



# DOCUMENTOS DEL PROYECTO

## 1.- INTRODUCCIÓN

Una vez planteado, desarrollado, evaluado y resuelto el proyecto, el ingeniero químico debe ser capaz de transmitir de manera clara, concisa y, sobre todo, convincente el conjunto de ideas y soluciones que ha originado en esas etapas precedentes. Todo esto se materializa en el informe final del proyecto, en forma de varios documentos que veremos con detalle en este tema. Teniendo en cuenta que el objetivo fundamental de un informe es “pasar” la información a otros, un buen informe nunca debe olvidar que lo tienen que leer otras personas que no han participado en su desarrollo (por ejemplo, el cliente, el constructor, el técnico de obra, la administración, etc.), de manera que la capacidad, la función que desempeña y las necesidades del lector deben de estar siempre presentes durante la elaboración del informe del proyecto. A preguntas tales como:

- ¿cuál es la finalidad de este proyecto?
- ¿quiénes y por qué lo van a leer?
- ¿cuál es el nivel técnico que tienen?
- ¿qué información previa tienen?

el redactor del informe debe tener respuestas que le sirvan para marcarle el camino a seguir en la elaboración del mismo, adaptando el informe según las circunstancias. En general, el informe final de un proyecto consta de una serie de documentos en cuya elaboración es imprescindible seguir los dos siguientes criterios:

- Establecer una clara diferenciación entre los contenidos de los diferentes documentos de manera que la información que contienen esté perfectamente estructurada y sea complementaria (no repetitiva).
- Ordenar de forma lógica la información contenida en cada documento.

Por otra parte, el proyectista debe ajustar la presentación formal con las características del propio proyecto pues éstas influirán, en gran medida, sobre la estructura, ordenación y, sin duda, sobre el contenido de los diferentes documentos.

## 2.- CLASES DE PROYECTOS

Desde el punto de vista de los documentos a presentar, y de la estructuración y contenido de los mismos, se pueden considerar tres tipos de proyectos:

- Proyectos de utilidad pública.
- Proyectos de iniciativa privada.
- Proyectos Fin de Carrera o Trabajo Final de Grado.

Autora: Vicen González

Los **proyectos de utilidad pública** están promovidos por la Administración Pública, los distintos Ministerios o por las Comunidades Autónomas, y tienen, en general, una estructura rígida definida por un Pliego de Condiciones estipulado en las bases iniciales del correspondiente concurso o subasta pública.

Tienen predefinidos los documentos que debe contener, los modelos de impresos a utilizar, exigen la inclusión de la planificación de las obras y la fórmula de revisión de precios y, en numerosos casos, dejan limitada la libertad del ingeniero para proponer una determinada solución, porque llegan a fijar aspectos del diseño básico y de detalle que no pueden modificarse. Son más corrientes en la ingeniería civil, ya que suelen estar relacionados con el urbanismo (p.e. polígonos industriales), obras públicas (p.e. carreteras) y explotaciones agrarias, y menos frecuentes en la ingeniería química (p.e. depuradoras y potabilizadoras).

Los **proyectos de iniciativa privada** tienen como característica más destacada su funcionalidad, por lo que el ingeniero o el equipo de diseño tienen mucha más libertad para decidir sobre los documentos a presentar o mejor sobre el contenido de los mismos. Se tiende a sintetizar al máximo el contenido de los documentos, lo que no significa en absoluto que el proyecto sea de menor calidad, sino que la documentación que se presenta es la mínima necesaria para llevar a cabo la realización del mismo. Solamente las partes del proyecto que deben ser presentadas preceptivamente a la Administración para su aprobación se ajustan exactamente a lo establecido por ella.

El **trabajo final de grado** o el **proyecto fin de carrera** son fundamentalmente un ejercicio académico que permite confirmar que el autor ha adquirido y sabe aplicar los conocimientos específicos de la titulación (en nuestro caso de Ingeniería Química). Por ello es fundamental expresar con claridad tanto la justificación como el cálculo de las soluciones adoptadas. Conviene, no obstante, aplicar la normativa de presentación formal a la hora de confeccionar los documentos del proyecto. La mayoría de Escuelas de Ingeniería poseen una normativa a la que deben ajustarse los estudiantes que lo realizan y que contempla aspectos tales como: contenido, organización y forma de presentación.

En cualquier caso hay que añadir que el contenido concreto de los diferentes documentos del proyecto varía dependiendo del tipo concreto del mismo. No es lo mismo un proyecto de toda una planta industrial que el proyecto de modificación de un determinado aparato o equipo ya existente, por otro de otras características.

## 3.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Los documentos que preceptivamente debe incluir el proyecto son, como mínimo, cuatro: Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto, y todos ellos son exigidos en el Real Decreto de 19 de Octubre de 1961, “Tarifas de Honorarios de Ingenieros en Trabajos a Particulares”.

Sin embargo, no todos los documentos tienen la misma fuerza de obligar legalmente, ya que aunque todos son informativos, los planos y el pliego de condiciones tienen carácter vinculante y, en consecuencia, en caso de discrepancia entre los diferentes documentos, su



información prevalece sobre el resto. Por otro lado, y de cara a las Administraciones Públicas, ese carácter vinculante se manifiesta en que el compromiso del promotor del proyecto ante la propiedad del mismo es llevar a cabo lo que en esos documentos aparece. Como consecuencia de la escasa normativa existente durante 40 años, se constató la necesidad de revisar y actualizar los criterios generales de los documentos utilizados en la elaboración de proyectos. La nueva norma española (UNE 157001:2002) “Criterios generales para la elaboración de proyectos” establece las consideraciones generales que permitan precisar las características que deben satisfacer los proyectos de productos, de obras y edificios (excluidas viviendas), de instalaciones (incluidas las de viviendas), de servicios y *software*. Con esta norma, que involucra fundamentalmente a los proyectos industriales, se pretende actualizar la metodología de realización de los documentos de proyectos.

De los cuatro documentos básicos se pasa a ocho, y se presentan en el siguiente orden:

1. Índice General
2. Memoria
3. Anejos
4. Planos
5. Pliego de Condiciones
6. Estado de Mediciones
7. Presupuesto
8. Estudios con Entidad Propia (si procede)

que se pueden agrupar en distintos volúmenes o en uno solo. Dependiendo del tipo de Proyecto, será o no necesario incluir la totalidad de los mismos.

Las instrucciones para la presentación y redacción, así como la información que debe contener cada uno de estos documentos, están plasmadas en dicha norma UNE 157001, que se adjunta en el apéndice 8.1. De acuerdo con esta norma, el orden de prioridad ante discrepancias o incompatibilidades, siempre que no se especifique lo contrario, será: 1. Planos, 2. Pliego de Condiciones, 3. Presupuesto y 4. Memoria.

Como puede verse la mayor parte de estos ocho documentos básicos son los mismos, o están incluidos en los documentos clásicos anteriores. Por ello, se sigue utilizando la división clásica del proyecto en los cuatro documentos que veremos en profundidad en este tema, y que se describen a continuación:

❑ En la **Memoria** se describe el proyecto desde la primera idea, los objetivos a lograr, las necesidades a satisfacer y los factores de todo tipo que se han tenido en cuenta para realizarlo. Es, por tanto, el documento que relata el contenido y en qué consiste el proyecto. La memoria comprende una parte descriptiva de todo lo que se ha de hacer, y otra parte justificativa de las decisiones tomadas, la cual se incluye en los Anejos. Normalmente es el documento que se termina en último lugar porque debe de recoger todas las incidencias producidas en su elaboración y las programadas para su ejecución.

❑ Los **Planos** constituyen la representación gráfica del proyecto. Comprende los dibujos, figuras, esquemas y perspectivas necesarios para la comprensión visual del proyecto. Son

Autora: Vicen González

de dos tipos, de conjunto y de detalle, y deben de presentarse tantos como sean necesarios para que el proyecto quede perfectamente definido.

❑ El **Pliego de Condiciones** es el documento que establece y recoge todas las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales por las que ha de regirse la ejecución y la puesta en marcha del proyecto.

❑ El **Presupuesto** debe mostrar el coste de la ejecución del proyecto, y se compone de uno o varios presupuestos parciales. En él se expresan los precios unitarios y los descompuestos, el estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración.

En la redacción de cualquier documento se hará referencia a cualquiera de los otros cuando así convenga para su mejor interpretación. Las referencias bibliográficas pueden colocarse a pie de página, aunque es aconsejable incluir un apartado final de la Memoria con las citas bibliográficas ordenadas de acuerdo con un criterio lógico.

En general, para elaborar los documentos del proyecto es conveniente seguir algunos criterios de ordenación de su contenido como los siguientes:

❑ Ordenar de lo general a lo particular.

❑ Dado que los documentos del proyecto sirven de base para la realización de la “obra”, la ordenación interna de cada uno de ellos debe ajustarse a la señalada en la planificación de los trabajos.

❑ Cada documento debe ser completo en sí mismo.

❑ Cada documento se dividirá en tantas partes como contratistas o suministradores distintos se prevea que van a ejecutar los trabajos. Cada una de estas partes deberá tener sentido en sí misma y en relación al conjunto.

No obstante, cuando se abordan proyectos grandes y complejos en los que, necesariamente, están implicados un gran número de técnicos con muy diferente formación y conocimientos, surge la necesidad de utilizar otros documentos complementarios o substitutivos de los cuatro clásicos que acabamos de citar, con el fin de facilitar el trabajo y la colaboración de todos los participantes en el proyecto. Algunos de ellos se detallan en los apéndices 8.2 y 8.3.

## 3.1.- Memoria

La Memoria está formada por dos partes claramente diferenciadas: Memoria Descriptiva (o Memoria propiamente dicha) y los Anejos de la Memoria.

### 3.1.1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

Se trata de un documento informativo que debe contener la descripción y justificación de las soluciones adoptadas, con tantos capítulos y apartados como divisiones se hayan adoptado para su realización. Como capítulos finales debe contener un resumen de las características del producto o de la planta industrial y el estudio económico que permita conocer su rentabilidad.



Dentro de la Memoria, sin atender a un orden jerárquico, deben incluirse en general, todos o la mayoría de los conceptos siguientes:

- Antecedentes.
- Definiciones.
- Planteamiento.
- Generalidades.
- Descripción general del proceso técnico.
- Balances de materia y energía. Esquemas.
- Personal. Esquema de organización.
- Materias primas. Características, disponibilidad.
- Productos. Estudio de mercados.
- Transporte interior y exterior.
- Situación geográfica. Descripción y estudio.
- Cuestiones comerciales: compras, ventas, precios.
- Cuestiones oficiales: constitución, tramitación, legislación, sindicación, cupos, patentes, modelos de utilidad.
- Presupuesto de primera instalación.
- Capital: emisiones, financiación.
- Costes. Balance anual. Beneficios. Rentabilidad.
- Aspectos de diseño. Optimización.
- Programación de la realización.
- Resumen.

Existen trabajos especiales e informes muy específicos, pero no necesariamente de menor entidad que la de un proyecto. Su estructuración es distinta pero los conceptos generales a aplicar son los mismos. Como ejemplos cabe citar, entre otros:

- Optimización energética o de recursos (humanos, materiales, financieros).
  - Estudios de viabilidad técnica.
  - Estudios de implantación.
  - Estudios de seguridad integrada.
  - Planificación y control de grandes proyectos.
- propios todos ellos de las oficinas de ingeniería y consultoría.

De la lectura de la Memoria debe obtenerse claramente, sin necesidad de consultar los restantes documentos, una idea concreta de lo que el proyecto representa. Por ello, debe contener antecedentes e información suficiente para proporcionar un conocimiento completo de la justificación adoptada, la forma en que se ha de llevar a cabo, la cuantía de la inversión y todo lo relacionado con su evaluación. La Memoria es el eje o línea central que sirve de base para el desarrollo del proyecto. Por este motivo, este documento:

- Debe reflejar los acontecimientos en un orden lógico temporal tanto en las fases de planteamiento como en el proceso productivo.

Autora: Vicen González

- Debe hacer referencia cuantas veces sea preciso al resto de los documentos, fundamentalmente Anejos y Planos, con el fin de facilitar al lector la búsqueda de la información necesaria.

### 3.1.2.- MORFOLOGÍA DE LA MEMORIA

La extensión y presentación del documento de la Memoria debe ser tal que su lectura resulte clara, concisa, directa y completa.

Así pues, tendrá preferencia total la exposición de la línea fundamental del proyecto, intentando eliminar la relación excesivamente detallada y pormenorizada que dificulte el adecuado seguimiento del proyecto. Esos pormenores y pequeños detalles podrán contemplarse, si se desea, en los Planos y en los Anejos.

Deben evitarse errores mecanográficos y ortográficos, efectuando las revisiones convenientes, pues toda la responsabilidad del proyecto corresponde a su autor.

La Memoria se estructurará en tantos capítulos como sea necesario para describir los apartados en que se ha dividido el proyecto. Por ello conviene iniciar cualquier proyecto redactando el índice de la memoria y el de sus anejos aunque la organización de los trabajos no coincida en el tiempo y en la subordinación al especificado en los índices.

### 3.1.3.- ÍNDICE DE LA MEMORIA

Partiendo de la premisa de que cada proyecto se estructurará de acuerdo a sus características, se señala a continuación un índice genérico, por capítulos, de la memoria de un proyecto de planta industrial, explicando el contenido de cada apartado. Es evidente que cuando se hable de emplazamiento este apartado no aparecerá en los proyectos de productos, destacando en éstos algunos aspectos de diseño que en esta clase de proyectos suele ser más importante que en los de plantas industriales.

Algunos de los temas que se tratan en la Memoria pueden haberse estudiado en profundidad en el Anteproyecto correspondiente o en algún otro estudio previo, pero aún así es práctica habitual incluirlos o citarlos en el proyecto definitivo, haciéndose necesario en casos como los que se citan:

- Si el autor del proyecto es distinto del autor del anteproyecto.
- Si el proyecto es para la Administración.
- Si el proyecto definitivo ha modificado las conclusiones provisionales del anteproyecto.
- Cuando la separación en tiempo del proyecto al anteproyecto presuma una variación de las hipótesis y resultados de éste.

## CAPÍTULO 1.- ANTECEDENTES

Un proyecto viene precedido en general por estudios y anteproyectos, y condicionado por el entorno. Estos antecedentes permitirán una justificación completa del proyecto como consecuencia de una serie de factores de todo orden: técnicos, comerciales, sociológicos, etc., que dan lugar a la necesidad del proyecto.

Por ello conviene resaltar los puntos de vista diferenciados: los antecedentes de tipo general y los de tipo local.



### 1.1.- ANTECEDENTES GENERALES

Descripción de los estudios previos y anteproyectos realizados, analizando la documentación existente e indicando las hipótesis y planteamientos allí contenidos así como todos aquellos que permitan entender claramente los problemas a resolver. Se incluirán, también, si ha lugar:

- El Pliego de Bases del Concurso del Proyecto (aunque es más usual incluirlo en un Anejo).
- La legislación general.

### 1.2.- ANTECEDENTES LOCALES

Comprende el análisis de la incidencia del proyecto en el ámbito local, destacando:

- Si influye en el desarrollo de la zona, comarca o región.
- Plan General, Especial o Parcial de la zona.
- Datos históricos.
- Referencias de proyectos redactados por el autor y que tengan relación con el que se presenta (también se puede incluir en un Anejo).
- Estado actual de la zona del proyecto.

## CAPÍTULO 2.- OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1.- OBJETO DEL PROYECTO

Debe consistir en una breve, pero completa, descripción de las características del proyecto a desarrollar, indicando claramente el tipo de proyecto, parámetros más característicos y finalidad del mismo. En muchos casos se indicarán los datos del promotor y, si ha lugar, la ubicación o emplazamiento del proyecto.

Un ejemplo sencillo sería:

*El presente proyecto tiene por objeto la realización de las obras e instalaciones necesarias para la puesta en funcionamiento de una industria de.....con una producción de.....(Tn/año, euros/año, ...) a situar en la localidad de.....provincia de.....por encargo de la sociedad.....*

### 2.2.- JUSTIFICACIÓN

Deben indicarse las necesidades que el proyecto viene a cubrir, o los hechos o razonamientos que han dado pie al planteamiento del proyecto. En concreto, la justificación será del tipo económico-funcional y, principalmente, se derivará de alguno de los conceptos siguientes:

- Necesidad del mercado (déficit del producto).
- Propuestas del cliente.
- Mejoras tecnológicas.
- Necesidad de ampliación.
- Traslado necesario por cambios legales o variaciones del mercado.
- Producto nuevo.

- Deseo de aumentar los beneficios o de reducir los costes.
- Exigencias legales, sociales o administrativas.
- Deseo de mejorar la calidad, funcionalidad, fiabilidad o seguridad.

En el caso de los Proyectos Fin de Carrera o Trabajos Final de Grado, deberá existir una justificación al menos académica, como por ejemplo:

- Desarrollo de nuevas tecnologías.
- Nuevas aplicaciones.
- Trabajos propios de los Departamentos e Institutos Tecnológicos (p.e., proyecto de un laboratorio).

## CAPÍTULO 3.- VIABILIDAD DEL PROYECTO

Contempla este capítulo una justificación objetiva, desde el punto de vista del proyectista, del desarrollo de todo el proyecto. Este capítulo procede casi en su integridad del Anteproyecto realizado con anterioridad. Habitualmente, comprende los siguientes apartados:

### 3.1.- VIABILIDAD INDUSTRIAL (TECNOLÓGICA)

Debe analizar y justificar la solución proyectada desde el punto de vista técnico, destacando fundamentalmente:

- La mejora de procesos y productos.
- La existencia de tecnología adecuada o la solución a las nuevas propuestas técnicas.
- Los rendimientos.

### 3.2.- VIABILIDAD ECONÓMICO-FINANCIERA

Debe resaltar la rentabilidad económica y justificar que las posibilidades de financiación están cubiertas, haciendo referencia al capítulo del Estudio Económico.

### 3.3.- VIABILIDAD LEGAL Y LABORAL

Señalará que no hay impedimento legal para realizar el proyecto, indicando, además, las ventajas legales si existen (beneficios legales o de otro tipo). Por otra parte, se analizarán los condicionamientos laborales que implica el proyecto y las soluciones, si se precisan, que se proponen. Se analizará la existencia o no de mano de obra adecuada, las repercusiones de una eventual reducción de ésta o las acciones a tomar para la formación de personal o la reconversión de puestos de trabajo.

## CAPÍTULO 4.- UBICACIÓN O EMPLAZAMIENTO

Debe analizar y explicar razonadamente todos los aspectos considerados para situar el emplazamiento de la industria, desarrollando completamente lo ya estudiado en el Anteproyecto referente al estudio de mercados. Un ejemplo de esquema de este capítulo puede ser el siguiente:

### 4.1.- MERCADOS

Procedente del Anteproyecto, debe completarse el análisis de Mercados para justificar su ubicación, señalando:



- Materias primas: descripción, origen, volumen e incidencia de las mismas en el proceso productivo y en la localización de la industria.
- Productos terminados: descripción, destino (mercados), volumen e incidencia en la localización de la industria.
- Subproductos (productos semiterminados, desechos, chatarras, etc.): descripción, importancia y posible incidencia en la localización.

#### 4.2.- COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Este apartado tiene una importancia muy variable según las características de las materias primas y productos que se fabriquen, llegando en algunos casos a ser el único factor determinante de la ubicación de una industria. Su tratamiento en cada proyecto dependerá de esa importancia, precisando en su caso de un anejo de cálculos para justificar el emplazamiento por centros de gravedad, mediante investigación operativa o por cualquier otro método matemático. En todo caso, se describirán las comunicaciones existentes, su importancia y los medios de transporte previstos para materias primas y productos, justificando la idoneidad de los mismos.

#### 4.3.- TERRENOS

Descripción del terreno, señalando su situación geográfica exacta y las correspondientes referencias a planos y sus características más importantes desde el punto de vista técnico. En general, debe comprender el tratamiento de los siguientes subapartados:

- Aspectos climatológicos:
  - temperaturas extremas y medias
  - velocidad del viento, vientos dominantes
  - régimen de precipitaciones
  - acciones sísmicas
- Aspectos técnicos:
  - topografía
  - resistencia admisible del terreno
  - nivel freático
  - características físico-químicas
  - sondeos realizados
- Aspectos administrativos:
  - expropiaciones
  - servidumbres de paso

#### 4.4.- ORDENACIÓN LEGAL

De obligado cumplimiento, en muchos proyectos se incluye como capítulo independiente a continuación de Objeto y Justificación, comprendiendo entonces una relación completa de la normativa aplicada para la realización del proyecto.

Autora: Vicen González

Con la presente estructura, la ordenación legal que debe relacionarse contempla los condicionamientos que a nivel estatal, comarcal, municipal o local se han considerado en su ubicación, tales como:

- Plan General de Ordenación.
- Calificación del suelo.
- Plan Parcial.
- Volumetría admisible, altura y retranqueos.
- Niveles de contaminación.
- Usos y actividades.

#### 4.5.- AMBIENTACIÓN

Debe considerarse la incidencia del proyecto en el entorno social, explicando su influencia en:

- La tradición local.
- La demografía.
- La concentración industrial.

#### 4.6.- SERVICIOS

Se debe señalar y justificar la importancia de los servicios que precisa la industria, siendo los más habituales:

- Disponibilidades de agua, especificando las características de la existente, caudal y consumo previsto, etc.
- Energía eléctrica: características del suministro y potencia disponible de la red en relación con la instalada.
- Carbón, gas, etc.: características del suministro.
- Otros servicios: telefonía, seguridad, etc.

#### 4.7.- ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Señalando las reglamentaciones legales exigidas y las soluciones propuestas, indicando la existencia o no de alcantarillado, servicios o sistemas de eliminación de residuos, etc.

#### 4.8.- CONDICIONES SOBRE SEGURIDAD, SANIDAD E HIGIENE

Legislación y soluciones propuestas para la prevención de incendios, el escape de productos, robo, etc.

### CAPÍTULO 5.- PROCESO DE FABRICACIÓN

Debe realizarse una descripción completa del proceso. Los apartados más importantes de este capítulo pueden ser:

#### 5.1.- ELECCIÓN DEL PROCESO

Se señalarán los distintos tipos de proceso que pueden aplicarse, justificando la solución adoptada.

#### 5.2.- DIAGRAMAS DE FLUJO - ESQUEMA DEL PROCESO



Debe comprender tanto la simbología aplicada como la especificación de corrientes (caudales, composiciones, condiciones físicas, etc.) cuando sea posible y conveniente, incluyendo, como es obvio, el esquema o esquemas correspondientes.

### 5.3.- PROPIEDAD INDUSTRIAL

Especificar las partes del proceso que estén protegidas legalmente: registro de la Propiedad Industrial, patentes propias o de terceros, *know-how*, elección de ingeniería llave en mano, modelos de utilidad, etc.

## CAPÍTULO 6.- MATERIAS PRIMAS

Descripción de cada una de las materias primas que intervienen en el proceso, indicando entre otros los siguientes aspectos que pueden recogerse en apartados:

### 6.1.- MATERIAS PRIMAS PRINCIPALES

- Características fisicoquímicas.
- Consumo:
  - cantidad
  - tipo
  - clase
  - ritmo
  - cupos
- Competencia de consumo.
- Especificación técnica y comercial.

### 6.2.- MATERIAS PRIMAS AUXILIARES

Incluir los conceptos que sean precisos de los que se han indicado en el subapartado 6.1.

## CAPÍTULO 7.- EQUIPO INDUSTRIAL

Descripción completa de todo el equipo industrial, especificando las características técnicas de las máquinas, tales como:

- Dimensiones.
- Producción.
- Potencia.
- Tensión de trabajo.
- Protección.
- Etc.

Sin indicar marca o modelo, se puede ordenar su descripción respecto a su importancia de acuerdo con la división siguiente:

### 7.1.- MAQUINARIA PRINCIPAL

Autora: Vicen González

### 7.2.- MAQUINARIA AUXILIAR

### 7.3.- ELEMENTOS AUXILIARES

### 7.4.- HERRAMIENTAS

Como en algunos casos, puede interesar al proyectista orientar o definir la maquinaria al máximo para garantizar los supuestos del proyecto, es correcto entonces definir la maquinaria de un modo indirecto, como por ejemplo:

*Máquina para....., con una producción de....., potencia de....., tensión de.....V, protección....., del tipo (indicar aquí marca y modelo) o similar.*

Ha de darse un resumen total de la potencia instalada, índice de simultaneidad y potencia del transformador.

## CAPÍTULO 8.- DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIONES

Es una descripción estática (fotográfica) de la planta industrial. Un índice general podría consistir en el siguiente:

### 8.1.- TERRENOS Y ACCESOS

Se describirá la forma de la parcela o parcelas del conjunto industrial, los accesos, calles interiores, sentidos circulatorios, zonas de aparcamiento, iluminación exterior, control de entrada y salida, báscula, zonas previstas para posibles ampliaciones, etc., justificando cada una de las propuestas (o haciendo referencia a anejos, planos, etc.). Por ejemplo: intensidad de iluminación, número de plazas de aparcamiento según operarios y normativa municipal, etc.

### 8.2.- EDIFICIOS

Descripción de las edificaciones: naves industriales, edificio representativo y estructuras auxiliares (por ejemplo, sala de caldera) incluyendo sus características técnicas, formas, dimensiones, materiales elegidos, compartimentación y su justificación funcional.

En la descripción de los sistemas constructivos deben indicarse los datos previos considerados, los métodos de cálculo empleados y la reglamentación aplicada.

Se consultarán en los reglamentos y normas correspondientes los apartados que tratan de la redacción de la Memoria y Anejos para ajustarse en el proyecto a lo que se marca en cada uno de ellos, tanto en lo que se refiere a edificios como a instalaciones, ordenanzas de usos y actividades, higiene y seguridad, etc.

Deben quedar definidos los siguientes elementos estructurales:

- Cimentación.
- Estructura de naves, oficinas y otras construcciones (depósitos, silos, subestación transformadora, etc.).
- Cerramientos laterales y de cubierta, particiones.
- Puertas, ventanas, vallas.
- Soleras, forjados y acabados superficiales.

### 8.3.- SERVICIOS



Descripción, en general, de los siguientes servicios:

- Redes de agua. Características del suministro y consumo.
  - Sanitaria.
  - Industrial.
  - Red de incendios.
- Instalación eléctrica. Descripción de la instalación eléctrica indicando la Norma BT aplicable en cada caso.
  - Características del suministro.
  - Subestación transformadora.
  - Líneas en media y baja tensión.
  - Tipos de conductores y sistema de transporte (aéreo, subterráneo, bandejas, etc.).
  - Protecciones de seguridad.
- Iluminación natural y artificial.
  - Iluminación natural y su justificación.
  - Intensidad de iluminación artificial en cada área.
  - Justificación legal y de proyecto.
  - Lámparas y luminarias elegidas.
  - Protecciones (antihumedad, antideflagrante, etc.).
- Instalaciones sanitarias y de saneamiento.
  - Número y características de aparatos sanitarios, comprobando que cumplen el reglamento de higiene y seguridad en el trabajo.
  - Red de saneamiento.
- Instalaciones de ventilación y climatización. Justificación.
  - Ventilación natural y forzada.
  - Regeneración o aire acondicionado.
  - Calefacción.
  - Instalaciones de aspiración de polvo.
- Red de gas.
  - Suministro y consumo. Depósitos. Capacidad.
  - Materiales. Sistema de control y seguridad.
- Red de vapor.
  - Caldera. Normas. Protección y características.
  - Red. Calorifugación.
- Red de aire y/o vacío.
  - Sala de compresores.
  - Red. Señalización.

Autora: Vicen González

- Transportes interiores.
  - Puentes y pórticos grúas.
  - Cadenas de transporte.
  - Elevadores transportadores de cinta de rodillos, etc.
- Instalaciones especiales.
  - Automatismos en general.
  - Robots, sistemas de fabricación flexible y máquinas herramientas de control numérico
- Talleres auxiliares.
  - Reparación.
  - Pintura.
  - Embalaje y expedición.
- Laboratorios de control y ensayo.
  - Características.
  - Homologación de pruebas.
- Mantenimiento.
  - Sistemas de mantenimiento preventivo.
  - Medios de que se dispone.

## **CAPÍTULO 9.- SEGURIDAD Y SANIDAD AMBIENTAL**

Descripción, desde el punto de vista de la sanidad ambiental y de la seguridad, de las posibles repercusiones de humos, gases, vapores, polvos, olores, ruidos, vibraciones, residuos sólidos, aguas residuales, etc. que puedan producirse durante el funcionamiento normal de la planta, así como de las medidas correctoras a aplicar para el cumplimiento de la legislación vigente. Se incluirán los siguientes apartados:

### **9.1.- MEDIDAS CORRECTORAS Y DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS**

- Normas, reglamentos y ordenanzas aplicados; peligrosidad.
- Sistemas elegidos.
- Detección y extinción. Prevención.

### **9.2.-MEDIDAS CORRECTORAS Y DE SEGURIDAD CONTRA ESCAPE DE SUBSTANCIAS PELIGROSAS Y CONTAMINANTES**

- Normas, reglamentos y ordenanzas aplicados; peligrosidad.
- Líquidos.
- Gases.
- Sistemas de detección y prevención.



### 9.3.- MEDIDAS CORRECTORAS Y DE SEGURIDAD CONTRA RUIDOS Y VIBRACIONES

- Normas y ordenanzas contempladas.
- Máquinas y elementos productores de ruidos y vibraciones.
- Sistemas de amortiguación. Nivel máximo resultante.

### 9.4.- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Normas y reglamentos contemplados.
- Tipos de vertido.
- Sistemas de tratamiento adoptados. Justificación.

### 9.5.- TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

- Reglamentos y ordenanzas aplicados.
- Tipos de residuos.
- Sistemas de eliminación. Justificación.

## CAPÍTULO 10.- RÉGIMEN DE FABRICACIÓN

Es una descripción dinámica (cinematográfica) de la planta industrial. Un esquema válido es el siguiente:

### 10.1.- FUNCIONAL

Se describirá todo el sistema productivo que se relaciona con los materiales y su proceso.

- Materias primas.
  - Recepción
  - Control
  - Almacenamiento
  - Distribución a fabricación
  - Programas de fabricación.
  - Organización del trabajo.
  - Productos.
  - Recepción
  - Control
  - Almacenamiento
  - Expedición
  - Comercio (dirección comercial de ventas)
  - Organización. Red de ventas
  - Publicidad
  - Investigación y oficina técnica.
  - Organización
  - Medios y posibilidades de futuro
- Autora: Vicen González

### 10.2.- LABORAL

Se describirá la composición de la empresa señalando el número total de empleados.

- Composición (categoría dentro de la empresa y categoría profesional).
- Personal directivo
- Personal técnico y auxiliar técnico (por ejemplo, delineantes)
- Personal administrativo y auxiliar administrativo
- Personal de producción (jefes de sección, obreros especialistas, peonaje, ...)
- Régimen de trabajo.
- Jornada laboral. Turnos. Convenio colectivo
- Sistemas de retribución
- Servicios auxiliares.
- Seguridad y asistencia médica
- Enseñanza y deportes
- Comedores y otros servicios

## CAPÍTULO 11.- EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y EXPLOTACIÓN

Consiste en la explicación de la planificación del trabajo para la realización de las obras e instalaciones que implica el proyecto con un coste y en el tiempo más conveniente. Se indicará el método empleado y se especificará:

### 11.1.- PLAN GENERAL

### 11.2.- ETAPAS DE REALIZACIÓN

- Plazos de ejecución previstos.
- Importes.
- Diagrama de barras.

## CAPÍTULO 12.- ESTUDIO ECONÓMICO

Es importante no confundirlo con el Presupuesto, porque el Presupuesto es *lo que vale* el proyecto, mientras que el estudio económico es, teniendo en cuenta lo que vale, *la previsión de lo que puede generar*. Se incluirán los siguientes aspectos:

### 12.1.- PRESUPUESTO TOTAL DE LA CONSTRUCCIÓN

### 12.2.- PRESUPUESTO TOTAL DE LAS INSTALACIONES

### 12.3.- ESTUDIO ECONÓMICO

- Inversiones.
- Gastos de explotación.
- Amortizaciones.
- Financiación.
- Gastos anuales.





- Ingresos anuales.
- Beneficios.
- Productividad y rentabilidad. Ratios.
- Tasa interna de rentabilidad. Gráficos.

### CAPÍTULO 13.- BIBLIOGRAFÍA Y CONSULTAS REALIZADAS

Relación de libros, artículos, monografías, catálogos, patentes, etc. más importantes que se han utilizado y referenciado en la memoria descriptiva. Deben ir numerados y ordenados alfabéticamente por autores.

El índice presentado puede diferir bastante según el proyecto de que se trate, pero lo que aquí se expone puede servir de base orientativa al ingeniero químico, que deberá después ajustarlo a cada caso concreto. Conviene recordar que en el apéndice A8.1, donde aparece la norma UNE 157001:2002, se muestra el contenido de la Memoria, así como de sus capítulos, de acuerdo a esta norma.

#### 3.1.4.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Es habitual y aconsejable incluir en la memoria un resumen que describa brevemente los aspectos fundamentales del proyecto y que permita, de una manera rápida, conocer el problema planteado y las soluciones adoptadas.

Es costumbre, igualmente, citar a las personas físicas y jurídicas que de una manera u otra, han colaborado con el autor del proyecto. La inclusión de los agradecimientos al equipo de la propia ingeniería que ha colaborado con el proyectista, es un acto fundamentalmente de cortesía; en general, cabe citar a los servicios técnicos e informáticos, al personal de delineación y al de mecanografía que han colaborado en el proyecto.

Cuando algunas de las partes del proyecto (estudio del terreno, estudio de mercados, implantación, cálculos especiales, etc.) han sido desarrolladas por otros técnicos o ingenieros, es recomendable tanto la cita exacta de los autores como la delimitación del trabajo desarrollado por ellos, a fin de fijar la responsabilidad de cada uno en los límites legales y profesionales adecuados.

En los proyectos de ingeniería, la redacción de las conclusiones suele ser muy concisa. Debe destacarse que:

- El proyecto tiene un objetivo concreto y destacarlo.
  - La solución o soluciones adoptadas son las óptimas.
  - El proyecto es posible y rentable.
  - El proyectista queda a disposición en todo lo referente al proyecto para aclarar cualquier duda que pueda surgir.
- Por último, el proyectista debe resaltar su capacidad legal y profesional para firmar y responsabilizarse del trabajo realizado.

#### 3.1.5.- ANEJOS

Autora: Vicen González

Los anejos son el soporte de la Memoria Descriptiva, y sirven para aportar información complementaria que, por su extensión, naturaleza o grado de profundidad, conviene exponer en forma separada. Los anejos recogen las hipótesis y métodos empleados para resolver el proyecto y sirven de base para la comprobación de la validez de las soluciones. Reunidos en grupos, se señalan a continuación algunos anejos que pueden incluirse como parte de la memoria de un proyecto de ingeniería.

##### 3.1.5.1.- La documentación

Pueden incluirse en este grupo de anejos, cuando su interés así lo requiera, temas como:

- El pliego de bases del Concurso del proyecto.
- La legislación general que afecta al Proyecto, incluyendo aquellos artículos que hayan sido básicos en el desarrollo del Proyecto. Por ejemplo: Artículos del Plan Parcial sobre los que se ha basado un determinado Proyecto de Urbanización.
- Estudios previos de viabilidad.
- Anteproyecto o sumario básico del que se ha partido para que se constate todo lo que se ha tenido en cuenta y las modificaciones aportadas en el proyecto definitivo.
- Curriculum del proyectista o de la ingeniería.

##### 3.1.5.2.- El terreno

Relacionados con el terreno sobre el que se ha de asentar la industria, los anejos más importantes son:

- El levantamiento topográfico del terreno, que ha servido de base para el replanteo. Cuando el levantamiento topográfico es complejo, suele realizarse por un técnico o equipo especializado.
- El estudio geotécnico. En la práctica totalidad de los proyectos de construcción es preciso conocer información sobre la resistencia del terreno, el nivel freático, el tipo de suelo, y todos aquellos datos que, para realizar la implantación y los cálculos de cimentación, necesita saber el proyectista.
- El estudio del comportamiento reológico de las cimentaciones, cuando las normas así lo exijan.

##### 3.1.5.3.- El emplazamiento

Justificación del emplazamiento adoptado:

- Datos recopilados y cálculos relacionados con el transporte de materias primas y la distribución de productos.
- Estudio de las comunicaciones presentes y durante el tiempo de vida de la industria.
- Datos sobre la mano de obra del entorno.
- Legislación laboral de la zona.
- Calificación del suelo. Volumetría, retranqueos, etc.

##### 3.1.5.4.- La distribución en planta



Recogerá este anejo las distintas alternativas estudiadas del *layout* de la planta, los datos recopilados (dimensión de la maquinaria y componentes, zonas de almacenaje) y una justificación funcional y económica de la solución adoptada y, fundamentalmente:

- Optimización de recorridos.
- Optimización de actividades.
- Productos.
- Cantidades.
- Flexibilidad.
- Determinación de espacios.
- Fiabilidad del sistema.

### 3.1.5.5.- Cálculos justificativos

Se estructurarán en tantos capítulos como sean necesarios. En el caso general, deberán relacionarse en cada uno de ellos:

- Las hipótesis o bases de partida para el cálculo.
- Las normas y reglamentos utilizados.
- La formulación aplicada.
- La bibliografía consultada.
- El desarrollo completo que ha conducido a las soluciones finalmente adoptadas.
- Las simplificaciones asumidas.
- Los instrumentos de cálculo empleados, tales como ábacos, tablas, programas de cálculo y ordenador utilizados, etc.
- El sistema de unidades.

De todos los cálculos que pueden presentarse en un proyecto de ingeniería, se destacan los siguientes:

#### a) Cálculos físico-químicos

Se deben incluir, en este subapartado, todos los cálculos cuyo detalle se considere conveniente sobre las diferentes etapas físicas y químicas que intervengan en el proceso:

- Estimación de propiedades.
- Cálculo de equilibrios (físico y químico).
- Cálculos cinéticos.
- Estimación de costes.
- Cálculos económicos.
- Cálculo de coeficientes de transporte.
- Cálculos de diseño.
- Etc.

#### b) Cálculo de estructuras

Se indicarán claramente los motivos por los que se ha elegido un determinado tipo de estructura resaltando los aspectos funcionales, económicos o estéticos que han conducido a su elección.

Deberá quedar constancia no sólo de los cálculos de los elementos principales (pórticos, correas, forjados, etc.) sino también de los elementos secundarios que completan la estructura (arriostramientos, dinteles, anclajes, cordones de soldadura, etc.).

Si el proyectista asume, en algún momento, la responsabilidad de calcular sin cumplir determinada norma (p.e. modificar una hipótesis de carga) deberá justificar exhaustivamente esta acción.

#### c) Cálculos eléctricos

En los proyectos que tratan estos temas pueden aparecer cálculos sobre:

- La línea de acometida (de media tensión en general) desde el punto de toma hasta la subestación transformadora de la planta.
- La subestación transformadora (tensiones de entrada y salida, potencia de los transformadores, celdas de medida y protección, etc.).
- Las líneas de distribución en baja, definiendo el tipo de conductor y el sistema de transporte (canalizaciones subterráneas, en bandeja, empotrada, etc.).
- El alumbrado (tipo de lámparas y luminarias, intensidad luminosa adoptada, distribución, protección, etc.).
- El esquema unifilar de la instalación y los elementos de protección calculados.
- Tomas de tierra de la instalación, maquinaria y elementos metálicos de la obra.

#### d) Cálculo de cimentaciones y soleras

A la vista de los datos del terreno y las cargas determinadas en el cálculo de estructuras, se incluirá:

- Tipo o tipos de cimentación adoptados y su justificación.
- Carga admisible del terreno y profundidad mínima de los cimientos.
- Hipótesis de carga y calidad de hormigones y aceros.
- Cálculo de zapatas y zunchos de atado.
- Cimentaciones de máquinas.
- Definición de las soleras: armadura, acabado superficial, compactado de las zahorras.
- Otros cálculos: muros de contención, depósitos enterrados, etc.

#### e) Cálculos hidráulicos

En general, comprenderán:

- Diseño y cálculo de canalones, bajantes y red de desagües de aguas pluviales: determinación del caudal de lluvia por unidad de superficie, materiales utilizados, secciones y pendientes mínimas.
- Red de saneamiento de aguas negras y residuos industriales. Tratamiento y depuración de residuos.
- Cálculo del abastecimiento de agua.

#### f) Otros cálculos



Entre otros muchos cálculos que pueden precisarse en un proyecto conviene destacar:

- Circuito de aire comprimido: sala de compresores, de distribución, valvulería, etc.
- Ventilación, aireación y aspiración de polvo.
- Transporte neumático.
- Depósitos de combustible y de materias primas o productos terminados.
- Refrigeración y aire acondicionado.
- Aislamiento acústico y térmico.
- Sistemas de protección contra incendios: hidrantes, bocas de agua, rociadores, distribución de extintores.
- Etc.

### 3.1.5.6.- Planificación, programación y control

En este anejo se estudian todos los datos relativos al proceso constructivo de las obras proyectadas, al montaje de las instalaciones y de la maquinaria y a su puesta en marcha; por tanto, se planifican programas y se instrumentan los medios de control de la realización en cuanto a lo que se refiere a plazos de ejecución y su coordinación, y a inversiones necesarias.

Su representación definitiva suele plasmarse mediante gráficos de barras (*Gantt*) aunque el método de cálculo más ampliamente utilizado es el P.E.R.T./TIEMPOS, que define el inicio y fin de cada actividad y sus márgenes de maniobra, o bien el P.E.R.T./RECURSOS, que optimiza el uso de medios para el tiempo de ejecución previsto.

### 3.1.5.7.- Programas de ordenador

Es habitual utilizar el ordenador como medio de cálculo. Al efectuar los cálculos con ayuda de ordenadores se recomienda separar en anejos especiales cada una de las etapas del cálculo resuelto con ordenador, debiendo dichos anejos constituir por sí mismos unidades completas y ordenadas.

Cada anejo deberá contener en sus hojas iniciales:

- Las simplificaciones efectuadas sobre la estructura real (modelización) al asimilarla a otra apta para su tratamiento en ordenador; la posible repercusión de dichas simplificaciones en los resultados; y las correcciones que deban efectuarse en los mismos, en su caso, para tener en cuenta estos efectos.
- Las propiedades supuestas para los materiales, componentes y etapas físicoquímicas, como: hipótesis de trabajo, condiciones de operación, diagramas tensión-deformación, módulos de elasticidad, resistencias y tensiones admisibles, coeficientes de retracción, de fluencia y térmicos, capacidad de carga, condiciones límites de trabajo, rendimientos y todas las demás características necesarias para aplicar el programa.
- La descripción detallada de la estructura ideal calculada, acompañada de croquis siempre que sea conveniente, incluyendo dimensiones, áreas e inercias de las secciones necesarias, tipos de conexiones en los nudos y condiciones de sustentación.
- Las acciones consideradas, las posibles combinaciones y los coeficientes de seguridad a tener en cuenta en cada caso.
- Cualquier otro dato incluido en el cálculo, especificando siempre unidades y signos.

Autora: Vicen González

- Nombre del programa, tipo de ordenador y, en su caso, centro de cálculo utilizado.
- Método de cálculo utilizado en el programa y especialmente las bases del mismo y sus posibles simplificaciones, indicando referencias y las publicaciones consultadas si la formulación y la marcha de cálculo no son habituales.
- Métodos, aproximaciones y simplificaciones empleados en la programación.
- Resultados del cálculo, especificando unidades y signos.
- Análisis de dichos resultados, acompañando siempre que sea conveniente diagramas de esfuerzos o tensiones, e incluyendo, si es posible, la comprobación con resultados obtenidos por métodos simplificados.
- Utilización posterior de los resultados, en especial correcciones efectuadas sobre los mismos y obtención, a partir de ellos, de otros resultados que vayan a emplearse posteriormente.

Si el trabajo encomendado al proyectista incluía la confección de algún programa de ordenador, se dedicará un anejo a la descripción de las características del programa, adjuntándose un listado completo, el manejo del mismo (datos de entrada y resultados) e indicando el lenguaje de programación utilizado.

### 3.1.5.8.- Consideraciones teóricas

Se incluirá un anejo especial de consideraciones teóricas cuando se expongan teorías o conceptos originales (o poco conocidos) y cuando deban justificarse soluciones que no cumplan determinadas normas, o éstas no existan.

### 3.1.5.9.- Modelos reducidos, plantas piloto, prototipos

Muchos de los proyectos de la ingeniería hidráulica precisan para su resolución de su estudio por medio de modelos reducidos. Será preciso, entonces, describir el modelo, la escala utilizada, los ensayos realizados y las modificaciones que este estudio haya introducido en el proyecto.

Por otra parte, en proyectos de ingeniería de procesos (ingeniería química, fundamentalmente), es habitual realizar una planta piloto que permita definir determinados parámetros y magnitudes. Deberán, igualmente, describirse los ensayos y los resultados obtenidos, incluyéndose esquemas y fotografías de la instalación.

Para el estudio de la implantación de grandes industrias se utiliza en ocasiones la representación, en dos o tres dimensiones, del *layout* mediante maquetas, debiéndose exponer los trabajos realizados.

En proyectos de productos es también habitual la realización de maquetas o la construcción de prototipos, debiéndose en estos casos especificar la forma de realizarlos, el número y características de estos prototipos y describirse, también, los ensayos y los resultados de los mismos.

### 3.1.5.10.- Otros anejos

Aun habiéndose expuesto un amplio número de anejos, habrá proyectos que exijan otros estudios específicos, tales como:



- ❑ Sistema de organización del personal.
- ❑ Estudio de vibraciones en una máquina.
- ❑ Estudio de temperaturas.
- ❑ Sistemas de seguridad integrada.
- ❑ Estudios económicos y financieros.
- ❑ Condicionantes legales.
- ❑ Sistema de mantenimiento.
- ❑ Sistemas electrónicos.

## 3.2.- Los planos

### 3.2.1.- INTRODUCCIÓN

Los planos son la representación gráfica del proyecto y lo definen exhaustivamente en su aspecto constructivo. Así pues, comprende los dibujos, esquemas, figuras, perspectivas necesarias para llegar a una comprensión visual del conjunto. En definitiva, indican lo que hay que construir, montar, instalar, etc.

Como ya se comentó al principio, los Planos, junto con el Pliego de Condiciones, forman los documentos que tienen carácter vinculante, ya que pasan a formar parte del Contrato de Obras entre la Propiedad y el Contratista. Los planos constituyen el documento que se utiliza más ampliamente durante la ejecución de los trabajos de taller y de montaje. Así pues, el contenido de los planos debe ser completo, suficiente y conciso, de tal forma que permita llevar a cabo todo el proyecto.

En general, los planos son una representación reducida o ampliada en dos dimensiones del conjunto de elementos tridimensionales que componen un objeto u obra. Cada uno de estos elementos precisará de más de una vista para quedar perfectamente definido. La génesis de los planos suele ser lenta; se inician casi a la vez que el propio proyecto. El proyectista comienza realizando bocetos y croquis sobre los que se basan los trabajos de definición, desarrollo y cálculo del proyecto. Los propios cálculos van ayudando a acotar cada uno de los elementos componentes y, por tanto, contribuyen a mejorar los croquis y bocetos iniciales hasta dejar perfectamente definido todo el conjunto. En muchas ocasiones, el dibujo de los planos permite observar los posibles defectos de un diseño y, en muchas otras, será el propio dibujo el que solventará los detalles constructivos difícilmente resolubles por el cálculo.

La mayoría de las veces, el dibujo definitivo de los planos corre a cargo de un equipo de delineación. Sin embargo, el visto bueno definitivo corresponde al ingeniero proyectista que debe repasar todo el dibujo: líneas, cotas, escalas y anotaciones. Un error en un plano puede significar una obra mal realizada. Imagínese, por ejemplo, que al dibujar un molde para realizar piezas de plástico o de cerámica por inyección se ha interpretado mal la idea del proyectista o se ha cometido un error de acotación. Si no se observa a tiempo, el molde realizado puede precisar de costosas reparaciones, o incluso tenerse que repetir. La responsabilidad de éste y de otros casos similares es totalmente del proyectista por lo que

le compete hacer frente a los gastos y daños que se hayan producido, además del desprestigio que ello acarrea.

Así pues, las obras, máquinas y elementos a realizar como consecuencia del proyecto, una vez definidas y calculadas, se han de representar en planos, utilizando para ello los formatos y escalas adecuados al grado de detalle que exige su correcta interpretación y ejecución, de acuerdo a las normas UNE. En el apéndice A8.1 se enumeran las normas de dibujo a tener en cuenta en la realización de los distintos planos de un proyecto.

Con el uso de ordenadores y de programas C.A.D. cada vez más potentes, las posibilidades de la representación gráfica se hacen enormes: dibujos en 2D y en 3D, con distintos colores, con diferentes puntos de vista, acercamiento y alejamiento, secciones, etc. Esta irrupción de los ordenadores ha cambiado totalmente la manera de trabajar y representar gráficamente, facilitando enormemente (en tiempo y coste) la realización y modificación de los planos, y mejorando considerablemente la calidad de lo que se expone.

En todo caso hay una serie de conceptos generales relacionados con los planos, que se habrán visto en la asignatura de Expresión Gráfica, que deben tenerse en cuenta a la hora de realizar los planos.

Se trata de conceptos tales como: escalas, líneas, acotaciones, formatos, etc., que no vamos a desarrollar en este apartado y que conviene recordar.

### 3.2.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS PLANOS

Antes de ver los distintos tipos de planos, vamos a repasar algunos de los términos utilizados en estas representaciones. Así:

- Vista es la proyección sobre un plano de lo que un observador, situado en el infinito y mirando en dirección perpendicular a este plano, ve de un edificio o de un elemento.
- Plano es la representación de una vista.
- Sección es la vista de las partes contenidas en una superficie secante, más la vista de las partes situadas detrás.
- Planta es la sección horizontal de un objeto, a una altura determinada, visto por encima. También se llama planta a la vista horizontal de un terreno, edificio, obra o elemento.
- Alzado es la vista vertical de un edificio, máquina o componente.

En una primera clasificación de planos, se distinguen los planos o diseños preliminares, los esquemas y los planos de ejecución. Los planos o diseños preliminares -tales como croquis, esbozos, etc.- son dibujos que sirven de base para realizar otros más completos y evidencian la idea general del proyectista. Por su parte un esquema es un dibujo (a escala o no) que proporciona una visión simplificada de los procesos e instalaciones, así como de su funcionamiento. Mientras que los planos de ejecución son el conjunto de dibujos elaborados para llevar a cabo el proyecto. Se dibujan a escala y deben contener todos los detalles necesarios para poder ejecutar los trabajos. Los planos de ejecución pueden ser, a su vez, planos Generales y planos de Componentes.



Los planos Generales dan una visión de conjunto del proyecto, mientras que los planos de Componentes o Detalles constructivos realizan el despiece permitiendo ver con detalle cada una de las partes de la obra. Los planos Generales reciben denominaciones especiales según la función de definición que realizan. Así, suelen llamarse:

- Planos de Conjunto: aquéllos que permiten identificar el emplazamiento y la localización de las obras respecto a los planos urbanísticos.
- Plano de Situación: aquél que localiza el edificio respecto al lugar de ubicación, a los medios de acceso o a la configuración del terreno; contiene, normalmente, información sobre algunos servicios, canalizaciones, etc.
- Planos de Distribución General: los que indican el reparto de espacios en los edificios, el emplazamiento de las diferentes obras y maquinaria, y los detalles de conjunto.

En muchos casos el Plano de Conjunto se denomina Plano de Situación, recibiendo entonces éste último el nombre de Plano de Emplazamiento.

Los Planos de Componentes se clasifican en Planos de Serie y de Detalle. Los Planos de Serie indican las dimensiones básicas, los sistemas de referencia y las características de un grupo de elementos. Los Planos de Detalle presentan las indicaciones necesarias para la fabricación y construcción de los elementos y materiales que lo componen.

A continuación se da una referencia de los planos que intervienen en el proyecto de una planta industrial, dándose una breve información del contenido de cada uno de ellos.

### 3.2.2.1.- Plano de situación

Permite conocer el entorno de la planta industrial: municipios cercanos, carreteras, ferrocarriles y otros medios de transporte existentes, ubicación de otras industrias suministradoras de materias primas, etc. Escalas usuales: 1/10000 y 1/50000. Suelen utilizarse como base los Planos del Instituto Geográfico y Catastral, mapas de carretera, etc.



### 3.2.2.2.- Plano de emplazamiento

Debe definir el emplazamiento exacto de la parcela, referenciando los edificios o solares colindantes, las calles o carreteras de acceso, el norte geográfico, etc. La escala utilizada

varía según el tamaño del proyecto, aunque es habitual utilizar alguna de las comprendidas entre 1:200 y 1:2000.



### 3.2.2.3.- Planos topográficos y de replanteo

Quando el terreno original precisa de movimientos de tierra en volúmenes considerables para su nivelación es necesario incluir un plano topográfico del terreno en donde figuren las curvas de nivel así como las secciones longitudinales y transversales precisas para determinar los volúmenes de excavación y relleno a efectuar en obra. Estos planos deberán fijar la cota  $\pm 0.00$  de la obra referida a algún punto inamovible del terreno. Las escalas usuales van de 1:100 a 1:500.

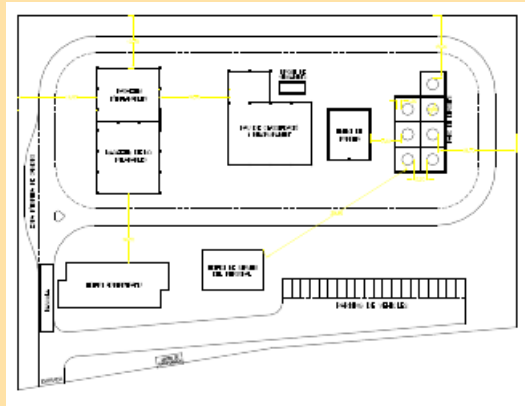
El plano de replanteo tiene por misión el definir los ejes principales de las obras respecto a los lindes del terreno y debe permitir situar y marcar en obra todos los ejes de pilares de las estructuras tanto de los edificios principales como de las obras auxiliares. El plano de replanteo debe dejar claramente señaladas las distancias entre las edificaciones y los lindes de tal manera que en todo momento pueda comprobarse que se están cumpliendo las normas y reglamentos que regulan los retranqueos de fachada y laterales. Escalas usuales: de 1:100 a 1:500.

### 3.2.2.4.- Plano de distribución general y planos constructivos

La serie de planos que comprende este apartado debe ser suficiente para definir la obra en todos sus aspectos constructivos. Se inicia esta serie de planos con el de distribución general en el que deben quedar especificados el conjunto de edificaciones, los accesos,

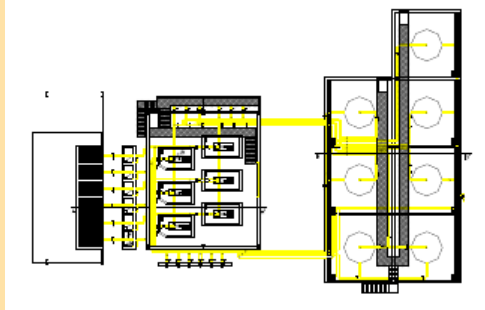


aparcamientos, zonas verdes, zonas reservadas para posibles ampliaciones, edificios auxiliares, etc. Escala usual: 1:200 y 1:500.



### a) Planos de distribución en planta

Especifican la distribución en planta de la maquinaria y el equipo, así como de las diferentes dependencias que encierra cada edificio. Escalas usuales: 1:50 y 1:100.



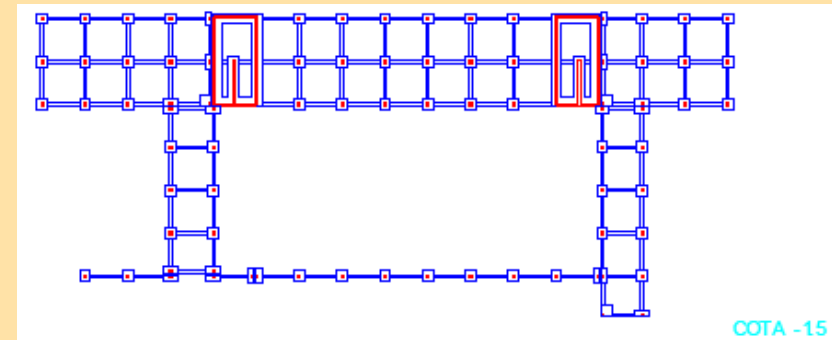
### b) Plano de planta de cimientos y detalles

Incluyen la planta de cimentación, zunchos de atado y desagües, así como detalles de las zapatas y zunchos (secciones en planta y alzado para cada tipo de zapata y zuncho con especificación de la calidad y cantidad de acero y hormigones). En estos planos debe incluirse también:

- Referenciar las zapatas respecto a ejes de pilares.
- Definir la profundidad mínima de las zapatas respecto a la cota de referencia.
- Señalar la pendiente mínima de los desagües, el diámetro de las canalizaciones, la situación de las arquetas y detalles constructivos de todo ello.
- Un cuadro de las características de aceros y hormigones, así como el nivel de control exigido y los coeficientes de seguridad aplicados en el cálculo.
- Despiece de armaduras y detalles de unión.

Autora: Vicen González

La escala empleada en la planta de cimientos suele ser 1:50 ó 1:100. Para los detalles se emplea, generalmente, la escala 1:10 ó 1:20.

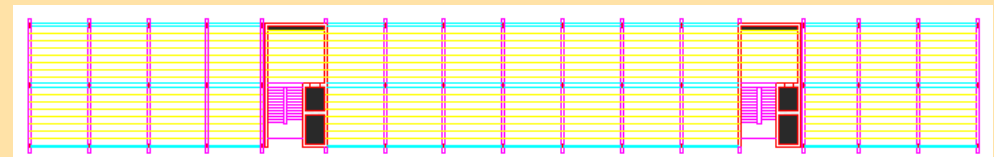


### c) Planos de estructura

Comprenderán, al menos, los siguientes:

- Plano de replanteo de pilares.
- Alzados de cada uno de los tipos de pórtico proyectados (transversal y longitudinal), incluyendo muros piñón, cuadros de pilares y vigas, detalles de unión, cuadro de calidades y control de los materiales empleados.

Las escalas utilizadas coinciden con las del anterior apartado



### d) Plano de cubiertas

Se indicará en este plano al menos:

- La pendiente de las cubiertas y de los canalones.
- La situación de las placas translúcidas, lucernarios y sistemas de ventilación.
- Detalles de montaje del canalón y su diámetro.
- Situación de bajantes y diámetro.

La escala o escalas más usuales se corresponden con las de los dos apartados anteriores.





- El sistema de alumbrado, señalando la ubicación, cantidad y tipo de aparatos de alumbrado (lámparas y luminarias), y las líneas de distribución.
- La red de fuerza motriz.
- Esquemas unifilares de la instalación eléctrica.
- Subestación transformadora.
- La red de vapor: sala de calderas y distribución de la red, calorifugación, etc.
- Sistema de aire comprimido, ventilación, etc.

## 3.3.- Pliego de Condiciones

### 3.3.1.- DEFINICIÓN

El Pliego de Condiciones establece la forma de ejecutar un Proyecto, teniendo en cuenta los condicionantes de tipo técnico, económico, legal y administrativo que le afecten. Así pues, en este documento se especificarán, entre otros aspectos:

- Las características de los materiales y equipos.
- Las técnicas a emplear en la ejecución y puesta en marcha.
- Las pruebas de recepción de los elementos antes de ponerlos en obra, durante la ejecución del trabajo y una vez concluido el mismo.
- Los aspectos legales y administrativos del Proyecto.
- Las responsabilidades de los agentes que intervienen en el Proyecto.
- Las condiciones de medición y abono de las obras.
- Las penalizaciones o recompensas.
- Los controles de calidad que hay que realizar.
- Las normas, reglamentos y leyes por las que se debe regir el proyecto.

El Pliego de Condiciones es el documento más importante del proyecto, desde el punto de vista contractual. Si los Planos dicen lo que hay que hacer, el Pliego de Condiciones fija cómo hacerlo y con qué materiales y equipos. Como ya se ha comentado anteriormente, este documento, junto con el de Planos, es vinculante en las relaciones entre la Propiedad y el Constructor, ya que se incorpora al contrato entre ambos para la ejecución de las obras (o de la Planta Industrial), adquiriendo durante la misma su verdadera importancia.

Su influencia en el coste final del proyecto es muy grande, por cuanto sus exigencias y requisitos en la recepción, ejecución y control de las obras, si no están bien pensados y dimensionados, pueden llevar tanto a un exceso de trabajos, como a una escasez de los mismos.

El Pliego de Condiciones no debe contradecir las leyes, normas y ordenanzas nacionales o locales, sino complementarlas en aquellos aspectos específicos del proyecto, a juicio de su autor. Debe, además, prever lo imprevisto, como por ejemplo, la aparición de unidades de obra no contempladas en el proyecto, las penalizaciones por retraso en la ejecución, etc.

Es habitual que el proyectista incluya una introducción que describa el alcance y objeto del Pliego, así como una relación de las leyes y normas que se han tenido en cuenta en su redacción.

Cualquier omisión en el Pliego puede generar conflictos o dificultades para la ejecución del proyecto, por lo que es siempre más recomendable repetir un mismo concepto en capítulos distintos que el omitirlo allí donde sea necesario. A pesar de esto, la concisión y claridad en la exposición es, en el Pliego de Condiciones, más importante aún que en ningún otro documento.

Es recomendable seguir un orden de redacción del Pliego, similar al de los demás documentos del proyecto, es decir, de lo general a lo particular, por fases de ejecución y por unidades de obra. Apoyarse en otros Pliegos redactados con anterioridad facilita la confección del nuevo, aunque se ha de tener siempre en cuenta las peculiaridades de cada proyecto. Se apunta como posibilidad, la conveniencia en algunos casos de consultar con profesionales del Derecho cuando las características y condiciones especiales del proyecto así lo aconsejen.

Como ya se ha comentado anteriormente, el Pliego abarca cuatro tipos básicos de condiciones: técnicas, facultativas, económicas y legales. Las condiciones técnicas hacen referencia a los trabajos que hay que realizar, las características y calidad de los materiales, cuidados especiales y detalles concretos a tener presente durante la ejecución, y a los controles y ensayos de calidad perceptivos. Las condiciones facultativas hacen referencia a los derechos y obligaciones de las partes y sus representantes en el momento de ejecutar el proyecto. Las condiciones económicas hacen referencia a las garantías, la formación de precios, las formas de abono y las indemnizaciones por incumplimiento. Las condiciones legales hacen referencia al perfil del contratista, la forma de adjudicación, el tipo de contrato, la obligatoriedad de suscripción de seguros de responsabilidad civil y otros asuntos relacionados.

El Pliego de Condiciones puede estructurarse de diversas formas, en función de las necesidades y del tipo concreto de proyecto. A modo de ejemplo, podría dividirse en los tres capítulos siguientes:

- Descripción de la obra o proyecto.
- Condiciones generales: facultativas, económicas y legales.
- Condiciones técnicas particulares.

La descripción que se muestra a continuación está orientada a un Pliego de Condiciones de un proyecto de planta industrial. No obstante, el proyectista tendrá que aplicar los criterios expuestos al caso concreto que le interese desarrollar.

### CAPÍTULO 1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O PROYECTO

En este capítulo se incluye una definición del alcance y ámbito de aplicación del Pliego:

- Naturaleza y objeto del Pliego.
- Descripción de la obra.
- Documentos que integrarán el contrato de obra, así como su orden de prelación.





En la descripción de la obra se pueden incluir, de forma más o menos extensa, cada una de las unidades constructivas, así como una relación de las máquinas, equipos e instalaciones principales que la componen, de manera que el proyecto quede perfectamente determinado en sus aspectos constructivos y de localización.

El Pliego deberá estructurarse en tantos documentos independientes como contratistas principales vayan a intervenir en la fase ejecutiva del proyecto.

## **CAPÍTULO 2.- CONDICIONES GENERALES**

En este capítulo se especifican con claridad las condiciones de índole facultativa, económica y legal que regirán en el desarrollo de las obras. Como modelo general se expone un índice de materias a tratar y una explicación del contenido de cada apartado.

### **2.1.- CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS**

Describe y regula las relaciones entre la Contrata, la Propiedad y la Dirección Facultativa derivadas de la ejecución técnica de las obras. Fundamentalmente se refieren a las obligaciones y derechos de las partes y sus representantes.

#### **2.1.1.- Obligaciones y derechos del Contratista**

En general son las que proceden del propio Pliego y del Contrato de obras:

○ **Obligaciones:**

- Conocer la normativa aplicable.
- Conocer el proyecto en todas sus partes.
- No iniciar una unidad de obra sin la autorización de la Dirección.
- Cumplir las indicaciones del libro de órdenes.
- Poner los medios adecuados para realizar el proyecto, etc.

○ **Derechos:**

- Obtener un ejemplar completo del proyecto.
- Disponer de los materiales, maquinaria, etc. que están a cargo de la Propiedad, en el plazo y condiciones estipuladas.
- Recibir solución a los problemas técnicos no previstos en el proyecto que aparezcan durante la ejecución de las obras y no imputables a una mala ejecución de las mismas.

#### **2.1.2.- Facultades de la Dirección de Obras**

Al ser el máximo responsable de la ejecución del proyecto, se confieren al Director de Obras amplias facultades para decidir sobre el comienzo, ritmo y calidad de los trabajos, debiendo velar por su cumplimiento y por las condiciones de seguridad del personal adscrito a las obras.

Autora: Vicen González

#### **2.1.3.- Libro de órdenes**

Es preceptiva la existencia, a pie de obra, de un Libro de Órdenes e Incidencias, visado por los Colegios Profesionales correspondientes, en donde se recojan todas y cada una de las órdenes y modificaciones que se dicten en cada momento.

#### **2.1.4.- Replanteo y preparación**

Definición de la cota de referencia, limpieza y preparación del terreno, puntos y líneas que deben marcarse para situar los ejes principales de las obras. La Dirección Facultativa, una vez comprobado el replanteo, dará su visto bueno, tras lo cual se realizará la firma por la Propiedad, la Contrata y la Dirección de Obras del Acta de Replanteo que servirá como fecha oficial de comienzo de las obras.

#### **2.1.5.- Comienzo, ritmo, plazo y condiciones generales de la ejecución de los trabajos**

Se especifican todos los aspectos que afectan a la ejecución de las obras. En general se representa, mediante un diagrama de barras, la duración, comienzo y fin de cada actividad principal, señalando la competencia del Ingeniero Director a exigir la modificación de los ritmos de trabajo cuando éstos no sean los adecuados.

#### **2.1.6.- Controles de calidad y ensayos**

Se describen todos los ensayos, pruebas y controles que han de realizarse, y en qué condiciones, periodicidad y cantidad, así como las normas en las que se basan.

#### **2.1.7.- Obras defectuosas y modificaciones por causa de fuerza mayor**

Se señala la responsabilidad del Contratista de reponer a su costa todas las obras que a juicio de la Dirección Facultativa no están correctamente ejecutadas, extendiéndose dicha responsabilidad a aquellos defectos no detectados pero existentes (vicios ocultos). Se regula también, en este apartado, la obligación del Contratista de realizar las modificaciones no imputables a defectos de ejecución, especificándose a quien corresponde el gasto.

#### **2.1.8.- Partidas alzadas que figuran en el Presupuesto**

Se denominan partidas alzadas aquellas partidas del presupuesto que en su momento el Projectista no pudo medir o valorar exactamente pero que se sabía aparecerían durante la ejecución de las obras. Son habituales las partidas alzadas de Demoliciones y las de Ayudas de albañilería a instalaciones, por ejemplo. Es conveniente indicar la forma definitiva de medición y valoración: por administración, a precio fijo, etc.

#### **2.1.9.- Recepción provisional de las obras e instalaciones**

Una vez finalizadas las obras por la Contrata, se realiza una inspección completa de las mismas, señalando la Dirección Facultativa los defectos observados, si los hay, y marcándose los plazos de reparación. Una vez subsanados, se dan por recibidas provisionalmente las obras, comenzando a contar el plazo de garantía o período de prueba.

#### **2.1.10.- Período de prueba**

Es el plazo de garantía que se reserva la Propiedad y que permite comprobar si existen vicios ocultos no observados en las obras antes de su puesta en marcha. Conlleva una retención económica (fianza y retenciones). El período de prueba oscila entre los 6 y los 12



meses en la construcción de plantas industriales, siendo más variable en otros tipos de proyectos.

#### **2.1.11.- Recepción definitiva**

Una vez transcurrido el período de prueba, se realiza una nueva inspección de las obras e instalaciones y, si se han reparado los posibles defectos aparecidos en ese período, se procede a la recepción definitiva, descontándose de la fianza los gastos de reparación habidos.

### **2.2.- CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS**

Describe y regula las relaciones económicas entre la Propiedad y la Contrata, y la función de control que cumple la Dirección Facultativa. Son las condiciones que afectan al coste y a la forma de pago de los trabajos contratados, a las garantías para el cumplimiento de lo pactado, a las indemnizaciones en caso de incumplimiento y, en general, a la obligación contraída por el propietario de satisfacer el importe de los trabajos ejecutados.

#### **2.2.1.- Fianza.** Ejecución de trabajos con cargo a la fianza y devolución de la misma

La fianza es el porcentaje sobre el valor total de las obras que debe depositar la Contrata a la firma del contrato como garantía. Con cargo a esa fianza se aplican:

- Las penalizaciones a que hubiese lugar por demoras.
- Las reparaciones que tenga que abonar la Propiedad y sean con cargo a la Contrata.
- El abandono de las obras por el Contratista.

La fianza que se establece suele ser del 4% del importe total de las obras y, en general, se instrumenta mediante aval bancario. En muchos Pliegos se incluye, además o en lugar de la fianza, una retención sobre las certificaciones que se van librando en el transcurso de las obras y que vienen a cubrir los mismos objetivos. Estas retenciones oscilan entre un 5 y un 10% del importe de cada certificación. La devolución de estas retenciones y de la fianza se realiza tras la firma del Acta de Recepción Definitiva.

#### **2.2.2.- Composición de precios unitarios de ejecución material y por contrata**

Debe explicarse la forma de componer los precios de cada partida a partir de unos precios unitarios, así como los porcentajes de medios auxiliares, gastos generales, impuestos y beneficio industrial que se han de aplicar para obtener los precios de ejecución material y por Contrata. En el apartado dedicado al Presupuesto se expone cada uno de los cuadros de precios y la forma de componerlos.

#### **2.2.3.- Mejoras y modificaciones de obras, instalaciones y maquinaria**

Se ordena en este apartado el sistema de valoración de las mejoras o modificaciones que van surgiendo y que se produzcan por deseo de la Propiedad o por necesidad constructiva. Se especifica, igualmente, que las mejoras propuestas por la Contrata no generan aumento del importe de las obras o instalaciones.

#### **2.2.4.- Revisión de precios y fórmula polinómica**

La revisión de precios se acepta en los Pliegos de obras cuya realización en el tiempo puede ser prolongada y se esperan modificaciones en el coste de los materiales y mano de obra que la Contrata va aportando. Si se incluye algún sistema de revisión de precios es

habitual que se realice en base a la aplicación de una determinada fórmula polinómica, que corresponde a alguna de las propuestas en la ley de Contratos del Estado. La cláusula de revisión de precios se aplica, normalmente, en cada certificación mensual tomando como índices de coste iniciales los correspondientes a la fecha de licitación y como índices de coste finales los de la fecha de certificación. Los índices de coste de la mano de obra y de los materiales se publican periódicamente para cada mes en el Boletín Oficial del Estado.

#### **2.2.5.- Valoración, medición y abono de los trabajos**

Se desarrolla en este apartado la instrumentación del pago de los trabajos realizados. En general, se especifica:

- La valoración, es decir, qué precios se han de aplicar a cada una de las partidas, qué porcentajes llevan incluidos y cuáles se deben añadir. Se supone siempre que el precio de una partida es completo y que, por tanto, incluye los materiales, la mano de obra, la maquinaria, los medios auxiliares y la parte de mano de obra indirecta que se precisan para realizarla. Cuando se suma la certificación, se indican los porcentajes de Gastos Generales y Beneficio Industrial pactados para el proyecto.
- La forma de medición, como por ejemplo: a cinta corrida, con o sin descontar huecos, etc.
- Quién ha de realizar la medición, que corresponde a la Dirección Facultativa debiendo estar presente la Contrata. En la práctica, suele hacerse una medición conjunta entre ambas partes, lo que elimina la mayoría de reclamaciones.
- Al realizar la medición, qué tiempo dispone la Dirección Facultativa para revisar la Certificación y dar su visto bueno y en qué plazo abonará la Propiedad su importe a la Contrata.

#### **2.2.6.- Penalizaciones**

Suelen estipularse dos tipos de penalizaciones:

- Penalización por demora en los tiempos de ejecución. En este caso se especifica la cuantía por día de retraso; dicha cuantía se define atendiendo a la mayor o menor gravedad que un determinado retraso repercute en los legítimos intereses de la Propiedad; no se computan los días perdidos por causa de fuerza mayor: huelgas legales, catástrofes, guerras o causas administrativas. En algunas ocasiones se pactan bonificaciones por adelanto en la finalización de las obras, sobre todo cuando ese adelanto produce beneficios considerables a la Propiedad.
- Penalización por incumplimiento del Contrato, ya sea por mala ejecución de los trabajos o por incumplimiento de algún requisito legal o laboral.

#### **2.2.7.- Seguros y conservación de la obra, maquinaria e instalaciones**

Se obliga a la Contrata a suscribir los seguros necesarios para garantizar los posibles daños en las obras, equipo, maquinaria e instalaciones que se produjeran por causa de las mismas obras. Se exige también a la Contrata que establezca los recintos y el sistema de vigilancia precisos para evitar robos o daños producidos por terceras personas. Se exige a la Contrata el estar en posesión de un Seguro de Responsabilidad Civil.

#### **2.2.8.- Condiciones de pago de la maquinaria, equipos e instalaciones**



El abono de estos trabajos se rige en muchos casos de forma diferente al que se pacta para la construcción, en especial cuando se contrata con otros suministradores directamente.

Una posible forma de pago es como sigue:

- Un 10-20% a la firma del contrato.
- Uno o varios abonos para la entrega de los materiales o equipos en obra y para las distintas fases de montaje.
- Un 10-20% a la puesta en marcha.
- Un 10% a los 6 ó 12 meses de la puesta en marcha (garantía).

Si el proyectista sabe que la intención de la Propiedad es la de contratar la maquinaria y equipos mediante operaciones especiales de *leasing* o bienes de equipo, es conveniente hacer referencia a ellos sin especificar más detalles.

## 2.3.- CONDICIONES GENERALES LEGALES

Fija las condiciones de tipo legal que ha de cumplir el contratista, el tipo de contrato y la forma de adjudicación.

### 2.3.1.- Contratista

Especifica la categoría y características que debe reunir el Contratista. Si la obra es por encargo de la Administración Pública, la categoría del Contratista viene definida en la Ley de Contratos del Estado, y depende por un lado del importe total de las obras y por otro, del tipo y características de las obras e instalaciones que comprende el proyecto.

### 2.3.2.- Contrato

Se pueden definir varios tipos de contrato. Los más habituales son:

- Contrato a precio alzado: se estipula una cantidad determinada para las obras que no se modificará por motivo alguno, aunque el volumen de obra realizado sea diferente del de proyecto. Este tipo de contrato funciona correctamente en obras pequeñas pero de forma deficiente en obras complejas y de larga duración.
- Contrato por unidades de obra: es el más ampliamente utilizado y su forma se ha expuesto en las Condiciones Generales Económicas.
- Contrato por administración: este sistema consiste en una valoración de las obras sin partir de un presupuesto y de unas mediciones previas. Es decir, a medida que se van realizando los trabajos, se anotan los jornales, materiales, consumos y medios auxiliares utilizados aplicándose los precios unitarios convenidos a cada concepto. Este tipo de contrato exige la existencia permanente en obra de personal dependiente de la Propiedad o de la Dirección facultativa (listeros) que registren todos los consumos que se produzcan. Este sistema sirve a veces como complemento del de valoración por unidades de obra.

### 2.3.3.- Adjudicación

Las formas de adjudicación son: subasta, concurso y por adjudicación directa. En las obras de la Administración Pública el tipo de licitación se realiza con frecuencia a la baja, es decir, se adjudican las obras al Contratista que realiza un mayor descuento sobre el precio de partida marcado por la Administración. En las obras privadas la selección de la mejor oferta debe condicionarse a otros aspectos como: seriedad y solvencia de la Contrata, plazos de ejecución propuestos en cada oferta, etc.

Autora: Vicen González

### 2.3.4.- Arbitraje y jurisdicción competente

Se fijan las instancias a las que se ha de recurrir por las partes en caso de litigio o desavenencia. Para solventar posiciones encontradas de la Propiedad y la Contrata se recurre en primer lugar al arbitraje de la Dirección Facultativa. Si este arbitraje no surte efecto, se instrumenta la posibilidad de que cada una de las partes nombre un perito, sometiéndose al acuerdo entre éstos. Si este acuerdo no se produce o no es posible, las partes se someten a lo que dicten los tribunales de una determinada ciudad, con renuncia expresa a cualquier otro fuero que les corresponda.

### 2.3.5.- Responsabilidades del Contratista

Se definen en este apartado las responsabilidades que ha de asumir el contratista durante la vigencia del contrato: la solvencia económica, el pago de los jornales, materiales y demás gastos que se deriven de las obras, la buena calidad de ejecución, situación legal y laboral del personal, etc.

### 2.3.6.- Subcontratas

Se regula la posible cesión de trabajos a otros suministradores (subcontratistas). Cuando se autorizan estos contratos se establece una cláusula por la que el Contratista principal sigue siendo el único responsable frente a la Propiedad no eximiéndole del cumplimiento de todas las condiciones facultativas, económicas y legales del Pliego.

### 2.3.7.- Impuestos

Se exige a la Contrata el cumplimiento del pago de impuestos especificándose cuáles, de los derivados de las obras, son a su cargo.

### 2.3.8.- Accidentes de trabajo

Se exige el cumplimiento de la Ordenación de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de todas aquellas órdenes que regulan la ejecución de las obras del proyecto: uso de casco, cinturón de seguridad, arneses y trajes protectores, botiquín, etc. Se exponen las condiciones legales que ha de cumplir la Contrata con el personal de obra: estar al día en el pago de salarios, seguros sociales e impuestos sobre rendimiento de las personas físicas (I.R.P.F.), etc.

### 2.3.9.- Daños a terceros

El Contratista es responsable de los posibles daños a terceros, teniendo la obligación de abonar los gastos que aquéllos produzcan.

### 2.3.10.- Causas de rescisión del contrato

Se desarrollan los motivos por los que la Propiedad puede rescindir el Contrato y en qué casos tendrá derecho el Contratista a la devolución de la fianza y al cobro de las obras realizadas hasta el momento de la rescisión. Las principales causas son:

- Por un retraso excesivo en la ejecución de las obras.
- Por abandono de las obras sin causa justificada.
- Por fallecimiento del Contratista.
- Por causas administrativas.

## CAPÍTULO 3.- CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES



En este capítulo se deben incluir tanto las especificaciones de materiales y equipos, así como las condiciones sobre la ejecución y prescripciones en cuanto a verificaciones. En ocasiones, las dos últimas partes se redactan simultáneamente, es decir, se explica cómo debe ejecutarse una unidad de obra y, seguidamente, los controles de verificación de dicha unidad.

Por supuesto, debe estar adecuado a la normativa vigente.

Debe estructurarse siguiendo el organigrama técnico del proyecto y el orden lógico de intervención de cada uno de los trabajos. Un ejemplo de esta estructura puede ser el siguiente:

- Movimiento de tierras.
  - Preparación del terreno
  - Replanteo y nivelación
  - Preparación de los trabajos
  - Sondeo y catas en el terreno
  - Relleno y compactación. Calidad de los materiales
  - Apertura de zanjas y pozos
  - Trabajos de entibación y agotamiento
  - Demoliciones, voladuras
  - Mediciones y valoración
- Obras de saneamiento.
  - Reconocimiento del terreno y fijación de pendiente
  - Tuberías (materiales, uniones, etc.)
  - Solera y anillado de canalizaciones
  - Relleno y nivel de compactación
  - Arquetas de registro. Materiales, dimensiones y ejecución
  - Medición y valoración
- Cimentaciones.
  - Resistencia del terreno y coeficientes de seguridad
  - Cimentaciones adecuadas al terreno
  - Cimentaciones ordinarias
  - Hormigones (fabricación, encofrado y cimbras, desencofrado, vibrado y puesta en obra, ensayos y controles, etc.)
  - Cimentaciones especiales
  - Acero para armaduras (características, resistencia, soldabilidad, ensayos y control)
  - Medición y valoración
- Estructuras.
  - Estructura metálica (calidad aceros, preparación y montaje, protección del material, limpieza e imprimación, ensayos de control, etc.)
  - Hormigón armado
  - Otras estructuras (muros de mampostería, estructuras mixtas o prefabricadas)
  - Medición y valoración

Autora: Vicen González

- Albañilería.
  - Materiales: morteros, yesos, etc.
  - Ejecución y acabados
  - Fábricas de ladrillo: dimensiones, calidad, tipo, ladrillos, etc.
  - Tabiquería
  - Obras complementarias
  - Medición y valoración
- Soleras y solados.
  - Soleras de hormigón
  - Chapados de azulejos
  - Solados
  - Otros aplacados
  - Medición y valoración
- Cerrajería y carpintería metálica.
  - Materiales, normas, dimensiones, estanqueidad
  - Pinturas y sistemas de protección
  - Herrajes
  - Control de calidad, medición y valoración
- Carpintería de madera.
  - Materiales, preparación y colocación de marcos
  - Calidad de madera
  - Pinturas, lijado y pulimentado
  - Medición y valoración
- Cubiertas.
  - Cubierta de teja o pizarra. Materiales, colocación
  - Formación de pendientes
  - Impermeabilización de cubiertas
  - Cubiertas de fibrocemento o metálicas. Acabado superficial. Sistemas de colocación y sujeción. Estanqueidad
  - Canalones y bajantes. Sujeción. Pendientes
  - Medición y valoración
- Aislamientos.
  - Aislamiento acústico
  - Aislamiento contra vibraciones
  - Aislamiento térmico
  - Protecciones antihumedad
  - Medición y valoración
- Vidriería.
  - Materiales, calidad, resistencia, etc.



- Transporte y almacenamiento en obra
- Colocación y estanqueidad
- Medición y valoración
- Instalaciones eléctricas y de alumbrado.
  - Condiciones generales
  - Materiales, canalizaciones, conductores
  - Normativa
  - Sistemas de protección. Cuadros de control y mando
  - Lámparas y luminarias
  - Tomas de tierra y pararrayos
  - Subestación transformadora
  - Medición y valoración
- Instalaciones de fontanería y saneamiento.
  - Materiales
  - Ejecución de las instalaciones
  - Instalaciones de agua caliente
  - Medición y valoración de las obras
- Instalaciones de gas, vapor y aire comprimido.
  - Material, tuberías, valvulería, sistemas de seguridad
  - Depósitos de combustible
  - Calderas, compresores, protección, montaje, etc.
  - Pruebas de estanqueidad
  - Almacenamiento de otros combustibles
  - Mediciones y valoración
- Maquinaria.
  - Recepción y almacenamiento
  - Condiciones de ejecución y montaje
  - Seguridad
  - Condiciones de puesta en marcha
  - Mediciones y valoración
- Instalaciones y equipos de protección contra incendios.
  - Características de la instalación y condiciones del proyecto
  - Número de extintores, colocación, contenido, etc.
  - Otras instalaciones
  - Pruebas y puesta en marcha
  - Mediciones y valoración
- Otras instalaciones.
  - Instalación de acondicionamiento de aire
  - Instalación de automatización

- Instalación de ventilación
- Instalación de depuración
- Instalación de transporte

No obstante, conviene recordar que el Pliego de Condiciones siempre se tendrá que acoplar a las características del Proyecto a desarrollar.

### 3.1.- CONDICIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS

En este apartado se describen las condiciones que deben cumplir todos los materiales, así como las especificaciones de la maquinaria, equipos e instalaciones, que forman parte del Proyecto. En la

mayoría de los casos existen normas legales que regulan el empleo de los materiales y su ejecución; si así sucede, es suficiente elegir un material de los especificados en la norma correspondiente e indicar que ese material la ha de cumplir.

También se indican las pruebas de recepción que hay que realizar en los materiales, equipos y maquinaria de todo tipo, antes de ponerlos en la obra, durante la ejecución de la misma y una vez concluido el Proyecto. Se especificarán las normas de ejecución, el número y frecuencia de los ensayos, exigencias, tolerancias, corrección de irregularidades, calidad necesaria, tipos de materiales necesarios, seguridad, etc.

Se puede exigir que las pruebas se realicen en laboratorios oficiales y que presenten su correspondiente certificado, o que simplemente se realicen en su lugar de origen. Si son instalaciones o maquinaria, se debe especificar las condiciones de puesta en marcha, montaje, mantenimiento y uso; o incluir en el documento que se exijan estas especificaciones al suministrador o instalador correspondiente.

Se debe prever la forma de proceder si los resultados obtenidos en las pruebas son desfavorables, de manera que interfiera lo menos posible en la dinámica de ejecución del Proyecto.

A modo de ejemplo, se muestra a continuación un índice para las condiciones de los materiales que intervienen en la obra:

- Condiciones generales.
- Calidad de los materiales
- Pruebas y ensayos de materiales
- Materiales no consignados en el proyecto
- Condiciones generales de ejecución
- Condiciones que han de cumplir los materiales
  - Materiales para hormigones y morteros
    - Áridos
    - Agua para amasado
    - Aditivos
    - Cemento
  - Aceros
  - Materiales auxiliares de hormigones
  - Encofrados y cimbras



- Aglomerantes, excluido el cemento
- Etc.

### 3.2.- CONDICIONES SOBRE LA EJECUCIÓN Y MONTAJE

En este apartado debe indicarse el procedimiento constructivo previsto para la obra o instalación de acuerdo con el programa de los trabajos, mostrado anteriormente, así como las condiciones esenciales para la correcta ejecución de todas las unidades de obra. En el caso de que el proyectista exija un determinado proceso constructivo o la utilización de maquinaria concreta, debe reflejarse en este apartado la obligatoriedad de dichos métodos. Así pues, este apartado incluirá las condiciones técnicas que deben cumplirse en la puesta en obra de los materiales, maquinaria y equipos, tanto en su manipulación como en el montaje e instalación. Se prestará atención a las condiciones de seguridad en cada fase del Proyecto.

También se indicarán las pruebas de control a realizar a lo largo del transcurso de la obra, desde la recepción hasta la puesta en marcha y pruebas finales (de ajuste y verificación), haciendo referencia también a las normas aplicables en cada caso. Por ejemplo, la prueba de estanqueidad en recipientes o instalaciones que contienen fluidos a presión.

A modo de ejemplo, se pueden considerar los siguientes apartados:

- Generalidades
- Demoliciones y derribos
- Criterios constructivos y de montaje de equipos
- Prueba de los equipos
- Puesta en marcha de equipos
- Mantenimiento y uso de equipos
- Criterios constructivos y de montaje de instalaciones
- Prueba de las instalaciones
- Puesta en marcha de las instalaciones
- Mantenimiento y uso de instalaciones
- Control de los movimientos de tierra
- Control de los hormigones y morteros
- Control de las estructuras metálicas
- Controles de calidad necesarios

### 3.4.- Presupuesto

#### 3.4.1.- INTRODUCCIÓN

El Presupuesto es el documento que refleja el coste de ejecución del proyecto, es decir, la inversión que será necesario realizar para llevarlo a cabo. Formará parte del inmovilizado correspondiente a la nueva unidad de producción creada al realizar el proyecto. En el presupuesto no se debe incluir los gastos de explotación que generará la nueva planta una vez construida, es decir lo que hemos llamado Costes de Operación. El estudio correspondiente a estos gastos, junto con la amortización de la propia inversión realizada y

Autora: Vicen González

el del análisis de rentabilidad se habrán incluido en el apartado de la Memoria que analiza los aspectos económicos del proyecto.

En realidad, confeccionar el presupuesto consiste en asignar valor, lo más exacto posible, a cada una de las partidas del inmovilizado que vimos en el tema 6. Las recordamos a continuación:

1. Maquinaria y aparatos incluyendo transporte, seguros, aduanas, impuestos.
2. Gastos de instalación de la maquinaria, aparatos, etc.
3. Tuberías y válvulas.
4. Instrumentos de medida y control.
5. Aislamientos caloríficos.
6. Instalación eléctrica (fuerza).
7. Terrenos y edificios.
8. Instalaciones auxiliares (luz, agua, vapor, aire comprimido, tratamiento de residuos, etc.).
9. Honorarios de proyecto y de dirección de montaje.
10. Contrata de obras.
11. Gastos imprevistos.

A diferencia de cuando se estima el capital inmovilizado por primera vez, para la evaluación económica del proyecto, en el momento que se va a confeccionar el presupuesto, se puede estar en condiciones de conocer con bastante exactitud la cuantía de cada una de las partidas anteriores, de manera que éste se puede establecer con bastante precisión, lo que, sin duda, será beneficioso para todas las partes que tienen que ver en la realización del proyecto.

A la hora de confeccionar el presupuesto conviene ser detallista en extremo, considerando todos los aspectos que consideremos importantes (que puedan suponer un coste) en cada uno de los apartados anteriores. Lo normal es dividir el Presupuesto global en tantos subapartados como creamos conveniente, subapartados que serán confeccionados, normalmente, por diferentes técnicos ya que algunos de los apartados anteriores serán subcontratados a otras empresas. Por ejemplo: el apartado 1 (Maquinaria y aparatos) puede estar formado por multitud de elementos de los equipos suministrados por diferentes empresas, cada una de las cuales proporcionará su presupuesto detallado del coste del equipo, de su instalación y de cuantos elementos auxiliares precise; el apartado 10 (Contrata de obras) se encargará seguramente a una empresa constructora que, como es lógico, presentará su propio proyecto que incluirá un presupuesto detallado y lo que es más importante su propio Pliego de Condiciones, etc.

A partir de los presupuestos parciales se confecciona el presupuesto de ejecución material, que no incluye los gastos generales de la empresa, ni el beneficio industrial, ni los honorarios de la ingeniería. El presupuesto de ejecución por contrata sí que incluye todos estos aspectos. Al final de este apartado veremos cómo se calcula.

El Presupuesto es un documento meramente orientativo y no compromete legalmente, por lo que su valor contractual es mínimo y sirve más para contrastar la calidad *a posteriori* del proyectista, que para garantizar al cliente un coste más o menos exacto.

#### 3.4.2.- ESTRUCTURA DEL PRESUPUESTO

Utilizando un símil de un árbol, el presupuesto presenta una serie de ramas (capítulos), desde donde surgen otras ramas más pequeñas (subcapítulos) hasta llegar a las hojas



(unidades de obra). El número de divisiones viene definido por el proyectista, buscando un punto intermedio entre sencillez y operatividad, frente a complejidad y exactitud.

El orden de los capítulos del presupuesto de un proyecto reflejará la secuencia lógica de ejecución del proyecto, tanto si se trata de un proyecto de construcción como si se trata de un proyecto de instalaciones o de medio ambiente. El orden será, pues, acorde al que siguen el resto de documentos del Proyecto: Memoria, Pliego de Condiciones y Planos.

### 3.4.3.- ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO

El método de presupuestar por unidades de obra o precios descompuestos es el más utilizado en los proyectos de ingeniería civil y arquitectura.

Para obtenerlo hay que realizar cada uno de estos pasos:

- Identificación o desglose de las unidades de obra que componen el proyecto.
- Mediciones de las distintas unidades de obra.
- Determinación del precio unitario de cada unidad de obra, además de los precios descompuestos.
- Determinación del coste total de cada unidad de obra, multiplicando su medición por el coste unitario correspondiente.

La suma del coste total de todas las unidades de obra proporcionará el presupuesto total o de ejecución material.

Elaborar adecuadamente un presupuesto implica una gran cantidad de tiempo. Por ello, se está implantando la realización de presupuestos con la ayuda de programas específicos de ordenador (PRESTO, ARQUIMEDES, CYPE, etc.), que reducen el trabajo considerablemente.

#### 3.4.3.1.- Unidad de obra

Unidad de obra es cada una de las partes distintas en que puede dividirse un proyecto y que puede medirse. Una unidad de obra estará formada, en general, por diversos materiales que habrán precisado de un aporte de mano de obra y la utilización de utensilios y maquinaria para su elaboración. No debe ser una unidad de obra demasiado genérica (*Unidad de planta industrial*) ni demasiado concreta (*Unidad de ladrillo*).

Es de gran importancia concretar y definir correctamente las unidades de obra. En este sentido, cada unidad de obra se expresa con la unidad de la magnitud física medible más característica, como por ejemplo:

- *m<sup>2</sup> de muro compuesto de ladrillo doble hueco*
- *m<sup>3</sup> de excavación de zanja por medios mecánicos*
- *ud. de válvula de asiento colocada*
- *m de tubería de PVC de diámetro 50 mm*

y, además, debe contener una descripción (lo más detallada posible) de lo que contabilice, por ejemplo:

- *m<sup>3</sup> excavación mecánica de zanjas, en terreno compacto, hasta una profundidad máxima de dos metros*

Autora: Vicen González

- *m<sup>2</sup> fábrica de bloques de hormigón ligero de 20 cm de espesor, con mortero de 250 kg de cemento y arena de río, para enfoscar y guarnecer*
- *m lineal de tubería de fibrocemento de 15 cm de diámetro en bajantes, incluso parte proporcional de piezas especiales, con tubos de 2.5 m, instalada*

Para evitar posibles omisiones o errores en la definición de las unidades de obra conviene apoyarse en otros presupuestos anteriores, en publicaciones especializadas y en los suministradores.

#### 3.4.3.2.- Estado de Mediciones

En este documento se procederá a medir o determinar el número de veces que se repite cada una de las unidades de obra en el proyecto. Esto es, el estado de mediciones representará la cantidad necesaria (de cada unidad de obra) para la ejecución de un proyecto.

La medición consiste en la determinación de las dimensiones de cada unidad de obra. En cada unidad de obra se utilizan valores volumétricos, superficiales, lineales, de peso o, incluso, de cantidad para obtener su medición. Así, los movimientos de tierras, tanto para excavar como rellenar, se miden en metros cúbicos; los solados, alicatados y encofrados, en metros cuadrados; las tuberías y conducciones, en metros lineales; los aceros estructurales y para armar, en kilos; y las arquetas de registro, los aparatos sanitarios, los equipos en general, etc. se especifican en unidades.

Para facilitar la medición se pueden utilizar tablas como la de la figura siguiente:

Designación de la Unidad	Nº de elementos o partes iguales	Dimensiones			Volumen parcial	Volumen Total
		Longitud	Anchura	Espesor		

A continuación se muestra un ejemplo donde se reflejan las mediciones correspondientes a la siguiente unidad de obra:

Nº	Ud	Descripción	Medición					
1.1	M3	Excavación de tierras con medios mecánicos (retroexcavadora), incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, sin incluir carga sobre transporte.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tramo A-B	1	200,00	0,60	1,25	150,00	
		Tramo B-C	1	120,00	0,60	1,25	90,00	
		Tramo C-D	1	50,00	0,60	1,25	37,50	
							277,50	277,50
							Total m3 .....	277,50

La medición de presupuestos se realiza generalmente sobre los planos, aunque la definitiva suele hacerse sobre el trabajo ejecutado. La forma y tipo de medición dependerá del tipo de contrato y de las cláusulas del pliego de condiciones económicas.

Algunas unidades de obra son difícilmente medibles en fase de proyecto y, por tanto, su valoración exacta no se puede determinar con facilidad como, por ejemplo, las ayudas de



Cuadro de mano de obra				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad (Horas)	Total (euros)
1	Oficial Albañilería	20,00	32,27 h	645,40
2	Peón Albañilería	18,00	139,65 h	2.513,70
3	Oficial Fontanería	25,00	78,00 h	1.950,00
4	Peón Fontanería	15,00	76,00 h	1.140,00
Importe total:				6.249,10

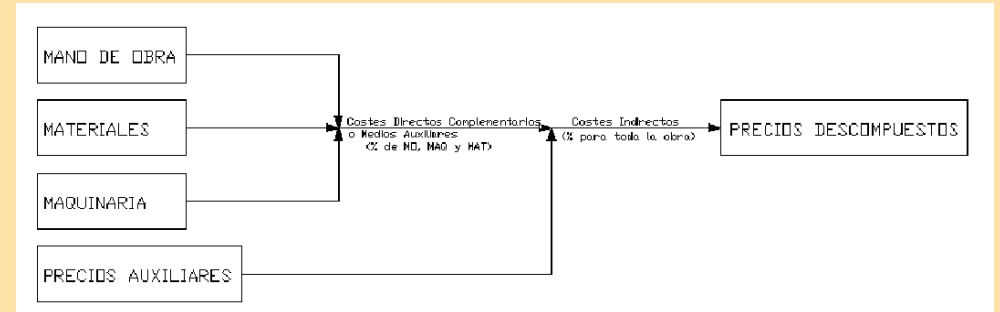
Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
1	Arena lavada	10,30	55,50 t	571,65
2	Hormigón HM15/P/20	52,00	65,49 m3	3.405,48
3	Tubería PVC presión diámetro 250 mm	21,20	425,50 m	9.020,60
4	Válvula de corte asiento bola D250 mm cuerpo acero inoxidable	245,60	2,00 ud	491,20
5	Tapa de Arqueta de acero 50 cm x 50 cm	35,00	2,00 ud	70,00
6	Ladrillo perforado 24,5x12x8 cm	0,20	250,00 ud	50,00
Importe total:				13.608,93

a. En forma porcentual, calculada como un porcentaje sobre el sumatorio de los importes que resultan al multiplicar las cantidades de materiales que intervienen en su composición y los rendimientos horarios de mano de obra y maquinaria necesarios para su realización, por sus respectivos precios básicos y los precios auxiliares.

b. Como una cantidad fija, definida como un precio básico.

Por su parte, los costes indirectos incluirán los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

De acuerdo con esto, el precio unitario de una unidad de obra se puede descomponer en una serie de partidas (materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares), cuyos precios sumados nos dará el precio unitario de dicha unidad de obra. De esta forma, en los precios descompuestos aparecen separadamente las distintas partidas que inciden en la formación de cada precio unitario



Como estamos viendo, para obtener los distintos presupuestos de un proyecto han de definirse previamente los precios unitarios de cada unidad de obra. Y para definir el coste de cada precio unitario, ha de componerse cada uno de ellos con las cantidades de materiales y con la mano de obra que intervienen en su elaboración. De ahí que sea necesario conocer unos cuadros de precios básicos (unitarios) de materiales, maquinaria, mano de obra y auxiliares, que servirán de base para el cálculo de los precios descompuestos y, por tanto, permitirán determinar el precio unitario de cada unidad de obra.

A modo de ejemplo, a continuación se muestran los siguientes cuadros de precios básicos: mano de obra, materiales y maquinaria (con mediciones y precios unitarios).

Cuadro de maquinaria				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad	Total (euros)
1	Camión de transporte	30,00	10,99 h	329,70
2	Máquina retroexcavadora	36,00	138,76 h	4.995,36
3	Bandeja vibratoria	4,50	26,86 h	120,87
Importe total:				5.445,93

El precio de la mano de obra se obtendrá para cada una de las categorías de operarios que van a intervenir en los trabajos de ejecución del proyecto, de acuerdo con los datos vigentes en cada comunidad autónoma o provincia. Los precios de los materiales se componen teniendo en cuenta el coste de los materiales en almacén, incrementado con los gastos de transporte, carga y descarga en obra, así como las pérdidas o mermas que pueden producirse en su manipulación.

Los precios unitarios se confeccionan a partir de los precios descompuestos. El cuadro de precios unitarios (o Cuadro de precios nº 1) no es más que una relación de los precios unitarios de cada una de las unidades de obra (que componen el proyecto), expresados en letra y en cifras, sin detallar su descomposición. La forma de presentación puede ser la siguiente:





Nº de Orden de la Unidad	Designación de la Unidad	Precio en Letra (y en euros)	Precio en Cifra (y en euros)
<b>Cuadro de precios nº 1</b>			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
1	m3 Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	1,33	UN EURO CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

Por su parte, los precios descompuestos (o Cuadro de precios nº 2) son los mismos precios unitarios definidos en el cuadro de precios unitarios, pero indicando cada una de las cantidades de materiales y los tiempos empleados de maquinaria y mano de obra de que se componen aquéllos.

Realizar el cuadro de precios descompuestos es bastante complicado. Precisamente, la dificultad del cálculo de los precios descompuestos consiste en la determinación de los rendimientos o partes proporcionales de los costes implicados en las unidades de obra. En el caso de que no se disponga de información propia sobre precios, siempre se puede recurrir a bases de datos generales como los cuadros de precios del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE). Su inconveniente es que están más dedicados a la arquitectura que a la ingeniería, y no proporciona todas las unidades de obra que pueden aparecer en un proyecto industrial.

A continuación se exponen, a modo de ejemplo, dos cuadros de precios descompuestos, en los que aparece la descripción de la unidad de obra con el texto largo, el precio en cifra y la descomposición según los conceptos básicos que lo forman: Mano de Obra, Maquinaria, Materiales y Medios Auxiliares/Costes Directos Complementarios y Costes Indirectos.

También

Código	Ud	Descripción	Importe
EFFH.3a		<b>M2 Muro bho 40x20x30 con parr ø 8</b> Muro de fábrica de bloques de hormigón de 40x20x30 cm recibidos con mortero de cemento y con senos rellenos de hormigón armado con dos parrillas de redondos de ø 8 dispuestas cada 20 cm incluso replanteo aplomado y nivelado corte preparación y colocación de las armaduras vertido y compactado del hormigón y p.p. de mermas despuntes solapes roturas y limpieza. medida la superficie ejecutada.	
		Maquinaria	2,477.00
		Materiales	4,193.00
		Medios auxiliares	133.00
		<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>6,803.00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL OCHOCIENTAS TRES PESETAS.			
EFFH.3b		<b>M2 Muro bho 40x20x30 con parr ø 10</b> Muro de fábrica de bloques de hormigón de 40x20x30 cm recibidos con mortero de cemento y con senos rellenos de hormigón armado con dos parrillas de redondos de ø 10 dispuestas cada 20 cm incluso replanteo aplomado y nivelado corte preparación y colocación de las armaduras vertido y compactado del hormigón y p.p. de mermas despuntes solapes roturas y limpieza. medida la superficie ejecutada.	
		Maquinaria	2,477.00
		Materiales	4,502.00
		Medios auxiliares	140.00
		<b>TOTAL PARTIDA</b>	<b>7,119.00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL CIENTO DIECINUEVE PESETAS.			

<b>Cuadro de precios nº 2</b>			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
1	m3 de Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	Mano de obra	0,10	
	Maquinaria	1,19	
	3 % Costes Indirectos	0,04	
			<b>1,33</b>

También se exponen dos unidades de obra descompuestas. En ellas se reflejan los distintos precios de las unidades de obra, con su descomposición, es decir mostrando los precios básicos que lo componen con sus correspondientes rendimientos:



Código	Ud	Descripción	Total
1.1	m3	Excavación de tierras con medios mecánicos (retroexcavadora), incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, sin incluir carga sobre transporte.	
MM02	0,33 h	Máquina retroexcavadora	11,88
MO02	0,10 h	Peón Albañilería	1,80
%001	5,00 %	Costes Directos Complementarios	0,68
	6,00 %	Costes indirectos	0,86
		<b>Total por m3 .....</b>	<b>15,22</b>

Son QUINCE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS por m3.

En aquellos casos en los que el volumen de obras no es considerable ni muy complejo, o cuando se presupone que habrá un único contratista para realizarla, no se confeccionan presupuestos parciales sino, directamente, el presupuesto general. A modo de ejemplo se muestra el siguiente cuadro donde se refleja el coste de cada unidad de obra, obtenido de la multiplicación de los precios unitarios por la medición correspondiente:

### 3.4.3.5.- Presupuesto

Presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 1.1	m3	Excavación de tierras con medios mecánicos (retroexcavadora), incluso ayuda manual en zonas de difícil acceso, sin incluir carga sobre transporte.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Tramo A-B	1	200,00	0,60	1,25	150,00
Tramo B-C	1	120,00	0,60	1,25	90,00
Tramo C-D	1	50,00	0,60	1,25	37,50
		<b>Total m3 .....</b>			<b>277,50</b>
					<b>15,22</b>
					<b>4.223,55</b>

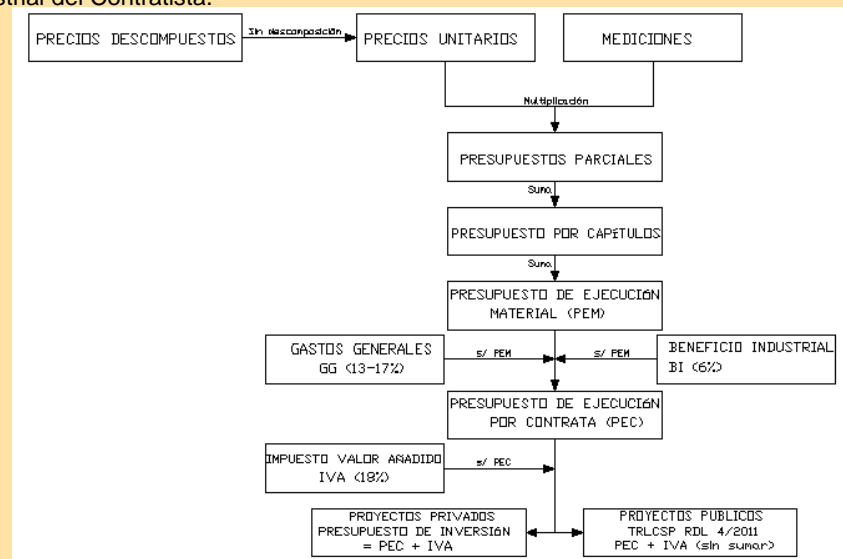
CAPÍTULO C2 Estructura			
SUBCAPÍTULO EFFH Hormigón			
EFFH.3a	M2 Muro bho 40x20x30 con parr ø 8		
	Muro de fábrica de bloques de hormigón de 40x20x30 cm recibidos con mortero de cemento y con senos rellenos de hormigón armado con dos parrillas de redondos de ø 8 dispuestos cada 20 cm incluso replanteo aplomado y nivelado corte preparación y colocación de las armaduras vertido y compactado del hormigón y p.p. de mermas despuntas solapes roturas y limpieza, medida la superficie ejecutada.		
PBPM.1ea	0,016 M3 Mortero cto 1:3 a mano	8,715,00	139,00
PBPO.2dbb	0,240 M3 H-175 fluida (II-Z/35)Tm 20mm	7,321,00	1,757,00
MOQA28a	1,100 H Oficial 1ª albañilería	1,352,00	1,487,00
MOQA28e	0,800 H Peón especializado albañilería	1,238,00	990,00
PPFH.3p	13,000 Ud Bloque hueco 40x20x30cm, mur.arm	133,00	1,729,00
PEAA.2ba	8,600 Kg Acero ø 8 AEH-400 N	66,00	568,00
%0200	2,000 Medios auxiliares	6,670,00	133,00
	<b>Suma la partida .....</b>		<b>8,803,00</b>
	<b>Costes indirectos .....</b>	<b>10,00%</b>	<b>880,30</b>
	<b>Redondeo .....</b>		<b>-0,30</b>
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>7,483,00</b>

### 3.4.3.5.- Presupuesto de ejecución material y por contrata

El presupuesto de ejecución material (PEM) representa el coste de las obras, y se calcula sumando los presupuestos parciales.

Si el PEM es el precio que le cuesta al contratista ejecutar las obras, sobre ese importe el proyectista deberá estimar los gastos generales (tasa administrativas, gastos fiscales y financieros de la empresa constructora, etc.) y el beneficio industrial que el contratista ha de imputar al PEM. El valor resultante recibe el nombre de Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC).

El porcentaje en concepto de gastos generales, gastos financieros y cargas fiscales puede variar entre un 13 y un 20%, aplicándose normalmente un 6% en concepto de Beneficio Industrial del Contratista.



### 3.4.3.4.- Presupuesto parcial

Un presupuesto parcial representa el coste o presupuesto de una unidad constructiva. Se determina multiplicando la cantidad necesaria de cada unidad de obra (reflejada en el estado de mediciones), por el precio unitario de dicha unidad de obra.

Los presupuestos parciales suelen dividirse en capítulos, al igual que se hizo en las mediciones, que comprenda cada uno de ellos todas las unidades de obra afines.

Autora: Vicen González



Al PEC hay que aplicarle el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA), que en la actualidad asciende a un 21%, obteniéndose así el Presupuesto de Inversión (si se trata de una obra privada) o el de Licitación (si es una obra pública).  
Algunos ejemplos de presupuestos podrían ser los siguientes:

Capítulo	Importe
Capítulo 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	8.822,50
Capítulo 2 INSTALACIONES	13.757,74
Capítulo 3 OBRA CIVIL	5.216,29
Presupuesto de ejecución material	27.796,53
13% de gastos generales	3.613,55
6% de beneficio industrial	1.667,79
Presupuesto de Ejecución por Contrata	33.077,87
16% IVA	5.954,02
Presupuesto de Inversión	39.031,89

Asciende el presupuesto de inversión a la expresada cantidad de TREINTA Y NUEVE MIL TREINTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

El presente presupuesto asciende a la cantidad de: (C+F+G) PESETAS/EUROS.  
..... de ..... de ....  
EL FACULTATIVO REDACTOR o EL INGENIERO AUTOR  
Fdo. -----

**RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

PROYECTO TEST SERV EN EL POLIG INDUSTRIAL LA RIOJA

Capítulo 1: OBRA CIVIL	21.735.261 Ptas.
Capítulo 2: INSTALACION MECANICA	8.684.178 Ptas.
Capítulo 3: INSTALACION ELECTRICA	2.816.701 Ptas.
<b>TOTAL EJECUCION MATERIAL</b> 29.235.140 Ptas.	
Gastos generales 13 %	5.100.540 Ptas.
Beneficio industrial 6 %	2.254.108 Ptas.
<b>TOTAL Base imponible I.V.A</b> 46.989.816 Ptas.	
I.V.A 11 %	5.162.877 Ptas.
<b>TOTAL Ejecución por contrata</b> 52.292.593 Ptas.	

El presente presupuesto asciende a la cantidad de :  
CINCUENTA Y DOS MILLONES DOSCIENTAS NOVENTA Y DOS MIL QUINIENTAS NOVENTA  
Y TRES PESETAS.  
Madrid, 13 de Noviembre de 1990

EL INGENIERO AUTOR EL INGENIERO DIRECTOR

Fdo.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PRESUPUESTOS PARCIALES:

Capítulo 1: OBRA CIVIL.....	P <sub>1</sub>
Capítulo 2: INSTALACIÓN MECÁNICA.....	P <sub>2</sub>
Capítulo 3: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	P <sub>3</sub>
...	
Capítulo N: .....	P <sub>N</sub>

PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL.....  $P_n = \sum_{i=1}^N P_i$

13% de GASTOS GENERALES.....  $G_g = 0.13 \cdot P_n$   
6% de BENEFICIO INDUSTRIAL.....  $B_i = 0.06 \cdot P_n$

TOTAL.....  $A = P_n + G_g + B_i$   
16 % de IVA.....  $B = 0.16 \cdot A$

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA..... C = A + B**

HONORARIOS FACULTATIVOS

REDACCIÓN DEL PROYECTO.....	D
DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	E

TOTAL HONORARIOS.....  $F = D + E$   
16 % de IVA.....  $G = 0.16 \cdot F$

Autora: Vicen González



## 4.- BIBLIOGRAFÍA

*“Las Fases del Proyecto y su Metodología”.*

E. Gómez-Senent. Universidad Politécnica de Valencia (1992).

*“Oficina Técnica y Proyectos”.*

F. Brusola. Universidad Politécnica de Valencia (1999).

*“Teoría General del Proyecto. Vol. II: Ingeniería de Proyectos/Project Engineering”.*

M. de Cos Castillo. Ed. Síntesis (1997).

*“Oficina Técnica y los Proyectos Industriales. Vol. II”.*

F.J. Martínez de Pisón; J. Ordieres; M. Castejón; F.J. De Cos; E.P. Vergara; F. Alba.

Universidad de La Rioja (2002).

*“Cuadernos de Ingeniería de Proyectos. II Del Diseño de Detalle a la Realización”.*

E. Gómez-Senent; M.A. Sánchez; M.C. González. Universidad Politécnica de Valencia (2000).