada uno.

- **Texto:** Cuerpo central del trabajo, donde se desarrolla el tema; suele estar constituido por varios capítulos de acuerdo con la extensión de la investigación pero, en general, se comienza con una **introducción**, donde se describe la pertinencia e importancia del tema, su justificación, fundamentos, antecedentes y objetivos, así como una revisión bibliográfica del mismo. Sigue la descripción de la **metodología**, que incluye materiales, equipos y procedimientos, la presentación de los **resultados** obtenidos, la **discusión** e interpretación de los mismos y las ideas que se desprenden de ellos como **conclusiones**; asimismo puede completarse el texto 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 la información sobre la literatura que existe sobre el tema tratado y contiene únicamente el material consultado, independientemente de 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.

Cabe destacar finalmente la necesidad de dotar la memoria de investigación de cierta calidad en la edición y presentación formal. En el **Apéndice 1** se citan algunas guías y manuales para la elaboración de este tipo de trabajos, cuya consulta puede ser de gran ayuda para la mejora del aspecto final de la memoria.

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. En cualquier caso hay cuatro partes que deben figurar en todo proyecto oficial:

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

Cada una de estas partes será tratada seguidamente con algún detalle.

6.4.1 Memoria

La memoria es la 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 del 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, 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. Asimismo 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 y 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.

En el **Apéndice 2** se enumeran algunas normas referidas a los aspectos formales de los planos.

6.4.3 Pliego de condiciones

El pliego de condiciones es un conjunto de artículos o cláusulas que regulan los derechos, responsabilidades, obligaciones y garantías mutuas entre los distintos agentes implicados en el proyecto. Es un 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**, que contiene las condiciones generales (naturaleza y objeto del pliego, descripción de la obra y documentos que integrarán el contrato), las condiciones facultativas (describe y regula las relaciones entre la contrata, la propiedad y la dirección del proyecto) y las condiciones económicas (regula las relaciones económicas entre propiedad y contrata y la función de control que ejerce la dirección).
- **Pliego de condiciones técnicas particulares**, que debe adecuarse a la normativa vigente y contiene las condiciones sobre los materiales (descripción exhaustiva de las condiciones que deben cumplir todos los materiales empleados), condiciones sobre la ejecución (procedimiento constructivo previsto de acuerdo con el programa de los trabajos) y las prescripciones en cuanto a 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. Principalmente porque 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 recogidos 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 general, 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

Desde que la complejidad de los proyectos y su tamaño es mayor, ha surgido la necesidad de utilizar otros documentos complementarios a los mencionados, a fin de facilitar el trabajo y la colaboración de todos los participantes en el proyecto, según la concepción actual de la actividad. 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.

BIBLIOGRAFÍA

- **Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León;** *“Recomendaciones para la redacción de un proyecto de investigación”*, ACSUCYL, Valladolid (12/2011) [<https://www.tramitacastillayleon.jcyl.es/web/jcyl/binarios/491/275/Recomendaciones.pdf>].
- **Cátedra de Ingeniería Rural;** *“Apuntes de Proyectos”*, Escuela de Ingeniería Rural, Universidad de Castilla - La Mancha, Ciudad Real (2001) [http://www.uclm.es/area/ing_rural/].
- **Conarroz;** *“Guía para la elaboración del informe técnico”*, Corporación Arroceras Nacional, Costa Rica (05/11/2009) [<http://www.conarroz.com/UserFiles/File/GuiaParaLaRedaccionDeInformesTecnicos.pdf>].
- **De Cos, M.;** *“Teoría general del proyecto. Volumen II: Ingeniería de proyectos”*, Ed. Síntesis, Madrid (2007).
- **Jefatura del Estado;** *“Ley 1/2000, de 7 de enero, de Enjuiciamiento Civil”*, Boletín Oficial del Estado, Madrid (08/01/2000).
- **Ministerio de la Vivienda;** *“Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación”*, Boletín Oficial del Estado, Madrid (28/03/2006).
- **Nieto, A.M., Luna, M. y Tomás, L.M.;** *“Proyectos en ingeniería”*, ICE-Universidad de Murcia, Murcia (2000).

Apéndice 1

- **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].

Apéndice 2

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

TEMA 7:

ESTUDIO AMBIENTAL

Se consideran los distintos aspectos relativos al impacto ambiental que puede producir un proyecto, tanto en su etapa de elaboración como en la del ciclo productivo. Así, se analizan los diferentes campos que deben conocerse en la redacción del proyecto: el campo técnico, que proporciona el “estudio de impacto ambiental” y el campo administrativo, que desemboca en la “declaración de impacto ambiental”, ambos incluidos en el proceso denominado “evaluación de impacto ambiental”. Por otra parte, se desarrolla el concepto de “gestión ambiental”, haciendo especial énfasis en su principal herramienta: la auditoría ambiental.

CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

Conocimientos básicos sobre aspectos organizativos de los proyectos.

ÍNDICE

7.1 Impacto ambiental

7.1.1 Elementos de impacto

7.1.2 Actividades impactantes (aspectos ambientales)

7.1.3 Elementos impactados (factores ambientales)

7.2 Evaluación de impacto ambiental

7.2.1 Estudio de Impacto Ambiental

7.2.1.1 Inventario ambiental

7.2.1.2 Identificación de los factores ambientales

7.2.1.3 Medidas correctoras

7.2.1.4 Documentación

7.2.2 Declaración de Impacto Ambiental

7.3 Gestión Ambiental

7.3.1 Auditoría ambiental

7.3.1.1 Contenidos de la auditoría ambiental

7.3.1.2 Metodología de la auditoría ambiental

7.1 Impacto ambiental

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una actividad produce una alteración, modificación o cambio en el medio ambiente (conjunto de circunstancias físicas que rodean al ser humano como elemento de la Naturaleza). Obsérvese que, debido a las leyes físico-químicas que rigen la materia y la energía, toda actividad tiene impacto ambiental, sea cual sea la especie viviente que lleve a cabo la actividad. Al planificar un proyecto es indispensable identificar, describir y evaluar las causas de este impacto y predecir, prevenir o evitar los efectos que puedan causar al entorno.

El concepto “alteración” es una valoración cualitativa que es necesario cuantificar, diferenciando los componentes naturales de los artificiales, si se pretende utilizar como medida para expresar la magnitud del efecto de una determinada acción sobre el medio ambiente. De esto se deduce la dificultad inmediata que surge al tratar de expresar numéricamente características del entorno que pueden ser de difícil medición.

El término “impacto ambiental” se utiliza en dos campos diferenciados, aunque relacionados entre sí: el ámbito científico-técnico y el jurídico-administrativo. El primero 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**; el segundo 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.

Como queda patente, los aspectos considerados son previos al desarrollo y ejecución de un proyecto. No obstante, una vez que el proyecto se ha implementado y la actividad productiva se ha puesto en marcha, ésta no debe realizarse a cualquier coste ambiental. La manera 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 y su destino final, se denomina **gestión ambiental**. Dicha gestión, basada en diferentes herramientas que permiten planear, medir, controlar, evitar y mejorar continuamente, tienen su máximo exponente

en la serie de normas **ISO 14000**. Son éstas unas normas voluntarias orientadas hacia la estandarización y unificación de criterios en el ámbito internacional para la creación de sistemas de gestión ambiental y la realización de auditorías ambientales de una organización.

7.1.1 Elementos de impacto

La importancia o significación de las alteraciones ambientales suele realizarse atendiendo a distintos aspectos o características de las mismas, entre las que destacan:

- **Signo:** Esencia del impacto, que puede ser positivo (si produce efectos benéficos) o negativo (si produce efectos perjudiciales).
- **Clase:** Proximidad del impacto, que puede ser 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) o 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, que puede ser inmediato (a corto plazo) o latente (se manifiesta a lo largo del tiempo).
- **Duración:** Tiempo total del impacto, que puede ser temporal (desaparece después de un período determinado) o permanente (no desaparece del medio).
- **Frecuencia:** Asiduidad con la que aparece un impacto, pudiendo ser puntual (si aparece una única vez) o periódico (si se produce varias veces en el tiempo).
- **Reversibilidad:** Sentido del impacto, que puede ser reversible (si pueden recuperarse las condiciones originales del medio afectado) o 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 acciones o actividades que requieren una evaluación de impacto ambiental antes de su ejecución han ido aumentando en número según ha crecido el grado de conocimiento de las alteraciones ambientales que producen. Un resumen de las mismas puede extraerse de la legislación vigente (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, 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, es decir los elementos que pueden ser impactados 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.

La valoración de estos factores se lleva a cabo mediante el denominado “indicador ambiental”, parámetro medible directamente relacionado con la calidad ambiental del elemento correspondiente. Desde el punto de vista de su posibilidad de valoración, los factores ambientales se pueden clasificar en:

- **Factores directamente cuantificables:** son aquéllos 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:** son aquéllos que no poseen una unidad de medida concreta (calidad del agua, nivel cultural de la población).
- **Factores ambientales cualitativos, no cuantificables a unidades convencionales:** son aquéllos 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 en un entorno en caso de ser ejecutado, todo ello 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.

A continuación se estudiarán ambos instrumentos, resumiendo sus aspectos más significativos.

7.2.1 Estudio de Impacto Ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental es un importante instrumento contemplado por la legislación para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto. Es un 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**”.

Por otro lado, 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 que conforman una primera valoración de incidencias ambientales; incluyen medidas correctoras o recomendaciones para hacer valoraciones más detalladas de impactos; no son contemplados por la legislación.

7.2.1.1 Inventario ambiental

El inventario ambiental es la descripción de la situación previa del ámbito de estudio del proyecto, donde se incluyen medios que puedan verse afectados significativamente por los impactos del proyecto, describiendo el medio físico-químico y socio-económico del área donde se plantea ubicar una determinada actuación. Su objetivo es 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 realiza un estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes del planteamiento del proyecto, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamiento de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes. Es decir, 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

Esta identificación se realiza con la finalidad de establecer los impactos significativos del proyecto, basándose en listas de verificación o chequeo y cuestionarios, consultas a expertos y comparación con proyectos similares ya realizados, todo lo cual confluye generalmente en la elaboración de una matriz causa-efecto.

Las matrices causa-efecto están conformadas, en sus filas, por los factores ambientales, y en sus columnas, por los aspectos ambientales (acciones). Para cada aspecto ambiental se revisa uno a uno los factores ambientales y se analiza su posible interacción. 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 de ello es la matriz causa-efecto desarrollada por Luna Leopold (1971), que permite obtener una descripción cualitativa de las interacciones entre los aspectos ambientales del proyecto y los factores ambientales del entorno, en términos de la magnitud y la importancia de los impactos. El impacto ambiental se calcula como el producto:

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

utilizándose 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 Factores 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		
		Ruido		-1	-2	-1	-2	-1			-2	
	Hidrologia	Cantidad	-1			-1	-1					
		Paisaje	Calidad		-1	-1		-1	-1		-1	
	Suelo	Calidad						-1		-1		
		Compactacion		-1		-1		-1	2		1	
Biologico	Fauna	Desplazamiento										
	Flora	Cobertura	-1						-1	-1		
Socio Económico	Poblacion	Salud			-1	-1	-1	-1	-1	-1		
	Economica	Empleo			3	3	3	3	1	1		
		Industriales										
		Agropecuaria	-1									
		Transporte		+1								
		turismo										
		comercio										

PONDERACION DE IMPACTOS

Impacto Débil 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

Existen extensiones de este tipo de matrices sencillas que consideran la probabilidad de ocurrencia del impacto, o métodos de matrices por etapas para cadenas de impactos complejos. Para estos efectos también se pueden utilizar diagramas de redes para identificar y valorar impactos directos o indirectos. 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, Norbert Dee, 1972). Un ejemplo de aplicación del método de Batelle-Columbus se muestra en la **Figura 7.2**.

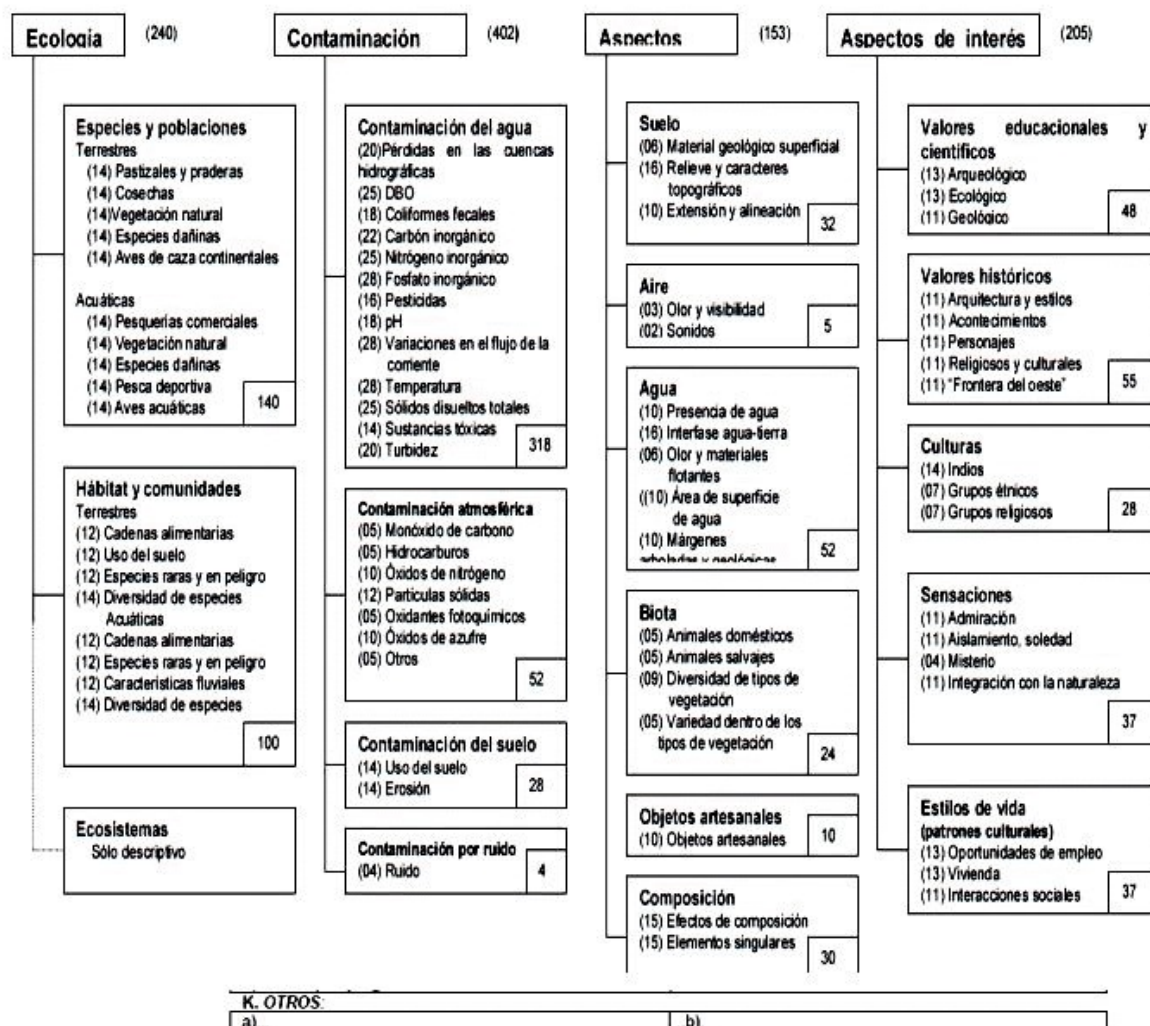


Figura 7.2: Ejemplo del método de Batelle-Columbus.

7.2.1.3 Medidas correctoras

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

aceptables. Obviando siempre el principio de prevención, existen varias posibilidades respecto a las medidas correctoras:

- **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.

Finalmente 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 9 de diciembre, 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

La gestión ambiental es la parte del sistema global de gestión de una empresa cuyo objetivo es desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental de la empresa. La puesta en marcha de un sistema de gestión ambiental efectivo ayudará a proteger el medio ambiente de los impactos potenciales de sus actividades, productos o servicios y servirá para mantener y mejorar la calidad ambiental. Asimismo proporcionará un marco que le permitirá a la empresa equilibrar e integrar los intereses económicos y ambientales, pudiendo obtener ventajas competitivas significativas.

Existen varios estándares relacionados con los sistemas de gestión ambiental, de los cuáles, el que ha adquirido mayor relevancia es el estándar ISO 14000, especialmente las normas ISO 14001 e ISO 14004, referidas a “Sistemas de Gestión

Ambiental”. La ISO 14001 contiene los requisitos auditables en forma objetiva con fines de certificación, mientras que la 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 que deben ser considerados para desarrollar e implementar un sistema de gestión ambiental:

- **Compromiso y política:** Una organización debe definir una política ambiental y asegurar el compromiso con sus sistemas de gestión. Dicha política ambiental establece el sentido general de dirección y fija los principios de acción para la organización. Aunque las materias tratadas en la política dependen de la naturaleza de la entidad, al menos deberán dar cumplimiento a las reglamentaciones ambientales.
- **Planificación:** Una organización debe formular un plan para cumplir con su política ambiental. La base del mismo habrá de ser la identificación de los aspectos ambientales y la evaluación de los impactos asociados. El comportamiento ambiental deberá proponer unos objetivos o metas que se deberán especificar y cuantificar. Una correcta planificación dará lugar a un programa de gestión ambiental, que establecerá cronogramas, recursos y responsabilidades para alcanzar los objetivos (globales, como “minimizar el consumo de agua”) o las metas (detalladas, como “reducir el consumo de agua de refrigeración un 15% en un año”).
- **Implementación:** Una organización debe desarrollar sus capacidades y mecanismos de apoyo para alcanzar su política y objetivos ambientales. Así, han de proporcionarse los recursos físicos, humanos y financieros, integrar el sistema de gestión ambiental en el sistema de gestión existente, fomentar la conciencia y motivación ambiental e identificar y desarrollar el conocimiento y las habilidades necesarias para lograr los objetivos ambientales. Todo ello debe verse reflejado en la correspondiente documentación que sirva como respaldo al mantenimiento del sistema de gestión ambiental.

- **Medición, seguimiento y evaluación:** Una organización deberá medir, seguir y evaluar su comportamiento ambiental, con objeto de asegurar que se está actuando con el programa de gestión ambiental establecido. Estas acciones permitirán comparar los resultados con las metas fijadas y así utilizarlos para determinar las áreas de cumplimiento e identificar las actividades que requieren acciones correctivas y mejoras.
- **Revisión y mejora:** Una organización deberá revisar y modificar continuamente su sistema de gestión ambiental, con objeto de mejorar su comportamiento ambiental global. Ello permitirá comprobar si la gestión ambiental sigue siendo adecuada y efectiva para todas las actividades, productos o servicios de la organización y su posible impacto en el comportamiento económico.

7.3.1 Auditoría ambiental

Cuando la empresa ha establecido un sistema de gestión ambiental, la auditoría tiene como objeto la verificación de que dicho sistema se encuentra funcionando de acuerdo a los objetivos estipulados. La auditoría ambiental es una 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 y la evaluación del cumplimiento de las políticas ambientales de la empresa, incluyendo los requerimientos legales. La auditoría ambiental es un examen metódico que implica análisis y comprobaciones de las prácticas y procedimientos ambientales de una empresa y constituye el componente clave de un sistema de gestión ambiental, ya que permite obtener información acerca de su efectividad, identifica problemas asociados a su funcionamiento y 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, dependiendo de los objetivos específicos que la motivan. Aún cuando todos ellos comparten el objetivo común de elaborar información documentada sobre diferentes aspectos de la gestión ambiental de una empresa, se pueden identificar objetivos y contenidos particulares (auditoría de residuos, auditoría de procesos, auditoría energética, auditoría de riesgos ambientales).

La evolución en el tiempo de un programa de auditoría ambiental generalmente muestra crecientes niveles de sofisticación, tanto en la metodología como en la información que se maneja. Es muy frecuente que inicialmente se focalice 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

En términos generales, 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

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

- **Actividades previas:** Las 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.

BIBLIOGRAFÍA

- **Baldasano, J.M.**; *“Curso de evaluación de impacto ambiental”*, Escuela Técnica de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona (2005).
[ed2k://file|Baldasano, Jose Maria - Curso De Evaluacion De Impacto Ambiental.pdf|5526738|D7C386ABDC944C90B4F89A946A8E79FE|/]
- **Jarabo, F., Elórtogui, N. y Jarabo, J.**; *“Fundamentos de tecnología ambiental”*, S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, Madrid (2000).
- **Lago, L.**; *“Metodología general para la evaluación de impacto ambiental de proyectos”*, Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel, Moa - Cuba (1997).
[http://www.monografias.com/trabajos14/elimpacto-ambiental/elimpacto-ambiental.zip]
- **PRODUCE**; *“Guía de estudio de impacto ambiental”*, Ministerio de la Producción, Lima - Perú (2002).
[http://adaalegreconsultores.com.pe/documentos/documento9.pdf].
- **Servicio Andaluz de Empleo**; *“Evaluación de Impacto Ambiental en explotaciones ganaderas y acuícolas”*, Junta de Andalucía, Sevilla (2009)
[ed2k://file|Curso.De. Evaluación.De.Impacto.Ambiental.(Junta. De.Andalucia).pdf|1019839|A99FF719C5E6531D4B463AA60371FFFE|/]
- **Vidalón, J.**, *“Introducción a la Gestión Ambiental”*, El Ingeniero de Minas, X (35), 16-19 (2005).
[http://www.revistavirtualpro.com/files-bv/20050401/20050401-006.pdf]
- **Zaror, C.A.**; *“Introducción a la Ingeniería Ambiental para la industria de procesos”*, Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción - Chile (2000).
[http://dspace.universia.net/bitstream/2024/594/1/ Introduccion.a.la.Ingenieria.Ambiental.para.la.Industria.de.Procesos.-.C.Zaror.pdf]

Apéndice 1

- **Jefatura del Estado;** “*Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*”, Boletín Oficial del Estado, Madrid (11/12/2013).
[<http://www.boe.es/boe/dias/2013/12/11/pdfs/BOE-A-2013-12913.pdf>].

Apéndice 2

- **UNE-EN ISO 14001-2004:** Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso
- **UNE-EN ISO 14004-2004:** Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo

TEMA 8:

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se estudian los diferentes aspectos de seguridad y salud laboral que permiten obtener una visión suficiente para abordar el apartado correspondiente a la redacción de un proyecto. Para ello se analizan los conceptos de peligro, riesgo y daño y se resumen las principales técnicas de seguridad. Asimismo se abordan los principales requisitos que se deben cumplir en el mantenimiento de la seguridad y la salud en la empresa, basados en disposiciones legales; con estas mismas bases legales se especifican las características más importantes del estudio de seguridad y salud de un proyecto.

CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

Conocimientos básicos sobre aspectos organizativos de los proyectos.

ÍNDICE

8.1 Seguridad y salud: peligros y riesgos

8.1.1 Trabajo, riesgos y daños

8.2 Técnicas de seguridad

8.3 Requisitos fundamentales de seguridad y salud en la empresa

8.3.1 Servicio de prevención (Real Decreto 39/1997)

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

8.3.3 Adecuación de instalaciones y equipos al trabajo

8.3.4 Relación con los trabajadores

8.4 Disposiciones de seguridad y salud en los proyectos

Apéndice 1

Apéndice 2

8.1 Seguridad y salud: peligros y riesgos

Se entiende por **seguridad** el estado de bienestar que percibe el ser humano. Por su parte, el concepto **salud** lo define la Organización Mundial de la Salud, **OMS** (World Health Organization, **WHO**) en 1946, como “el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades en el ser humano”.

Para prevenir los daños ocasionados a la salud por el trabajo, se constituyó en 1919 un organismo especializado de Naciones Unidas, la Organización Internacional del Trabajo, **OIT** (International Labor Organization, **ILO**), con el objetivo de aplicar las medidas y desarrollar las actividades para garantizar la **seguridad y salud laboral**, denominada hasta algunos años “seguridad e higiene en el trabajo”.

Ningún sistema tecnológico está a salvo de imprevistos o de fallos en la intervención humana. La complejidad del desarrollo de la tecnología limita la consideración de todos los eventuales casos de fallo en la interrelación persona-máquina. En el caso de la industria, muchos de los materiales utilizados poseen una gran reactividad y toxicidad, lo que sumado a las condiciones extremas de presión y temperatura frecuentemente encontradas en el transporte, almacenamiento y procesado de los mismos, implican un alto potencial de daño.

Cualquier condición (materiales, equipos, métodos) que pueda causar un daño (a las personas, al ambiente o a los bienes) se denomina **peligro** (*hazard*). Cuanto mayor sea el conocimiento acerca de los peligros asociados a la actividad productiva, de sus causas y sus consecuencias, mayor será la capacidad de prevenir su ocurrencia o paliar sus efectos. Cuando los daños causados por un peligro son graves, se dice que se produce un suceso no planeado ni deseado llamado **accidente**. Si dicha circunstancia es de menores consecuencias, se habla de un **incidente**; bajo circunstancias muy poco diferentes podría ocasionar un accidente.

Aunque existen diferentes formas de clasificar los peligros, puede ser muy útil hacerlo 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

Por otra parte, se denomina **riesgo** (*risk*) a la posibilidad de sufrir daños (las personas, el ambiente o los bienes) causados por un peligro, expresándose en función de la probabilidad de la ocurrencia y la magnitud de las consecuencias. Así, por ejemplo, el riesgo puede ser alto porque las consecuencias sean muy importantes, porque existe una alta probabilidad de que ocurra, o por ambas cosas a la vez.

Para poder evaluar la magnitud del riesgo será necesario poseer el conocimiento sobre los diferentes procesos para identificar los potenciales accidentes que pueden ocurrir, sus causas, sus consecuencias y su frecuencia estimada. Los resultados de dicho **análisis de riesgos** 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 se 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 (los de las medidas de seguridad y los asociados a las consecuencias) alcanza un valor mínimo. Así pues, la implantación de un sistema de gestión de seguridad tiene considerables beneficios iniciales en materia de prevención de riesgos. Ello se debe a que se obtiene un mayor conocimiento de los peligros existentes, de las circunstancias iniciadoras y propagadoras, de los niveles de riesgo involucrados y de las medidas necesarias para su control.

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

La importancia del análisis y la consiguiente **evaluación de riesgos** en el contexto de un sistema de gestión de seguridad y salud es evidente. Constituye la herramienta que permite identificar los peligros, cuantificar los riesgos y decidir si éstos son tolerables, además de evaluar la efectividad de acciones alternativas para reducirlos. En los países industrializados esto es una obligación legal y tiene como objetivo adoptar las medidas de **prevención** o de **protección** (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales) para garantizar la seguridad y la salud laboral.

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 como consecuencia del 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 (carga de trabajo), 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 como factor coadyuvante a su envejecimiento natural.

8.2 Técnicas de seguridad

Para conseguir el objetivo de la seguridad, es decir, detectar y corregir los riesgos de accidentes y controlar sus consecuencias, la seguridad se sirve de unas técnicas. Las técnicas analíticas se basan en estudios previos, seguimiento de operaciones y datos estadísticos de siniestralidad. Mucho más importantes son las **técnicas operativas**, que tratan de evitar o disminuir las causas y de evitar o reducir las consecuencias, en su caso. Para ello se incide fundamentalmente 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 las actividades de la empresa y en su sistema general de gestión, implica que debe proyectarse en las condiciones en que se presta el trabajo, en sus procesos técnicos y en su organización, incluyendo la participación de los trabajadores.

8.3.1 Servicio de prevención (Real Decreto 39/1997)

El **plan de prevención de riesgos laborales** es la herramienta a través de 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)

Entendiendo 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.

A este respecto 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

Como paso previo a la etapa productiva, en la que deben ser considerados los requisitos de seguridad y salud, la etapa de proyecto no puede quedar ajena a estas consideraciones, por lo que los proyectos han de incluir, por imperativo legal (RD 1627/1997), un estudio de seguridad y salud. Este estudio 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.

El **estudio de seguridad y salud** ha de contener una documentación análoga a la del propio proyecto, siendo coherente con su contenido y habiendo 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 que hayan de utilizarse; identificación de los riesgos que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficiencia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

- **Pliego de condiciones** particulares, en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra, así como las 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; a tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos que puedan ser evitados, estudiando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En definitiva, se trata de un documento análogo a la memoria del estudio de seguridad y salud.

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** en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen 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.

BIBLIOGRAFÍA

- **Anónimo**; *“Apuntes de seguridad e higiene industrial”*, Ingenieroambiental.com (2014).
[[www.ingenieroambiental.com/3008/Seguridad e Higiene.pdf](http://www.ingenieroambiental.com/3008/Seguridad_e_Higiene.pdf)]
- **Bestratén, M. y otros**; *“OSHAS 18001. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: implantación (I)”*, Notas Técnicas de Prevención, **898**, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid (2011).
[<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/898w.pdf>]
- **Bestratén, M. y otros**; *“OSHAS 18001. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: implantación (II)”*, Notas Técnicas de Prevención, **899**, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid (2011).
[<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/899w.pdf>]
- **Bestratén, M. y otros**; *“OSHAS 18001. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: implantación (III)”*, Notas Técnicas de Prevención, **900**, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid (2011).
[<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/900w.pdf>]
- **OIT**; *“Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo ILO-OSH 2001”*, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra (2001).
[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_publ_9223116341_es.pdf]
- **Rodellar, A.**; *“Seguridad e higiene en el trabajo”*, Marcombo, Barcelona (1988).
- **Varios autores**; *“Seguridad y salud laboral”*, Wikipedia, la enciclopedia libre (2014).
[[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Seguridad y salud laboral&oldid=74172249](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Seguridad_y_salud_laboral&oldid=74172249)]

- **Zaror, C.A.;** *“Introducción a la Ingeniería Ambiental para la industria de procesos”*, Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción - Chile (2000).
[\[http://dspace.universia.net/bitstream/2024/594/1/ Introduccion.a.la.Ingenieria.Ambiental.para.la.Industria.de.Procesos.-.C.Zaror.pdf\]](http://dspace.universia.net/bitstream/2024/594/1/Introduccion.a.la.Ingenieria.Ambiental.para.la.Industria.de.Procesos.-.C.Zaror.pdf)

Apéndice 1

- **Jefatura del Estado**; “Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales”, Boletín Oficial del Estado, Madrid (10/11/1995)
[<http://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-24292-consolidado.pdf>].
- **B.O.E.**; “Prevención de riesgos laborales”, Códigos electrónicos, Agencia Estatal Boletín Oficial de Estado, Madrid (2014).
[http://www.boe.es/legislacion/codigos/descarga.php?fich=037_Prevencion_de_riesgos_laborales.pdf]

Algunas normas reglamentarias contenidas en el “Código Electrónico”

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el **Reglamento de los Servicios de Prevención**.

Apéndice 2

- **BS 8800:2004:** Occupational health and safety management systems - Guide.
- **OSHAS 18001:2007:** Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
Requisitos.

