



Universitat Jaume I

Escola Superior de Tecnologia i Ciències

Experimentals

Grau en Enginyeria Química

DISEÑO DE UNA ETAP PARA UNA POBLACIÓN DE 1200 HABITANTES

Trabajo Fin de Grado

Autor/a

Clara Giner Cifre

Tutor/a

María José Orts Tarí

Javier García Castillo (FACSA)

Castellón, Noviembre de 2016

ÍNDICE GENERAL

0. Resumen

1. Memoria

2. Anexos

Anexo N°1. Datos de partida.

Anexo N°2. Dimensionamiento de la planta.

Anexo N°3. Diseño del tratamiento de Ósmosis Inversa.

Anexo N°4. Dimensionamiento de los equipos.

Anexo N°5. Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Anexo N°6. Catálogos y fichas técnicas.

Anexo N°7. Gráficas y tablas.

3. Planos

4. Pliego de Condiciones

5. Estado de Mediciones

6. Presupuesto

0. Resumen

El presente proyecto pretende dimensionar una Estación de Tratamiento de Agua potable para una población de 1200 habitantes, de agua proveniente de manantiales y pozos. La concentración de algunos parámetros contenidos en el agua sobrepasan los límites dictados por la legislación que regula el agua para consumo humano. Por ello, se efectuará un estudio de las posibles soluciones y se propondrá una de ellas, definiendo cada una de las unidades necesarias que constituirán la Estación de Tratamiento de Agua Potable.

A su vez, se efectuará un dimensionamiento previo de la nave que albergará los equipos necesarios, estaciones de bombeo y depósitos necesarios para llevar a cabo el tratamiento del agua correctamente.

1. MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. OBJETO	5
2. ALCANCE.....	6
3. ANTECEDENTES.....	8
4. NORMAS Y REFERENCIAS	11
4.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.....	11
4.2. PROGRAMAS INFORMÁTICOS.....	11
4.3. PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD APLICADO DURANTE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO.....	12
4.4. BIBLIOGRAFÍA	12
4.5. PÁGINAS WEB	13
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	14
6. REQUISITOS DE DISEÑO.....	17
6.1. CALIDAD DEL AGUA	17
6.2. CAUDALES	17
6.3. EMPLAZAMIENTO	18
7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	19
7.1. ELECCIÓN DE REACTIVOS	19
7.1.1. CLORO	19
7.1.2. PERMANGANATO POTÁSICO.....	22
7.1.3. OZONO.....	23
7.1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN	24
7.2. FILTRACIÓN.....	24

7.2.1. FILTRO DE ARENA.....	24
7.2.2. FILTRO DE CARTUCHO.....	24
7.3. ELECCIÓN DEL TIPO DE MEMBRANAS	25
7.3.1. ELECTRODIÁLISIS	27
7.3.2. MICROFILTRACIÓN	28
7.3.3. ULTRAFILTRACIÓN.....	28
7.3.4. NANOFILTRACIÓN.....	29
7.3.5. ÓSMOSIS INVERSA	29
7.3.6. ESTUDIO DE SOLUCIONES.....	36
8. RESULTADOS FINALES	45
8. 1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y OBRA CIVIL.....	48
8. 2. BOMBAS DE EXTRACCIÓN	49
8. 3. DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO.....	50
8. 4. FILTRO DE SÍLEX.....	51
8. 5. DOSIFICACIÓN DEL REDUCTOR.....	52
8. 6. DOSIFICACIÓN DE ANTIINCRUSTANTE.....	53
8. 7. FILTRO DE CARTUCHOS	54
8. 8. BOMBAS DE ALTA PRESIÓN	55
8. 9. MÓDULOS DE ÓSMOSIS INVERSA.....	55
8. 10. CONDUCCIONES	58
8. 11. INSTRUMENTACIÓN	59
9. PLANIFICACIÓN.....	60
10. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	62
10.1. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	62
10.1.1. PEM.....	62
10.1.2. PEC.....	63
10.2. PRESUPUESTO DE EXPLOTACIÓN.....	63
10.2.1. Directos.....	63
10.2.2. Amortizaciones.....	65

10.2.3. Indirectos	66
10.2.4. Gastos totales	68
10.3. BENEFICIO.....	68
10.3.1. Beneficio bruto	69
10.3.2. Beneficio neto.....	70
10.4. FLUJO DE CAJA	71
10.5. VALOR ACTUAL NETO	71
10.6. TASA INTERNA DE RENTABILIDAD	73
10.7. PERÍODO DE RETORNO	74

1. OBJETO

En un municipio de la zona de Levante, al que se referirá a lo largo del proyecto como *Municipio A*, el agua que actualmente llega a la red de distribución de la población proviene de un depósito de cabecera, habiendo sido tratada previamente con un desinfectante.

El agua del depósito no cumple con la legislación actual (R.D. 140/2003) de calidad para el consumo humano.

Por ello, en el presente proyecto se pretende diseñar, dimensionar, describir y valorar los equipos necesarios que integran una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) con la finalidad de mejorar la calidad del agua de la red de distribución del Municipio A. Además, se persigue aumentar la capacidad de tratamiento para cubrir tanto las necesidades actuales de demanda de agua como las futuras.

2. ALCANCE

En el proyecto *Diseño de una ETAP para una población de 1200 habitantes* se pretende plantear la línea de tratamiento para la posterior distribución de agua en red del Municipio A. Por ello, se acondicionará la planta con la finalidad de sacar el máximo rendimiento con el mínimo coste, tanto de mantenimiento como de ejecución.

Consiguientemente, se definirá una sola línea de tratamiento desde el depósito de agua aporte hasta el depósito de almacenamiento previo de la distribución a la red.

La línea de tratamiento estará integrada por:

1. Un bombeo de extracción del depósito de cabecera.
2. Un proceso de desinfección previo para la inactivación de posible materia orgánica disuelta en el agua aporte, con el fin de que los microorganismos que pueda contener el agua no proliferen en tuberías y equipos y causen daños en éstos.
3. Una filtración por medio de un Filtro de Arena doble para la eliminación de sólidos disueltos, así como el diseño de conducciones del sistema de limpieza de filtro.
4. Un proceso de dosificación de un reductor, metabisulfito de sodio, para neutralizar el cloro libre residual y las cloraminas formadas para evitar futuros daños en membranas y filtros de cartuchos.
5. Un sistema de dosificación de antiincrustante con la finalidad de evitar precipitaciones sobre las membranas de Ósmosis Inversa.
6. Un sistema de filtración de seguridad con un Filtro de cartucho doble, seguido de un sistema de dosificación de antiincrustante con el fin de evitar atascos posteriores en los módulos de membranas debido a la precipitación de compuestos químicos.
7. Un diseño de módulos de membranas de Ósmosis Inversa, así como variadores de presión (bombas) necesarios para llevar a cabo la filtración en ellos.
8. Un depósito de mezclado final y desinfección del agua.

9. El diseño de la red de tuberías necesario para la línea de tratamiento.
10. Diseño de variadores de presión necesarios (bombas) a lo largo de las conducciones.

A su vez, se realizará un estudio económico para asegurar la viabilidad del proyecto, y el planteamiento de la obra civil requerida para la planta de tratamiento y los depósitos.

3. ANTECEDENTES

El suministro actual de agua para consumo humano en el Municipio A, con una población media de 1200 habitantes aproximadamente, procede de pozos y manantiales de la zona. Dicha agua pasa a dos depósitos, conectados hidráulicamente como si fueran uno sólo, por lo que a lo largo del proyecto se hará referencia al depósito de cabecera o de agua aporte como uno. Estos depósitos tienen una capacidad total de 1700 m³. El esquema de conexión de los dos depósitos corresponde a la Figura M.1. En la misma, se recoge también el volumen de los depósitos. Además, en la Tabla M.1 se muestran las características de ambos depósitos.

Figura M. 1. Esquema simplificado de los depósitos de cabecera.

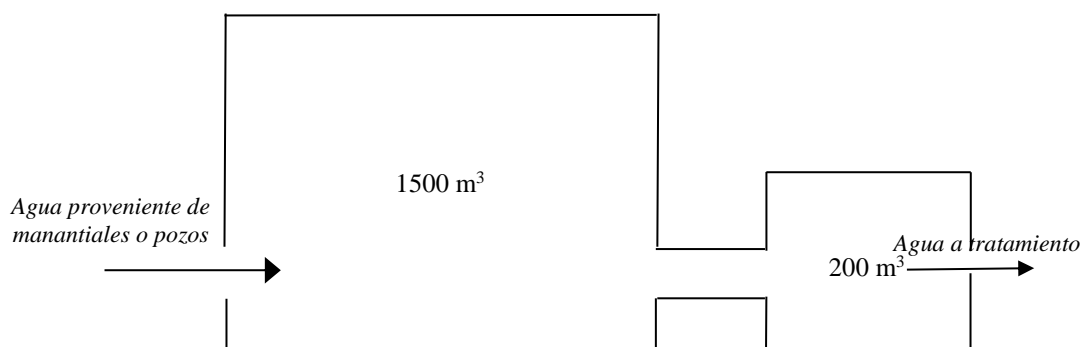


Tabla M. 1. Características del depósito de cabecera.

Características	Depósito
Situación	Superficial
Capacidad total (m ³)	1700
Material de construcción	Hormigón
Material de revestimiento	Mortero de cemento

Posteriormente, el agua del depósito aporte se pasa por un sistema de desinfección (cloración) y después a la red de distribución.

Tras la recogida de muestras del agua del depósito de cabecera y la realización de analíticas completas, según dicta el R.D. 140/2003, en los resultados se comprobó que dos parámetros se encontraban fuera de los límites paramétricos dictados por la

legislación: Índice de Langelier y Sulfatos (SO_4^{2-}) (en el ANEXO N°1 se explican estos dos parámetros). Los resultados y los límites paramétricos se muestran en: Tabla M.2., Tabla M.3., Tabla M.4. donde se muestran parámetros físicos, biológicos y químicos respectivamente. Los análisis completos de las muestras de agua del depósito de cabecera se realizan anualmente y cuatrimestralmente se realizan los análisis comunes. En las tablas sólo se muestran los resultados de los análisis anuales del año 2015, ya que son los más representativos.

Tabla M. 2. Análisis de agua del depósito: resultados de los parámetros físicos.

Parámetros		Fecha	05/2015	R.D. 140/2003
Parámetros físicos	Conductividad a 20°C ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		1.651	2500
	pH		7,5	7 – 9,5
	T (°C)		20	-
	Turbidez (NTU)		0,4	5,00

Tabla M. 3. Análisis de agua del depósito: resultados de los parámetros microbiológicos.

Parámetros		Fecha	05/2015	R.D. 140/2003
Parámetros Microbiológicos	<i>Clostridium perfringens</i> (UFC ⁽¹⁾ /100 mL)		0	0,00
	Coliformes totales (UFC/100mL)		0	0,00
	<i>E. coli</i> (UFC/100/mL)		0	0,00
	Enterococos (UFC/100mL)		0	0,00
	Gérmenes totales a 22°C (100 UFC/mL)		0	100

⁽¹⁾ **UFC.** Unidades Formadoras de Colonias: indica el grado de contaminación microbiológica en una determinada cantidad de agua.

Tabla M. 4. Análisis de agua del depósito: resultados de los parámetros químicos.

Parámetros		Fecha	05/2015	R.D. 140/2003
Parámetros químicos	1,2 - Dicloroetano (µg/L)		0,3	3,0
	Aluminio(µg/L)		10	200
	Amonio (mg/L)		0,05	0,50
	Antimonio (µg/L)		1	5
	Arsénico (µg/L)		1	10
	Benceno (µg/L)		0,3	1,0
	Benzo (a) Pireno (µg/L)		0,007	0,010
	Boro (mg/L)		0,09	1,00
	Cadmio (µg/L)		1	5
	Cianuros totales (µg/L)		12	50
	Cloro combinado "in situ" (mg/L)		0,1	2,0
	Cloro residual libre "in situ" (mg/L)		0,7	1,0
	Cloruros (mg/L)		99	250
	Cobre (mg/L)		0,01	2,00
	Cromo (µg/L)		5	50
	Fluoruro (mg/L)		0,36	1,50
	Hierro (µg/L)		5	200
	HPA (µg/L)		0,04	0,10
	Índice de Langelier		0,8	0,5
	Manganeso (µg/L)		5	50
	Mercurio (µg/L)		0,05	1,00
	Níquel (µg/L)		1	20
	Nitratos (mg/L)		27	50
	Nitritos (mg/L)		0,01	0,10
	Oxidabilidad (mg/L)		0,5	5,0
	Plomo (µg/L)		1	10
	Selenio (µg/L)		1	10
	Sodio (mg/L)		55	200
Sulfatos (mg/L)		755	250	
Tri+ Tricloroetileno (µg/L)		1	10	

En base a las analíticas realizadas al agua del depósito aporte se diseñará la Estación de Tratamiento de Agua Potable.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

- **Orden SSI/304/2013** del 19 de febrero sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de consumo de agua
- **RD 140/2003** del 7 de febrero, sobre los criterios sanitarios del agua de consumo humano.
- **RD 379/2001** de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- **RD 1/2001** del 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

4.2. PROGRAMAS INFORMÁTICOS

- Microsoft Word 2013.
- Microsoft Excel 2013.
- Autocad 2017.
- ROSA (Diseño Ósmosis Inversa y Nanofiltración).
- IMS Hydronautics (Diseño Ósmosis Inversa y Nanofiltración).
- Project Libre.
- eDraw soft.

4.3. PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD APLICADO DURANTE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

Todos los materiales que se empleen en la realización de las obras deberán cumplir las condiciones que se establezcan en todos los documentos que forman parte del presente proyecto.

4.4. BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA, E.; ESPERT V., GARCÍA – SERRA, J. y MARTINEZ, F.; *Ingeniería hidráulica aplicada a los sistemas de distribución de agua*. (Volumen I y II) 3ª ed. España: ITA – Universidad Politécnica de Valencia, 2009.
- METCALF & EDDY; AECOM. *Water Reuse. Issues, Technologies, and Applications* (Tchobanoglus, G; Burton, F. L.; Stensel, H. D. (rev.)) 4ª ed. Mc Graw Hill, 2004.
- METCALF & EDDY, INC. *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse*. Mc Graw Hill, 2007.
- HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. Thomson Learning Paraninfo, 2001.
- WALTER J., WEBER. JR; *Control de la calidad del agua. Procesos fisicoquímicos* (Bessa Feixa J. (trad.); Areal Guerra, R. (rev.)).Editorial Reverté.
- HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de agua*. Thomson Learning Paraninfo, 2001.
- MEDINA SAN JUAN, J.A. *Desalación de aguas salobres y de mar. Osmosis Inversa*. Mundi – Prensa, 1999.
- IBRAHI PERERA, J. C. *Desalación de aguas*. Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, 1999.
- *Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. (CEDEX ,2009)
- Apuntes EQ1019 *Mecánica de Fluidos*. Sánchez Vilches, E.

- Apuntes EQ1027 *Tecnología del Medio Ambiente*. Monfort Gimeno, E.
- Apuntes EQ1031 *Proyectos de Ingeniería*. Colomer Mendoza, F. J.

4.5. PÁGINAS WEB

- <http://www.elaguapotable.com/>
- <http://membranes.com/>
- <http://www.dow.com/>
- <http://www.insolpwg.com/>
- <http://www.lenntech.es/>
- <http://es.grundfos.com/>
- <https://www.gepower.com/>
- <http://www.brenntag.com/spain/es/>

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A continuación se definirán las principales abreviaturas utilizadas en el presente proyecto.

A1	Bombeo de agua desde el depósito de cabecera hasta el depósito de distribución.
A2	Bombeo de agua desde el depósito de cabecera hasta filtros de arena sílex.
A3	Bombeo de alta presión.
A4	Bombeo de permeado hasta el depósito de distribución.
A5	Bombeo de agua desde el depósito de distribución hasta filtros de sílex (limpieza).
B ³⁺	Ion Boro.
Ba ²⁺	Ion Bario.
C1	Depósito de cabecera.
Ca ²⁺	Ion Calcio.
Cl ⁻	Ion Cloro.
CO ₃ ²⁻	Carbonatos.
D1	Depósito de distribución.
D2	Depósito de concentrado.
ETAP	Estación de Tratamiento de Aguas Potables.
F ⁻	Ion Flúor.
F.F.	Fouling Factor. Factor de ensuciamiento de las membranas; también llamado SDI (Salt Density Index).
FC	Filtros de cartucho.
FCa	Flujo de Caja.

FS	Filtros de arena sílex.
G	Gramos (masa).
H	Horas (tiempo).
H ₂ O	Agua.
HA25	Hormigón armado.
HCl	Ácido Clorhídrico.
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato.
I.L.	Índice de Langelier.
K ⁺	Ion Potasio.
Kg	Quilogramos (masa).
KMnO ₄	Permanganato de potasio.
kWh	Unidad de energía.
L	Litros (volumen).
m ³	Metros cúbicos (volumen).
Mg ²⁺	Ion Magnesio.
Mg	Miligramos (masa).
Mn ²⁺	Ion Manganeso.
Na ⁺	Ion Sodio.
NaCl	Cloruro sódico.
NaOH	Hidróxido sódico.
NH ₄ ⁺	Amonio.
NO ₃ ⁻	Nitratos.
NTU	Unidad Nefelométrica de Turbidez.

OI	Ósmosis Inversa.
PAN	Poliacrilonitrilo.
PC	Policarbonato.
PE	Poliétileno.
PEC	Presupuesto de Ejecución por Contrata.
PEM	Presupuesto de Ejecución de Material.
PP	Polipropileno.
PR	Período de Retorno.
PS	Poliestireno.
PVC	Policloruro de Vinilo.
SiO ₂	Dióxido de silicio.
SO ₄ ²⁻	Sulfatos.
SS	Seguridad Social.
TDS	Total Sólidos Disueltos.
TFC	Thin Film Composite.
THM	Trihalometanos.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
TOC	Carbono Orgánico Total.
Ud.	Unidad.
Uds.	Unidades.
UFC	Unidades Formadoras de Colonias.
VAN	Valor Actual Neto.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

Para llevar a cabo el presente proyecto, será necesario conocer la calidad del agua del depósito de aporte, así como el caudal máximo a tratar y a producir y el tamaño de la parcela donde se emplazará la ETAP.

6.1. CALIDAD DEL AGUA

Como bien se ha mostrado anteriormente, en las Tablas M.3, M.4 y M.5, el principal problema del agua del depósito de cabecera es la concentración de sulfatos y el Índice de Langelier, puesto que exceden los límites dictados por la legislación.

6.2. CAUDALES

Para el cálculo del caudal a tratar, se tendrá en cuenta el número de habitantes del Municipio A (1200 habitantes). Considerando que en determinadas épocas del año la población aumenta, finalmente se ha considerado una población de 2200 habitantes, cuyo consumo de agua por persona aproximado es (0,25 m³/día). Además, se aplicará un factor de corrección de 1,3. Los cálculos se muestran en el *Anexo N°2, dimensionamiento de la planta*.

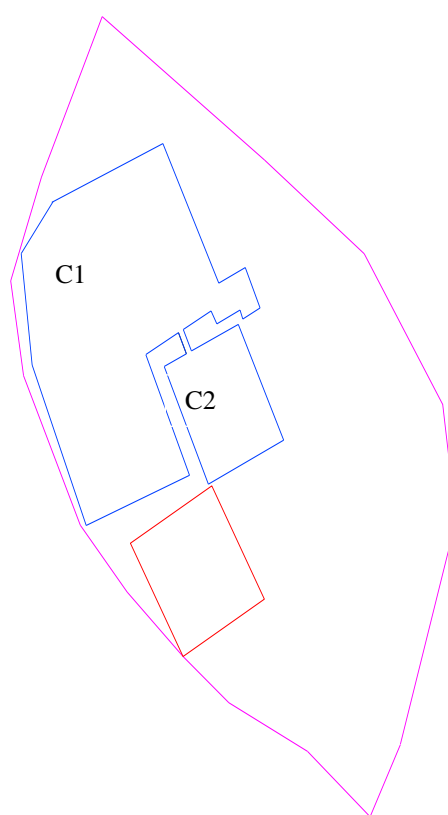
Se obtiene pues, que se debe distribuir un total de 750m³/día, que se aproximará a 1000m³/día. Suponiendo que la planta trabaje solamente 20 horas al día, las restantes 4 horas servirán para revisiones y limpieza de equipos, el caudal por hora producido será 50m³/h.

En los siguientes apartados de la *Memoria* se dimensionará la línea de tratamiento adaptándose al caudal y la calidad del agua existente del depósito de cabecera. Además, se diseñará el sistema de tratamiento de manera que sea viable económicamente, tratando de generar el mínimo volumen de agua rechazo posible

6.3. EMPLAZAMIENTO

La Estación de Tratamiento de Agua Potable se emplazará en una parcela del Municipio A, en la que se encuentran los depósitos de cabecera, a partir de los cuales se abastece al Municipio A de agua. En la figura M.2. se muestra en color violeta el contorno de la parcela; en azul los depósitos de cabecera conectados hidráulicamente (que funcionan como uno solo) y en rojo otro depósito que actualmente no está en uso.

Figura M. 2. Parcela de emplazamiento de la ETAP.



La superficie y altura de los depósitos de cabecera, así como la superficie de la parcela se muestran en la Tabla M.5.

Tabla M. 5. Dimensiones de la parcela y depósito de cabecera.

	Altura (m)	Superficie (m ²)
Parcela	-	2631,6
Depósito C1 (grande)	3,7	400
Depósito C2 (pequeño)	2	100

7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En los siguientes puntos se expondrán los procesos principales que formarán la línea de tratamiento de potabilización, así como las posibles opciones.

7.1. ELECCIÓN DE REACTIVOS

En las siguientes líneas se proponen los reactivos más comunes para los procesos de desinfección y oxidación en la ETAP y finalmente, se justificará la elección de uno de ellos.

7.1.1. CLORO

El cloro y sus derivados son los desinfectantes más utilizados en la desinfección de aguas ya que es capaz de inactivar un alto número de microorganismos como bacterias y virus.

El cloro puro (Cl_2) es un gas amarillo verdoso, con un fuerte olor y muy tóxico. Para prevenir posibles accidentes se aconseja que se almacene en cilindros de acero con ausencia de agua, ya que el cloro es altamente corrosivo para algunos metales en presencia de humedad. Cabe destacar que es un elemento muy reactivo, por lo que en la naturaleza no es posible encontrarlo en estado puro, sino formando compuestos como la sal común (NaCl), el ácido clorhídrico desprendido por los volcanes (HCl), etc.

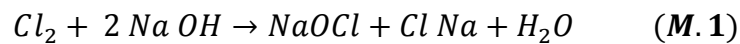
La principal problemática de la utilización del cloro en el tratamiento de aguas es la formación de trihalometanos. Los trihalometanos son compuestos formados por la interacción del cloro con la materia orgánica que se encuentra en el agua. La formación de estos compuestos se puede controlar mediante la adición de cloro durante las etapas de desinfección y/o oxidación.

En la adición de cloro, éste siempre se aplica en exceso de manera que quede una cantidad de cloro libre residual determinada (la cantidad de cloro que queda en el agua después que toda la materia orgánica haya reaccionado) para eliminar posibles atascos en los conductos por materia orgánica y otras sustancias disueltas en el agua.

En la oxidación y desinfección de agua, el cloro se presenta en diversas formas: hipoclorito de sodio, cloro gas, hipoclorito cálcico, etc. A continuación se expondrán los formatos de presentación más comunes y efectivos: el hipoclorito de sodio y el cloro gas.

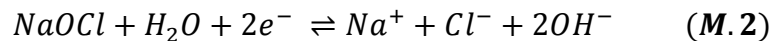
- **Hipoclorito de sodio**

El hipoclorito de sodio (base) es un derivado del cloro usado muy frecuentemente en tratamientos de agua. Se obtiene a partir de la mezcla de cloro con hidróxido sódico:



La riqueza de una solución de hipoclorito sódico se suele expresar a partir del contenido de cloro activo, bien en g/L o en %. El cloro activo indica el poder oxidante del hipoclorito expresado como cloro, es decir, la cantidad de cloro puro, en solución acuosa, que tiene el mismo poder oxidante que una cierta cantidad de hipoclorito.

Cuando el hipoclorito sódico entra en contacto con el agua, se forman iones cloruro e hidroxilo:



En la utilización de hipoclorito sódico como oxidante y desinfectante en el tratamiento de aguas hay que tener en cuenta algunos agentes particulares como el calor, la luz o el contacto con ácidos y metales, ya que éstos lo descomponen en cloro gas, ácido hipocloroso y ácido clorhídrico.

- Cloro gas

El cloro gas destinado al tratamiento de aguas se suministra en botellas y tanques que contienen cloro gas y líquido en equilibrio.

El cloro gas puede aplicarse al agua mediante dos métodos:

- Alimentación a presión: mediante difusores.
- Alimentación a vacío: el cloro se añade a una pequeña parte del caudal de agua hasta su saturación y posteriormente este caudal se mezcla con la corriente principal.

El método de alimentación a vacío es el más seguro de los dos, ya que reduce la probabilidad de fugas. En la dosificación del Cloro Gas, las botellas que contienen el Cloro tienen una sola salida. Por ejemplo, en las botellas de 50 kg el gas sale a razón de 3 kg/hora. Si las necesidades de la instalación requieren mayor cantidad de cloro, deben instalarse más botellas o tanques de cloro en paralelo.

La principal problemática de la cloración en forma de Cloro Gas es el manejo de éste, ya que se trata de un elemento explosivo, corrosivo y tóxico, además de muy reactivo (más aún en fase gaseosa). Por ello, su manejo requiere mucha precaución y personal cualificado para ello.

En la Tabla M.6. se comparan las características principales del Cloro Gas con las del Hipoclorito de Sodio.

Tabla M. 6. Comparación de características del Cloro Gas con el Hipoclorito de sodio. (Fuente: Aurelio Hernández Muñoz)

Símbolo o fórmula	Cl₂	NaOCl
Peso molecular (g/mol)	70,90	74,45
Estado	Gas	Líquido
Color	Verde	Amarillento
Cloro disponible	99,80%	12-15%
Forma de contenedor	Botellas	Tanques
Materiales que resisten el ataque	Seco: hierro negro, cobre, acero. Húmedo: vidrio, plata, caucho	Cerámica, vidrio, plástico, caucho

7.1.2. PERMANGANATO POTÁSICO

El permanganato potásico (KMnO_4), es también un reactivo muy usado en el tratamiento de aguas porque es un fuerte oxidante que reacciona rápidamente con impurezas como el hierro, manganeso, ácido sulfhídrico, fenoles y otros compuestos orgánicos. Además, elimina el mal olor y malos sabores y destruye y previene el desarrollo de algas y microorganismos. No produce trihalometanos (THM), lo que le da cierta ventaja comparado con los productos desinfectantes y oxidantes derivados del cloro.

Para la aplicación del permanganato potásico, es necesario realizar un análisis del agua a tratar. Su dosificación varía de 0,5 ppm a 2 ppm. Dicho análisis es muy similar al ensayo “Jar-Test”. A continuación se explica brevemente el ensayo propuesto para hallar la dosificación óptima de KMnO_4 .

1. Se prepara una disolución de KMnO_4 de 1L con concentración de 1g/L.
2. Se preparan vasos con el agua a tratar y se añade en cada vaso dosis crecientes de la disolución de KMnO_4 preparada previamente.
3. Se ajusta el pH a un valor de 9,5 aproximadamente mediante una solución de NaOH 5M y se agita durante unos diez minutos.
4. Se dejan sedimentar las soluciones durante una hora.

La reacción es fácil de seguir visualmente, ya que las soluciones de agua y permanganato potásico adquieren un color rosado cuanta más cantidad de éste contienen. La dosis óptima corresponde a la concentración máxima a partir de la cual no se aprecia coloración rosada en el agua tratada, debido a que todo el permanganato potásico añadido ha reaccionado.

El permanganato potásico puede conservarse durante un largo periodo de tiempo en un medio seco, fresco y oscuro. Pero la desventaja principal es que para la destrucción del *E. coli* (bacteria que puede encontrarse en algunas aguas y que causa graves molestias en seres humanos) no es un reactivo efectivo. Además, comparándolo con otros, como los derivados del Cloro su precio resulta mucho más elevado.

7.1.3. OZONO

El ozono, O_3 , es un gas que se encuentra en la naturaleza a una altura de 25 km, donde forma la capa atmosférica conocida como ozonósfera.

El ozono es un oxidante muy fuerte que se utiliza en tratamiento de aguas con la finalidad de:

- Eliminar posibles coloraciones, sabores y olores en el agua bruta.
- Eliminar sustancias orgánicas y microorganismos.
- Eliminar sustancias inorgánicas como hierro o manganeso.

Para el tratamiento de agua potable, el ozono se produce “in situ” a partir del oxígeno (O_2) atmosférico mediante la aplicación de energía eléctrica en ozonizadores o generadores de ozono, ya que es un gas muy inestable y, por tanto, esto dificulta su transporte y manejo.

Cuando se inyecta el gas en el agua, debe hacerse con cierta presión para evitar pérdidas de ozono, ya que entonces se convierte en oxígeno por su estabilidad. Además, cabe destacar que la mezcla ozono- oxígeno puede llegar a ser muy tóxica y corrosiva, por lo que su manejo debe realizarse por gente cualificada.

La principal desventaja del uso del ozono como reactivo es su elevado precio porque, como bien se ha dicho antes, se genera en la planta de tratamiento mediante el ozonizador, compuesto por numerosos y costosos equipos, como filtros de aire, compresores, etc.

La ventaja del ozono frente al cloro es que reacciona más rápido con la materia orgánica.

7.1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN

Tras analizar los cuatro reactivos para la etapa de desinfección en la planta de tratamiento, se ha llegado a la conclusión que el Hipoclorito de sodio es el más adecuado. Aunque el agua presente un carácter incrustante y, por tanto, deba disminuirse el pH (aplicar un ácido), hay que tener en cuenta que la planta también consta de una dosificación de antiincrustante y de un reductor, por lo que este problema puede solucionarse posteriormente, ya que la principal finalidad de la oxidación y desinfección es eliminar la materia orgánica, malos olores y malos sabores.

Además, el Hipoclorito de sodio es el más económico y más fácil de manejar, almacenar y distribuir en la corriente de agua bruta.

7.2. FILTRACIÓN

7.2.1. FILTRO DE ARENA

Una vez añadido el reactivo correspondiente para la inactivación de la materia orgánica presente en el agua, ésta se hace pasar por un filtro para eliminar posibles sólidos disueltos. Se ha escogido un filtro de arena sílex con diferentes tamaños, ya que, según los resultados de las analíticas del agua del depósito de cabecera, el total de sólidos disueltos (TDS) no es un parámetro elevado.

7.2.2. FILTRO DE CARTUCHO

Se instalará también un Filtro de cartucho, cuyo tamaño de poro oscila entre $1\mu\text{m}$ y $5\mu\text{m}$, previo a los módulos de membranas, con la finalidad de proteger a éstas de posibles atascos de contaminantes de menor tamaño.

7.3. ELECCIÓN DEL TIPO DE MEMBRANAS

En las operaciones de separación por membranas, la membrana actúa como una barrera semipermeable que impide la circulación a su través de algunos componentes de la mezcla. En este caso, la mezcla estará constituida por agua y sales disueltas en ella.

Las operaciones de separación por membranas ofrecen numerosas ventajas, comparándolas con las operaciones de separación convencionales:

- La operación puede tener lugar a temperatura ambiente, sin necesidad de cambio de fase. Esto constituye un gran ahorro energético, si se compara con otros procesos de separación aplicables en este campo, como por ejemplo, la destilación.
- El soluto no se acumula dentro del film de la membrana, sino que lo hace en su superficie, por lo que resulta mucho más fácil su limpieza.
- Para que tenga lugar el proceso en sí, no es necesaria la adición de productos químicos, como puede pasar en la destilación azeotrópica. Sí se añaden productos para evitar la incrustación de sales o la corrosión, pero esto es simplemente una acción preventiva para economizar en la limpieza de las membranas.

Para la potabilización y desalación de aguas, las operaciones de membrana más utilizadas son:

- Electrodialisis
- Microfiltración
- Ultrafiltración
- Nanofiltración
- Ósmosis Inversa

En la Figura M. 3. se especifican los tamaños de partícula de materiales que se hallan usualmente disueltos en aguas, ya sean tanto superficiales como subterráneas, y los procesos de separación capaces de separar cada tipo de material.

Figura M. 3. Esquema de materiales disueltos en agua y procesos de separación.

Tamaño (µm)	Rango iónico	Rango molecular	Rango macromolecular	Rango micropartícula	Rango macropartícula
	0,001	0,01	0,1	1	10 100 1000
Tamaño relativo de materiales en el agua	<p>Sales acuosas</p> <p>Iones metálicos</p>	<p>Ácidos orgánicos</p> <p>Virus</p>	<p>Arcillas</p> <p>Fibras de Asbesto</p>	<p>Bacterias</p> <p>Quistes</p> <p>Algas</p> <p>Lodo – fango</p>	<p>Arenas</p>
Procesos de separación	<p>Ósmosis Inversa</p>	<p>Nanofiltración</p>	<p>Ultrafiltración</p>	<p>Microfiltración</p>	<p>Proceso convencional de filtración</p>

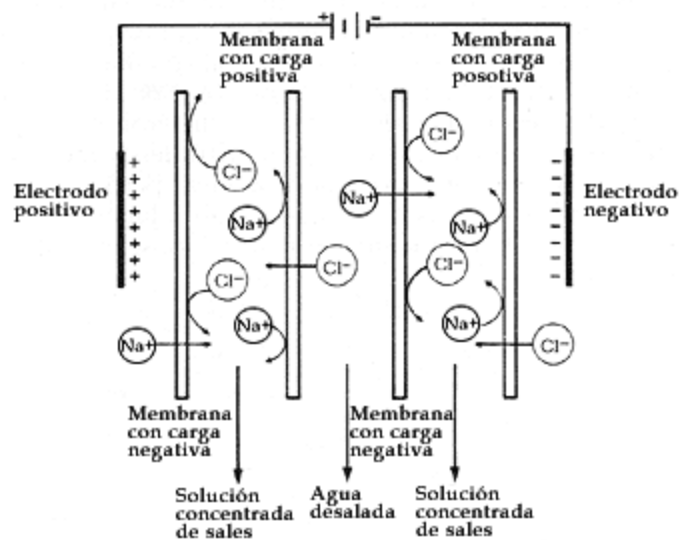
En los siguientes apartados se explican los principios de cada una de las operaciones nombradas anteriormente.

7.3.1. ELECTRODIÁLISIS

La electrodiálisis consiste en la separación electroquímica de las sales (ya sean cationes o aniones) contenidas en el agua. La electrodiálisis consiste en la aplicación de un potencial eléctrico en el seno del agua a desalar, lo que hace que los cationes y aniones se desplacen hasta los respectivos electrodos.

Como se ve en la Figura M.4, en la electrodiálisis se utilizan dos tipos de membranas: las aniónicas (tipo A) y las catiónicas (C). Las membranas A son permeables para los aniones, y las C para los cationes. De tal modo que, en la operación de electrodiálisis se obtiene agua con menor concentración de sales que al inicio, y en los compartimentos contiguos, se extrae el agua salina concentrada.

Figura M. 4. Esquema de funcionamiento de Electrodiálisis.



En este proceso, la relación de concentración de sales del agua alimento al agua producto suele ser de 10 o ligeramente inferior.

7.3.2. MICROFILTRACIÓN

La microfiltración es la operación de separación por membranas actuadas por presión más antigua (Ósmosis Inversa, Nanofiltración, Ultrafiltración y Microfiltración). Las membranas de microfiltración tienen un tamaño de poro desde 0,1 a 1 μm aunque este dato varía según fabricantes.

Las aplicaciones principales de la microfiltración son:

- Elimina la materia orgánica, siempre y cuando vaya precedida de un pretratamiento y posterior desinfección. Por sí sola, la cantidad de materia orgánica contenida en el agua que puede eliminar la Microfiltración es mínima.
- Como pretratamiento para Ósmosis Inversa y Nanofiltración para eliminar partículas y microbios y evitar de esta manera el posterior ensuciamiento y atascos en el tratamiento principal del proceso de potabilización del agua. En este caso, la procedencia del agua podría ser tanto marítima como de acuíferos.

7.3.3. ULTRAFILTRACIÓN

La Ultrafiltración es otro de los métodos de separación por membranas que necesita cierta presión para que el agua pase a través de ellas. La principal diferencia con la microfiltración es que el tamaño de poro de la membrana es menor, por lo que filtra mejor el agua y retiene partículas que en la microfiltración pasaban disueltas al permeado.

El proceso de ultrafiltración reduce la turbidez y el TOC (carbono orgánico total) del agua, pero sin embargo no elimina correctamente posibles iones metálicos, como magnesio o calcio, ni sales disueltas en el agua. Además, después de las membranas de ultrafiltración sería necesario añadir una etapa de desinfección fuerte, por lo que el sistema puede que no fuese viable económicamente.

7.3.4. NANOFILTRACIÓN

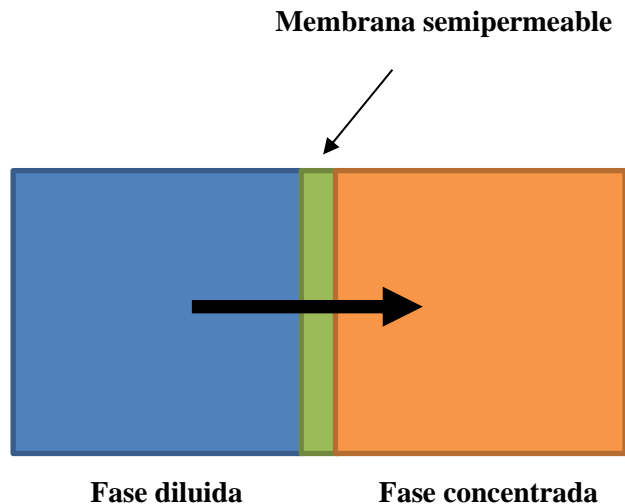
La Nanofiltración es una operación de separación muy similar a la Ósmosis Inversa. El tamaño de poro de membrana está entre $0,01\mu\text{m}$ y $0,001\mu\text{m}$ aproximadamente. Las membranas de Nanofiltración retienen el 50% de NaCl y más del 90% de MgSO_4 disuelto en el agua.

Tal y como se observa en la Figura M.3., si se elige un proceso por membranas de Nanofiltración, muchas sales e iones metálicos disueltos en el agua pasarían al permeado, como pasaba con la ultrafiltración.

7.3.5. ÓSMOSIS INVERSA

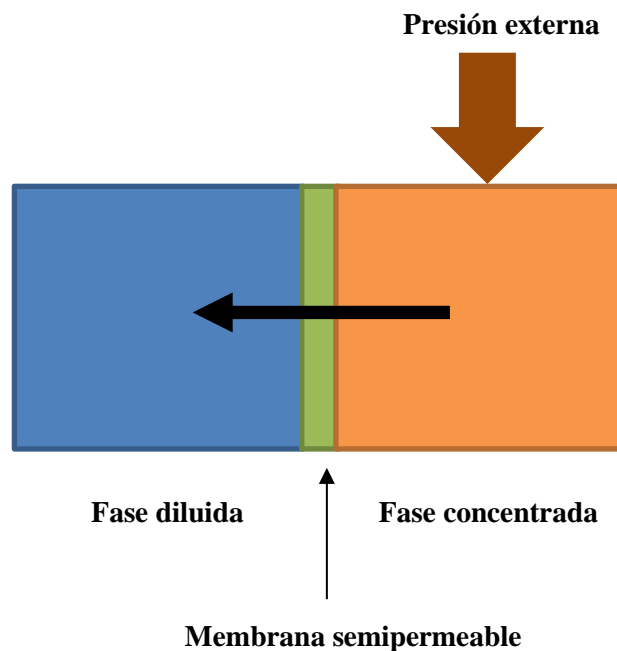
El proceso de ósmosis consiste en la difusión de agua a través de una membrana semipermeable para equilibrar la concentración de sales y llegar al equilibrio osmótico desde la fase diluida a la fase concentrada, tal y como se muestra en el esquema de la Figura M.5.

Figura M. 5. Esquema de ósmosis directa



Por otro lado, el proceso de ósmosis inversa consiste en la difusión de agua a través de una membrana con la finalidad que los principales contaminantes disueltos se eliminen por una corriente, llamada *concentrado*; y el agua sin apenas sales y materia orgánica disuelta sea eliminada en otra corriente denominada *permeado*. Esto se consigue con la aplicación de una presión externa, tal y como se muestra en el esquema de la Figura M.6.

Figura M. 6. Esquema de ósmosis inversa.



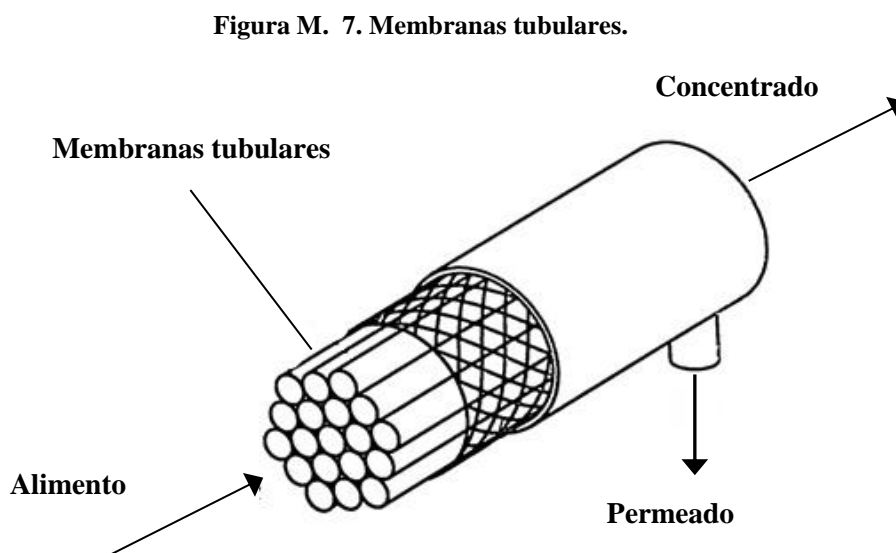
- Configuración de las membranas

Al igual que en los procesos de Microfiltración, Ultrafiltración y Nanofiltración, hay varios tipos de configuración de membranas: tubular, de fibra hueca, en espiral y placa – bastidor.

○ **Tubular**

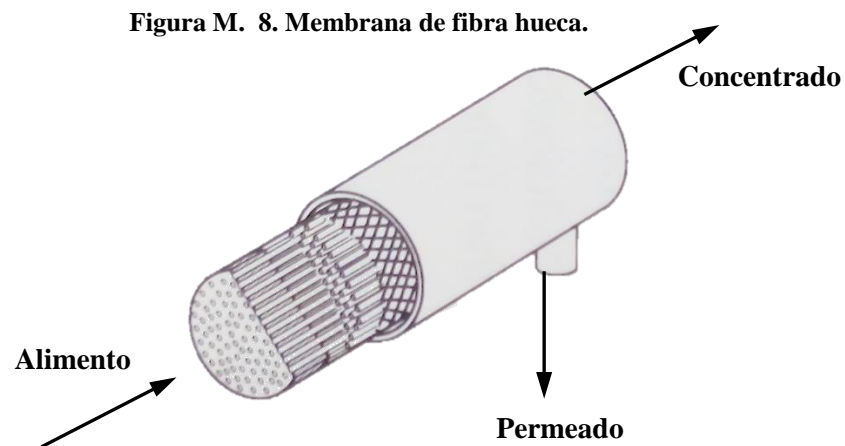
En la configuración tubular, la membrana se encuentra dentro de un tubo de soporte. Posteriormente, un conjunto de tubos de soporte se incorpora a un tubo de presión con las características adecuadas. El caudal de agua de entrada se bombea por los tubos de entrada, el agua producto se redirige al exterior de los tubos y el concentrado sigue fluyendo a través de los tubos de entrada.

En la Figura M.7. se muestra un esquema simplificado de un tubo de presión que lleva incorporado membranas de ósmosis inversa de configuración tubular:



- **Fibra hueca**

Los módulos de membranas de fibra hueca consisten en el empaquetamiento de fibras huecas, tal y como se muestra en la Figura M.8. El proceso de filtración se produce desde el interior de la fibra al exterior, o viceversa. Por tanto, se puede realizar un ciclo de lavado a contracorriente.

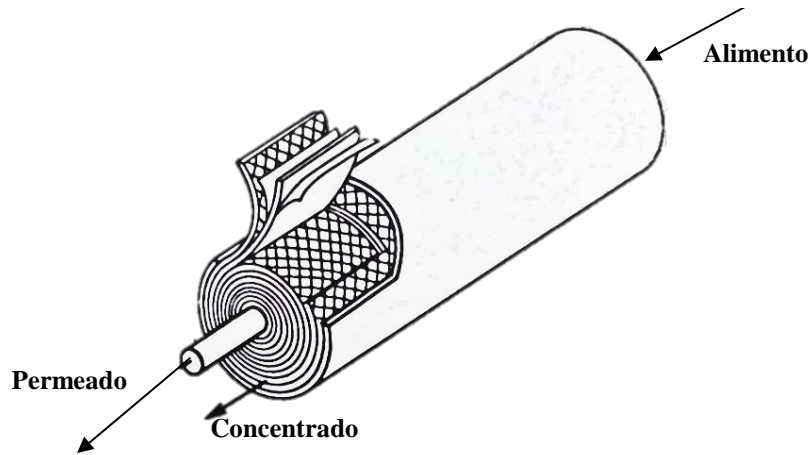


- **Espiral**

Las membranas en espiral constan del material de la membrana empaquetado y enrollado alrededor de un diámetro pequeño. Estos módulos tienen una alta densidad de empaquetado, por lo que el área de filtración es mayor que cualquier otro tipo de membranas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que su taponamiento es más rápido que en el resto y por esta razón debe realizarse un buen pretratamiento antes de que el agua entre en los módulos de las membranas.

En la Figura M.9. se presenta el esquema de las membranas enrolladas en espiral, donde el alimento entra por la parte exterior de la membrana. Cabe destacar que también puede darse una distribución a la inversa, es decir, que el alimento entre por el interior del espiral, el permeado se extraiga por el exterior de la membrana y el agua concentrada por el interior.

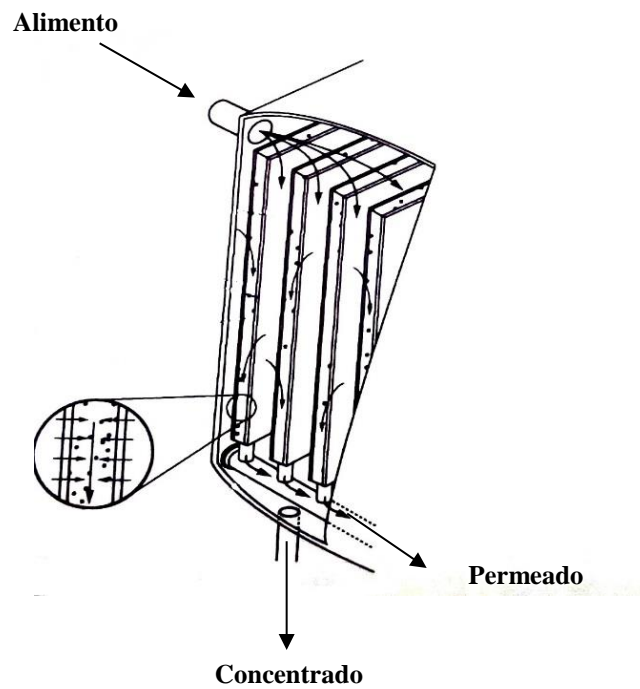
Figura M. 9. Membrana con módulo en espiral.



○ **Placa-bastidor**

Tal y como se muestra en la Figura M.10., estas membranas se distribuyen en bastidores separados por placas, y el agua de alimentación circula entre los espacios que dejan las placas y las membranas.

Figura M. 10. Membrana placa- bastidor en paralelo.



La principal desventaja de esta configuración de membranas es que tienen una capacidad productiva baja, por lo que para utilizarlas en instalaciones de grandes caudales de agua a tratar, el volumen que ocuparía sería demasiado elevado y consecuentemente encarecería su coste considerablemente.

- Tipos de materiales

Los materiales que constituyen las membranas semipermeables utilizadas para el tratamiento de agua potable pueden ser orgánicos o inorgánicos, dependiendo del tipo de membrana (Microfiltración, Ultrafiltración, Nanofiltración u Ósmosis Inversa), tal y como se muestra en la Figura M.3.

○ **Membranas orgánicas**

Las primeras membranas orgánicas se fabricaban a partir de celulosa y derivados, como acetatos de celulosa, pero el principal problema de este material era su limitación a la temperatura y a determinados productos químicos. En cambio, los polímeros sintéticos presentan una mejoría en cuanto a resistencia química y térmica. En la Tabla M.7 se enumeran los principales materiales orgánicos utilizados en cada uno de los distintos tipos de membrana.

Tabla M. 7. Tipos de polímero usados en la fabricación de cada tipo de membrana.

Polímero	Microfiltración	Ultrafiltración	Nanofiltración OI
Celulosa	X	X	X
PE	X		
PS	X		
PAN	X	X	X
PC	X		
Politetrafluoroetileno	X	X	
Poliamida	X	X	X
Polisulfona	X	X	X
Óxido de polifenilo			X
Polibenzoimidazol		X	X

Hasta ahora, los materiales más utilizados para la fabricación de membranas de Ósmosis Inversa han sido la Poliamida y el acetato de celulosa, aunque la producción de este último está disminuyendo debido a nuevos avances en el desarrollo de nuevos materiales.

Un ejemplo es el desarrollo de membranas compuestas, muy utilizadas en los últimos años, denominadas TFC (Thin Film Composite en sus siglas en inglés), fabricadas con dos componentes distintos que realizan diferentes funciones:

- El primero actúa como soporte para resistir las altas presiones del alimento. Para ello se suele utilizar Resina polisulfonada.
- La capa superficial actúa como barrera con la finalidad de rechazar las sales y ejercer resistencia química necesaria. Se utiliza un tipo de poliamida aromática.

- **Membranas inorgánicas**

La utilización de membranas inorgánicas en tratamiento de aguas ofrece mayor resistencia mecánica, térmica, química y al ensuciamiento que las orgánicas.

Las membranas inorgánicas pueden estar fabricadas de vidrio, carbono o metal, pero las más usadas son las cerámicas. A pesar de todo, este campo se encuentra aún en desarrollo y, por tanto, esto las hace menos competitivas que las orgánicas.

7.3.6. ESTUDIO DE SOLUCIONES

Analizando las cinco posibles soluciones planteadas en los anteriores apartados, se llega a la conclusión que los procesos de separación más adecuados para la realización del tratamiento principal de la ETAP planteada son la Nanofiltración y la Ósmosis Inversa, puesto que son los dos procesos más estrictos.

Para la elección entre ambos procesos, se han realizado tres simulaciones con el software ROSA e IMS-Design, facilitados por los fabricantes de membranas, en los que se plantean diversas posibilidades:

- Nanofiltración:
 - o Caso 1: con caudales predeterminados.
 - o Caso 2: variando el caudal de by-pass y de agua de la línea de tratamiento.
- Ósmosis Inversa: con caudales predeterminados.

Las características de sistema en dos etapas con el que se ha efectuado la simulación se detallan en la Tabla M.8.

Tabla M. 8. Características del sistema de Nanofiltración y Ósmosis Inversa.

Paso	1	
Etapas	1	2
Nº tubos de presión	4	2
Nº membranas por tubo de presión	6	6
Número total de membranas	24	12

Se ha elegido un sistema con un solo paso porque no es necesario tratar de nuevo el permeado saliente, ya que cumple con los límites de la legislación. Se incluyen también dos etapas para filtrar de nuevo el concentrado saliente de la primera etapa y, de esta manera, generar el menor rechazo posible de agua (25%).

Además, el agua producto está formada un 75 – 80 % por el agua tratada y un 20-25% proveniente del depósito de cabecera.

Antes de entrar al sistema de filtración por membranas, se aumenta la presión de la corriente F mediante una bomba. El valor de las presiones necesarias se extraerá de la simulación realizada y variará según el caudal de entrada al sistema.

En todas las simulaciones que se muestran se ha supuesto una temperatura de entrada del agua de 18°C y un factor de ensuciamiento (FF) de 0,95.

- **NANOFILTRACIÓN**

o **CASO 1**

En la Figura M.11 se presenta el esquema planteado de la Nanofiltración, y en la Tabla M.9 se presentan los caudales de cada corriente para el caso.

Figura M. 11. Esquema del sistema de tratamiento por Nanofiltración

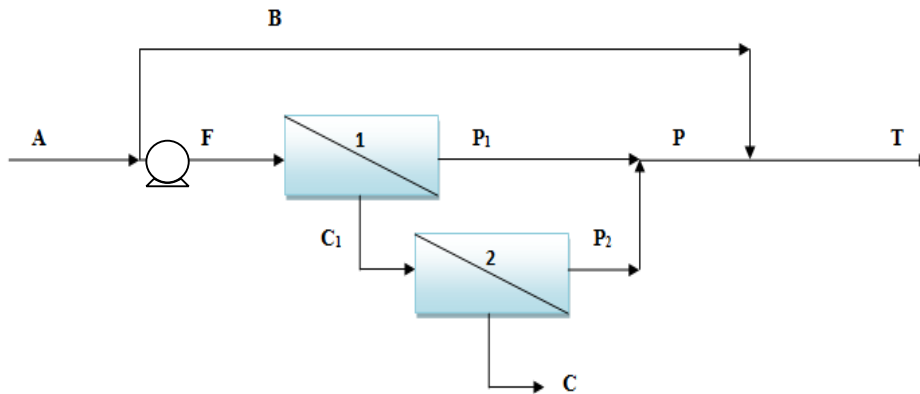


Tabla M. 9. Caudales de la ETAP.

Corriente	Definición	Caudal volumétrico (m ³ /h)
A	Caudal de extracción.	62,5
B	Caudal de by-pass.	12,5
F	Caudal de tratamiento.	50,0
C₁	Caudal de concentrado de la 1ª etapa.	24,0
C	Caudal de concentrado de la 2ª etapa.	12,5
P₁	Caudal de permeado de la 1ª etapa.	26,0
P₂	Caudal de permeado de la 2ª etapa.	11,5
P	Caudal de permeado total.	37,5
T	Caudal de distribución.	50,0

Tras la simulación de un sistema que utiliza como tratamiento principal el proceso de Nanofiltración, los resultados de las concentraciones de sales se muestran en la Tabla M.10.

Tabla M. 10. Resultados de las concentraciones de sales en un sistema de Nanofiltración.

Parámetro	F y A	C ₁	C	P	T	R.D. 140/2003
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,05	0,10	0,10	0,02	0,03	0,5
K ⁺ (mg/L)	5,00	10,20	13,80	2,09	2,81	-
Na ⁺ (mg/L)	183,88	401,70	584,90	50,72	84,01	200
Mg ²⁺ (mg/L)	50,00	119,80	191,90	2,90	14,67	50
Ca ²⁺ (mg/L)	220,00	518,40	816,10	22,09	71,56	200
Ba ²⁺ (mg/L)	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	-
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	0,66	3,90	9,60	0,04	0,25	-
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	260,00	574,40	849,90	60,70	110,53	-
NO ₃ ⁻ (mg/L)	27,00	53,60	70,80	12,46	16,10	50
Cl ⁻ (mg/L)	99,00	200,40	269,90	42,27	56,45	250
F ⁻ (mg/L)	0,36	0,50	0,50	0,32	0,33	1,5
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	755,00	1797,40	2859,20	56,36	231,02	250
SiO ₂ (mg/L)	0,09	0,20	0,30	0,02	0,04	-
TDS (mg/L)	1601,31	3680,60	5667,00	249,99	587,82	1000

Tal y como se observa, la corriente final (corriente T) cumple con los límites del R.D. 140/2003, pero se observa que el contenido en sulfatos (SO₄²⁻) está muy cerca del límite, y en el supuesto caso que el agua aporte tuviera una concentración en sulfatos más elevada, ya no se encontraría dentro de la legislación vigente.

La energía específica (kWh/m³) necesaria para aumentar la presión de entrada al sistema a 5,3 bares es de 0,27kWh/m³.

○ CASO 2

También se ha analizado la opción de disminuir el caudal de agua bruta de la mezcla (Corriente B) en $10\text{m}^3/\text{h}$ y por tanto, aumentar la capacidad de la planta de tratamiento hasta un caudal de $52,5\text{ m}^3/\text{h}$. En la Figura M.12 se muestra el esquema de las corrientes que componen la ETAP, y en la Tabla M.11 los caudales de ésta.

Figura M. 12. Esquema del sistema de tratamiento por Nanofiltración.

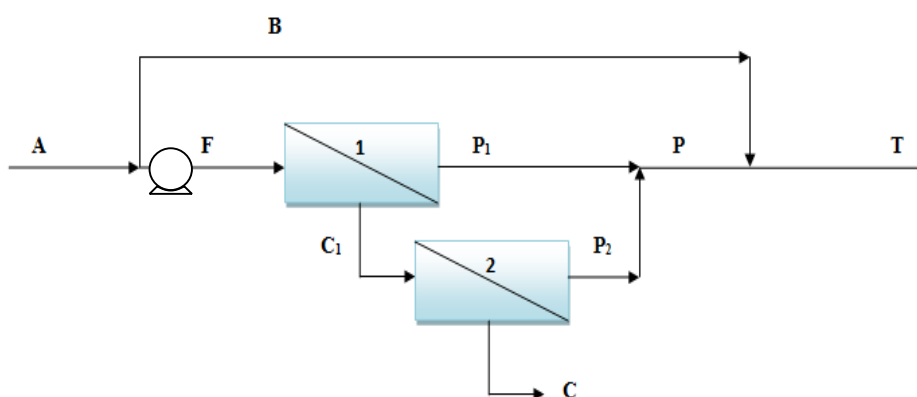


Tabla M. 11. Caudales de la ETAP.

Corriente	Definición	Caudal volumétrico (m^3/h)
A	Caudal de extracción.	62,5
B	Caudal de by-pass.	10
F	Caudal de tratamiento.	52,5
C ₁	Caudal de concentrado de la 1ª etapa.	25,2
C	Caudal de concentrado de la 2ª etapa.	13,13
P ₁	Caudal de permeado de la 1ª etapa.	27,3
P ₂	Caudal de permeado de la 2ª etapa.	12,7
P	Caudal de permeado total.	40
T	Caudal de distribución.	50,0

Los resultados de los parámetros se muestran en la Tabla M.12.

Tabla M. 12. Resultados de las concentraciones de sales en un sistema de Nanofiltración.

Parámetro	F y A	C ₁	C	P	T	R.D. 140/2003
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,05	0,10	0,20	0,00	0,01	0,5
K ⁺ (mg/L)	5,00	12,00	19,60	0,132	1,11	-
Na ⁺ (mg/L)	183,88	441,00	725,10	3,88	39,87	200
Mg ²⁺ (mg/L)	50,00	120,50	199,70	0,22	10,17	50
Ca ²⁺ (mg/L)	220,00	530,30	878,50	0,98	44,76	200
Ba ²⁺ (mg/L)	0,88	4	14,90	0,00	0,20	-
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	260,00	623,60	1027,50	6,36	57,10	-
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	27,00	63,20	100,20	2,65	7,52	50
NO ₃ ⁻ (mg/L)	99,00	238,00	392,60	1,35	20,87	250
Cl ⁻ (mg/L)	0,36	0,90	1,40	0,01	0,08	1,5
F ⁻ (mg/L)	755,00	1820,30	3017,30	2,59	153,00	250
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	0,09	0,20	0,40	0	0,02	-
SiO ₂ (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
TDS (mg/L)	1601,04	3851,45	6365,09	18,19	334,56	1000

Modificando los caudales de entrada, se obtiene que el parámetro final de sulfatos está muy por debajo del límite marcado por la legislación (R.D. 140/2003), por lo que químicamente el agua producto sería de calidad apta para consumo humano.

La energía específica mínima (kWh/m³) necesaria para aumentar la presión de entrada al sistema de Nanofiltración a 9,5 bares es de 0,46kWh/m³.

En este caso, como el caudal de agua a tratar es más elevado, para el mismo número de membranas se requiere mayor presión de entrada al sistema, por lo tanto, las membranas de Nanofiltración requeridas serían de alta presión.

- ÓSMOSIS INVERSA

En la Figura M.13. se muestra el esquema del sistema de tratamiento principal por Ósmosis Inversa, y en la Tabla M.13 se presentan los caudales de cada una de las corrientes.

Figura M. 13. Esquema del sistema de tratamiento por Ósmosis Inversa.

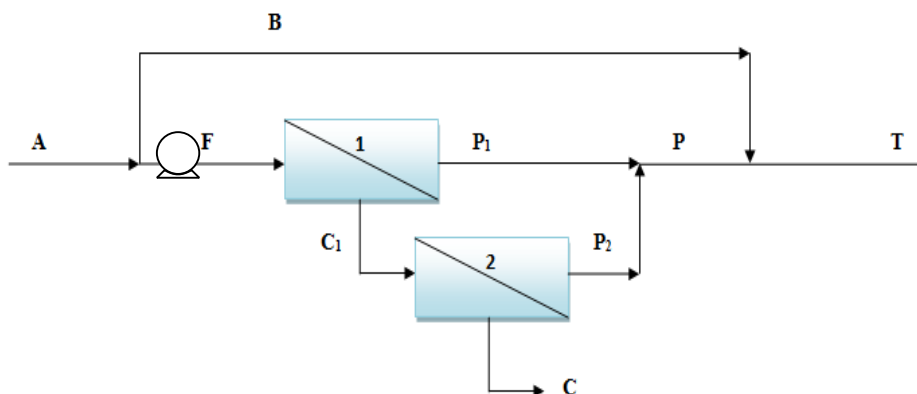


Tabla M. 13. Caudales de la ETAP.

Corriente	Definición	Caudal volumétrico (m ³ /h)
A	Caudal de extracción.	62,5
B	Caudal de by-pass.	12,5
F	Caudal de tratamiento.	50,0
C ₁	Caudal de concentrado de la 1ª etapa.	24,0
C	Caudal de concentrado de la 2ª etapa.	12,5
P ₁	Caudal de permeado de la 1ª etapa.	26,0
P ₂	Caudal de permeado de la 2ª etapa.	11,5
P	Caudal de permeado total.	37,5
T	Caudal de distribución.	50,0

En la Tabla M.14. se recogen los resultados obtenidos en la simulación del proceso por Ósmosis Inversa con membranas de baja presión.

Tabla M. 14. Resultados de las concentraciones de sales en un sistema de Ósmosis Inversa.

Parámetro	F y A	C ₁	C	P	T	R.D. 140/2003
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,05	0,10	0,10	0,00	0,01	0,5
K ⁺ (mg/L)	5,00	11,40	19,70	0,13	1,34	-
Na ⁺ (mg/L)	183,88	420,00	725,50	183,88	183,88	200
Mg ²⁺ (mg/L)	50,00	114,80	199,70	0,21	12,66	50
Ca ²⁺ (mg/L)	220,00	505,00	878,50	0,92	55,69	200
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	0,88	4,00	13,90	0,00	0,17	-
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	260,00	584,30	1007,10	6,00	69,50	-
NO ₃ ⁻ (mg/L)	27,00	60,30	100,60	2,53	8,65	50
Cl ⁻ (mg/L)	99,00	226,60	392,70	1,28	25,71	250
F ⁻ (mg/L)	0,36	0,80	1,40	0,01	0,10	1,5
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	755,00	1733,40	3017,10	2,44	190,58	250
SiO ₂ (mg/L)	0,09	0,20	0,40	0	0,02	-
TDS (mg/L)	1601,04	366,90	6356,70	197,40	548,31	1000

Tal y como se observa en la Tabla M.14, todos los valores están muy por debajo de los límites paramétricos establecidos por el R.D. 140/2003, por lo que la instalación de un sistema de filtración por Ósmosis Inversa sería la más viable en cuanto a eliminación de sales, al igual que el Caso 2 (Nanofiltración modificando los caudales de entrada).

En cuanto a consumo eléctrico, de la simulación realizada se extrae que la energía específica (necesaria para elevar la presión a 9,5 bares en la entrada del sistema de Ósmosis Inversa) es 0,37kwh/m³.

Así pues, la opción más económica en lo que a consumo eléctrico se refiere sería la Nanofiltración (caso 1), seguido del sistema de Ósmosis Inversa, y por último, el caso 2 de Nanofiltración. En lo que respecta a la calidad del agua producto, la mejor opción

es el caso dos de la Nanofiltración, la Ósmosis Inversa y por último la Nanofiltración (caso 1).

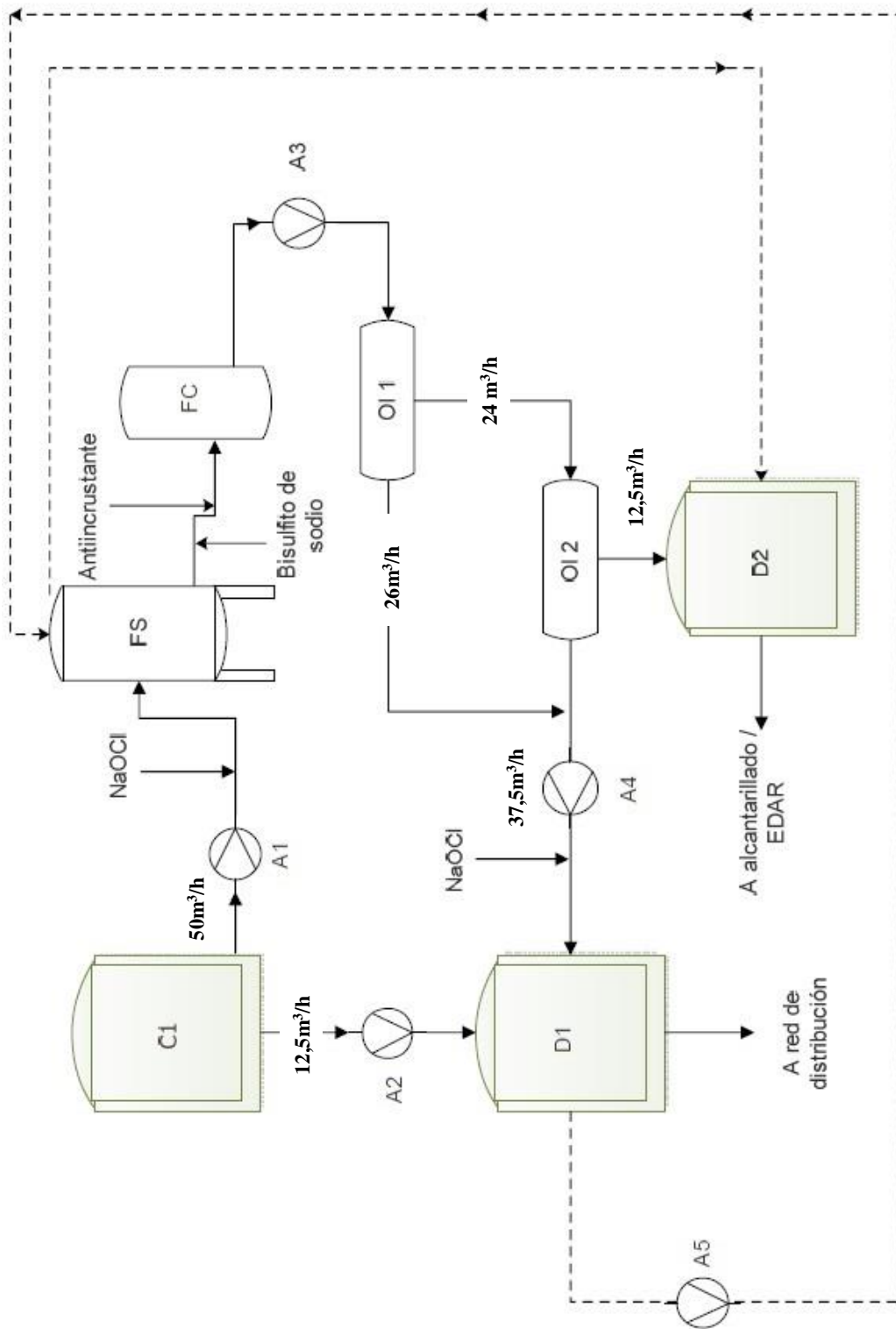
Analizando los resultados y las opciones propuestas, el sistema de filtración que mejor se adapta es la Ósmosis Inversa.

8. RESULTADOS FINALES

Siguiendo el Plano n°2, donde se encuentra la distribución general y los equipos de la Estación de Tratamiento de Agua Potable del presente proyecto, se describirá de manera general el procedimiento a seguir para la adecuación del terreno disponible, así como el funcionamiento de la planta y los equipos y materiales propuestos en el dimensionamiento de la planta.

En la Figura M.14 se presenta un diagrama de flujo resumido, junto con el funcionamiento de la planta y los caudales de cada tramo de la línea de tratamiento. La leyenda de cada bloque se detalla en el apartado 5 de esta memoria.

Figura M. 14. Diagrama de flujo de la Estación de Tratamiento de Agua Potable.



Se extrae un máximo de $62,5\text{m}^3/\text{h}$ del depósito de cabecera, un 25% pasará directamente al depósito final y el 75% ($50\text{m}^3/\text{h}$) restante se tratará en las etapas de pretratamiento y tratamiento principal.

En primer lugar, se dosifica Hipoclorito de Sodio para evitar la proliferación de materia orgánica (bacterias, virus, algas, etc.) en tuberías y filtros posteriores. Una vez se ha añadido el desinfectante, se filtra el agua en un Filtro de Sílex y se eliminan posibles sólidos en suspensión de gran tamaño.

Antes de entrar al tratamiento principal, se le dosifica un reductor, metabisulfito de sodio para que reaccione con el cloro libre residual con la finalidad de que éste no dañe las membranas del tratamiento principal. Posteriormente, se añade antiincrustante para evitar la precipitación de partículas sobre las membranas y disminuir el índice de Langelier, parámetro preocupante en los resultados de las analíticas del depósito de agua aporte. Posteriormente se filtra de nuevo el agua en los filtros de seguridad (Filtros de cartucho, con tamaño de poro de $5\mu\text{m}$), más riguroso que la filtración mediante Filtro de Sílex.

Seguidamente se eleva la presión del agua hasta $10 \cdot 10^5 - 12 \cdot 10^5$ Pa, dependiendo de la edad de las membranas y del grado de ensuciamiento de éstas, para que pueda entrar a los bastidores de ósmosis inversa.

El sistema de filtración por membranas mediante ósmosis inversa consta de dos etapas: el concentrado obtenido en la primera etapa pasará a la segunda, para obtener la máxima cantidad de agua posible; mientras que los permeados se unirán en una corriente final, a la cual se le vuelve a dosificar Hipoclorito de Sodio en mayor cantidad, junto con el agua extraída del depósito aporte, para finalmente mandarla al depósito final y distribuirla al consumidor.

Las líneas discontinuas corresponden al sistema de limpieza de los filtros de sílex, que operará a razón de $0,33\text{m}^3/\text{min}$, durante el tiempo que se programe la limpieza (15 – 30 minutos aproximadamente).

A continuación se describirán los equipos y reactivos necesarios en la línea de tratamiento de la ETAP.

8.1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y OBRA CIVIL

Para adecuar la parcela donde se emplazará la nave que contiene los equipos de la ETAP, se realizará un desbroce y limpieza del terreno y terraplenado, según zonas.

Posteriormente, se llevará a cabo la construcción de la nave que albergará los equipos necesarios para la ETAP.

A continuación se relata de manera breve y general las características principales de la nave:

- Dimensiones: 20 m de largo por 13 m de ancho y 5 m de alto en laterales y 6,5m en la línea central de la nave.
- Pórticos: estructura metálica con una separación de 5m.
- Cimentación: zapatas de hormigón armado (HA25) de 2m de largo, 1,5m de ancho y 0,9m de profundidad. Las zapatas irán unidas con vigas riostras de HA25.
- Solera: de hormigón armado de 0,25 m de espesor HA25 con acabado de pintura de poliuretano antideslizante.
- Cerramientos: piezas de hormigón prefabricado de 0,12m de hormigón.
- Cubierta: a dos aguas de chapa de zinc galvanizado.
- Puerta: de chapa de dimensiones 4,5m de altura por 5 de largo.

En cuanto al depósito de distribución de agua (D1), será de obra civil de hormigón armado con un recubrimiento de PVC – P (policloruro de vinilo plastificado) interno para asegurar la no contaminación del agua y que sea resistente al cloro. Se construirá sobre los límites de la parcela para aprovechar el espacio disponible lo máximo posible, y será un depósito semienterrado, un máximo de hasta 3 metros bajo tierra. Su superficie será de 180 m² con una altura máxima del nivel del agua de 5 m (altura sobre el suelo de 3m) y un volumen máximo de 900 m³. El agua contenida en el interior de este depósito pasará posteriormente a la red de distribución de la población.

El depósito donde se albergará el agua proveniente del concentrado y de la limpieza de los equipos será construido también de hormigón armado (HA25) sin

recubrimiento interno, ya que el agua pasará posteriormente a la EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) del municipio para su posterior tratamiento. Se prevé que dos veces al día se bombee el agua del depósito hasta la EDAR. La superficie del depósito D2 es de $62,7\text{m}^2$ con una altura máxima del agua de 3m y un volumen máximo de 188m^3 .

Se construirán a su vez dos estaciones de bombeo: una en el depósito de cabecera (C1) para la extracción de agua y posterior tratamiento, y otra en el depósito de distribución D1, para facilitar de esta manera la limpieza de los equipos.

Las dimensiones de la estación de bombeo del depósito de cabecera C1 son 4,5m por 6m y 2 m de altura. La estación de bombeo del depósito de distribución D1 será de menores dimensiones, ya que alberga menor número de bombas: 4m por 4m y 2 de altura.

8. 2. BOMBAS DE EXTRACCIÓN

El agua a tratar se extrae del depósito de cabecera C1, donde se encuentra la estación de bombeo provista por dos tipos de bombas: la primera conducirá el agua del depósito de cabecera al depósito de mezclado (D1) y la segunda, de mayor potencia, se encargará de impulsar el agua desde el depósito de agua aporte hasta el filtro de sílex.

La bomba de bajo caudal, A1, permite impulsar del depósito C1 un caudal de 12,50 m^3/h . Se dotará al equipo de bombeo de 3 bombas (2 que alternan funcionamiento cada 10 h y otra de reserva en caso de fallo de alguna de las dos anteriores) de iguales características.

Las características de las bombas serán:

- Potencia: 1,5 kW.
- Material:
 - o Cuerpo e impulsor: fundición.
 - o Eje: acero inoxidable.

- Anillos de desgaste: bronce.

El segundo tipo de bomba será de mayor potencia y se encargará de impulsar el agua desde el depósito de cabecera hasta los filtros de sílex (caudal de 50m³/h), pasando por la dosificación de hipoclorito de sodio (el diseño del bombeo de la dosificación del reactivo se encuentra en el apartado 8.3.1 del presente documento). Constará también de tres bombas, 2 con un funcionamiento de 10 horas cada una y otra de reserva. Las características de las bombas serán las siguientes:

- Potencia: 15kW
- Material:
 - Cuerpo e impulsor: fundición.
 - Eje: acero inoxidable.
 - Anillos de desgaste: bronce.

8.3. DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO

La dosificación de hipoclorito se realizará en dos puntos de la línea de tratamiento:

- La primera antes de entrar en los Filtros de Sílex con la finalidad de inactivar la posible materia orgánica presente en el agua. Observando las analíticas del agua bruta (punto 1 del presente documento), se extrae que la materia orgánica (MON) no es un parámetro preocupante en el agua aporte. Aun así, se dosificará una cantidad de 0,26L/h en la conducción hasta los Filtros de Sílex a modo de prevención para evitar proliferaciones futuras sobre el lecho de arena y a lo largo de las conducciones. También se tendrá en cuenta que no puede quedar gran cantidad de cloro libre residual debido a que puede afectar en la etapa de filtración a las membranas semipermeables de composite con recubrimiento de polisulfona.
- La segunda dosificación se realizará posterior a las membranas de Ósmosis Inversa en la conducción de permeado que se dirige al depósito de distribución D1. En este punto se tendrá en cuenta que debe dosificarse mayor cantidad ya que

debe desinfectar también al agua que pasa del depósito del agua aporte hasta el depósito de distribución sin pasar por la línea de tratamiento, es decir, debe haber una cantidad de cloro libre residual que permita la desinfección del agua del depósito. Por ello, se dosificará un caudal de 0,40L/h aproximadamente.

- Características del reactivo a dosificar:
 - o Nombre: Hipoclorito de sodio.
 - o Cantidad de Cloro Activo :15%.
 - o Volumen del depósito de reactivo: 1000L (x2).
 - o Proveedor: BRENNTAG.

Las bombas de dosificación del hipoclorito de sodio son iguales (2+2)

- Equipo de dosificación (2+2):
 - o Caudal máximo a dosificar:7,5L/h.
 - o Potencia de la bomba: 0,05kW.
 - o Proveedor: GRUNDFOS.

Los cálculos en los que se han basado las dosificaciones de desinfectante se encuentran en el documento *Anexos*.

8.4. FILTRO DE SÍLEX

La finalidad de la instalación de filtros de arena en una Estación de Tratamiento de Agua Potable es eliminar sólidos en suspensión o algas contenidas en el agua bruta. Se dotará a la instalación de dos filtros de arena sílex en paralelo de iguales características para que, mientras uno se limpie o se produzca alguna avería, el otro siga en funcionamiento y así no parar la línea de tratamiento. Para ello se ha instalado una batería de válvulas, de FIBERPOOL, con controladores incluidos para medir

principalmente la presión en la entrada y salida de los filtros y poner en funcionamiento el sistema de limpieza cuando la presión de salida del agua varíe.

Se ha elegido el modelo de filtro de poliéster bobinado con fibra de vidrio con colector de crepinas de la empresa FIBERPOOL. La presión máxima de trabajo de los filtros es de $6 \cdot 10^5$ Pa, pero se adecuará la presión de entrada del agua para que se trabaje a $4 \cdot 10^5$ Pa (los cálculos justificativos se encuentran en el documento Anexos). Ambos filtros están fabricados de poliéster bobinado con fibra de vidrio y boca de hombre superior.

Las medidas de los filtros son de 2 m de diámetro y 2 metros de altura aproximadamente. En su interior se encuentra la arena sílex de diferentes tamaños.

- En la parte inferior del filtro, encima de las crepinas colectoras se añadirán hasta una altura de 0,1 m arena de mayor tamaño (1 -2 mm de diámetro granular aproximadamente), 475kg aproximadamente.
- En la parte superior, hasta una altura de 1,1m sobre la arena de mayor tamaño, arena de menor granulometría 0,4 -0,8, hasta un máximo de 5175 kg.

Además, los filtros incluyen una batería de válvulas neumáticas ya montadas y con medidores de presión incluidos, gracias a los que se puede controlar el uso de un filtro u otro, así como la programación de la limpieza

8. 5. DOSIFICACIÓN DEL REDUCTOR

El bisulfito de sodio, también llamado pirosulfito sódico, (metabisulfito, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) es reductor que se utiliza en el tratamiento de aguas para la neutralización del cloro residual en tuberías, así como para la neutralización de las cloraminas, ya que el cloro puede dañar, tanto el material del que están constituidos los filtros de cartucho como las propias membranas de Ósmosis Inversa del tratamiento principal. Se utilizan también otros reductores, como el anhídrido sulfuroso (SO_2) o el sulfito sódico (SO_3Na_2), aunque el más común para la aplicación en tratamiento de aguas potables.

El metabisulfito se comercializa en forma sólida, pero disuelto en agua se disocia y forma bisulfito sódico (NaHSO_3), el reactivo que reacciona con el cloro.

En este caso, para el caudal de agua a tratar, $50\text{m}^3/\text{h}$, el bisulfito se dosificará a razón máxima de $1,2\text{ L/h}$, proporcionado por el proveedor ACOFARMA. Los cálculos en los que se ha basado la dosificación de este reactivo se encuentran en el documento *Anexos*. El caudal de dosificación puede variar, en función de la variación de la primera dosificación de cloro.

Se dotará al equipo de dosificación de dos bombas dosificadoras (1+1) de las siguientes características:

- Caudal máximo a dosificar: $7,5\text{L/h}$.
- Potencia de la bomba: $0,05\text{kW}$.
- Proveedor: GRUNDFOS.

8. 6. DOSIFICACIÓN DE ANTIINCRUSTANTE

En las membranas semipermeables de Ósmosis Inversa, si no se adiciona previamente un reactivo adecuado, se pueden depositar partículas (sales monovalentes como Na^+ y divalentes, Ca^{++} , principalmente) en ellas taponando las membranas, lo que hace que se necesite mayor presión para que el agua pase a través de la membrana y por tanto, aumente la demanda de energía y, por consiguiente, el coste de la instalación.

Por ello, se dosifica un tipo de reactivo llamado antiincrustante (antiscalant en inglés). Se trata de reactivos con superficie activa, que interfieren en las reacciones de precipitación de partículas en tres pasos principales, expuestos a continuación:

- Inhibición del límite de solubilidad: mantienen las soluciones supersaturadas de sales solubles ligeras.
- Modificación de cristal: distorsionan la forma cristalina de las sales y como consecuencia, disminuye la capacidad de precipitación de éstas sobre las membranas. Cuando se empieza a formar un cristal, los grupos negativos de las

moléculas del reactivo antiincrustante atacan las cargas positivas del núcleo, interrumpiendo de esta manera el balance electrónico necesario para la formación del cristal. Como consecuencia, los cristales aparecen distorsionados (forma ovalada y menos compactos).

- **Dispersión:** provocan una alta carga aniónica que ayuda a mantener los cristales separados, además de separar partículas de cargas aniónicas fijas presentes en la superficie de la membrana.

El antiincrustante se dosificará a razón de 0,023L/h, proporcionado por el fabricante GE Power. Los cálculos realizados para la dosificación de este reactivo se encuentran en el documento *Anexos*. Cabe destacar que el caudal de dosificación se puede variar en función de la calidad del agua.

Se dotará al equipo de dosificación de dos bombas dosificadoras (1+1) de las siguientes características:

- Caudal máximo a dosificar: 7,5L/h.
- Potencia de la bomba: 0,05kW.
- Proveedor: GRUNDFOS.

8.7. FILTRO DE CARTUCHOS

Posterior a la dosificación de antiincrustante, se hará pasar el agua por los filtros de cartucho, donde se eliminarán sólidos disueltos mayores de 5 μ m.

Se dotará a la planta de un porta-filtros doble, para evitar el paro de la instalación cuando deban cambiarse los cartuchos (se calcula que la vida útil de los cartuchos es de 5 a 10 años aproximadamente, dependiendo de la calidad del agua bruta).

Los porta-filtros contendrán 15 filtros de cartucho cada uno, con un caudal máximo a tratar de 65m³/h. Además, se instalarán medidores de presión en la entrada y salida de los filtros para prevenir su cambio y hacer el funcionamiento de la planta más

efectivo. El material del que están fabricados los portafiltros es acero inoxidable AISI 316.

Tanto para la entrada como para la salida en los filtros se requiere de accesorios para adaptar la conducción de PVC al equipo, ya que se dispone de conexiones con diámetro nominal de 100mm, y el diámetro nominal de la conducción es de 140mm en este tramo. La altura total de los porta-filtros es de 1,44 m y un diámetro circular de 0,324 m.

Los filtros de cartucho (de la marca HYDROWATER) que se incorporan en el interior de los porta filtros son de polipropileno, con una longitud de 1 m. La temperatura máxima a la que pueden estar expuestos es de 80°C y la presión máxima es de $10 \cdot 10^5$ Pa.

8. 8. BOMBAS DE ALTA PRESIÓN

El agua ya filtrada se dirige al bombeo de alta presión a través de las conducciones, formado por dos bombas de iguales características, de manera que se pueda ir alternando su funcionamiento.

- Potencia: 37 kW
- Material: fundición.

La conducción de aspiración de la bomba será de PVC, pero la de impulsión, encargada de bombear el agua hasta los bastidores de Ósmosis Inversa, estará constituida de acero inoxidable.

8. 9. MÓDULOS DE ÓSMOSIS INVERSA

El sistema de Ósmosis Inversa está formado principalmente de: membranas, tubos de presión, conducciones, válvulas e instrumentación y soporte. En las siguientes líneas se exponen las características de cada una de estas partes.

- **Membranas**

Las membranas elegidas son de arrollamiento en espiral, para aumentar el máximo posible la superficie filtrante, de poliamida con un soporte de polisulfona (Thin Film Composite).

Se dotará al sistema de 36 membranas, 24 membranas formarán la primera etapa, con un rechazo de 48% y las 12 restantes formaran la segunda etapa y se encargarán de aprovechar al máximo el concentrado eliminado en la primera etapa, con un rechazo del agua en esta etapa del 52,5%.

Se ha propuesto el modelo ECO PRO – 440i, con una retención de sales del 99,4%, un caudal de permeado de 2,4 m³/h por membrana, con un diámetro de 0,201m y una longitud de 1m aproximadamente.

- **Tubos de presión**

Los tubos de presión albergan en su interior un máximo de 6 membranas. En la primera etapa, se colocan los 4 tubos de presión que la componen en paralelo de forma vertical para distribuir el caudal adecuadamente. La segunda etapa, compuesta por 2 tubos de presión, se sitúa al lado de la primera etapa, ambos tubos situados en paralelo también.

Se ha propuesto para los 6 tubos de presión el modelo CODELINE 80S60, capaces de soportar hasta una presión máxima de $41 \cdot 10^5$ Pa, al igual que las membranas.

El material principal que compone los tubos de presión son filamentos de fibra de vidrio, resina epóxica y etileno-propileno.

- **Conducciones, válvulas e instrumentación**

Todas las conducciones entre tubos de presión se realizarán con tuberías de acero inoxidable AISI 316, excepto el tramo que conduce el permeado final de la Ósmosis hasta el depósito final de distribución, que será de PVC PN16. Los colectores entre tubos de presión serán proporcionados por el mismo proveedor de los tubos, ya que dependen de las conexiones de entrada y salida.

- **Soporte**

Los tubos de presión, conducciones y demás que formen el sistema de Ósmosis Inversa estarán sujetos por soportes y tornillería de acero galvanizado.

El agua de entrada al sistema será bombeada a alta presión (ver 8.7. *Bombas de alta presión*) para que el agua pueda pasar a través de las membranas. El concentrado obtenido de los cuatro tubos de presión que conforman la primera etapa, pasará a los dos tubos de la segunda etapa para obtener el máximo rendimiento de la planta. El permeado de la primera etapa se colectará en un tubo de PVC para juntarse posteriormente con el obtenido en la segunda etapa.

Al permeado final obtenido se le dosificará hipoclorito de sodio (ver 8.3. *Dosificación de hipoclorito de sodio*) a razón de 0,4 L/h durante el período de funcionamiento de la planta para evitar la futura proliferación de materia orgánica. Posteriormente, el permeado pasará al depósito de distribución D1.

El concentrado obtenido, por el contrario, pasará al depósito de rechazo D2.

8. 10. CONDUCCIONES

En la Tabla M.15 se muestra un resumen del material de las conducciones dimensionadas en cada tramo, junto con los diámetros nominales elegidos para cada uno.

Tabla M. 15. Características de las conducciones.

Tramo		Material	DN (m)
C1 - D1	Desde el depósito de cabecera hasta el depósito de distribución	PVC	0,075
C1 - FS	Desde el depósito de cabecera hasta los filtros de arena	PVC	0,14
FS - A3	Desde los filtros de arena hasta la bomba de alta presión	PVC	0,14
A3 - OI	Desde la bomba de alta presión hasta los bastidores de Ósmosis Inversa	AISI 316L	0,131
OI - D2	Concentrado. Desde los colectores de Ósmosis Inversa hasta el depósito de concentrado	AISI 316 L	0,03
OI1 - OI2	Desde la salida del permeado de la primera etapa hasta la salida del permeado de la segunda etapa.	PVC	0,063
OI - D1	Permeado. Desde los colectores de Ósmosis Inversa hasta el depósito de distribución.	PVC	0,125
D1 - FS	<i>Sistema de limpieza de filtros de sílex.</i> Desde el depósito de distribución hasta los filtros de sílex	PVC	0,075
FS - D2	<i>Sistema de limpieza de los filtros de sílex.</i> Desde los filtros de sílex hasta el depósito de concentrado.	PVC	0,075

8. 11. INSTRUMENTACIÓN

En lo referente al control de parámetros que indican la calidad del agua, en la Tabla M.16 se expone la instrumentación propuesta en determinados tramos de las conducciones para poder controlar caudales, presiones, etc. en determinados puntos críticos de la línea de tratamiento.

Tabla M. 16. Instrumentación de control de parámetros en cada tramo de la conducción.

Tramo	Parámetro a medir	Instrumento de medición
C1 - D1	Caudal	Caudalímetro
	Presión	Manómetro
	Turbidez	Turbidímetro
	Conductividad	Medidor transmisor de conductividad
C1 – FS	Caudal	Caudalímetro
	Presión	Manómetro
	Turbidez	Turbidímetro
FS – FC	Turbidez	Turbidímetro
	Presión	Manómetro
FC - A3	Turbidez	Turbidímetro
	Presión	Manómetro
A3 – OI	Presión	Medidor transmisor de presión
1ª Etapa OI. Entrada.	Caudal	Caudalímetro
	Presión	Medidor transmisor de presión
1ª Etapa OI. Salida permeado.	Caudal	Caudalímetro
1ª Etapa OI. Salida Concentrado	Presión	Medidor transmisor de presión
	Caudal	Caudalímetro
2ª Etapa OI. Salida Concentrado.	Presión	Medidor transmisor de presión
	Caudal	Caudalímetro
	Conductividad	Medidor transmisor de conductividad
2ª Etapa OI. Salida permeado	Caudal	Caudalímetro
	Conductividad	Medidor transmisor de conductividad
A5 – FS	Caudal	Caudalímetro
	Presión	Manómetro

9. PLANIFICACIÓN

En el presente punto se expone la planificación de obras e instalaciones necesarias en la línea de tratamiento sin entrar en detalles específicos de cada fase.

Así pues, las obras se dividen en ocho fases:

1. Movimiento de tierras y terraplenado.
2. Obra civil de la nave y de las estaciones de bombeo.
3. Obra civil de los depósitos.
4. Obra civil e instalación de tuberías exteriores que componen la línea de tratamiento.
5. Instalación eléctrica y fontanería.
6. Instalación de equipos.
7. Automatización.
8. Puesta en marcha y corrección de errores.

En la Figura M.15 y Figura M.16 se recoge la planificación realizada para la obra y equipamiento de la ETAP.

Figura M. 15. Duración de las actividades.

	Nombre	Duración
1	Movimiento de tierras y adecuación del terreno	15 days
2	Obra civil nave y estaciones de bombeo	120 days
3	Obra civil depósitos	120 days
4	Obra civil tuberías exteriores	30 days
5	Instalación eléctrica y fontanería	6 days
6	Instalación equipos	20 days
7	Automatización	7 days
8	Puesta en marcha	7 days

10. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

En este apartado se realizará un análisis económico del presente proyecto, teniendo en cuenta el presupuesto de explotación y la inversión inicial, así como el posible precio de venta del agua para saber si económicamente es viable o no dicho proyecto.

10.1. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

En el siguiente apartado se resumirán las partes principales del presupuesto (en el documento nº6 *Presupuestos* se encuentran los cuadros de precios detallados).

10.1.1. PEM

El presupuesto de ejecución material (PEM) consta de 9 partes, llamadas Partidas presupuestarias. En la Tabla M.17 se presentan cada una de ellas, así como el porcentaje que implica cada una y el valor del presupuesto de ejecución material total.

Tabla M. 17. PEM.

Partida	Coste (€)	Porcentaje
Partida 1: Conducciones y válvulas	23.774,51	4,27%
Partida 2: Equipos	178.849,64	32,16%
Partida 3: Instrumentación y automatización	53.300,84	9,58%
Partida 4: Obra civil	271.417,95	48,80%
Partida 5: Instalaciones eléctricas y fontanería	28.833,00	5,18%
Partida 6: Seguridad y salud	6.785,45	1,22%
Partida 7: Gestión de residuos de obra	8.142,54	1,46%
Partida 8: Pruebas de funcionamiento	1.720,80	0,32%
Partida 6: Licencias	67.864,74	12,36%
TOTAL	556.175,94 €	

10.1.2. PEC

El presupuesto de Ejecución por Contrata parcial se halla mediante la siguiente fórmula:

$$PEC_p = PEM + Gastos Generales + Beneficio industrial$$

En la Tabla M.18 se muestran los valores de cada uno de estos parámetros.

Tabla M. 18. PEC parcial.

PEM	Presupuesto Ejecución Material	556.175,94 €
GG	Gastos Generales (13% del PEM)	72.302,87 €
B° industrial	Beneficio industrial (6% del PEM)	33.370,56 €
	PEC parcial	661.827,37 €

El Presupuesto de Ejecución por Contrata se calcula añadiendo el valor del I.V.A. (21% actualmente) al valor del Presupuesto de Ejecución por Contrata parcial. El valor del PEC equivale a la inversión inicial a realizar para poder llevar a cabo el proyecto.

En el caso del presente proyecto, su valor es: **800.837,74 €**

10.2. PRESUPUESTO DE EXPLOTACIÓN

El presupuesto de explotación, también llamado gastos totales, detalla los gastos previstos en un año.

10.2.1. Directos

Cuando se habla de gastos directos se hace referencia a los gastos que dependen de la producción, en el caso de este proyecto, de la producción del agua. En él se incorporan el consumo eléctrico de los equipos que forman parte de la planta y el de los reactivos a utilizar a lo largo de la línea de tratamiento.

En la Tabla M.19 se presenta el consumo eléctrico anual de los equipos previsto de cada uno de los equipos, así como el consumo total anual y su coste, teniendo en cuenta que el coste de la energía eléctrica en las industrias es de 0,086 €/kWh.

Tabla M. 19. Consumo eléctrico de equipos.

Equipo	Potencia (kW)	Consumo diario (kWh/día)	Consumo anual (kWh/año)	Coste anual (€)
(A1) Bomba GRUNDFOS. Modelo NBE 80 - 160/146	1,5	30	10.950,00	941,70
(A2) Bomba GRUNDFOS. Modelo NBE 80 - 315/305	15	300	109.500,00	9.417,00
(A3) Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 0 - 315/285	37	740	270.100,00	23.228,60
(A4) Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 100 - 160/169	0,75	15	5.475,00	470,85
(A5) Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 40 - 250/230	15	300	109.500,00	9.417,00
Bomba dosificadora hipoclorito 1	0,05	1	365,00	31,39
Bomba dosificadora hipoclorito 2	0,05	1	365,00	31,39
Bomba dosificadora metabisulfito de sodio	0,05	1	365,00	31,39
Bomba dosificadora antiincrustante	0,05	1	365,00	31,39
TOTAL	69,45	1.389	506.985,00	43.600,71 €

En la Tabla M.20 se expone el gasto en reactivos anual.

Tabla M. 20. Consumo de reactivos anual.

Tipo reactivo	Demanda anual (depósito de 1000L)	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Hipoclorito de sodio	5	1.200,00	6.000,00
Metabisulfito de sodio	0,50	3.750,00	1.875,00
Antiincrustante	0,20	4.320,00	864
TOTAL			8.739,00 €

Finalmente, en la Tabla M.21 se presenta la suma de los gastos directos previstos para la ETAP en un año.

Tabla M. 21. Gastos directos.

Elemento	Coste (€)
Consumo Eléctrico	43.600,71
Consumo Reactivos	8.739,00
TOTAL	52.339,71 €

10.2.2. Amortizaciones

En la Tabla M.22 se muestra los años de amortización, así como el coste anual para la obra civil de la planta de tratamiento y depósitos y los equipos que componen la Planta Potabilizadora.

Tabla M. 22. Amortizaciones

Elemento	Uds.	Precio por Ud. (€)	Precio total (€)	Período de amortización medio (años)	Amortización por año (€)
Planta de tratamiento	1	4.698,00	4.698,00	25	187,92
Bomba A1	3	3.163,00	9.489,00	10	948,90
Bomba A2	3	9.803,00	29.409,00	10	2.940,90
Bomba A3	2	9.859,00	19.718,00	10	1.971,80
Bomba A4	3	3.597,00	10.791,00	10	1.079,10
Bomba A5	2	5.765,00	11.530,00	10	1.153,00
Equipo dosificación hipoclorito de sodio	4	2.163,00	8.652,00	10	865,20
Equipo dosificación metabisulfito de sodio	2	2.110,00	4.220,00	10	422,00
Equipo dosificación antiincrustante	2	2.110,00	4.220,00	10	422,00
Depósito D1	1	2.808,00	2.808,00	25	112,32
Depósito D2	1	14.675,65	14.675,65	25	587,03
Filtros de sílex	2	7.185,00	14.370,00	10	1.437,00
Filtros de cartucho	2	4.439,42	8.878,84	10	887,88
Bastidor de ósmosis inversa	1	45.971,80	45.971,80	10	4.597,18
TOTAL					17.612,23 €

10.2.3. Indirectos

Los gastos indirectos hacen referencia a aquellos que no dependen de la cantidad de producto producida, como puede ser el consumo eléctrico del alumbrado u operarios. Los gastos de amortización hallados en el apartado 10.2.2 del presente documento también se incluyen en los gastos indirectos.

En la Tabla M.23 se presenta el consumo eléctrico del alumbrado, teniendo en cuenta que el coste por kWh es de 0,086€/kWh.

Tabla M. 23. Consumo eléctrico de alumbrado.

Equipo	Potencia (kW)	Consumo diario (kWh/día)	Consumo anual (kWh/año)	Precio (€/año)
Luminarias 36W	1,08	21,6	7.884,00	678,02 €

El gasto previsto en personal se presenta en la Tabla M.24.

Tabla M. 24. Gastos personal.

Personal	Unidades	Salario +SS (€)	Total (€)
Jefe de planta	1	36.000,00	36.000,00
Operario	2	21.600,00	43.200,00
TOTAL			79.200,00 €

Según legislación (R.D.140/2003), es obligatoria la realización mínima de las siguientes analíticas:

- Analíticas comunes:
 - Entrada ETAP: 3 al año.
 - Salida ETAP: 3 al año.
- Analíticas completas:
 - Entrada ETAP 1 al año.
 - Salida ETAP: 1 al año.

En la Tabla M.25 se recoge el gasto de por analítica y total. Se ha considerado una analítica completa más en los gastos en caso de que algún parámetro no se encuentre dentro de los límites fijados por la legislación y se tenga la necesidad de repetirla..

Tabla M. 25. Gastos de analíticas.

Tipo analíticas	Unidades	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Análisis común	18	80,00	1.440,00
Análisis completo	3	600,00	1.800,00
TOTAL			3.240,00 €

En la Tabla M.26 se muestran los gastos de oficina, teléfono y limpieza anuales previstos.

Tabla M. 26. Gastos oficina.

Tipo	Total (€)
Material de oficina	2.000,00
Teléfono	500,00
Limpieza	12.000,00
TOTAL	14.500,00 €

El total de gastos indirectos pues, sería la suma del coste del alumbrado, personal, amortizaciones y gastos en analíticas y oficinas.

En la Tabla M.27 se muestra el resumen de gastos indirectos y el total.

Tabla M. 27. Gastos indirectos.

Tipo de Gastos Indirectos	Total (€)
Amortizaciones	17.612,23
Alumbrado	678,02
Personal	79.200,00
Analíticas	3.240,00
Oficina	14.500,00
TOTAL	115.230,25 €

10.2.4. Gastos totales

El presupuesto de explotación anual es la suma de gastos directos e indirectos. Por tanto, los gastos anuales de la ETAP previstos ascienden a: **167.538,57 €**.

En la Tabla M.28 se recoge el valor de los gastos que forman parte de los gastos totales.

Tabla M. 28. Presupuesto de explotación.

Tipo gasto	Coste (€/año)
Gastos Directos	52.308,32
Gastos Indirectos	115.230,25
TOTAL	167.538,57 €

10.3. BENEFICIO

Para la obtención de los beneficios, en primer lugar debe hallarse el coste de venta y producción del agua.

El cálculo del coste de la producción, se realiza teniendo en cuenta el presupuesto de explotación y la producción anual de agua:

$$\frac{167.538,57\text{€}}{1\text{año}} \cdot \frac{1\text{año}}{365.000\text{m}^3} = 0,46\text{€/m}^3$$

Así pues, la producción de 1m³ de agua se estima en **0,46 €**.

Por tanto, se ha estimado que el precio de venta del agua será de **0,65€/m³**.

Teniendo en cuenta este valor de venta, se estimarán los beneficios.

10.3.1. Beneficio bruto

Para el cálculo del beneficio bruto se tiene en cuenta la variación del IPC (Índice de Precios al Consumo) anual que se considera que es de un 2,5%. El beneficio bruto se halla restando los ingresos menos los gastos totales.

Se calculan los beneficios hasta 15 años, teniendo en cuenta los ingresos y gastos totales previstos, tal y como se muestra en la Tabla M.29.

Tabla M. 29. Beneficio bruto.

Horizonte (años)	Gastos totales (€)	Ingresos (€)	Beneficio bruto (€)
1	167.569,96	237.250,00	69.680,04
2	171.759,21	243.181,25	71.422,04
3	176.053,19	249.260,78	73.207,59
4	180.454,52	255.492,30	75.037,78
5	184.965,89	261.879,61	76.913,72
6	189.590,03	268.426,60	78.836,57
7	194.329,78	275.137,26	80.807,48
8	199.188,03	282.015,70	82.827,67
9	204.167,73	289.066,09	84.898,36
10	209.271,92	296.292,74	87.020,82
11	214.503,72	303.700,06	89.196,34
12	219.866,31	311.292,56	91.426,25
13	225.362,97	319.074,87	93.711,90
14	230.997,05	327.051,75	96.054,70
15	236.771,97	335.228,04	98.456,07

10.3.2. Beneficio neto

El beneficio neto se obtiene restando al beneficio bruto anual obtenido anteriormente un 30% por impuestos de sociedades. Los resultados quedan reflejados en la Tabla M.30.

Tabla M. 30. Beneficio neto.

Horizonte (años)	Beneficio bruto (€)	Beneficio neto (€)
1	69.680,04	48.776,03
2	71.422,04	49.995,43
3	73.207,59	51.245,31
4	75.037,78	52.526,44
5	76.913,72	53.839,61
6	78.836,57	55.185,60
7	80.807,48	56.565,24
8	82.827,67	57.979,37
9	84.898,36	59.428,85
10	87.020,82	60.914,57
11	89.196,34	62.437,44
12	91.426,25	63.998,37
13	93.711,90	65.598,33
14	96.054,70	67.238,29
15	98.456,07	68.919,25

10.4. FLUJO DE CAJA

El flujo de caja (FCa) hace referencia a los flujos económicos de entrada y salida en un período dado en una empresa.

Se halla mediante la siguiente ecuación:

$$FCa = B_{neto} + Amortizaciones$$

En la Tabla M.31 se muestran los resultados de los flujos de caja para un horizonte de 15 años.

Tabla M. 31. Flujo de caja.

Horizonte (años)	Beneficio neto (€)	Amortizaciones (€)	FCa (€)
1	48.776,03	17.612,23	66.388,26
2	49.995,43	18.052,54	68.047,96
3	51.245,31	18.503,85	69.749,16
4	52.526,44	18.966,45	71.492,89
5	53.839,61	19.440,61	73.280,21
6	55.185,60	19.926,62	75.112,22
7	56.565,24	20.424,79	76.990,02
8	57.979,37	20.935,41	78.914,77
9	59.428,85	21.458,79	80.887,64
10	60.914,57	21.995,26	82.909,83
11	62.437,44	22.545,14	84.982,58
12	63.998,37	23.108,77	87.107,14
13	65.598,33	23.686,49	89.284,82
14	67.238,29	24.278,65	91.516,94
15	68.919,25	24.885,62	93.804,87

10.5. VALOR ACTUAL NETO

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador de la rentabilidad de un proyecto. Pueden darse tres casos:

- VAN<0: indica que un proyecto no es rentable en un determinado período de tiempo.

- VAN>0: el proyecto es rentable, las ganancias superan a los costes
- VAN=0: el proyecto no genera ni pérdidas ni ganancias.

Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^{n=15} \frac{FCa_n}{(1 + i_r)^n}$$

Siendo:

I_0 : inversión inicial

n : período de tiempo (años).

FCa_n : Flujo de Caja en un determinado año.

i_r : tipo de interés nominal (se considera un valor de 1,30%).

En la Tabla M.32 se exponen los resultados obtenidos del VAN en un período de 15 años.

Tabla M. 32. VAN.

Horizonte (años)	FCa (€)	VAN (€)
1	66.388,26	-735.301,45
2	68.047,96	-668.988,83
3	69.749,16	-601.890,66
4	71.492,89	-533.997,65
5	73.280,21	-465.300,38
6	75.112,22	-395.789,32
7	76.990,02	-325.454,83
8	78.914,77	-254.287,16
9	80.887,64	-182.276,44
10	82.909,83	-109.412,67
11	84.982,58	-35.685,77
12	87.107,14	38.914,51
13	89.284,82	114.398,50
14	91.516,94	190.776,67
15	93.804,87	268.059,62

Analizando pues, los datos a 15 años, el proyecto es rentable ya que el valor del VAN en el 15º año es positivo, con un valor de **268.059,62€**.

10.6. TASA INTERNA DE RENTABILIDAD

La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) ofrece la tasa de rentabilidad de un proyecto con un determinado valor de inversión.

Se halla con la siguiente ecuación:

$$0 = -I_0 + \sum_{n=0}^{n=15} \frac{FCa_n}{(1 + TIR)^n}$$

Donde:

I_0 : inversión inicial

n : período de tiempo (años).

FCa_n : Flujo de Caja en un determinado año.

De esta manera, se ha obtenido un valor del TIR de **5%**, superior al interés nominal (4%), por lo que se refuerza la idea que el proyecto es viable económicamente.

10.7. PERÍODO DE RETORNO

El período de retorno (PR) es un parámetro que indica aproximadamente el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial de un proyecto. Se halla mediante la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{\textit{Inversión inicial}}{\textit{Beneficio neto anual promedio}}$$

Teniendo en cuenta pues los parámetros necesarios para hallar el PR:

- Inversión inicial = 800.837,74 €
- Beneficio neto anual promedio = 58.309,87 €

Se obtiene que el período de retorno es de **13 años y 266 días.**

2. ANEXOS

ÍNDICE DE LOS ANEXOS

ANEXO N° 1. DATOS DE PARTIDA	3
1.1. DATOS DEL MUNICIPIO	3
1.2. ANÁLISIS DE AGUA	3
ANEXO N° 2. DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA.....	9
2.1. CAUDALES	9
2.2. CONTENIDO EN SALES.....	11
ANEXO N°3. DISEÑO DEL TRATAMIENTO DE ÓSMOSIS INVERSA	13
3. 1. INTRODUCCIÓN	14
3. 2. RESULTADOS	21
3. 3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	24
3. 3. 1. Bastidores de membranas	24
3. 3. 2. Bomba de alta presión A3	25
ANEXO N°4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	31
4.1. INTRODUCCIÓN	31
4.1.1. Bases de diseño	31
4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL BOMBEO DEL DEPÓSITO DE AGUA APORTE	33
4.2.1. Bomba A1	35
4.2.2. Bomba A2	38
4.3. DIMENSIONAMIENTO DEL PRETRATAMIENTO.....	41
4.3.1. Dosificación de hipoclorito sódico.....	41
4.3.2. Filtración en filtro sílex	44
4.3.3. Dosificación de metabisulfito de sodio	45
4.3.4. Dosificación de antiincrustante	46
4.3.5. Filtración de seguridad	47
4.4. DIMENSIONAMIENTO DEL BOMBEO DEL PERMEADO (A4)	50

4.5. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE LOS FILTROS DE ARENA SÍLEX	53
4.6. DISEÑO DE DEPÓSITOS	57
4.6.1. Depósito de distribución.....	57
4.6.2. Depósito de concentrado	57
4.7. DISEÑO DE CONDUCCIONES	58
ANEXO N°5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	65
5.1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES.....	65
5.1.1. Objeto y autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	65
5.1.2. Proyecto al que se refiere	66
5.1.3. Descripción del emplazamiento y la obra	66
5.1.4. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.....	67
5.1.5. Maquinaria de obra.....	68
5.1.6. Medios auxiliares	68
5.2. RIESGOS LABORLES EVITABLES COMPLETAMENTE	69
5.3. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE	70
5.4. RIESGOS LABORALES ESPECIALES	79
5.5. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA	80
5.6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD	82
ANEXO N°6. CATÁLOGOS Y FICHAS TÉCNICAS	83
6.1. BOMBAS.....	83
6.2. FILTROS DE ARENA SÍLEX.....	95
6.3. FILTROS DE CARTUCHO	96
6.4. MEMBRANAS.....	98
6.5. TUBOS DE PRESIÓN	100
6.6. CONDUCCIONES	107
6.7. REACTIVOS	114
ANEXO N°7. GRÁFICAS Y TABLAS.....	131

ANEXO N° 1. DATOS DE PARTIDA

En el Anexo N°1 se detallarán tanto los datos necesarios del municipio donde se emplazará la ETAP como las características principales del agua aporte.

1.1. DATOS DEL MUNICIPIO

Tal y como se ha dicho ya en la *Memoria* del presente proyecto, la ETAP se emplaza en un municipio de la zona de Levante al que se referirá como Municipio A, con una población fija de 1200 habitantes. En verano se produce un aumento de la población y además, teniendo en cuenta el aumento anual de habitantes, el diseño de la ETAP se efectuará para una población de 2200 habitantes aproximadamente.

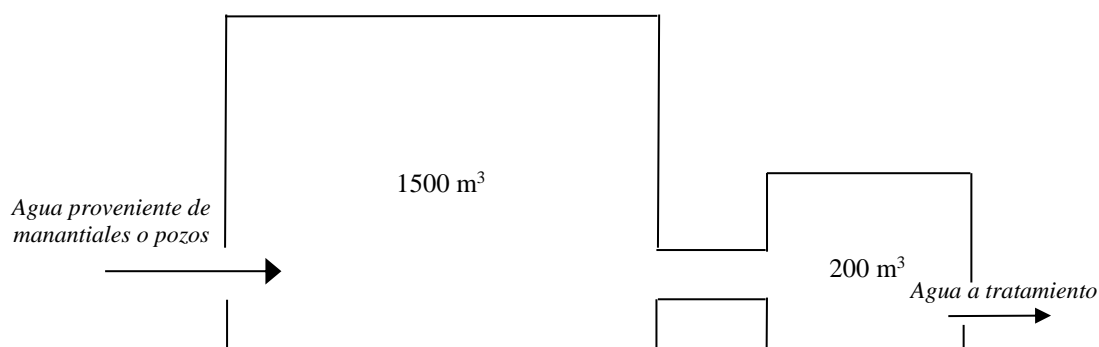
1.2. ANÁLISIS DE AGUA

El agua a tratar en la ETAP proviene de dos depósitos ya existentes conectados entre sí hidráulicamente y que funcionan como un único depósito, por lo que a lo largo de todo el proyecto no se hará distinción entre ambos y se referirá simplemente como depósito de cabecera o depósito regulador. De estos dos depósitos, uno tiene un volumen de 1500 m³ y el otro de 200m³. El origen del agua es de manantiales y pozos de la zona. Las características del depósito se encuentran en la Tabla A1.1. y en la Figura A1.1 se muestra un esquema simplificado de la distribución de los depósitos.

Tabla A1. 1. Características del depósito de cabecera.

Características	Depósito
Situación	Superficial
Capacidad total (m³)	1700
Material de construcción	Hormigón
Material de revestimiento	Mortero de cemento

Figura A1.1. Esquema simplificado del depósito de cabecera.



Del agua del depósito de cabecera se han ido tomando muestras para análisis y de esta manera se controla que el agua que se distribuye al consumidor final es de la calidad que marca la legislación vigente. Sin embargo, en los últimos análisis se ha observado una desviación sistemática de algunos parámetros, por lo que se plantea el diseño y construcción de una ETAP.

Los análisis comunes se realizan cada cuatro meses y los completos con una periodicidad anual, según lo marcado por el R.D.140/2003. En la Tabla A1.2. se muestran los resultados obtenidos de los análisis de los parámetros físicos, y en la última columna se muestran los valores paramétricos aceptables según el R.D. 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Tabla A1. 2. Análisis de agua del depósito: resultados de los parámetros físicos

Parámetros Fecha		01/2015	05/2015	09/2015	01/2016	R.D. 140/2003
Parámetros físicos	Conductividad a 20°C (µs/cm)	1.628	1.651	1.659	1.609	2500
	pH	7,5	7,5	7,4	7,5	7 – 9,5
	T (°C)	-	20	-	-	-
	Turbidez (NTU)	0,7	0,4	0,4	0,4	5,00

En la tabla A1.3. se especifica los resultados de los parámetros químicos obtenidos del análisis de agua en un período de un año, así como los límites especificados por la legislación.

Tabla A1. 3. Análisis de agua del depósito: resultados de los parámetros químicos.

Parámetros		Fecha	01/2015	05/2015	09/2015	01/2016	R.D. 140/2003
Parámetros químicos	1,2 - Dicloroetano (µg/L)		0	0,3	0	-	3,0
	Aluminio(µg/L)		0	10	0		200
	Amonio (mg/L)		0,05	0,05	0,05	0,05	0,50
	Antimonio (µg/L)		-	1	-	-	5
	Arsénico (µg/L)		-	1	-	-	10
	Benceno (µg/L)		-	0,3	-	-	1,0
	Benzo (a) Pireno (µg/L)		-	0,007	-	-	0,010
	Boro (mg/L)		-	0,09	-	-	1,00
	Cadmio (µg/L)		-	1	-	-	5
	Cianuros totales (µg/L)		-	12	-	-	50
	Cloro combinado "in situ" (mg/L)		-	0,1	-	-	2,0
	Cloro residual libre "in situ" (mg/L)		0,7	0,7	0,7	0,8	1,0
	Cloruros (mg/L)		-	99	-	-	250
	Cobre (mg/L)		-	0,01	-	-	2,00
	Cromo (µg/L)		-	5	-	-	50
	Fluoruro (mg/L)		-	0,36	-	-	1,50
	Hierro (µg/L)		-	5	-	-	200
	HPA (µg/L)		-	0,04	-	-	0,10
	Índice de Langelier		-	0,8	-	-	0,5
	Manganeso (µg/L)		-	5	-	-	50
	Mercurio (µg/L)		-	0,05	-	-	1,00
	Níquel (µg/L)		-	1	-	-	20
	Nitratos (mg/L)		-	27	-	-	50
	Nitritos (mg/L)		-	0,01	-	-	0,10
	Oxidabilidad (mg/L)		-	0,5	-	-	5,0
	Plomo (µg/L)		-	1	-	-	10
Selenio (µg/L)		-	1	-	-	10	
Sodio (mg/L)		-	55	-	-	200	
Sulfatos (mg/L)		-	755	-	-	250	
Tri+ Tricloroetileno (µg/L)		-	1	-	-	10	

Los resultados de los análisis de los parámetros microbiológicos se muestran en la Tabla A1.4.

Tabla A1.4. Análisis de agua del depósito: resultados de los parámetros microbiológicos.

Parámetros		Fecha	01/2015	05/2015	09/2015	01/2016	R.D. 140/2003
Parámetros Microbiológicos	Clostridium perfringens (UFC⁽¹⁾/100 mL)		0	0	-	-	0,00
	Coliformes totales (UFC/100mL)		0	0	0	0	0,00
	<i>E. coli</i> (UFC/100/mL)		0	0	0	0	0,00
	Enterococos (UFC/100mL)		-	0	-	-	0,00
	Gérmenes totales a 22°C (100 UFC/mL)		1	0	-	1	100

⁽¹⁾ **UFC.** Unidades Formadoras de Colonias: indica el grado de contaminación microbiológica en una determinada cantidad de agua.

Comparando los valores obtenidos de las analíticas de agua realizadas en el depósito del agua aporte con los valores aceptables de todos los parámetros, se observa que sólo hay dos parámetros que no cumplen los límites (en las Tablas A1.2, A1.3 y A1.4 están remarcados en color rojo):

- Índice de Langelier
- Sulfatos.

Por ello, la planta se diseñará y se adecuará con la finalidad de adaptar estos dos parámetros dentro de la legislación vigente, sin modificar en gran medida otras variables del agua. En las siguientes líneas se explicará cual es la problemática de estos dos parámetros y algunas soluciones que se pueden llevar a cabo en el tratamiento del agua.

A continuación se explican los parámetros cuyos valores no cumplen los límites de la legislación.

- Índice de Langelier

El índice de Langelier o Índice de Saturación de Langelier (LSI) es un parámetro que indica el carácter corrosivo (índice pequeño) o incrustante (mayor índice) de una determinada agua. Se calcula según la siguiente ecuación:

$$LI = pH - pH_s \quad (A1.1)$$

Siendo:

pH : valor de pH del agua aporte, en este caso del agua del depósito instalado en el Municipio A.

pH_s : valor de pH en equilibrio o saturación (en la ecuación A1.2 se especifica su cálculo).

$$pH_s = A + B - C - D \quad (A1.2)$$

Donde:

Parámetro A: depende de la temperatura del agua en grados Celsius.

Parámetro B: se extrae de los valores de una tabla que dependen del valor Total de Sólidos Disueltos (TDS).

Parámetro C y D: se obtienen a partir de unos valores tabulados dependientes de la alcalinidad del agua, en mg/L CaCO₃.

En el caso del agua de suministro del Municipio A, el Índice de Langelier es superior al límite dictado por la legislación, es decir, el agua tiene carácter incrustante. Para solucionarlo, durante el proceso se debe disminuir el pH y la alcalinidad, mediante la adición de reactivos por ejemplo, ya que la tendencia a formar incrustaciones puede dañar algunos equipos durante el proceso de potabilización.

- Sulfatos

Los sulfatos (SO₄²⁻) son compuestos que se encuentran de manera natural en numerosos minerales. Sus usos son muy diversos en la industria química: fertilizantes, pesticidas, colorantes, en el control de algas en redes de agua, etc. Además son muy solubles en agua

Por ello, es muy probable que en aguas contenidas en acuíferos se encuentren cantidades elevadas de sulfatos, ya sea por percolación de fertilizantes o debido a los procesos de disolución del yeso existentes en el terreno.

Para disminuir su contenido en el agua a potabilizar de manera que su concentración se encuentre dentro de los límites marcados por la legislación (250 mg/L) bastará con un proceso de separación por membranas como la Nanofiltración u Ósmosis Inversa. En el caso de este proyecto, se elegirá un sistema de filtración por membranas por Ósmosis Inversa (en el apartado 7. *Análisis de soluciones* de la *Memoria* se justifica esta elección).

ANEXO N° 2. DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA

En las siguientes líneas se justificarán los caudales de cada corriente, así como el contenido en sólidos de cada una de ellas.

2.1. CAUDALES

Se calcula que el Municipio A tiene unos 1200 habitantes, aproximadamente. En determinadas épocas del año, sobre todo en verano, la población de este municipio aumenta hasta 2200 habitantes aproximadamente.

Se calcula que, de media, el consumo de agua es de $0,25 \text{ m}^3/\text{día}/\text{habitante}$. Se supone además un factor de corrección de 1,3 por posibles fugas en las tuberías. De esta manera, el cálculo de la producción de agua de la planta sería el siguiente:

Capacidad de planta = (n° habitantes) x (factor corrección fugas) x (consumo agua)
(A2.1)

$$\text{Capacidad de la planta} = 2200 \times 1,3 \times 0,25 = 715 \text{ m}^3/\text{día} \approx 720 \text{ m}^3/\text{día}$$

Se sobredimensionará la planta hasta una capacidad máxima de $1.000 \text{ m}^3/\text{día}$, por posible aumento de la población en el Municipio A u otros factores.

Con la finalidad de diseñar una planta potabilizadora por membranas lo más económica posible, la corriente de permeado (agua producto de los módulos de Ósmosis Inversa) se mezclará en un porcentaje determinado con el agua extraída del depósito sin tratar. Mediante los programas de simulación ROSA e IMS- Design, con el que se ha hallado la distribución óptima de las membranas de Ósmosis inversa (ANEXO N°3), se ha realizado una simulación de la mezcla agua osmotizada – agua de captación.

En la figura A2.1. se muestra el esquema de la distribución de caudales de la planta potabilizadora y se nombran también todas las corrientes para facilitar su identificación;

y en la Tabla A2.1 se encuentra la relación de corrientes con sus respectivos caudales (tanto en m³/h como en m³/día).

Figura A2. 1. Esquema de la distribución de caudales de la ETAP.

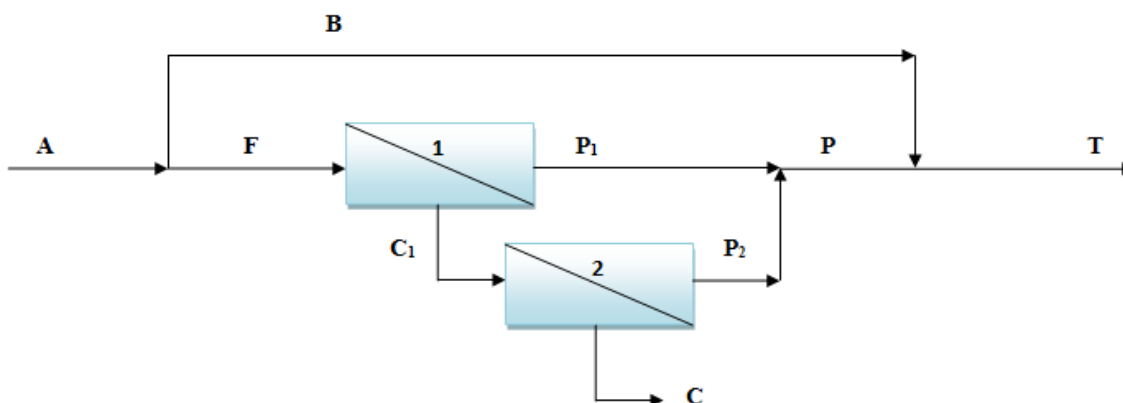


Tabla A2. 1. Caudales aproximados de cada corriente.

Corriente	Caudal volumétrico (m ³ /h)	Caudal volumétrico (m ³ /día)
A	62,5	1250,0
B	12,5	250,0
F	50,0	1000,0
C ₁	24,0	480,0
C	12,5	250,0
P ₁	26,0	520,0
P ₂	11,5	230,0
P	37,5	750,0
T	50,0	1000,0

Observando los caudales anteriores, la concentración de agua producto es finalmente un 25% de agua de depósito sin pretratamiento y el 75% restante el que pasa por la línea de tratamiento. El sistema de Ósmosis Inversa está formado por un paso y dos etapas para sacar el mayor rendimiento posible al agua de entrada y producir el menor rechazo.

Un paso significa que el caudal de permeado (agua producto) extraído no se trata, pasa directamente a consumo, ya que cumple con los límites dictados; y cuando se hace referencia a un sistema con dos etapas significa que el concentrado obtenido de los

primeros tubos de membranas se recircula hacia otra etapa para conseguir una conversión mayor de agua, ya que, con una sola etapa se eliminaría del 45% al 55% del agua entrante en el sistema de Ósmosis Inversa. La justificación de esta distribución se encuentra en la simulación realizada en el ANEXO N°3 y en el apartado 7 del documento de la *Memoria*.

2.2. CONTENIDO EN SALES

En el punto 1.1 del *ANEXO N°1* se especifica que el valor máximo permitido en el agua de consumo de sulfatos es de 250 mg/L. El problema principal del agua bruta en esta población es el contenido en sulfatos. Por lo tanto, para aceptar los datos de porcentajes de mezcla del apartado anterior, se deberá comprobar que la concentración de sulfatos del agua final está dentro de los límites establecidos.

Para comprobar que después del tratamiento el agua cumple con los límites de la legislación, se utiliza el programa de simulación ROSA facilitado por el proveedor de membranas DOW – FILMTEC y con IMS – Design, proporcionado por el fabricante Hydranautics. Por lo tanto, se plantearon dos casos con características del agua aporte diferente:

Tabla A2. 2. Concentración de sulfatos en los dos casos supuestos para la simulación.

	FF ⁽¹⁾	T (°C)	Concentración de SO ₄ ²⁻ (mg/L)	
			A la salida de filtros de OI	A la salida de planta
Caso 1	0,85	18	1,90	190,16
Caso 2	0,95	25	2,90	190,94

⁽¹⁾**FF:** Factor de ensuciamiento de las membranas. También llamado Salt Density Index (SDI)

En el ANEXO N°3 se encuentra la simulación realizada de ambos casos planteados en la Tabla A2.2.

ANEXO N°3. DISEÑO DEL TRATAMIENTO DE ÓSMOSIS INVERSA

En las siguientes hojas se muestran los resultados de la simulación del uso de las membranas partiendo de las analíticas del ANEXO N°1 del presente proyecto y del caudal de permeado predeterminado. Esta simulación se ha realizado con el programa ROSA 9.1.

Se exponen dos casos posibles con características del agua aporte diferentes.

Hay que tener en cuenta, que se ha aprovechado también el programa de simulación ROSA para hallar el porcentaje de mezcla agua osmotizada – agua de captación, que será al fin y al cabo, el agua producto final. Los resultados obtenidos se presentarán al final del presente Anexo.

3. 1. INTRODUCCIÓN

Tal y como se ha dicho ya anteriormente, con el fin de realizar un análisis completo y obtener los mejores resultados posibles se plantearon dos casos con características del agua de entrada diferentes. En la Tabla A3.1. se recogen las características variables en cada uno de los dos casos.

Tabla A3. 1. Características cambiantes del agua aporte al sistema de tratamiento.

	FF	T (°C)
Caso 1	0,85	18
Caso 2	0,95	25

FF: en sus siglas en inglés, Fouling Factor. También denominado SDI (Índice de Densidad Salina), mide el índice de ensuciamiento de una membrana y se halla cogiendo muestras de agua en el inicio y el final de la membrana, según la ecuación A3.1:

$$IDS = \frac{100 \left(\frac{t_i}{t_f} \right)}{t} \quad (A3. 1)$$

Siendo:

t_i : tiempo para colectar la muestra inicial de 500 mL.

t_f : tiempo para colectar la muestra final de 500 mL.

t : tiempo total de la prueba.

En la Figura A3.1 se representa un esquema de la recogida de muestras en la membrana o tubos de presión, así como la dirección del flujo.

Figura A3. 1. Esquema de la recogida de muestras en membranas/tubos de presión.



- CASO 1

Tabla A3. 2.Parámetros de diseño del caso 1.

T (°C)	FF	Caudales		Análisis químico del agua de entrada (ANEXO N°1).
		B (m³/h) (caudal de by-pass)	P (m³/h) (caudal de permeado)	
18	0,85	12,5	37,5	

System Design Overview



Raw Water TDS	1603.32 mg/l	% System Recovery (S/1)	80.00 %
Water Classification	Well Water SDI < 3	Flow Factor (Pass 1)	0.85
Feed Temperature	18.0 C		

Pass #	Pass 1	
	1	2
Stage #	1	2
Element Type	ECO-440i	ECO-440i
Pressure Vessels per Stage	4	2
Elements per Pressure Vessel	6	6
Total Number of Elements	24	12
Pass Average Flux	25.49 l/mh	
Stage Average Flux	26.95 l/mh	22.55 l/mh
Permeate Back Pressure	1.00 bar	0.00 bar
Booster Pressure	0.00 bar	0.00 bar
Chemical Dose	-	
Energy Consumption	0.34 kWh/m³	

Pass 1			
Stream #	Flow (m³/h)	Pressure (bar)	TDS (mg/l)
1	62.50	0.00	1603.32
2	50.00	0.00	1603.34
3	50.00	9.87	1603.34
5	12.50	7.32	6373.28
7	37.50	-	10.22
B	12.50	0.00	1603.34
8	50.00	0.00	408.58
7/2	% Recovery	75.01	

Project Information:
MUNICIPIO DE 1.200 HABITANTES

Design Warnings:
-None-

Solubility Warnings:
 Langelier Saturation Index > 0
 Stiff & Davis Stability Index > 0
 CaSO₄ (% Saturation) > 100%
 BaSO₄ (% Saturation) > 100%
 CaF₂ (% Saturation) > 100%
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Diseño de una ETAP para una población de 1200 habitantes

Project Information: MUNICIPIO DE 1.200 HABITANTES

Case-specific: FF = 0,85 TEMP = 18 °C

System Details

Feed Flow to Stage 1	50.00 m ³ /h	Pass 1 Permeate Flow	37.50 m ³ /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	62.50 m ³ /h	Pass 1 Recovery	75.01 %	Feed	0.65 bar
Feed Pressure	9.87 bar	Feed Temperature	18.0 C	Concentrate	2.37 bar
Flow Factor	0.85	Feed TDS	1603.34 mg/l	Average	1.51 bar
Chem. Dose (100% H2SO4)	0.00 mg/l	Number of Elements	36	Average NDP	7.36 bar
Total Active Area	1471.54 M ²	Average Pass 1 Flux	25.49 l/mh	Power	17.14 kW
Water Classification: Well Water SDI < 3		Bypass Blending Flow	12.50 m ³ /h	Specific Energy	0.34 kWh/m ³
System Recovery	80.00 %	Total Blended Product	50.00 m ³ /h		

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m ³ /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m ³ /h)	Conc Flow (m ³ /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m ³ /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	ECO-440i	4	6	50.00	9.53	0.00	23.56	8.58	26.44	26.95	1.00	0.00	6.34
2	ECO-440i	2	6	23.56	8.24	0.00	12.50	7.32	11.06	22.55	0.00	0.00	19.56

Pass Streams (mg/l as Ion)								
Name	Feed	Adjusted Feed	Concentrate		Permeate			Blended Total
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	
NH4+ + NH3	0.05	0.05	0.11	0.20	0.00	0.00	0.00	0.01
K	5.00	5.00	10.53	19.62	0.08	0.25	0.13	1.35
Na	183.88	183.90	388.88	729.47	1.28	4.04	2.09	47.54
Mg	50.00	50.00	106.03	199.64	0.08	0.26	0.13	12.60
Ca	220.00	220.00	466.53	878.44	0.36	1.12	0.58	55.43
Sr	2.00	2.00	4.24	7.99	0.00	0.01	0.01	0.50
Ba	0.05	0.05	0.11	0.20	0.00	0.00	0.00	0.01
CO3	0.88	0.88	4.26	14.24	0.00	0.00	0.00	0.04
HCO3	260.00	260.00	544.67	1008.39	2.22	6.53	3.47	67.88
NO3	27.00	27.00	56.53	104.63	0.69	2.18	1.13	7.60
Cl	99.00	99.00	209.59	393.76	0.47	1.50	0.77	25.33
F	0.36	0.36	0.76	1.43	0.00	0.01	0.00	0.09
SO4	755.00	755.00	1601.13	3014.93	1.16	3.66	1.90	190.16
SiO2	0.09	0.09	0.19	0.36	0.00	0.00	0.00	0.02
Boron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2	9.93	9.93	11.32	14.98	10.14	12.26	10.78	10.49
TDS	1603.32	1603.34	3393.55	6373.28	6.34	19.56	10.22	408.58
pH	7.50	7.50	7.71	7.79	5.60	5.97	5.76	6.97

Design Warnings:

-None-

Solubility Warnings:

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

CaSO4 (% Saturation) > 100%

BaSO4 (% Saturation) > 100%

CaF2 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Stage Details

Stage 1 Element Recovery		Perm Flow (m ³ /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ³ /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1	0.10	1.20	3.73	12.50	1603.34	9.53
2	0.10	1.16	4.44	11.30	1773.74	9.31
3	0.11	1.12	5.36	10.14	1976.15	9.12
4	0.12	1.08	6.58	9.02	2220.77	8.95
5	0.13	1.04	8.26	7.93	2522.23	8.80
6	0.15	1.00	10.63	6.89	2902.05	8.68
Stage 2 Element Recovery		Perm Flow (m ³ /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ³ /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1	0.09	1.07	11.59	11.78	3393.55	8.24
2	0.09	1.01	13.97	10.71	3730.38	8.03
3	0.10	0.96	16.99	9.70	4117.80	7.85
4	0.10	0.90	20.89	8.74	4565.20	7.69
5	0.11	0.83	25.99	7.85	5082.97	7.55
6	0.11	0.77	32.75	7.01	5682.24	7.42

Scaling Calculations:

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7.50	7.50	7.79
Langelier Saturation Index	0.47	0.47	1.92
Stiff & Davis Stability Index	0.61	0.61	1.54
Ionic Strength (Molal)	0.04	0.04	0.16
TDS (mg/l)	1603.32	1603.34	6373.28
HCO ₃	260.00	260.00	1008.39
CO ₂	9.93	9.93	14.98
CO ₃	0.88	0.88	14.24
CaSO ₄ (% Saturation)	26.21	26.21	166.86
BaSO ₄ (% Saturation)	807.06	807.06	3090.96
SrSO ₄ (% Saturation)	14.36	14.36	62.93
CaF ₂ (% Saturation)	3.79	3.79	237.46
SiO ₂ (% Saturation)	0.08	0.08	0.32
Mg(OH) ₂ (% Saturation)	0.00	0.00	0.03

To balance: 0.02 mg/l Na added to feed.

- CASO 2

Tabla A3. 3. Parámetros de diseño del caso 2.

T (°C)	FF	Caudales		Análisis químico del agua de entrada (ANEXO N°1).
		B (m³/h) (caudal de by-pass)	P (m³/h) (caudal de permeado)	
25	0,95	12,5	37,5	

System Design Overview



Raw Water TDS	1603.47 mg/l	% System Recovery (S/1)	79.99 %
Water Classification	Well Water SDI < 3	Flow Factor (Pass 1)	0.85
Feed Temperature	25.0 C		

Pass #	Pass 1	
	1	2
Stage #		
Element Type	ECO-440i	ECO-440i
Pressure Vessels per Stage	4	2
Elements per Pressure Vessel	6	6
Total Number of Elements	24	12
Pass Average Flux	25.48 lmh	
Stage Average Flux	26.50 lmh	23.45 lmh
Permeate Back Pressure	1.50 bar	0.00 bar
Booster Pressure	0.00 bar	0.00 bar
Chemical Dose	-	
Energy Consumption	0.29 kWh/m³	

Pass 1			
Stream #	Flow (m³/h)	Pressure (bar)	TDS (mg/l)
1	62.50	0.00	1603.47
2	50.00	0.00	1603.61
3	50.00	8.44	1603.61
5	12.50	6.12	6354.33
7	37.50	-	15.48
B	12.50	0.00	1603.61
8	50.00	0.00	412.71
7/2	% Recovery	74.99	

Project Information:
MUNICIPIO DE 1.200 HABITANTES

Design Warnings:
-None-

Solubility Warnings:
 Langelier Saturation Index > 0
 Stiff & Davis Stability Index > 0
 CaSO4 (% Saturation) > 100%
 BaSO4 (% Saturation) > 100%
 CaF2 (% Saturation) > 100%
 Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Diseño de una ETAP para una población de 1200 habitantes

Case-specific: FF = 0,95 TEMP = 25 °C

System Details

Feed Flow to Stage 1	50.00 m ³ /h	Pass 1 Permeate Flow	37.50 m ³ /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	62.50 m ³ /h	Pass 1 Recovery	74.99 %	Feed	0.67 bar
Feed Pressure	8.44 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	2.41 bar
Flow Factor	0.85	Feed TDS	1603.61 mg/l	Average	1.54 bar
Chem. Dose (100% H2SO4)	0.00	Number of Elements	36	Average NDP	6.02 bar
Total Active Area	1471.54 M ²	Average Pass 1 Flux	25.48 lmh	Power	14.66 kW
Water Classification: Well Water SDI < 3		Bypass Blending Flow	12.50 m ³ /h	Specific Energy	0.29 kWh/m ³
System Recovery	79.99 %	Total Blended Product	50.00 m ³ /h		

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m ³ /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m ³ /h)	Conc Flow (m ³ /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m ³ /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	ECO-440i	4	6	50.00	8.10	0.00	24.00	7.27	26.00	26.50	1.50	0.00	9.63
2	ECO-440i	2	6	24.00	6.92	0.00	12.50	6.12	11.50	23.45	0.00	0.00	28.76

Name	Feed	Adjusted Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					
			Concentrate		Permeate			
			Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Total	Blended Total
NH4+ + NH3	0.05	0.05	0.10	0.19	0.00	0.01	0.00	0.01
K	5.00	5.00	10.29	19.42	0.12	0.36	0.19	1.39
Na	183.88	184.02	381.16	726.29	1.97	5.95	3.19	48.40
Mg	50.00	50.00	104.01	199.32	0.13	0.38	0.21	12.66
Ca	220.00	220.00	457.65	877.07	0.55	1.66	0.89	55.67
Sr	2.00	2.00	4.16	7.97	0.00	0.02	0.01	0.51
Ba	0.05	0.05	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.01
CO3	1.04	1.04	4.70	15.78	0.00	0.00	0.00	0.05
HCO3	260.00	260.00	532.98	1000.74	3.27	9.57	5.19	69.26
NO3	27.00	27.00	55.08	102.84	1.07	3.17	1.71	8.03
Cl	99.00	99.00	205.42	392.33	0.73	2.22	1.18	25.64
F	0.36	0.36	0.74	1.42	0.00	0.01	0.01	0.10
SO4	755.00	755.00	1570.66	3010.39	1.79	5.42	2.90	190.94
SiO2	0.09	0.09	0.19	0.36	0.00	0.00	0.00	0.02
Boron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2	8.95	8.95	10.43	14.41	9.22	11.44	9.91	9.56
TDS	1603.47	1603.61	3327.26	6354.33	9.63	28.76	15.48	412.71
pH	7.50	7.50	7.69	7.76	5.76	6.12	5.92	6.97

Design Warnings:

-None-

Solubility Warnings:

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

CaSO4 (% Saturation) > 100%

BaSO4 (% Saturation) > 100%

CaF2 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Stage Details

Stage 1 Element Recovery		Perm Flow (m ² /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ² /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1	0.10	1.21	5.50	12.50	1603.61	8.10
2	0.10	1.16	6.66	11.29	1774.92	7.91
3	0.11	1.11	8.14	10.13	1976.58	7.74
4	0.12	1.06	10.10	9.03	2217.47	7.59
5	0.13	1.01	12.74	7.97	2509.79	7.47
6	0.14	0.96	16.41	6.96	2871.26	7.36
Stage 2 Element Recovery		Perm Flow (m ² /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ² /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1	0.10	1.15	16.26	12.00	3327.26	6.92
2	0.10	1.08	19.97	10.85	3677.81	6.74
3	0.10	1.00	24.78	9.77	4080.60	6.58
4	0.11	0.92	31.11	8.77	4543.48	6.44
5	0.11	0.84	39.51	7.85	5073.66	6.32
6	0.11	0.75	50.82	7.01	5676.73	6.21

Scaling Calculations

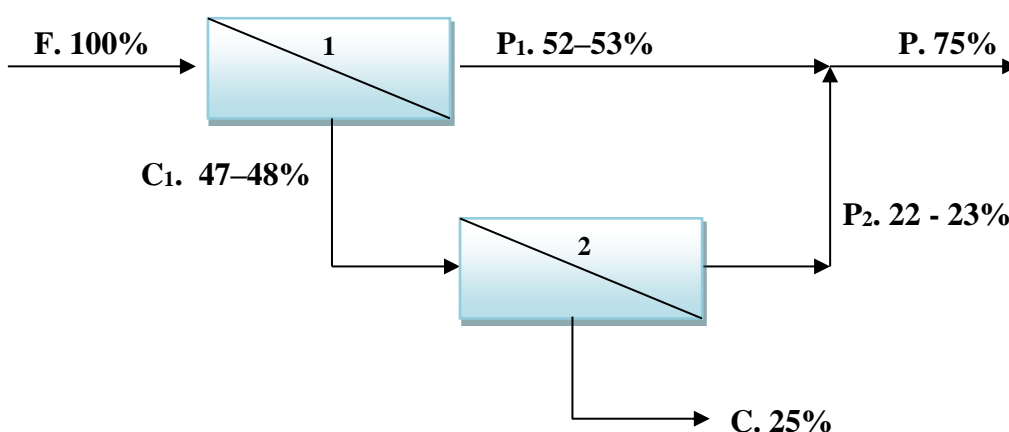
	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7.50	7.50	7.76
Langelier Saturation Index	0.63	0.63	2.04
Stiff & Davis Stability Index	0.75	0.75	1.64
Ionic Strength (Molal)	0.04	0.04	0.16
TDS (mg/l)	1603.47	1603.61	6354.33
HCO3	260.00	260.00	1000.74
CO2	8.95	8.95	14.41
CO3	1.04	1.04	15.78
CaSO4 (% Saturation)	26.21	26.21	166.61
BaSO4 (% Saturation)	806.95	807.06	3087.63
SrSO4 (% Saturation)	14.36	14.36	62.85
CaF2 (% Saturation)	3.79	3.79	234.37
SiO2 (% Saturation)	0.07	0.08	0.29
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.00	0.00	0.02

To balance: 0.14 mg/l Na added to feed.

3. 2. RESULTADOS

En la Figura A3.2, se muestra el esquema planteado en la simulación y el que finalmente se llevará a cabo en el diseño del sistema de Ósmosis, así como los porcentajes de cada corriente.

Figura A3. 2. Diagrama con caudales del sistema de Ósmosis Inversa.



En la Tabla A3.4 muestra un resumen de las características más importantes a tener en cuenta para el diseño de este sistema de ósmosis inversa.

Tabla A3. 4. Resultados de las características principales del agua.

	T (°C)	FF	TDS ₀ (mg/L)	TDS _C (mg/L)	TDS _p (mg/L)	SO ₄ ²⁻ alimento (mg/L)	SO ₄ ²⁻ concentrado (mg/L)	SO ₄ ²⁻ permeado (mg/L)	P ₀ (bar)
1	18	0,85	1603,32	6373,28	10,22	755	3014,93	1,90	9,87
2	25	0,95	1603,47	6354,33	15,48	755	3010,39	2,90	8,44

Siendo TDS el total de sólidos disueltos y P₀ la presión de entrada a la membrana

El parámetro limitante es el valor de permeado de sulfatos (SO₄²⁻) que, según el R.D. 140/2003 debe estar por debajo del 250 mg/L. Observando el valor de sulfatos de permeado en la Tabla A3.4, se aprecia que, ambas opciones planteadas con características de agua aporte diferentes se encuentran dentro de los límites.

Según los resultados obtenidos de la simulación, se ha elegido un sistema con un solo paso y dos etapas y de esta manera se obtiene un caudal de concentrado final menor que con una sola etapa y se minimiza el caudal de agua de rechazo. Las membranas se encuentran dentro de tubos de presión y estos sustentados con bastidores. En la Tabla A3.5. se muestra la distribución de tubos por etapa, así como de membranas en cada tubo:

Tabla A3. 5. Características principales del sistema de Ósmosis Inversa

Etapa	1	2
Nº de tubos de presión por etapa	4	2
Nº de membranas por tubo de presión	6	6
Nº total de membranas	24	12

Los caudales nominales de agua de cada corriente se muestran en la Tabla A3.6, suponiendo que la planta trabaja 20 horas al día (las restantes para mantenimiento, el lavado de los filtros, etc.).

Tabla A3. 6. Corrientes principales del sistema de Ósmosis Inversa.

Corriente	Definición	Caudal (m³/h)
F	Caudal de alimentación del sistema de Ósmosis Inversa.	50
C₁	Caudal de concentrado de la primera etapa.	24
P₁	Caudal de permeado de la primera etapa.	26,5
C	Caudal de concentrado a la salida de la segunda etapa.	12,5
P₂	Caudal de permeado de la segunda etapa.	11,5
P	Caudal de agua producto final de la OI (P ₁ +P ₂).	37,5

Para que el caudal de agua entre en el sistema de Ósmosis Inversa y el proceso de filtración tenga lugar correctamente se necesita una bomba para aumentar la presión en la entrada de éste. La presión requerida en la entrada de los módulos es de 9,5 -10 bares aproximadamente, depende de la calidad del agua entrante (si el contenido en sales es

elevado se requerirá una presión mayor) y de la edad de las membranas, cuantos más años lleven en funcionamiento, mayor presión de entrada se requerirá.

Según los datos obtenidos de la simulación, la presión necesaria a la que debe entrar el agua en los módulos de Ósmosis Inversa es de $9,5 \cdot 10^5$ Pa, como bien se ha dicho antes.

El programa de simulación también determina el valor de la energía consumida por m^3 ($0,37kWh/m^3$). Por tanto, sabiendo esto, se determinará la potencia eléctrica de la bomba de alta presión necesaria para los módulos de Ósmosis Inversa, atendándose que por cada membrana se puede obtener un máximo de $48m^3/día$ de permeado:

$$Q_u = 48 \frac{m^3}{día \cdot membrana} \cdot \frac{1día}{20 h} = 2,4 \frac{m^3}{h \cdot membrana}$$

Donde:

Q_u : caudal de permeado máximo que se puede obtener por membrana y por día. (En el factor de conversión anterior se supone que la planta trabaja un máximo de 20 horas diarias).

Sabiendo que se utiliza un total de 36 tubos para la obtención de la corriente de permeado, el caudal máximo a tratar será:

$$Q_{máx} = \frac{2,4m^3}{h \cdot membrana} \cdot 36 membranas = 86,4 \frac{m^3}{h} \text{ de permeado}$$

Así pues, la potencia mínima necesaria de la bomba para obtener el caudal máximo de permeado será:

$$P_{min} = 86,4 \frac{m^3}{h} \times \frac{0,37kWh}{m^3} = 31,96 kW \approx 32 kW$$

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

3.3.1. Bastidores de membranas

Las 36 membranas de Ósmosis Inversa de la planta son del mismo modelo, con las características que se recogen en la Tabla 3.7.

Tabla A3. 7. Características de las membranas de Ósmosis Inversa elegidas.

Marca	DOW –FILMTEC
Modelo	ECO PRO – 440i
Material	TFC (Thin Film Composite)
Caudal nominal de permeado/membrana (m³/h)	2,4
Retención de sales (%)	99,4
Presión máxima de operación (Pa)	41·10 ⁵
Diámetro (m)	0,201
Longitud (m)	1,016

Los tubos de presión, conocidos también como contenedores, son los tubos que contienen en su interior a las membranas de Ósmosis Inversa. En el caso de este proyecto, el número de membranas por tubo de presión será 6, con un total de 6 tubos: 4 en la primera etapa y 2 en la segunda, como queda reflejado en los resultados de la simulación. Las características de los 6 tubos que componen la instalación se presentan en la Tabla A3.8.

Tabla A3. 8. Características de los tubos de presión.

Marca	PENTAIR
Modelo	CODELINE 80S60
Presión máxima de operación (Pa)	41·10 ⁵
Diámetro (m)	0,216
Longitud (m)	6,62

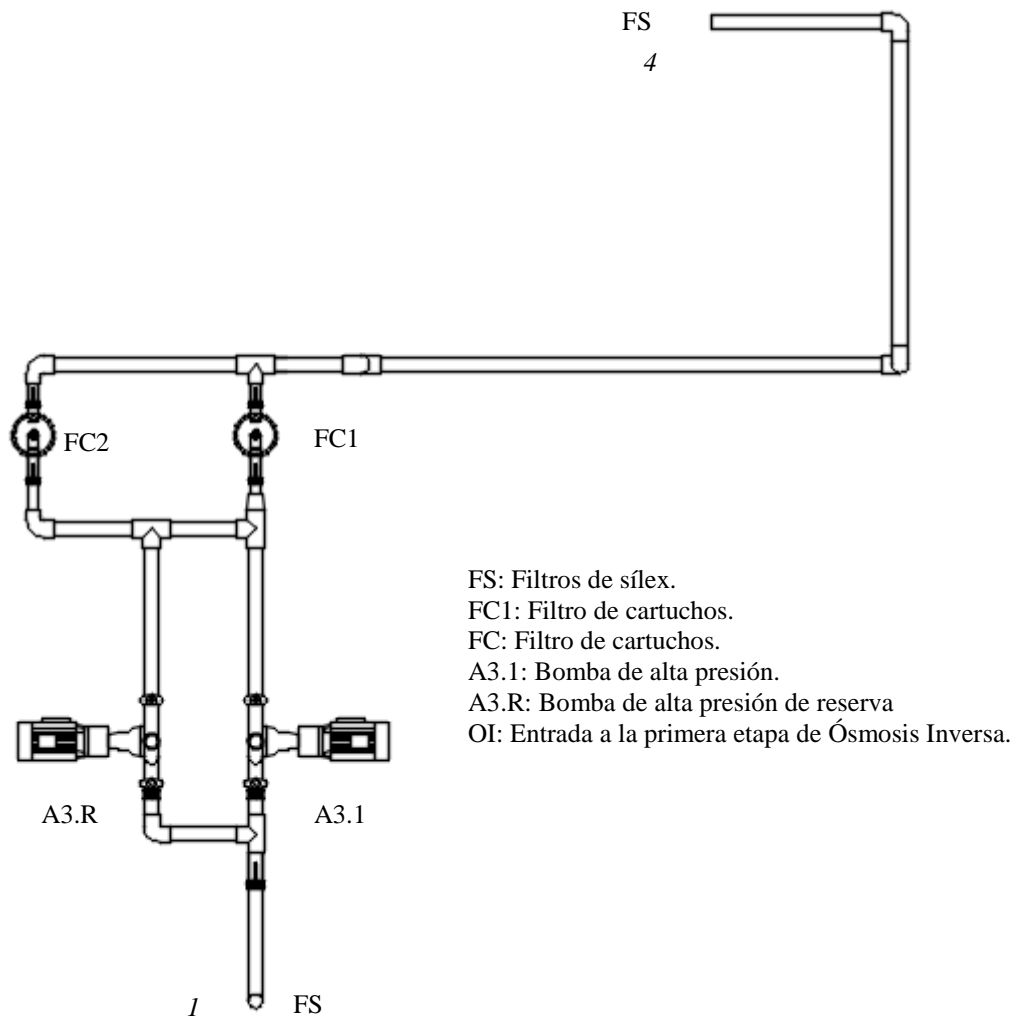
Los tubos de presión son sujetos sobre soportes de acero galvanizado. Los colectores de concentrado son de AISI 316.

3.3.2. Bomba de alta presión A3

Para dimensionar la bomba de alta presión que impulsa el agua hasta los módulos de Ósmosis Inversa, se realizará un balance de energía desde la salida del agua del filtro sílex FS hasta la entrada al sistema de Ósmosis Inversa.

En la Figura A3.3 se muestra el esquema del tramo a calcular.

Figura A3. 3. Esquema de cálculo desde los filtros de sílex hasta los bastidores de Ósmosis Inversa.



Para el cálculo de la potencia de la bomba se realizará un Balance de energía desde el punto de aspiración hasta el final del tramo, utilizando la ecuación A3.1.

$$h = (z_4 - z_1) + \frac{1}{g} \left(\frac{P_4 - P_1}{\rho} + \frac{v_4^2}{2} - \frac{v_1^2}{2} + \Delta F_t \right) \quad (\text{A3.1.})$$

Donde:

z_4 : altura del punto final de impulsión (m).

z_1 : altura del punto de aspiración de la conducción (m).

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

P_4 : presión en el punto final de impulsión (Pa).

P_1 : presión en el punto de aspiración de la conducción (Pa).

v_4 : velocidad del agua en el punto final de impulsión (m/s).

v_1 : velocidad del agua en el punto de aspiración de la conducción (m/s).

ΔF_t : pérdida de carga total (J/kg).

h : carga total del sistema (m).

Para el cálculo de pérdida de carga, se utilizará la siguiente ecuación:

$$\Delta F = \Delta F_r + \Delta F_{acc} + \Delta F_{FC} \quad (\text{A3.2})$$

Donde ΔF_{FC} es la pérdida de carga en los filtros de cartucho proporcionada por el proveedor, en J/kg.

La ecuación requerida para el cálculo de la pérdida de carga en tramos rectos es:

$$\Delta F_r = 2f v^2 \frac{L}{D} \quad (\text{A3.3.})$$

Donde:

f : factor de Fanning, depende del número de Reynolds y de la rugosidad de la tubería (gráfica de Moody).

D : diámetro de la conducción (m).

L : longitud total de tuberías de tramo recto (m).

v : la velocidad media a lo largo de la conducción (m/s)

Y para el cálculo de la pérdida de carga de los accidentes

$$\Delta F_{acc} = \sum K \cdot \frac{v^2}{2} \quad (\text{A3.4.})$$

Siendo:

K : coeficiente de pérdida de carga en accidentes.

v : la velocidad media a lo largo de la conducción (m/s)

Una vez hallada la carga total del sistema, se calcula la potencia que debe recibir el fluido para poder circular a través de la conducción mediante la ecuación A6.3:

$$P = \frac{h \cdot g \cdot m}{\eta} \quad (\text{A3.5})$$

Siendo:

P : potencia que debe recibir el fluido (W).

h : carga total del sistema (m).

m : caudal másico (kg/s).

η : rendimiento de la bomba (suponemos un 85%).

Los datos de los que se dispone se presentan en las siguientes líneas:

- Alturas

$$z_1 = 0,81 \text{ m}$$

$$z_4 = 1,5 \text{ m}$$

- Presiones

La presión en el punto 1, a la salida del filtro sílex, se calcula teniendo en cuenta la pérdida de presión en el interior del filtro de arena:

$$P_1 = P_{FS} - \Delta P_{FS} = 2,5 \cdot 10^5 - 0,5 \cdot 10^5 = 2 \cdot 10^5 Pa$$

La presión en el punto 4 será la que se necesita en la entrada de los módulos de Ósmosis Inversa:

$$P_4 = 12 \cdot 10^5 Pa$$

- Velocidades

La velocidad v_1 se considera que es la misma a la que sale del filtro y por tanto, la misma que a lo largo de toda la conducción antes de llegar a la bomba A3.

$$v_1 = 1,23 m/s$$

- Pérdidas de carga

En cuanto a la pérdida de carga, en la Tabla A3.9. se muestra el número de accidentes a lo largo de la conducción, así como los factores de pérdida los accidentes de la conducción

Tabla A3. 9. Accidentes en el tramo FS - OI.

Accidentes	Nº	K	ΣK
Codo 90°	13	0,45	5,85
Válvula retención	1	2	2
Válvula compuerta	2	0,17	0,34
Otras válvulas y accidentes	-	-	2
			10,36

Además, hay que tener en cuenta la pérdida de carga en tramos rectos. Por ello, en la Tabla A3.10. se muestran los datos necesarios para hallar el ΔF_r .

Tabla A3. 10. Parámetros para el cálculo de pérdidas de carga en tramo recto.

Parámetros	Valor
L_r (m)	26
v (m/s)	1,23
Re (adimensional)	$1,47 \cdot 10^5$
$f_{\text{aspiración}}$ (PVC) (adimensional)	$1,35 \cdot 10^{-2}$
$f_{\text{impulsión}}$ (AISI 316) (adimensional)	$1,37 \cdot 10^{-2}$
D_{int} (m)	0,12

Una vez realizados los cálculos de la carga de la bomba se obtienen los resultados de la Tabla A3.11.

Tabla A3. 11. Resultados obtenidos de la carga de la potencia de A3.

ΔFr (J/kg)	ΔF_{acc} (J/kg)	ΔF_{FC} (J/kg)	ΔF (J/kg)	h (m)	P (W)
8,84	7,91	102,00	119	98	15696,87

La potencia requerida se aproximará a **20 kW** por posibles ensuciamientos en tuberías y deterioro de las membranas de Ósmosis Inversa.

Por tanto, el sistema de bombeo que se ha elegido presenta las siguientes características:

Tabla A3. 12. Características bomba A3.

Marca	GRUNFOS
Modelo	NK 50 -315/285 (Código 98318437)
Potencia máxima (kW)	37
Material	<ul style="list-style-type: none"> - Cuerpo de la bomba e impulsor en fundición. - Eje en acero inoxidable - Anillos de desgaste en broce
Incluye	Acoplamientos a la tubería y medidores de caudal y presión Soportes

ANEXO N°4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

En los apartados que siguen, se van a realizar los cálculos de dimensionamiento de los equipos necesarios para la línea de tratamiento de la ETAP, así como la elección y justificación de éstos, partiendo de los datos de caudales hallados anteriormente.

4.1. INTRODUCCIÓN

En este punto se muestra resumidamente los datos en los que se ha basado el diseño y la línea de tratamiento requerida.

4.1.1. Bases de diseño

El diseño y la elección de los equipos que constituyen la ETAP se ha realizado en base a los datos de partida recogidos en la Tabla A4.1, cuya justificación se encuentra en los anexos anteriores:

Tabla A4. 1. Datos de partida para el diseño de la ETAP

N° de líneas	1
Cantidad agua de depósito inicial	25%
Cantidad agua tratada	75%
Caudal agua aporte del depósito	62,5 m ³ /h
Caudal entrada tratamiento	50 m ³ /h
N° etapas en proceso OI	2
Caudal de producto de OI	37,5 m ³ /h
Caudal de rechazo	12,5 m ³ /h
Temperatura	18-25 °C

Además, los parámetros analizados en el depósito de agua aporte deben tenerse en cuenta también para el diseño de la ETAP, así como para el diseño del sistema de Ósmosis Inversa (ANEXO N°3). Estos parámetros se muestran en la Tabla A4.2.

Tabla A4. 2. Parámetros analizados del depósito de agua aporte.

Compuesto	Concentración (mg/L)
NH₄⁺	0,05
K⁺	5,00
Na⁺	183,88
Mg²⁺	50,00
Ca²⁺	220,00
Sr²⁺	2,00
Ba²⁺	0,05
CO₃²⁻	0,88
HCO₃⁻	260,00
NO₃⁻	27,00
Cl⁻	99,00
F⁻	0,36
SO₄²⁻	755,00
SiO₄	0,09
TDS	1603,32
pH	7,60

4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL BOMBEO DEL DEPÓSITO DE AGUA APORTE

Para el dimensionamiento de la estación de bombeo del depósito de cabecera, se realizarán dos tramos: uno para pasar el agua del depósito de cabecera a la planta de tratamiento, que contendrá un 75% del caudal de la red de distribución (Bomba A2), y el segundo se pasará del depósito de cabecera al depósito final de distribución (Bomba A1).

Para el cálculo de la potencia de la bomba se realizará un Balance de energía desde el punto de aspiración hasta el final del tramo, utilizando la ecuación A4.1.

$$h = (z_4 - z_1) + \frac{1}{g} \left(\frac{P_4 - P_1}{\rho} + \frac{v_4^2}{2} - \frac{v_1^2}{2} + \Delta F_t \right) \quad (\text{A4.1.})$$

Donde:

z_4 : altura del punto final de impulsión (m).

z_1 : altura del punto de aspiración de la conducción (m).

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

P_4 : presión en el punto final de impulsión (Pa).

P_1 : presión en el punto de aspiración de la conducción (Pa).

v_4 : velocidad del agua en el punto final de impulsión (m/s).

v_1 : velocidad del agua en el punto de aspiración de la conducción (m/s).

ΔF_t : pérdida de carga total (J/kg).

h : carga total del sistema (m).

Para el cálculo de pérdida de carga total, se utilizará la ecuación A4.2:

$$\Delta F_t = \Delta F_r + \Delta F_{acc} \quad (\text{A4.2.})$$

La ecuación requerida para el cálculo de la pérdida de carga en tramos rectos es:

$$\Delta F_r = 2fv^2 \frac{L_r}{D} \quad (\text{A4.3.})$$

Donde:

f : factor de Fanning, depende del número de Reynolds y de la rugosidad de la tubería (gráfica de Moody).

D : diámetro de la conducción (m).

L : longitud total de tuberías de tramo recto (m).

v : la velocidad media a lo largo de la conducción (m/s).

Y para el cálculo de la pérdida de carga de los accidentes

$$\Delta F_{acc} = \sum K \cdot \frac{v^2}{2} \quad (\text{A4.4.})$$

Siendo:

K : coeficiente de pérdida de carga en accidentes.

v : la velocidad media a lo largo de la conducción (m/s).

Una vez hallada la carga total del sistema, se calcula la potencia que debe recibir el fluido para poder circular a través de la conducción mediante la ecuación A4.5:

$$P = \frac{h \cdot g \cdot m}{\eta} \quad (\text{A4.5})$$

Siendo:

P : potencia que debe recibir el fluido (W).

h : carga total del sistema (m).

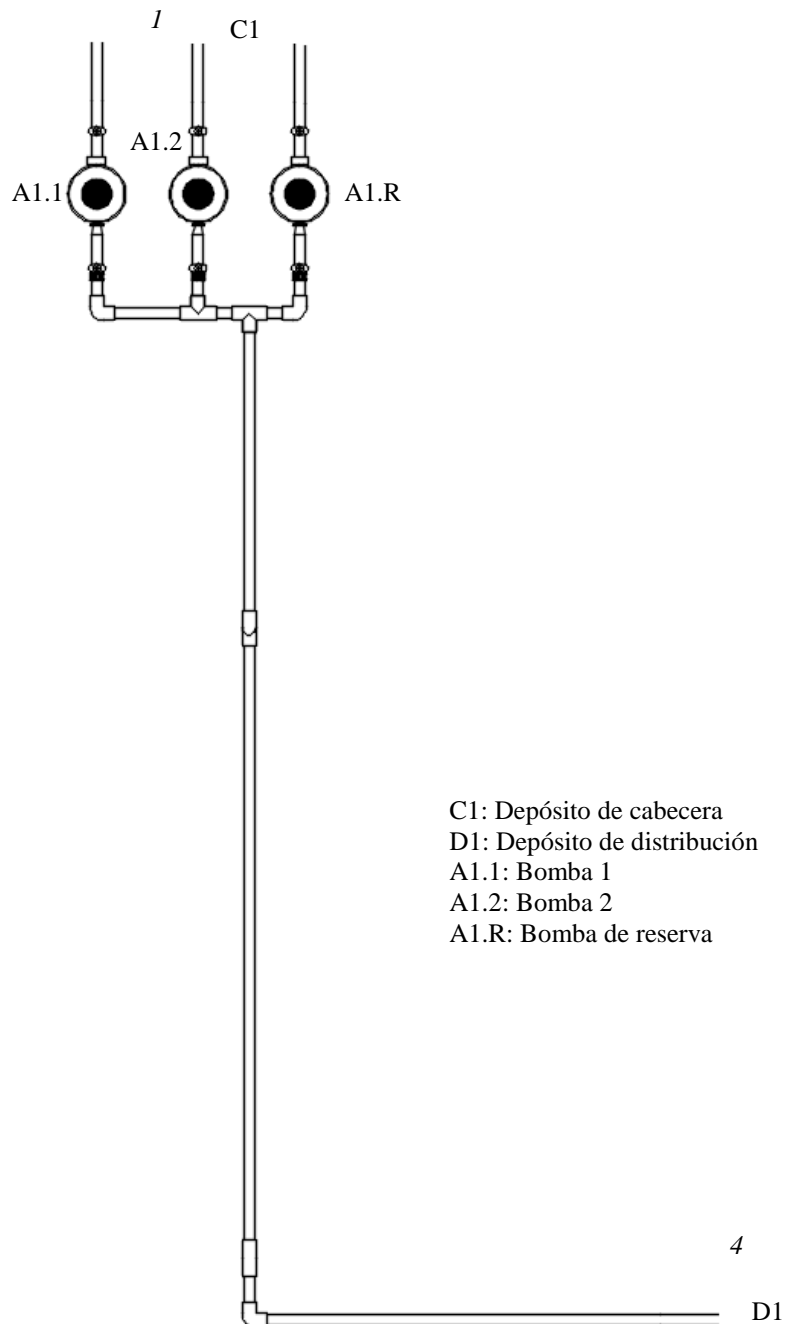
m : caudal másico (kg/s).

η : rendimiento de la bomba.

4.2.1. Bomba A1

En la Figura A4.1 se muestra el esquema que se ha seguido para el cálculo de la potencia de la bomba A1.

Figura A4. 1. Esquema desde el depósito de cabecera hasta el depósito de distribución.



Los datos que se precisan para el cálculo de la potencia de la Bomba A1 son:

- Alturas

$$z_1 = -1 \text{ m}$$

$$z_4 = -2 \text{ m}$$

- Presiones

Las presiones en los puntos 1 y 4 de este tramo, como se encuentran por debajo del nivel del agua, se calculan de la siguiente manera:

$$P_1 = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h_{H_2O,1} = 1,013 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 2 = 1,21 \cdot 10^5 Pa$$

$$P_4 = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h_{H_2O,4} = 1,013 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 4 = 1,41 \cdot 10^5 Pa$$

- Velocidades

Las velocidades v_1 y v_4 , se consideraran cero porque ambos puntos se encuentran dentro de los depósitos, donde la velocidad de los fluidos es casi nula o nula.

- Pérdidas de carga

En cuanto a la pérdida de carga, en la Tabla A4.3. se muestra el número de accidentes a lo largo de la conducción, así como los factores de pérdida los accidentes de la conducción

Tabla A4. 3. Accidentes en el tramo C1 - D1.

Accidentes	Nº	K	ΣK
Codo 90°	4	0,45	1,8
Válvula retención	1	2	2
Válvula compuerta	2	0,17	0,34
Entrada	1	1	1
Otras válvulas y accidentes	-	-	2
			8,04

Además, hay que tener en cuenta la pérdida de carga en tramos rectos. Por ello, en la Tabla A4.4. se muestran los datos necesarios para hallar el ΔF_r .

Tabla A4. 4. Parámetros para el cálculo de pérdidas de carga en tramo recto.

Parámetros	Valor
L_r (m)	14,6
v (m/s)	1,25
Re (adimensional)	$7,44 \cdot 10^4$
f (adimensional)	$1,35 \cdot 10^{-2}$
D_{int} (m)	0,06

Una vez realizados los cálculos de la carga de la bomba se obtienen los resultados de la Tabla A4.5.

Tabla A4. 5. Resultados obtenidos de la carga de la potencia de A1.

ΔF_r (J/kg)	ΔF_{acc} (J/kg)	ΔF (J/kg)	h (m)	P (W)
10,40	6,31	16,72	2,71	108,32

La potencia requerida se aproximará a **1,2kW** por posibles ensuciamientos en tuberías y demás.

Por tanto, el sistema de bombeo que se ha elegido presenta las siguientes características:

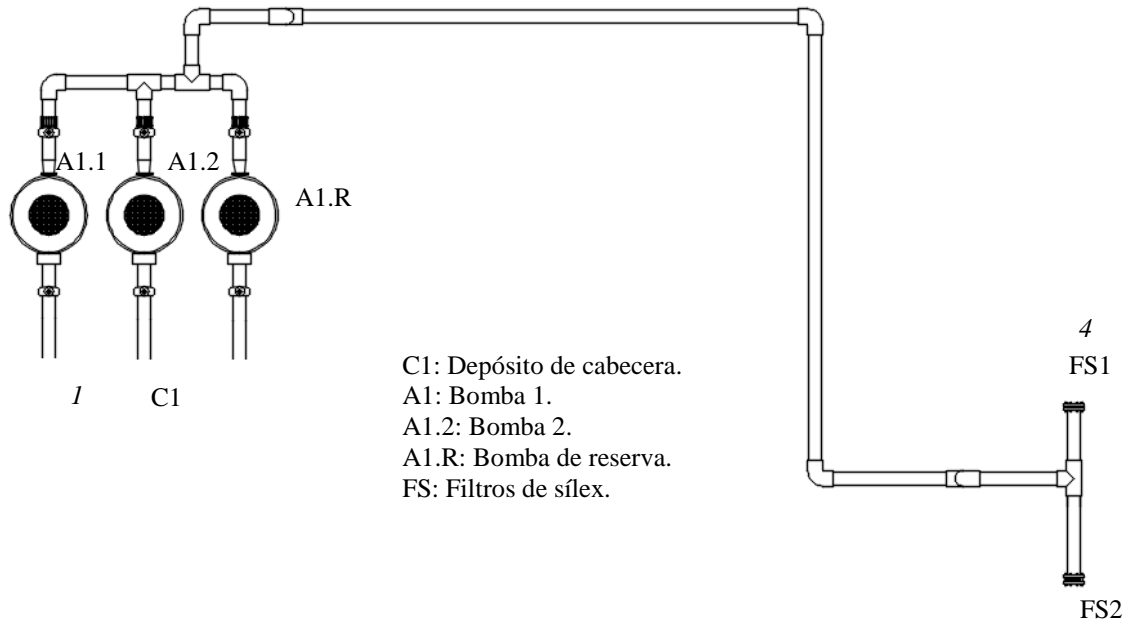
Tabla A4. 6. Características bomba A1.

Marca	GRUNFOS
Modelo	NBE 80 -160/146 (código 965390114)
Potencia máxima (kW)	1,5
Material	<ul style="list-style-type: none"> - Cuerpo de la bomba e impulsor en fundición. - Eje en acero inoxidable - Anillos de desgaste en broce
Incluye	Acoplamientos a la tubería y medidores de caudal y presión Soportes

4.2.2. Bomba A2

En la Figura A4.2 se muestra el esquema a seguir para el cálculo.

Figura A4. 2. Esquema de conducciones desde el depósito de distribución hasta los filtros de sílex.



Los datos necesarios para el cálculo de la potencia de la Bomba A2 son:

- Alturas

$$z_1 = -1 \text{ m}$$

$$z_4 = 1,61 \text{ m}$$

- Presiones

La presión en el punto 1, al encontrarse por debajo del nivel del agua, se calcula de la siguiente manera:

$$P_1 = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h_{H_2O,1} = 1,013 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 2 = 1,21 \cdot 10^5 Pa$$

La presión en el punto 4 se supondrá que es la misma que dentro del filtro sílex:

$$P_4 = 2,5 \cdot 10^5 Pa$$

- Velocidades

La velocidad en el punto C1 (v_1) se considerará nula porque se encuentra dentro del depósito.

En el punto FS (v_4), la velocidad se considerará que es la misma que en la tubería:

$$v_4 = 1,23 \text{ m/s}$$

- Pérdidas de carga

En cuanto a la pérdida de carga, en la Tabla A3.7. se muestra el número de accidentes a lo largo de la conducción, así como los factores de pérdida los accidentes de la conducción

Tabla A4. 7. Accidentes en el tramo C1 - FS.

Accidentes	Nº	K	ΣK
Codo 90°	11	0,45	4,95
Válvula retención	1	2	2
Válvula compuerta	2	0,17	0,34
Entrada	1	1	1
Otras válvulas y accidentes	-	-	2
			10,29

Además, hay que tener en cuenta la pérdida de carga en tramos rectos. Por ello, en la Tabla A4.8. se muestran los datos necesarios para hallar el ΔF_r .

Tabla A4. 8. Parámetros para el cálculo de pérdidas de carga en tramo recto.

Parámetros	Valor
L_r (m)	25,20
v (m/s)	1,24
Re (adimensional)	$1,45 \cdot 10^5$
f (adimensional)	$1,03 \cdot 10^{-2}$
D_{int} (m)	0,12

Una vez realizados los cálculos de la carga de la bomba se obtienen los resultados de la Tabla A4.9.

Tabla A4. 9. Resultados obtenidos de la carga de la potencia de A1.

ΔF_r (J/kg)	ΔF_{acc} (J/kg)	ΔF (J/kg)	h (m)	P (W)
6,49	7,93	14,42	32,60	5221,41

La potencia requerida se aproximará a **7 kW** por posibles ensuciamientos en tuberías y demás.

Por tanto, el sistema de bombeo que se ha elegido presenta las características que se recogen en la Tabla A4.10.

Tabla A4. 10. Características bomba A1.

Marca	GRUNFOS
Modelo	NB 80 -315/305 (código 98070167)
Potencia máxima (kW)	15
Material	<ul style="list-style-type: none"> - Cuerpo de la bomba e impulsor en fundición. - Eje en acero inoxidable - Anillos de desgaste en broce
Incluye	Acoplamientos a la tubería y medidores de caudal y presión Soportes

4.3. DIMENSIONAMIENTO DEL PRETRATAMIENTO

En la línea de tratamiento del presente proyecto, la etapa de pretratamiento se refiere tanto a procesos químicos (dosificación de reactivos) como a procesos físicos, como la filtración en filtro de arena o la filtración de seguridad.

4.3.1. Dosificación de hipoclorito sódico

El reactivo elegido, como bien queda reflejado en la *Memoria*, es el hipoclorito de sodio. El proveedor es BRENNTAG, que suministra la solución de reactivo con un 15% de cloro activo, lo que significa que contiene 191,81 g/L de cloro activo, en depósitos de 1500L.

La dosificación máxima de hipoclorito de sodio para el agua potable es de 5ppm. Si se dosifica mayor cantidad, empiezan a formarse productos tóxicos derivados de cloro.

El hipoclorito de sodio se dosifica dos veces a lo largo de la conducción.

Para hallar las dosis necesarias del reactivo en cada punto de la línea de tratamiento se hará uso de la siguiente ecuación:

$$D = \frac{M \cdot Q}{C}$$

Siendo:

D: caudal de reactivo a dosificar (L/h).

M: concentración de reactivo (mg/L).

Q: caudal de agua a tratar (L/h).

C: concentración de la solución (191,81·10³mg/L).

- Primera dosificación

En la primera dosificación se ha decidido administrar a la corriente antes de entrar a los filtros de sílex, 1ppm (1 mg/L), ya que la carga orgánica del agua bruta no es un parámetro demasiado elevado.

El caudal de agua a desinfectar es 50m³/h (50000L/h), por lo que:

$$D = \frac{1 \cdot 50 \cdot 10^3}{191,81 \cdot 10^3} = 0,26L/h$$

El hipoclorito utilizado diariamente será: 5,21 L/día.

El consumo de hipoclorito anual será: 1901,65L/año.

La bomba dosificadora es de GRUNDFOS, que se encontrará instalada en el interior de la nave de tratamiento. La solución de reactivo se aplicará sobre la conducción del agua que va desde la bomba de extracción del pozo (A2) hasta la filtración de Filtro de arena (FS).

En la tabla A4.11 se presentan las características principales de la bomba dosificadora (1+1).

Tabla A4. 11. Características de la bomba dosificadora de hipoclorito 1.

Marca	GRUNFOS
Modelo bomba	SMART Digital DDA – FC
Equipo dosificación	97974148
Caudal máximo (L/h)	7,5
Presión máxima (Pa)	10·10 ⁵
Potencia motor(kW)	0,05
Incluye	<ul style="list-style-type: none"> - Bomba SMART Digital. - Válvula de pie con 2 interruptores de nivel. - Manguera de aspiración y desaireación, PVC. - Válvula de presión. - Manguera de descarga. - Unidad de inyección de tipo resorte. - Cables de control para todas las señales de salida y entrada.

- Segunda dosificación

La función que cumple la segunda dosificación de hipoclorito de sodio es desinfectar el agua de distribución, por lo que la dosis añadida al agua será mayor que en la primera dosis para tratar de esta manera que quede cloro libre residual sin reaccionar y pueda cumplir su función desinfectante en la red de distribución.

Por ello, se ha decidido dosificar 1,5 – 2 ppm de Cloro, dependiendo de la demanda de agua en la red de distribución. Por tanto, los cálculos se realizarán para 2ppm (0,002g/L), para un caudal de 37,5m³/h (37,5·10³L/h), que es el caudal de permeado obtenido de los módulos de Ósmosis Inversa.

$$D = \frac{2 \cdot 37,5 \cdot 10^3}{191,81 \cdot 10^3} = 0,391L/h$$

El hipoclorito utilizado diariamente será: 7,82 L/día.

El consumo de hipoclorito anual será: 2854,4L/año, suponiendo una dosificación máxima en este punto.

En la tabla A4.12 se presentan las características del equipo de dosificación elegido.

Tabla A4. 12. Características de la bomba dosificadora de hipoclorito 2.

Marca	GRUNFOS
Modelo bomba	SMART Digital DDA – FC
Equipo dosificación	97974148
Caudal máximo (L/h)	7,5
Presión máxima (Pa)	10·10 ⁵
Potencia motor (kW)	0,05
Incluye	<ul style="list-style-type: none"> - Bomba SMART Digital. - Válvula de pie con 2 interruptores de nivel. - Manguera de aspiración y desaireación, PVC. - Válvula de presión. - Manguera de descarga. - Unidad de inyección de tipo resorte. - Cables de control para todas las señales de salida y entrada..

Los reactivos se dispondrán en 3 depósitos de 1000L cada uno, de la empresa BRENNTAG.

4.3.2. Filtración en filtro sílex

Se dotará de dos filtros de arena sílex verticales con un caudal de agua aporte de 50 m³/h cada uno. Los filtros de sílex son un gran cilindro cerrado que en su interior contiene arena en 2/3 de su volumen, actuando ésta como medio filtrante. El material más utilizado como medio filtrante en el tratamiento de aguas potables es el sílex, aunque en algunas plantas, para conseguir una mayor eliminación de posibles sólidos se utiliza antracita y sílex. En este caso, como se trata de agua aporte con pequeña concentración de sólidos disueltos, el medio filtrante será de sílex.

Los valores de velocidad de filtrado oscilan entre 5 y 25m/h por lo que se considerará para el diseño de este filtro velocidad de filtrado de 20m³/h/m² =20m/h aproximadamente.

- La superficie filtrante necesaria se calcula de la siguiente manera:

$$S = \frac{Q_e}{v} = \frac{50 \text{ m}^3/\text{h}}{20 \text{ m}/\text{h}} = 2,5\text{m}^2$$

Siendo:

Q_e : el caudal de agua aporte (m³/h).

v : velocidad de filtrado (m/s).

Con los datos obtenidos, se puede seleccionar ya el filtro más adecuado.

Se ha elegido un filtro doble vertical con colectores de crepinas de 2m de diámetro y altura total 1,61 m, cuyo volumen interior es de 5,768 m³

El volumen de arena necesaria será:

$$V_a = \frac{2}{3} \times V_{int} = \frac{2}{3} \times 5,768 = 3,84 \text{ m}^3 \text{ de arena sílex}$$

Se ha seleccionado arena sílex de dos tamaños diferentes, según recomendaciones de fabricante:

- 1 – 2 mm: se situará en la parte inferior del filtro, encima de la placa con crepinas, hasta llegar a una altura de 0,1 m sobre ésta (475 kg).

- 0,4 - 0,8 mm: esta arena más fina se encontrará en la parte superior del filtro hasta 1,1 m de altura (5175 kg).

Se dotará también al sistema de una batería de 5 válvulas mariposa en PVC, por filtro (y sus respectivas tuberías) con actuador neumático y manómetros necesarios para medir la pérdida de presión y facilitar la limpieza del filtro, del mismo proveedor.

4.3.3. Dosificación de metabisulfito de sodio

El metabisulfito de sodio es una sal que se utiliza en el tratamiento de aguas para neutralizar el cloro libre residual de las tuberías para proteger los posteriores tratamientos: filtración mediante cartuchos y Ósmosis Inversa.

Se ha seleccionado el proveedor ACOFARMA. Según la experiencia del fabricante, la dosificación máxima es de 10 ppm, por lo que se dosificará 6 ppm (6g/m³) de reactivo líquido. Esta disolución contendrá una concentración de 250 g/L y, teniendo en cuenta el caudal de agua a tratar, 50m³/h, se dosificará el siguiente:

$$D = \frac{\text{Caudal de agua a tratar} \times \text{dosis}}{\text{Concentración}} = \frac{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 6 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}{250 \frac{\text{g}}{\text{L}}} = 1,2 \frac{\text{L}}{\text{h}} \text{ de reactivo}$$

El hipoclorito utilizado diariamente será: 24 L/día.

El consumo de hipoclorito anual será: 438 L/año.

Se dotará al sistema de 2 bombas dosificadoras idénticas, (1+1) con variadores de frecuencia. Las características de la bomba se presentan en la Tabla A4.13

Tabla A4. 13. Bomba de dosificación de bisulfito.

Marca	GRUNFOS
Modelo bomba	SMART Digital DDA – AR
Equipo dosificación	97974079
Caudal máximo (L/h)	7,5
Presión máxima (Pa)	$16 \cdot 10^5$
Potencia motor(kW)	0,05
Incluye	<ul style="list-style-type: none"> - Bomba SMART Digital. - Válvula de pie con 2 interruptores de nivel. - Manguera de aspiración y desaireación, PVC. - Válvula de presión. - Manguera de descarga. - Unidad de inyección de tipo resorte. - Cables de control para todas las señales de salida y entrada.

4.3.4. Dosificación de antiincrustante

El antiincrustante se aplica al agua tras el tratamiento físico de filtración por filtro de arena (FS) para prevenir posibles incrustaciones sobre las membranas de Ósmosis Inversa.

La precipitación de sales sobre las membranas semipermeables es un problema muy común que, a lo largo del tiempo afecta económicamente a la planta de tratamiento, ya que se necesita mayor presión para que el agua pase a través de las membranas y por tanto, mayor potencia de la bomba.

Se ha seleccionado el antiincrustante Genesol Hypersperse MDC, proporcionado por GE Power.

Según el fabricante, se trata de una solución de ácido fosfórico de densidad 1,29kg/L y un pH de 10. Se recomienda una dosificación de 0,4-0,6 mg/L. Se suministrará pues una concentración en continuo de 0,6mg/L.

Para hallar pues el caudal necesario de dosificación, se realizan los siguientes cálculos:

$$\frac{0,6mg}{L} \cdot \frac{50000L}{h} \cdot \frac{1g}{1000mg} \cdot \frac{1L}{1,29 \cdot 10^3g} = 0,023 \frac{L}{h} \text{ de antiincrustante}$$

El caudal diario sería 0,465 L/día.

Mensualmente: 13,95 L/mes.

Anualmente: 166,44 L/año.

Las características de la bomba se presentan en la Tabla A4.14

Tabla A4. 14. Características de la bomba de dosificación de antiincrustante.

Marca	GRUNFOS
Modelo bomba	SMART Digital DDA – AR
Equipo dosificación	97974079
Caudal máximo (L/h)	7,5
Presión máxima (Pa)	$16 \cdot 10^5$
Potencia motor(kW)	0,05
Incluye	<ul style="list-style-type: none"> - Bomba SMART Digital. - Válvula de pie con 2 interruptores de nivel. - Manguera de aspiración y desaireación, PVC. - Válvula de presión. - Manguera de descarga. - Unidad de inyección de tipo resorte. - Cables de control para todas las señales de salida y entrada.

4.3.5. Filtración de seguridad

La filtración de seguridad se ejecutará a posteriori de la eliminación de sólidos disueltos (mediante filtros de arena) con la finalidad de evitar precipitaciones de sales sobre las membrana de Ósmosis Inversa de tamaño mayor de 5µm.

Tanto los filtros de Cartucho como el sistema de porta – filtros será suministrado por HydroWater.

En la Tabla A4.15 se describen las características de los cartuchos seleccionados para incorporar en la línea de tratamiento.

Tabla A4. 15. Características de cartuchos filtrantes.

Marca	HYDRO WATER
Modelo	Cartuchos filtrantes compactos PURTRESX (CA - 1228 – 02)
Material	Polipropileno extrusionado
Longitud	40" (1,01 m)
Tamaño de filtración máxima	5µm
Temperatura máxima (°C)	80
Presión máxima (Pa)	10·10 ⁵
Caudal unitario (L/h)	3600

A continuación se hallarán el número de cartuchos necesarios para filtrar un caudal de 50m³/h, sabiendo que el caudal unitario de cada cartucho son 3600L/h.

$$Q = \frac{50m^3}{h} \cdot \frac{1000L}{1m^3} = 50000L/h$$

$$N^{\circ} \text{ cartuchos} = \frac{Q}{Q_{\text{unitario/cartucho}}} = \frac{50000}{3600} = 13,88 \text{ cartuchos} \approx 14 \text{ cartuchos}$$

El número mínimo de cartuchos requeridos para el caudal a tratar son 14. Se ha seleccionado un porta cartuchos que contiene 15 cartuchos máximo en su interior, con las características que se presentan en la Tabla A4.16.

Tabla A4. 16. Características del filtro porta cartuchos.

Marca	HYDRO WATER
Modelo	15 x 40
Código	FI - 0216 - 06
Conexión	DN 100 PN 10
Caudal máximo (m3/h)	65
Nº cartuchos	15
Largo cartuchos	40" (1,01 mm)
Peso (kg)	80
Altura (mm)	1440
Diámetro (mm)	324

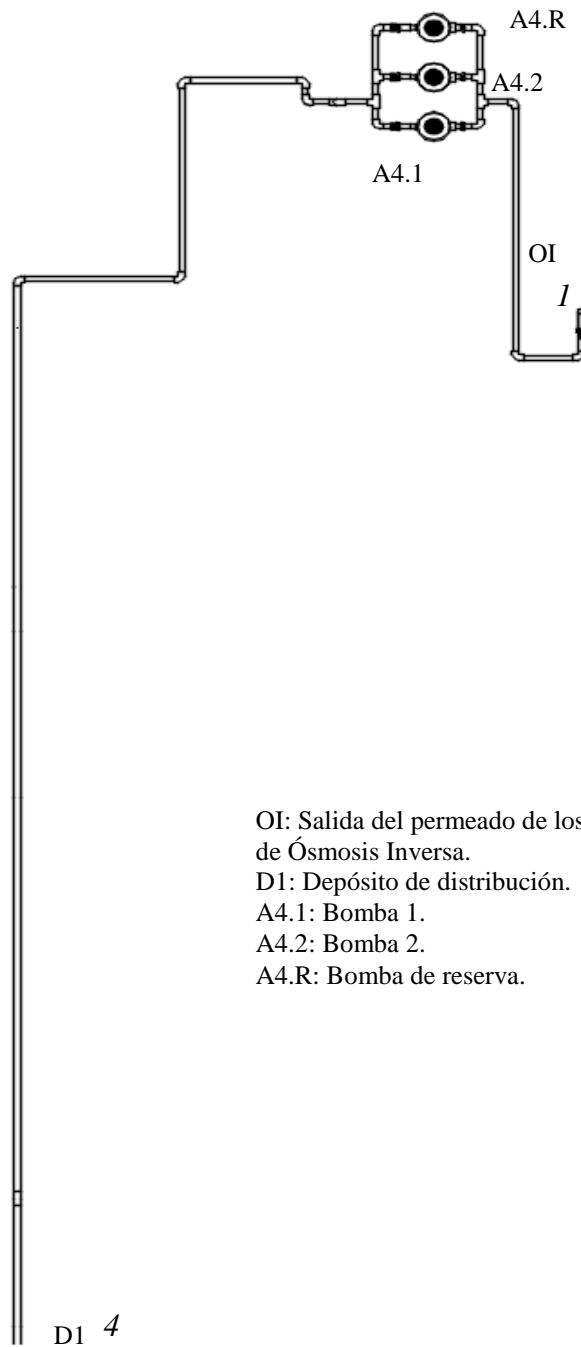
Se dotará al sistema de 2 filtros de seguridad, es decir, una línea en paralelo. De esta manera, cuando sea necesario la sustitución de los cartuchos de filtrado porque haya algún incidente, no deba pararse por completo la línea de tratamiento.

Se incluyen además, la instrumentación necesaria en el filtro de cartucho, así como las adaptaciones de diámetro en las conducciones (la pérdida de carga, proporcionada por el distribuidor es de aproximadamente 10,2 m, que se tendrá en cuenta para el cálculo de potencias de bombas y demás).

4.4. DIMENSIONAMIENTO DEL BOMBEO DEL PERMEADO (A4)

El agua del permeado que sale de los colectores de los bastidores de Ósmosis Inversa, lleva una presión que puede considerarse casi nula, por lo tanto, se debe diseñar un sistema de bombeo desde los bastidores de Ósmosis hasta el depósito de agua de distribución (D1), siguiendo el esquema de la Figura A4. 3.

Figura A4. 3. Esquema del bombeo del permeado hasta el depósito de distribución.



OI: Salida del permeado de los bastidores de Ósmosis Inversa.
 D1: Depósito de distribución.
 A4.1: Bomba 1.
 A4.2: Bomba 2.
 A4.R: Bomba de reserva.

Por ello, se utilizarán las ecuaciones del balance de energía mecánica ya presentadas anteriormente en el apartado 4.2. *Dimensionamiento del bombeo del depósito de agua aporte.*

Los datos de los que se requiere para el cálculo del sistema de bombeo se presentan en las siguientes líneas, así como la resolución. Se instalarán 2+1 bombas, al igual que en sistema de bombeo del agua bruta, a ciclos de 10 horas cada una y una de reserva para prevenir posibles averías e inconvenientes. El caudal bombeado de permeado es $37,5\text{m}^3/\text{h}$.

- Alturas

$$z_1 = 1 \text{ m}$$

$$z_4 = -2 \text{ m}$$

- Presiones

Las presiones en los puntos 1 y 4 de este tramo, como se encuentran por debajo del nivel del agua, se calculan de la siguiente manera:

$$P_1 = P_{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_4 = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h_{H_2O,4} = 1,013 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 4 = 1,21 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

- Velocidades

$$v_1 = 1,33 \text{ m/s}$$

La velocidad v_4 se considera cero porque se encuentra dentro del depósito, donde la velocidad de los fluidos es casi nula o nula.

- Pérdidas de carga

En cuanto a la pérdida de carga, en la Tabla A4.17 se muestra el número de accidentes a lo largo de la conducción, así como los factores de pérdida los accidentes de la conducción.

Tabla A4. 17. Accidentes en el tramo OI - D1.

Accidentes	Nº	K	ΣK
Codo 90°	12	0,45	1,8
Válvula retención	1	2	2
Válvula compuerta	2	0,17	0,34
Otras válvulas y accidentes	-	-	2
			8,04

Además, hay que tener en cuenta la pérdida de carga en tramos rectos. Por ello, en la Tabla A4.18 se muestran los datos necesarios para hallar el ΔF_r .

Tabla A4. 18. Parámetros para el cálculo de pérdidas de carga en tramo recto.

Parámetros	Valor
L_r (m)	48
v (m/s)	1,33
Re (adimensional)	$1,33 \cdot 10^5$
f (adimensional)	$1,34 \cdot 10^{-2}$
D_{int} (m)	0,06

Una vez realizados los cálculos de la carga de la bomba se obtienen los resultados de la Tabla A4.19.

Tabla A4. 19. Resultados obtenidos de la carga de la potencia de A4.

ΔF_r (J/kg)	ΔF_{acc} (J/kg)	ΔF (J/kg)	h (m)	P (W)
23,20	9,46	32,60	2,42	291

Por tanto, el sistema de bombeo que se ha elegido presenta las características presentes en la Tabla A4.20.

Tabla A4. 20. Características bomba A4.

Marca	GRUNFOS
Modelo	NK -100 – 160//169 (código 98745726)
Potencia máxima (kW)	0,75
Material	<ul style="list-style-type: none"> - Cuerpo de la bomba e impulsor en fundición. - Eje en acero inoxidable - Anillos de desgaste en broce
Incluye	Acoplamientos a la tubería y medidores de caudal y presión Soportes

4.5. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA DE LOS FILTROS DE ARENA SÍLEX

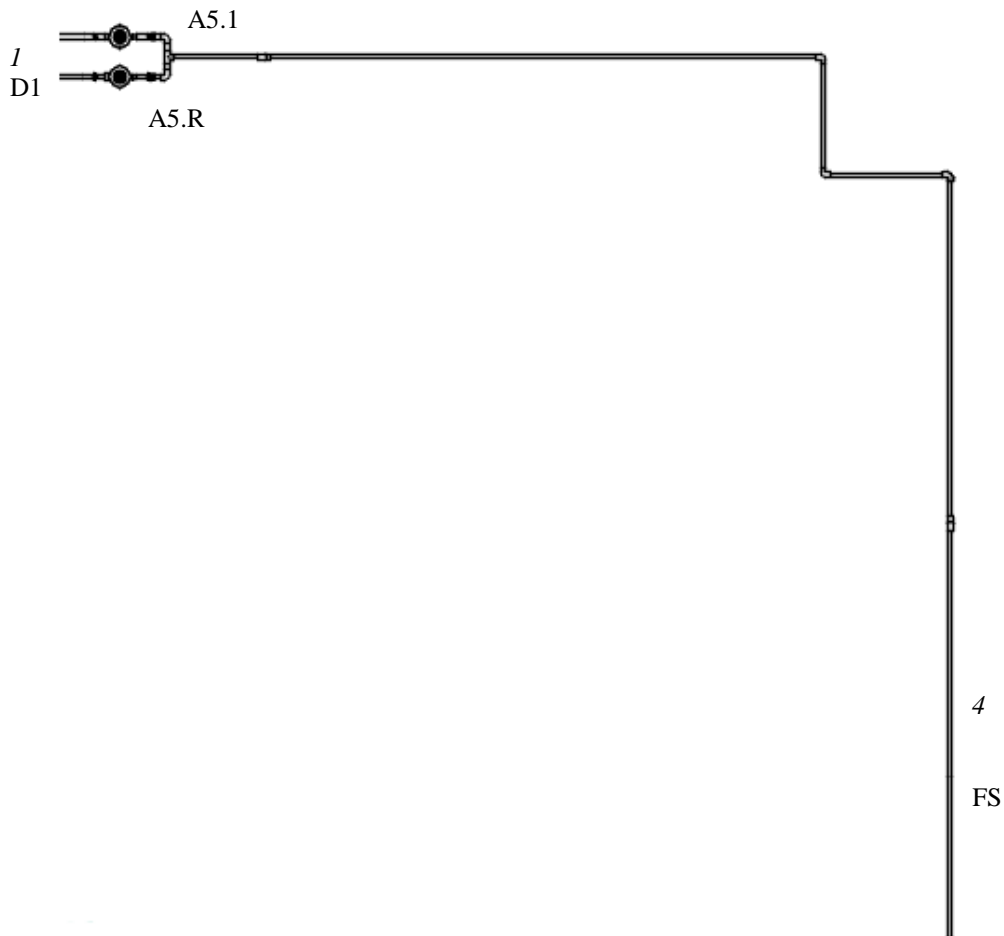
El agua de limpieza de los filtros de sílex se extrae del depósito de distribución D1, ya que el agua contenida en él está libre de materia orgánica y sólidos disueltos nocivos para la arena. El caudal requerido para la limpieza es de 5,55L/s (20m³/h) aproximadamente. El tiempo que se requiere para la limpieza es de 15 a 20 minutos, según datos proporcionados por el proveedor.

La limpieza se activará automáticamente cuando la pérdida de presión de los filtros sea mayor que $2,5 \cdot 10^5$ Pa (lo habitual es $0,4 \cdot 10^5$ - $1 \cdot 10^5$ Pa). Las válvulas incluidas en el filtro doble de sílex se abrirán y cerrarán según se programen para que se pueda llevar a cabo correctamente la limpieza.

Se requerirá pues, 1 + 1 bomba (A5) (una de reserva en caso de avería) para la extracción del agua del depósito de distribución, así como las conducciones necesarias para llevar el agua del depósito de agua limpia al filtro a lavar y las tuberías necesarias para el agua bruta de los filtros hasta el depósito de agua bruta (D2)

Siguiendo pues, el balance de energía mecánica definido en el apartado 4.2. del presente documento, así como las ecuaciones necesarias para su cálculo, se llevará a cabo el cálculo de la potencia requerida de la bomba, teniendo en cuenta también el esquema de la Figura A4.4.

Figura A4. 4. Esquema de bombeo de agua de limpieza de los filtros de sílex.



Los datos que se precisan para el cálculo de la potencia de la Bomba A5 son:

- Alturas

$$z_1 = -2 \text{ m}$$

$$z_4 = 0,81 \text{ m}$$

- Presiones

Las presiones en los puntos 1 y 4 de este tramo, como se encuentran por debajo del nivel del agua, se calculan de la siguiente manera:

$$P_1 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_4 = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h_{H_2O,4} = 1,013 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 4 = 1,21 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

- Velocidades

$$v_1=0\text{m/s}$$

$$v_4=1,96\text{m/s}$$

El cálculo de la velocidad v_4 se encuentra justificado en el apartado 4.7 del presente documento.

- Pérdidas de carga

En cuanto a la pérdida de carga, en la Tabla A4.21 se muestra el número de accidentes a lo largo de la conducción, así como los factores de pérdida los accidentes de la conducción.

Tabla A4. 21. Accidentes en el tramo D1 - FS.

Accidentes	Nº	K	ΣK
Codo 90°	10	0,45	4,5
Válvula retención	1	2	2
Válvula compuerta	2	0,17	0,34
Entrada	1	1	1
Otras válvulas y accidentes	-	-	2
			9,84

Además, hay que tener en cuenta la pérdida de carga en tramos rectos. Por ello, en la Tabla A4.22 se muestran los datos necesarios para hallar el ΔF_r .

Tabla A4. 22. Parámetros para el cálculo de pérdidas de carga en tramo recto.

Parámetros	Valor
L_r (m)	38
v (m/s)	1,96
Re (adimensional)	$1,17 \cdot 10^5$
f (adimensional)	$1,33 \cdot 10^{-2}$
D_{int} (m)	0,06

Una vez realizados los cálculos de la carga de la bomba se obtienen los resultados de la Tabla A4.23.

Tabla A4. 23. Resultados obtenidos de la carga de la potencia de A5.

ΔFr (J/kg)	$\Delta Facc$ (J/kg)	ΔF (J/kg)	h (m)	P (W)
64,70	17,05	81,20	62,20	3980

La potencia requerida se aproximará a **5kW** por posibles ensuciamientos en tuberías y demás.

Por tanto, el sistema de bombeo que se ha elegido presenta las características de la Tabla A4.24.

Tabla A4. 24. Características bomba A5.

Marca	GRUNFOS
Modelo	NK 40 -250/230 (código 97831525)
Potencia máxima (kW)	15
Material	<ul style="list-style-type: none"> - Cuerpo de la bomba e impulsor en fundición. - Eje en acero inoxidable - Anillos de desgaste en broce
Incluye	Acoplamientos a la tubería y medidores de caudal y presión Soportes

4.6. DISEÑO DE DEPÓSITOS

4.6.1. Depósito de distribución

El depósito de distribución será el depósito donde se almacene y se mezcle el agua que ha pasado por la línea de tratamiento y la extraída del depósito de cabecera. Por ello, el depósito se dimensionará no sólo para abastecer a la población, sino para almacenar también un pequeño volumen de agua. Se debe tener en cuenta también que el terreno que se dispone para el emplazamiento de la planta no es de gran tamaño.

Teniendo en cuenta los factores comentados anteriormente y que la planta se ha dimensionado para producción total de la planta es de $1000\text{m}^3/\text{día}$, y añadiendo un posible paro de cuatro horas diarias por limpiezas y revisiones de los equipos, la capacidad del depósito se ha estimado en 900m^3 .

Las dimensiones del depósito se adaptan a la parcela de la que se dispone, por lo que su superficie será de 180 m^2 interiores aproximadamente, con una altura interior de 5m. Estará enterrado hasta 2 m de profundidad y 3m por encima de la cota del suelo, con una altura total interior de 5m más 2 m más por seguridad.

4.6.2. Depósito de concentrado

En lo referente al depósito del agua de rechazo de la ósmosis inversa, pasará al alcantarillado, pero antes se almacenará en un depósito de concentrado.

La producción de agua de rechazo es de $250\text{m}^3/\text{día}$, por lo que la capacidad del depósito será de 180 m^3 . Se prevé que se bombee cada 10-12 horas el agua contenida en el depósito hasta la EDAR del Municipio A.

La superficie será de $62,7\text{ m}^2$ aproximadamente, con una profundidad de hasta 1,5 m y 1,5 m por encima de la cota del suelo, con un total de 3 m de altura, más 1,5 de seguridad.

4.7. DISEÑO DE CONDUCCIONES

Según la norma UNE EN 12201 (Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión), se elegirá para las tuberías de baja presión PVC. Para las conducciones a alta presión, se utilizará acero inoxidable AISI 316.

En el cálculo del diámetro de las conducciones, se tendrá en cuenta la velocidad máxima a la que puede circular el agua. En este caso, se supondrá que la máxima velocidad a la que circula el agua es 1,5m/s.

- En primer lugar se calculará la sección máxima del tubo mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{Q}{v_{m\acute{a}x}}$$

Donde:

S : sección del tubo (m²).

Q : caudal de agua que circula por la conducción (m³/s).

$v_{m\acute{a}x}$: velocidad máxima que puede circular el fluido por la conducción (m/s).

- Posteriormente se calculará el valor del diámetro interior de la conducción y, dependiendo de este valor, según los diámetros del fabricante se elegirá el diámetro nominal, así como el espesor de la tubería.

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S}$$

Siendo:

D : diámetro interior de la conducción calculado (m).

S : sección del tubo (m²)

En la Tabla 4.25 se detallan la longitud total de cada tramo, así como el tipo de material utilizado y los diámetros:

Tabla A4. 25. Diámetros de las conducciones

Tramo	Material	D _{calc} (m)	DN (mm)	D _i (m)
C1 - D1 (A1)	PVC	0,060	0,075	0,065
C1 - FS (A2)	PVC	0,120	0,140	0,123
FS - A3	PVC	0,120	0,140	0,123
A3 - OI	AISI 316L	0,120	0,131	0,125
OI - D2**	AISI 316 L	0,024	0,030	0,025
OI - D1 (A4)	PVC	0,100	0,125	0,110
D1 - FS (A5)	PVC	0,060	0,075	0,065
FS - D2	PVC	0,060	0,075	0,065
OI1 – OI2**	PVC	0,050	0,063	0,053

OI – D2:** en el tramo del concentrado de la Ósmosis Inversa hasta el depósito de rechazo D2, se ha utilizado otro método de cálculo para el diámetro (método iterativo), ya que no es posible saber la velocidad a la que sale el agua de los bastidores.

OI1 – OI2:** en el tramo del permeado que se extrae de la primera etapa hasta la segunda etapa, es necesario aplicar también el método iterativo para el cálculo del diámetro de la conducción.

- **Conducción del concentrado de Ósmosis Inversa (OI-D2)**

Se hará uso del balance de energía mecánica (ecuación A4.1), explicitado en el punto 4.2. del presente documento anexo.

$$h = (z_4 - z_1) + \frac{1}{g} \left(\frac{P_4 - P_1}{\rho} + \frac{v_4^2}{2} - \frac{v_1^2}{2} + \Delta F_t \right) \quad (\text{A4. 1.})$$

Como no es necesario bombeo, ya que el agua circulará por gravedad, h=0,

A continuación se detallan los valores conocidos de la conducción:

$$Q = 3,47 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L=30,5 \text{ m}$$

$$\mu=1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$z_1= 1\text{ m}$ (altura de la conducción de salida del concentrado desde los bastidores).

$z_4= -1 \text{ m}$ (profundidad del agua de llegada al depósito).

$P_4 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (presión del agua de llegada al depósito D2, la altura del agua presente ya en el depósito se considera despreciable).

$P_1 = 7,32 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (presión del agua de salida de los bastidores de Ósmosis).

$$v_4 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_1 = \frac{Q}{S} = \frac{3,47 \cdot 10^{-3} [\text{m}^3/\text{s}]}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 [\text{m}^2]}$$

Tal y como se observa, la velocidad de salida de los bastidores de Ósmosis (v_1) depende del diámetro. Por tanto, se sustituirán los valores conocidos en el balance de energía mecánica (ecuación A4.1.) y se despejará ΔF_t .

$$0 = (-1 - 1) + \frac{1}{9,81} \left(\frac{1,013 \cdot 10^5 - 7,32 \cdot 10^{-5}}{1000} + \frac{0}{2} - \frac{\left(\frac{3,47 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2} \right)^2}{2} + \Delta F_t \right)$$

$$\Delta F_t = 9,81 \cdot 2 + \frac{7,32 \cdot 10^{-5} - 1,013 \cdot 10^5}{1000} + \frac{\left(\frac{3,47 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2} \right)^2}{2}$$

Se explicará a continuación el proceso a seguir en para el cálculo del diámetro:

1. Se supone un diámetro (D_{sup}) que se aproxime al requerido por las características de la conducción.

- Se halla el número de Reynolds (Re) y la rugosidad relativa (ϵ/D) de la conducción, y a partir de estos valores, mediante el gráfico de Moody se hallará el factor de Fanning (f).

$$Re = \frac{4 \cdot Q \cdot \rho}{\mu \cdot \pi \cdot D}$$

$$\epsilon = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m (rugosidad del acero)}$$

- Se halla el valor de la pérdida de carga en el tramo con el diámetro supuesto.
- Se calcula el diámetro real.

$$D_{calc} = \sqrt[5]{\frac{32 \cdot Q^2 \cdot f \cdot L}{\pi^2 \cdot \Delta F}}$$

- Si ambos valores son iguales, o su diferencia es mínima, el diámetro supuesto es correcto. Si los valores de los diámetros difieren, debe volverse al punto 1 (Suposición de diámetro).

En la Tabla A4.26 se muestra el resultado obtenido del cálculo.

Tabla A4. 26. Resultados del proceso iterativo del cálculo del diámetro.

D_{sup} (m)	Re	ϵ/D_{sup}	f (Gráfica Moody)	ΔF (J/kg)	D_{calc} (m)
0,024	$1,84 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$4,37 \cdot 10^{-4}$	681,74	0,0238

Por tanto, el diámetro de este tramo será 0,024 m que, hallando el diámetro nominal proporcionado por el proveedor será 0,03m.

- **Conducción de permeado entre etapas de Ósmosis Inversa**

El dimensionamiento de la conducción que recoge el permeado de la primera etapa y circula hasta la salida de permeado de la segunda etapa, se realizará con el método usado anteriormente, ya que no se conocen las velocidades.

En las siguientes líneas se encuentran los valores necesarios para su cálculo

$$Q = 7,36 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L=9 \text{ m}$$

$$\mu=1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$z_1= 2\text{ m}$ (altura de la conducción de salida del permeado de la primera etapa).

$z_4= 1 \text{ m}$ (altura de la conducción en la salida de permeado de la segunda etapa).

$$P_4 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

$$v_1 = \frac{Q}{S} = \frac{7,36 \cdot 10^{-3} [\text{m}^3/\text{s}]}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 [\text{m}^2]}$$

$$0 = (2 - 1) + \frac{1}{9,81} \left(\frac{1,013 \cdot 10^5 - 1,013 \cdot 10^5}{1000} - \frac{\left(\frac{7,36 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2} \right)^2}{2} + \Delta F_t \right)$$

$$\Delta F_t = 9,81 + \frac{\left(\frac{7,36 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2} \right)^2}{2}$$

Se seguirá los mismos pasos que anteriormente:

1. Se supone un diámetro (D_{sup}) que se aproxime al requerido por las características de la conducción.

2. Se halla el número de Reynolds (Re) y la rugosidad relativa (ε/D) de la conducción, y a partir de estos valores, mediante el gráfico de Moody se hallará el factor de Fanning (f).

$$Re = \frac{4 \cdot Q \cdot \rho}{\mu \cdot \pi \cdot D}$$

$$\varepsilon = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m (rugosidad del PVC)}$$

3. Se halla el valor de la pérdida de carga en el tramo con el diámetro supuesto.
4. Se calcula el diámetro real.

$$D_{calc} = \sqrt[5]{\frac{32 \cdot Q^2 \cdot f \cdot L}{\pi^2 \cdot \Delta F}}$$

5. Si ambos valores son iguales, o su diferencia es mínima, el diámetro supuesto es correcto. Si los valores de los diámetros difieren, debe volverse al punto 1 (Suposición de diámetro).

En la Tabla A4.27 se muestra el resultado obtenido del cálculo.

Tabla A4. 27. Resultados del proceso iterativo del cálculo del diámetro.

D_{sup} (m)	Re	ε/D_{sup}	f (Gráfica Moody)	ΔF (J/kg)	D_{calc} (m)
0,05	$1,88 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$4,25 \cdot 10^{-4}$	26,65	0,047

Así pues, el diámetro nominal impuesto por el fabricante será de 0,063 m.

ANEXO N°5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

5.1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES.

5.1.1. Objeto y autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/95 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/97, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabora el correspondiente Plan de Seguridad y Salud el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

5.1.2. Proyecto al que se refiere

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales se presentan en la Tabla A5.1.

Tabla A5. 1. Proyecto de referencia.

Proyecto de Ejecución	Estación de Tratamiento de Agua Potable
Autor del proyecto	Clara Giner Cifre
Emplazamiento	Municipio A
PEM	556.175,94 €
Plazo de ejecución previsto	12 meses
Número máximo de operarios	10 -12
Total aproximado de jornadas	270

5.1.3. Descripción del emplazamiento y la obra

En la Tabla A5.2. se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra.

Tabla A5. 2. Datos del emplazamiento

Accesos a la obra	Vial público en casco urbano
Topografía del terreno	Planta baja
Edificaciones colindantes	No interfiere
Suministro de energía eléctrica	Existente
Suministro de agua	Existente
Sistema de saneamiento	Existente
Servidumbres y condicionantes	No existe

En la tabla A5.3. se indican las características generales de la obra a la que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta.

Tabla A5. 3. Descripción de la obra y sus fases.

Demoliciones	No existen
Movimiento de tierras	Existente
Cimentación y estructuras	Existente
Cubiertas	Existente
Albañilería y cerramientos	Existente
Acabados	Recubrimientos, pintura
Instalaciones	Fontanería: existente, pero debe modificarse Electricidad: existente, pero debe modificarse

5.1.4. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la Tabla A5.4.

Tabla A5. 4. Servicios higiénicos

✓	Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
✓	Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
✓	Duchas con agua fría y caliente.
✓	Retretes.
OBSERVACIONES: 1.- La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.	

De acuerdo con el apartado A3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la Tabla A5.5., en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia más cercanos.

Tabla A5. 5. Primeros auxilios y asistencia sanitaria.

NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROX. (Km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria	Centro de Salud	0,5 km
Asistencia Especializada	Hospital	12 km

5.1.5. Maquinaria de obra

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la Tabla A5.6

Tabla A5. 6. Maquinaria prevista.

✓	Grúas-torre	✓	Hormigoneras
✓	Montacargas	✓	Camiones
✓	Maquinaria para movimiento de tierras	✓	Cabrestantes mecánicos

5.1.6. Medios auxiliares

En la Tabla A5.7. se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes.

Tabla A5. 7. Medios auxiliares.

MEDIOS	CARACTERÍSTICAS
Andamios colgados móviles	Deben someterse a una prueba de carga previa.
	Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos.
	Los pescantes serán preferiblemente metálicos.
	Los cabrestantes se revisarán trimestralmente.
	Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié.
	Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
Andamios tubulares apoyados	Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente.
	Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente.
	Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas.
	Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados.
	Correcta disposición de las plataformas de trabajo.
	Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié.
	Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo.
Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje.	
Andamios/ borriquetas	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
Escaleras de mano	

	Zapatillas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar.
	Separación de la pared en la base = $\frac{1}{3}$ de la altura total.
Instalación eléctrica	Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1$ m: <ul style="list-style-type: none"> - Diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza. - Diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión > 24V. - Magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. - Magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de corriente y alumbrado.
	La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro.
	La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será ≤ 80 ohmios.

5.2. RIESGOS LABORLES EVITABLES COMPLETAMENTE

La Tabla A5.8. contiene la relación de los riesgos laborales que, pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen.

Tabla A5. 8. Riesgos laborales evitables.

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TECNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables

5.3. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La Tabla A5.9 se refiere a aspectos generales que afectan a toda la obra, y las restantes, a los aspectos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

Tabla A5. 9. Aspectos que afectan a toda la obra: Riesgos.

Caídas de operarios al mismo nivel
Caídas de operarios a distinto nivel
Caídas de objetos sobre operarios
Caídas de objetos sobre terceros
Choques o golpes contra objetos
Fuertes vientos
Trabajos en condiciones de humedad
Contactos eléctricos directos e indirectos
Cuerpos extraños en los ojos
Sobreesfuerzos

Tabla A5. 10. Aspectos que afectan a toda la obra: Medidas preventivas y protecciones colectivas.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.	permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo.	permanente
Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.	permanente
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).	permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas.	permanente
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.	permanente
Señalización de la obra (señales y carteles).	permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.	alternativa al vallado

Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m.	permanente
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.	permanente
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.	permanente
Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B.	permanente
Evacuación de escombros.	frecuente
Escaleras auxiliares.	ocasional
Información específica.	para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación.	frecuente

Tabla A5. 11. Aspectos que afectan a toda la obra: Equipos de protección individual (EPIs).

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Cascos de seguridad	permanente
Calzado protector	permanente
Ropa de trabajo	permanente
Ropa impermeable o de protección	con mal tiempo
Gafas de seguridad	frecuente
Cinturones de protección del tronco	ocasional

Tabla A5. 12. Fase: movimiento de tierras.

RIESGOS	
Caídas de materiales transportados	
Atrapamientos y aplastamientos	
Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas	
Ruidos	
Vibraciones	
Ambiente pulvígeno	
Interferencia con instalaciones enterradas	
Electrocuciones	
Condiciones meteorológicas adversas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Observación y vigilancia del terreno	frecuente
Talud natural del terreno	permanente
Apuntalamientos y apeos	ocasional
Pasos o pasarelas	permanente
No acopiar junto al borde de la excavación	permanente
Plataformas para paso de personas, en bordes de excavación	ocasional
No permanecer bajo el frente de excavación	permanente
Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)	permanente
Rampas con pendientes y anchuras adecuadas	permanente
Acotar las zonas de acción de las máquinas	permanente
Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos	permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Botas de seguridad	permanente
Botas de goma	ocasional
Guantes de cuero	ocasional
Guantes de goma	ocasional

Tabla A5. 13. Fase: cimentación y estructuras.

RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Atrapamientos y aplastamientos	
Atropellos, colisiones y vuelcos	
Lesiones y cortes en brazos y manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con hormigones y morteros	
Ruidos	
Vibraciones	
Quemaduras producidas por soldadura	
Radiaciones y derivados de la soldadura	
Ambiente pulvígeno	
Electrocuciones	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN
Apuntalamientos y apeos	permanente
Pasos o pasarelas	permanente
Separación de tránsito de vehículos y operarios	ocasional
No acopiar junto al borde de la excavación	permanente
No permanecer bajo el frente de excavación	permanente
Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado)	permanente
Redes horizontales (interiores y bajo los forjados)	frecuente
Andamios y plataformas para encofrados	permanente
Plataformas de carga y descarga de material	permanente
Barandillas resistentes (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié)	permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas, y escaleras de mano	permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	ocasional
Guantes de cuero o goma	frecuente
Botas de seguridad	permanente

Pantallas faciales, guantes, manguitos, mandiles y polainas para soldar	en estructura metálica
Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
Mástiles y cables fiadores	frecuente

Tabla A5. 14. Fase: cubiertas.

RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío, o por el plano inclinado de la cubierta	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras producidas por soldadura de materiales	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Derrame de productos	
Electrocuciones	
Hundimientos o roturas en cubiertas de materiales ligeros	
Proyecciones de partículas	
Condiciones meteorológicas adversas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCION
Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado)	permanente
Redes de seguridad (interiores y/o exteriores)	permanente
Andamios perimetrales en aleros	permanente
Plataformas de carga y descarga de material	permanente
Barandillas rígidas y resistentes (con listón intermedio y rodapié)	permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
Escaleras de tejador, o pasarelas	permanente
Parapetos rígidos	permanente
Acopio adecuado de materiales	permanente
Señalizar obstáculos	permanente

Plataforma adecuada para gruísta	permanente
Ganchos de servicio	permanente
Accesos adecuados a las cubiertas	permanente
Paralización de los trabajos en condiciones meteorológicas adversas	ocasional
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Guantes de cuero o goma	ocasional
Botas de seguridad	permanente
Cinturones y arneses de seguridad	permanente
Mástiles y cables fiadores	permanente

Tabla A5. 15. Fase: albañilería y cerramientos.

RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Golpes o cortes con herramientas	
Electrocuciones	
Proyecciones de partículas al cortar materiales	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCION
Apuntalamientos y apeos	permanente
Pasos o pasarelas	permanente
Redes verticales	permanente
Redes horizontales	frecuente
Andamios (constitución y accesos correctos)	permanente
Plataformas de carga y descarga de material en cada planta	permanente

Barandillas rígidas (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié)	permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
Evitar trabajos superpuestos	permanente
Bajante de escombros adecuadamente sujetas	permanente
Protección de huecos de entrada de material en plantas	permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	frecuente
Guantes de cuero o goma	frecuente
Botas de seguridad	permanente
Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
Mástiles y cables fiadores	frecuente

Tabla A5. 16. Fase: acabados.

RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Ambiente pulvígeno	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Electrocución	
Atrapamientos con o entre objetos o herramientas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCION
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	permanente
Andamios	permanente
Plataformas de carga y descarga de material	permanente
Barandillas	permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
Evitar focos de inflamación	permanente
Equipos autónomos de ventilación	permanente
Almacenamiento correcto de los productos	permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	ocasional
Guantes de cuero o goma	frecuente
Botas de seguridad	frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
Mástiles y cables fiadores	ocasional
Mascarilla filtrante	ocasional

Tabla A5. 17. Fase: instalaciones.

RIESGOS	
Lesiones y cortes en manos y brazos	
Dermatosis por contacto con materiales	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Golpes y aplastamientos de pies	
Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
Electrocuciones	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Ambiente pulvígeno	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCION
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	permanente
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	frecuente
Protección del hueco del ascensor	permanente
Realizar las conexiones eléctricas sin tensión	permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	ocasional
Guantes de cuero o goma	frecuente
Botas de seguridad	frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
Mástiles y cables fiadores	ocasional
Mascarilla filtrante	ocasional

5.4. RIESGOS LABORALES ESPECIALES

En la Tabla A5.19. se relacionan aquellos trabajos que, siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidas en el Anexo II del RD. 1927/97.

Tabla A5. 18. Trabajos con riesgos especiales y medidas especiales previstas.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	
Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos	NO
En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión	NO
Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión	NO
Que impliquen el uso de explosivos	NO
Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados	NO
OBSERVACIONES:	
- <i>Ninguna de los trabajos con riesgos especiales se encuentran dentro del ámbito que abarca el presente proyecto.</i>	

5.5. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA

En la Tabla A5.20. se establecen las normas de seguridad generales aplicables a la obra

Tabla A5. 19. Normas Generales de seguridad.

Ley de Prevención de Riesgos Laborales.	Ley 31/95	08-11-95
Reglamento de los Servicios de Prevención.	RD 39/97	17-01-97
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (transposición Directiva 92/57/CEE)	RD 1627/97	24-10-97
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/97	14-04-97
Modelo de libro de incidencias. Corrección de errores.	Orden --	20-09-86 --
Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16-12-87
Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción. Modificación. Complementario.	Orden Orden Orden	20-05-52 19-12-53 02-09-66
Cuadro de enfermedades profesionales.	RD 1995/78	--
Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Corrección de errores. (Derogados Títulos I y III. Título II: cap: I a V, VII, XIII)	Orden --	09-03-71 --
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28-08-79
Anterior no derogada. Corrección de errores. Modificación (no derogada), Orden 28-08-70. Interpretación de varios artículos. Interpretación de varios artículos.	Orden -- Orden Orden Resolución	28-08-70 -- 27-07-73 21-11-70 24-11-70
Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.	Orden	31-08-87
Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos.	RD 1316/89	27-10-89
Disposiciones mínimas de seguridad y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)	RD 487/97	23-04-97
Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto. Corrección de errores.	Orden --	31-10-84 --
Normas complementarias.	Orden	07-01-87
Modelo libro de registro.	Orden	22-12-87
Estatuto de los trabajadores.	Ley 8/80	01-03-80
Regulación de la jornada laboral.	RD 2001/83	28-07-83
Formación de comités de seguridad.	D. 423/71	11-03-71

Las normas aplicadas en el uso de Equipos de Protección Individual se encuentran en la Tabla A5.22.

Tabla A5. 20. Normas de seguridad: uso de Equipos de Protección Individual.

Condiciones comerciales y libre circulación de EPI (Directiva 89/686/CEE). Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación. Modificación RD 159/95.	RD 1407/92 RD 159/95 Orden	20-11-92 03-02-95 20-03-97
Disposiciones mínimas de seguridad y salud de equipos de protección individual. (Transposición Directiva 89/656/CEE).	RD 773/97	30-05-97
EPI contra caída de altura. Disposición de descenso.	UNEEN341	22-05-97
Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo.	UNEEN344/A1	20-10-97
Especificaciones calzado seguridad uso profesional.	UNEEN345/A1	20-10-97
Especificaciones calzado protección uso profesional.	UNEEN346/A1	20-10-97
Especificaciones calzado trabajo uso profesional.	UNEEN347/A1	20-10-97
Disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización de los equipos de trabajo (Transposición Directiva 89/656/CEE).	RD 1215/97	18-07-97
MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	Orden	31-10-73
ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención.	Orden	26-05-89
Reglamento de aparatos elevadores para obras. Corrección de errores. Modificación. Modificación.	Orden -- Orden Orden	23-05-77 -- 07-03-81 16-11-81
Reglamento Seguridad en las Máquinas. Corrección de errores. Modificación. Modificaciones en la ITC MSG-SM-1. Modificación (Adaptación a directivas de la CEE). Regulación potencia acústica de maquinarias. (Directiva 84/532/CEE). Ampliación y nuevas especificaciones.	RD 1495/86 -- RD 590/89 Orden RD 830/91 RD 245/89 RD 71/92	23-05-86 -- 19-05-89 08-04-91 24-05-91 27-02-89 31-01-92
Requisitos de seguridad y salud en máquinas. (Directiva 89/392/CEE).	RD 1435/92	27-11-92
ITC-MIE-AEM2. Grúas-Torre desmontables para obra. Corrección de errores, Orden 28-06-88	Orden --	28-06-88 --
ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18-11-96

5.6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

El porcentaje invertido en Seguridad y Salud de la Obra Civil .se considera un 2,5% de la partida presupuestaria destinada a la Obra Civil.

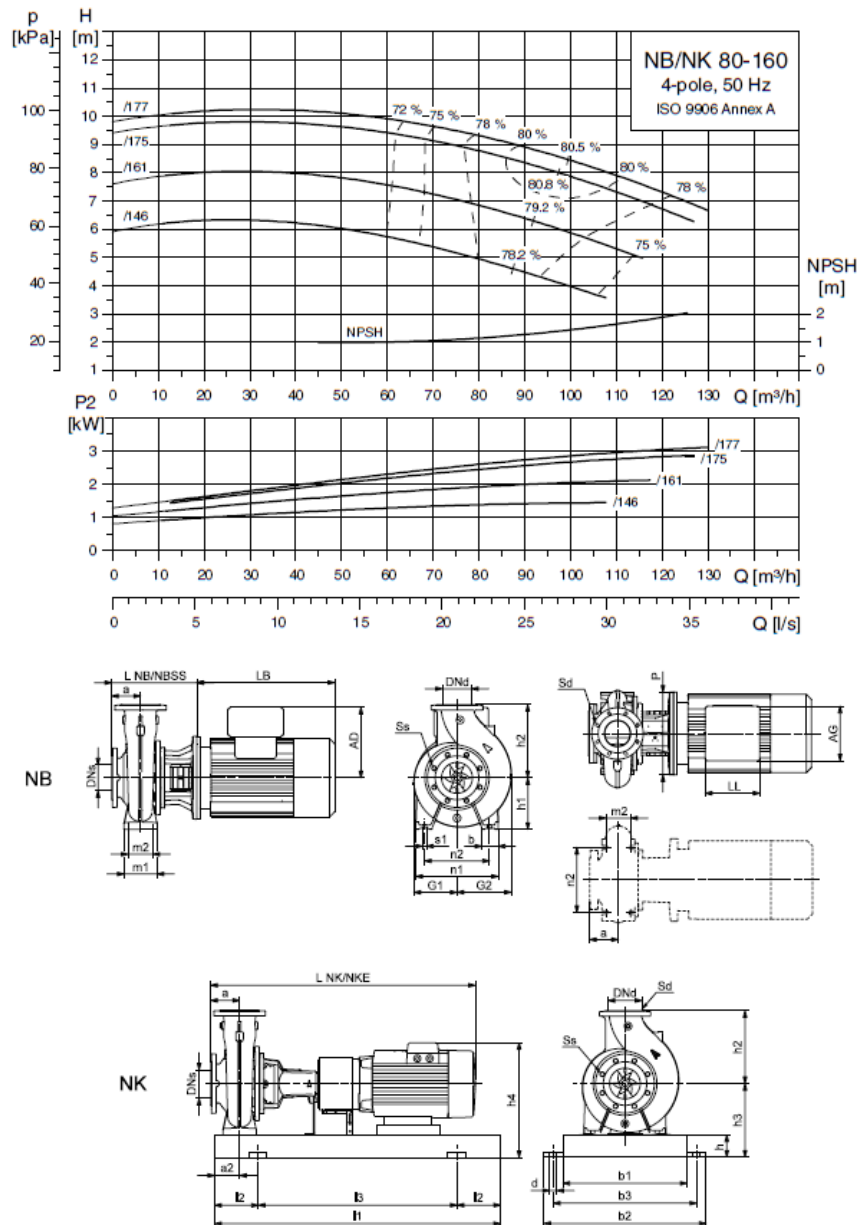
En el documento *6. Presupuesto* se detalla su valor, que asciende a **6.785,45 €**

ANEXO N°6. CATÁLOGOS Y FICHAS TÉCNICAS

6.1.BOMBAS

Curvas de rendimiento

NB, NK 81
41



GRUNDFOS

Datos técnicos

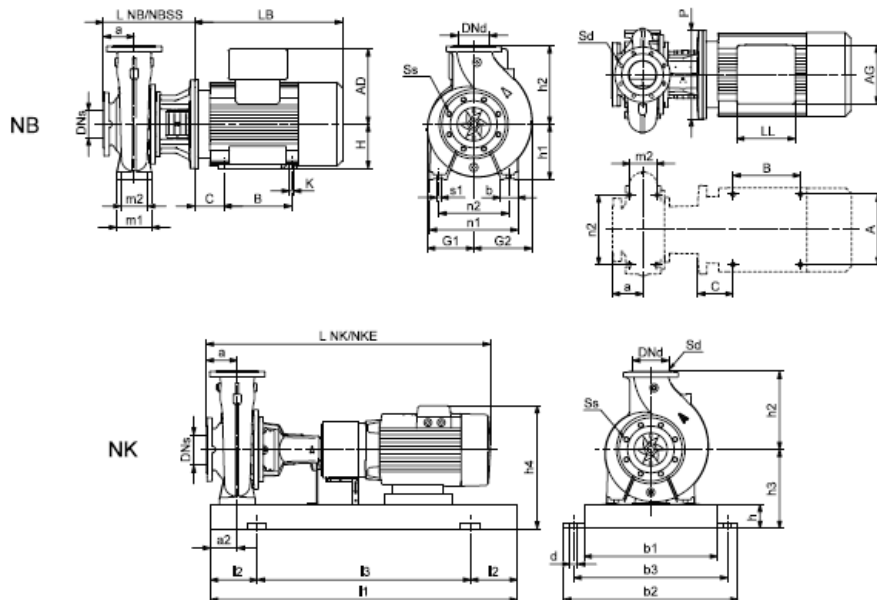
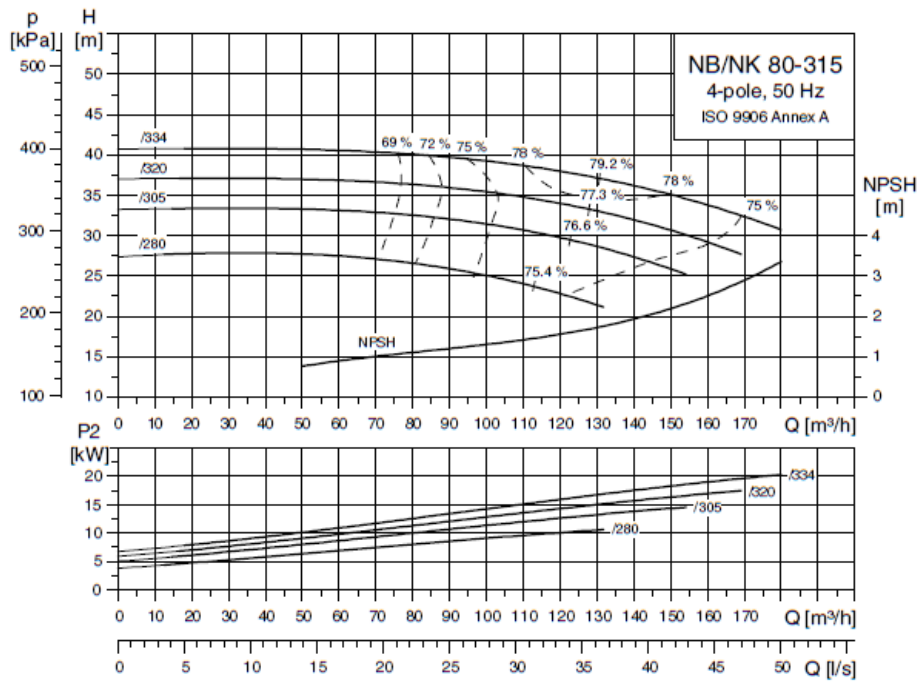
Tipo de bomba		80-160/146	80-160/161	80-160/175	80-160/177	
Tipo de motor	Motor de gama alta	MG 90LC-D	MG 100LB-D	MG 100LC-D	MG 112MC-D	
	Motor eléctrico	MGE 90LC	MGE 100LB	MGE 100LC	MGE 112MC	
Datos generales NB/NK	P ₂	[kW]	1.5	2.2	3	4
	PN	[bar]	16	16	16	16
	DNs	[mm]	100	100	100	100
	DNd	[mm]	80	80	80	80
	a	[mm]	125	125	125	125
	h2	[mm]	225	225	225	225
	Ss		8x19	8x19	8x19	8x19
	Sd		8x19	8x19	8x19	8x19
Datos generales NK estándar/ espaciador	L NK	[mm]	860/996	884/1020	884/1020	921/1057
	L NKE	[mm]	860/996	884/1020	884/1020	921/1057
	Peso NK	[kg]	143/142	148/146	153/151	169/167
	Peso NKE	[kg]	150/149	159/157	161/159	174/172
	Peso NK SS	[kg]	149/149	154/152	159/157	175/173
Datos NK	Peso NKE SS	[kg]	156/155	165/163	167/165	180/178
	l1	[mm]	1120	1120	1120	1120
	l2	[mm]	190	190	190	190
	l3	[mm]	740	740	740	740
	b1	[mm]	380	380	380	380
	b2	[mm]	490	490	490	490
	b3	[mm]	440	440	440	440
	d	[mm]	24	24	24	24
	a2	[mm]	75	75	75	75
	h	[mm]	80	80	80	80
	h3	[mm]	260	260	260	260
	h4 ¹⁾	[mm]	370/427	380/437	380/437	394/448
	Número de bancada		5	5	5	5
Datos NB	Diseño		A	A	A	A
	L NB	[mm]	271	299	299	299
	L NB SS	[mm]	298	318	318	318
	h1	[mm]	180	180	180	180
	G1	[mm]	139	139	139	139
	G2	[mm]	182	182	182	182
	m1	[mm]	125	125	125	125
	m2	[mm]	95	95	95	95
	n1	[mm]	320	320	320	320
	n2	[mm]	250	250	250	250
	b	[mm]	65	65	65	65
	s1	[mm]	M12	M12	M12	M12
	H	[mm]	-	-	-	-
	LB ¹⁾	[mm]	321/321	335/335	335/335	372/372
	AD ¹⁾	[mm]	110/167	120/177	120/177	134/188
	AG ¹⁾	[mm]	162/264	162/264	162/264	202/290
	LL ¹⁾	[mm]	103/260	103/260	103/260	103/300
	P	[mm]	200	250	250	250
	C	[mm]	-	-	-	-
	B	[mm]	-	-	-	-
A	[mm]	-	-	-	-	
K	[mm]	-	-	-	-	
Peso NB ¹⁾	[kg]	65/71	71/79	73/81	88/93	
Peso NB SS ¹⁾	[kg]	73/79	81/88	83/90	98/102	

1) Dimensión de la bomba con un motor de gama alta/convertidor de frecuencia intergrado.

Nota: Para obtener más información sobre bancadas, ver página 270.

Curvas de rendimiento

NB, NK 80-
4 px



Datos técnicos

Tipo de bomba		80-315/280	80-315/305	80-315/320	80-315/334	
Tipo de motor	Motor de gama alta	Siemens 160M	Siemens 160L	Siemens 180M	Siemens 180L	
	Motor eléctrico	MMGE 160M	MMGE 160L	MMGE 180M	MMGE 180L	
Datos generales NB/NK	P ₂	[kW]	11	15	18.5	22
	PN	[bar]	16	16	16	16
	DNs	[mm]	100	100	100	100
	DNd	[mm]	80	80	80	80
	a	[mm]	125	125	125	125
	h ₂	[mm]	315	315	315	315
	Sa		8x19	8x19	8x19	8x19
	Sd		8x19	8x19	8x19	
Datos generales NK estándar/ espaciador	L NK	[mm]	1187/1323	1227/1363	1311/1447	1311/1447
	L NKE	[mm]	1158/1294	1208/1344	1208/1344	1279/1415
	Peso NK	[kg]	330/324	356/350	380/371	400/391
	Peso NKE	[kg]	361/375	399/393	437/428	471/462
	Peso NK SS	[kg]	337/332	363/358	388/379	408/399
	Peso NKE SS	[kg]	388/383	406/401	445/436	479/470
Datos NK	l1	[mm]	1400	1400	1400	1400
	l2	[mm]	230	230	230	230
	l3	[mm]	940	940	940	940
	b1	[mm]	480	480	480	480
	b2	[mm]	610	610	610	610
	b3	[mm]	560	560	560	560
	d	[mm]	28	28	28	28
	a2	[mm]	90	90	90	90
	h	[mm]	100	100	100	100
	h3	[mm]	350	350	350	350
	h4 ¹⁾	[mm]	547/709	547/727	608/749	608/749
		Número de bancada	7	7	7	7
		Diseño	C ²⁾	C ²⁾	C ²⁾	C ²⁾
Datos NB	L NB	[mm]	398	398	398	398
	L NB SS	[mm]	398	398	398	398
	h1	[mm]	250	250	250	250
	G1	[mm]	216	216	216	216
	G2	[mm]	243	243	243	243
	m1	[mm]	160	160	160	160
	m2	[mm]	120	120	120	120
	n1	[mm]	400	400	400	400
	n2	[mm]	315	315	315	315
	b	[mm]	80	80	80	80
	s1	[mm]	M16	M16	M16	M16
	H	[mm]	160	160	180	180
	LB ¹⁾	[mm]	478/449	518/499	602/499	602/570
	AD ¹⁾	[mm]	197/359	197/377	258/399	258/399
	AG ¹⁾	[mm]	165/296	165/296	152/328	152/328
	LL ¹⁾	[mm]	165/410	165/410	132/456	132/456
	P	[mm]	350	350	350	350
	C	[mm]	108	108	121	121
	B	[mm]	210	254	241	279
	A	[mm]	254	254	279	279
K	[mm]	15	15	15	15	
Peso NB ¹⁾	[kg]	199/250	225/268	244/301	264/335	
Peso NB SS ¹⁾	[kg]	212/263	238/281	256/313	276/347	

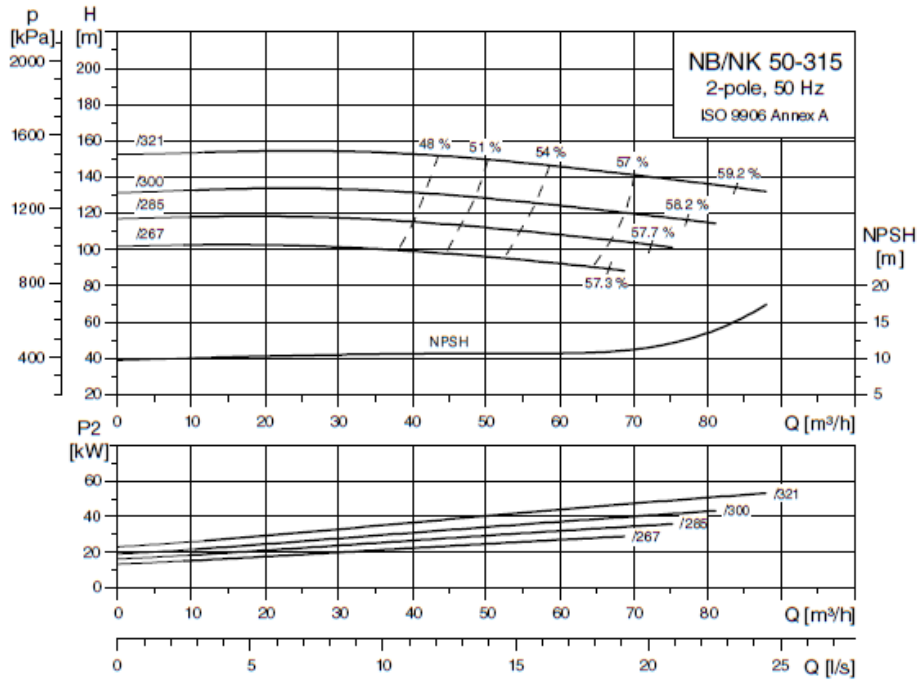
1) Dimensión de la bomba con un motor de gama alta/conversor de frecuencia integrado.

2) Son necesarios bloques de apoyo debido a las dimensiones P, h1 y H.

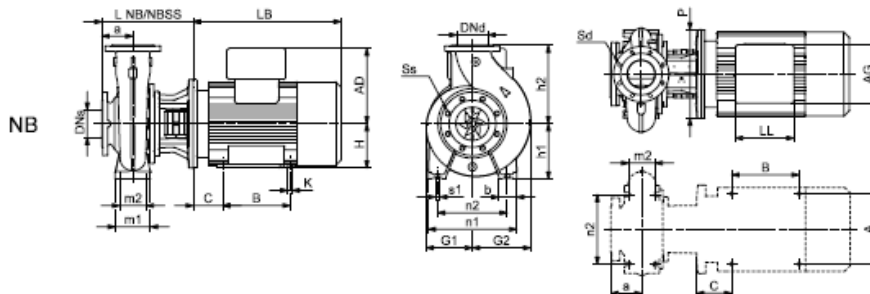
Nota: Para obtener más información sobre bancadas, ver página 270.

Curvas de rendimiento

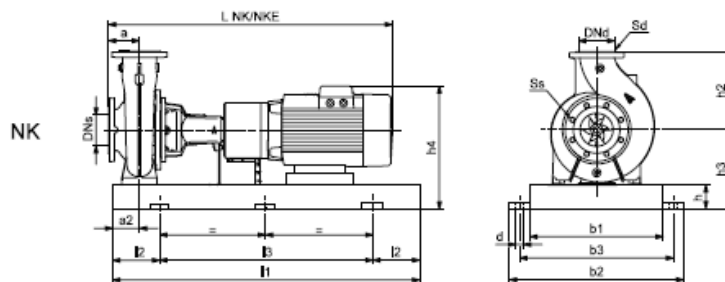
NB, NK 50-315
2 polos



TMD3 5037 4106



TMD3 4182 4106



TMD3 4175 1806

Datos técnicos

Tipo de bomba		50-315/267	50-315/285	50-315/300	50-315/321	
Tipo de motor	Motor de gama alta	Siemens 200L	Siemens 200L	Siemens 225M	Siemens 250M	
	Motor eléctrico	-	-	-	-	
Datos generales NBNK	P ₂	[kW]	30	37	45	55
	PN	[bar]	16	16	16	16
	DNa	[mm]	65	65	65	65
	DNd	[mm]	50	50	50	50
	a	[mm]	125	125	125	125
	h2	[mm]	280	280	280	280
	Ss		4x19	4x19	4x19	4x19
	Sd		4x19	4x19	4x19	4x19
Datos generales NK estándar/espaciador	L NK	[mm]	1368/1464	1368/1464	1418/1514	1466/1582
	L NKE	[mm]	-/-	-/-	-/-	-/-
	Peso NK	[kg]	494/488	494/488	597/591	727/722
	Peso NKE	[kg]	-/-	-/-	-/-	-/-
	Peso NK SS	[kg]	488/482	488/482	591/585	721/716
	Peso NKE SS	[kg]	-/-	-/-	-/-	-/-
Datos NK	l1	[mm]	1600	1600	1600	1800
	l2	[mm]	270	270	270	300
	l3	[mm]	1060	1060	1060	1200
	b1	[mm]	530	530	530	600
	b2	[mm]	660	660	660	730
	b3	[mm]	600	600	600	670
	d	[mm]	28	28	28	28
	a2	[mm]	75	75	75	75
	h	[mm]	100	100	100	100
	h3	[mm]	325	325	330	355
	h4 ¹⁾	[mm]	630/-	630/-	655/-	747/-
	Número de bancada		8	8	8	9
	Datos NB	Diseño		C ²⁾	C ²⁾	C ²⁾
L NB		[mm]	398	398	428	428
L NB SS		[mm]	398	398	428	428
h1		[mm]	225	225	225	225
G1		[mm]	203	203	203	203
G2		[mm]	214	214	214	214
m1		[mm]	125	125	125	125
m2		[mm]	95	95	95	95
n1		[mm]	345	345	345	345
n2		[mm]	280	280	280	280
b		[mm]	65	65	65	65
s1		[mm]	M12	M12	M12	M12
H		[mm]	200	200	225	250
LB ¹⁾		[mm]	659/-	659/-	709/-	747/-
AD ¹⁾		[mm]	305/-	305/-	325/-	392/-
AG ¹⁾		[mm]	260/-	260/-	260/-	300/-
LL ¹⁾		[mm]	192/-	192/-	192/-	236/-
P		[mm]	400	400	450	550
C		[mm]	133	133	149	168
B		[mm]	305	305	311	349
A	[mm]	318	318	358	406	
K	[mm]	19	19	19	24	
Peso NB ¹⁾	[kg]	333/-	333/-	457/-	563/-	
Peso NB SS ¹⁾	[kg]	331/-	331/-	455/-	557/-	

1) Dimensión de la bomba con un motor de gama alta/convertidor de frecuencia integrado.

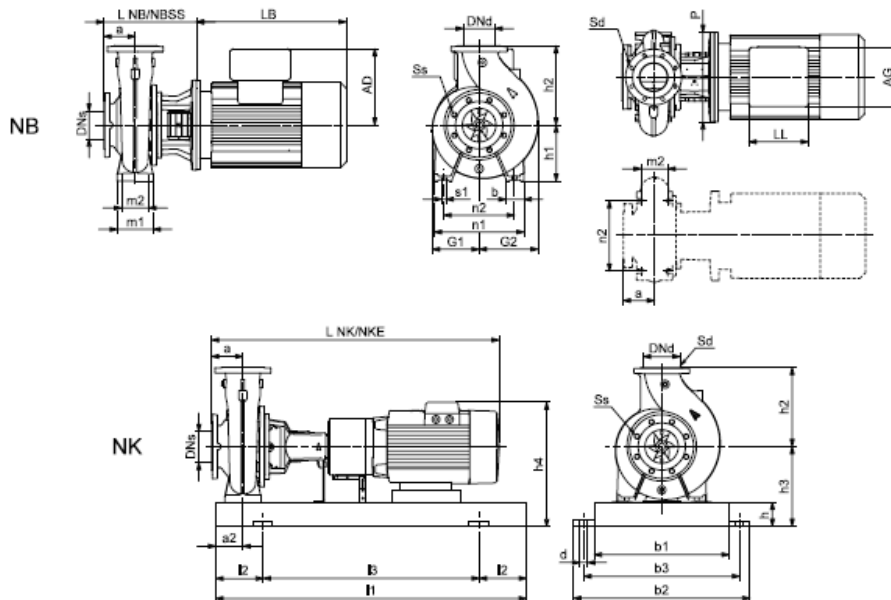
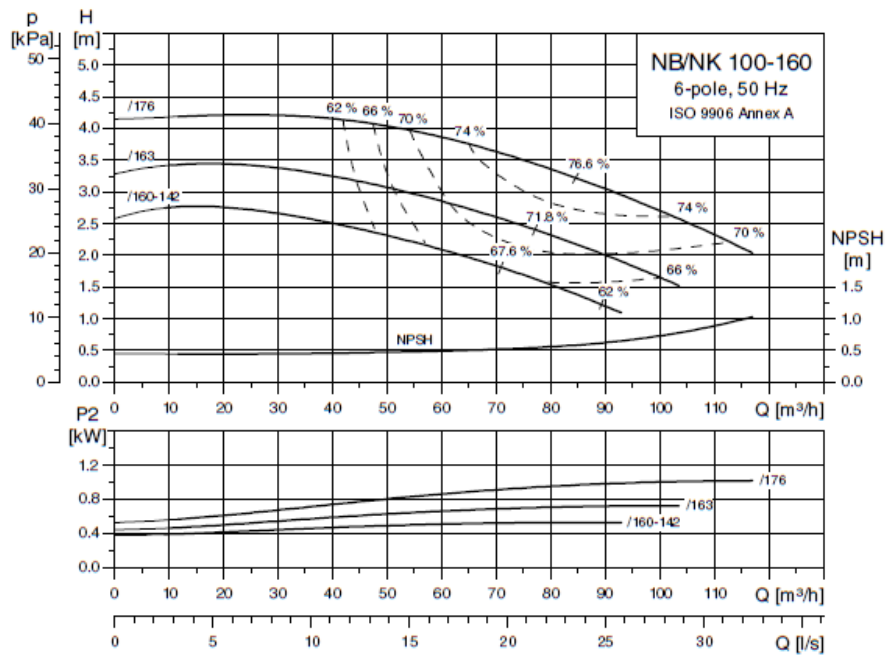
2) Son necesarios bloques de apoyo debido a las dimensiones P, h1 y H.

Nota: Para obtener más información sobre bancadas, ver página 270.

Curvas de rendimiento

NB, NK 100
6 p

NB, NK 6 polos



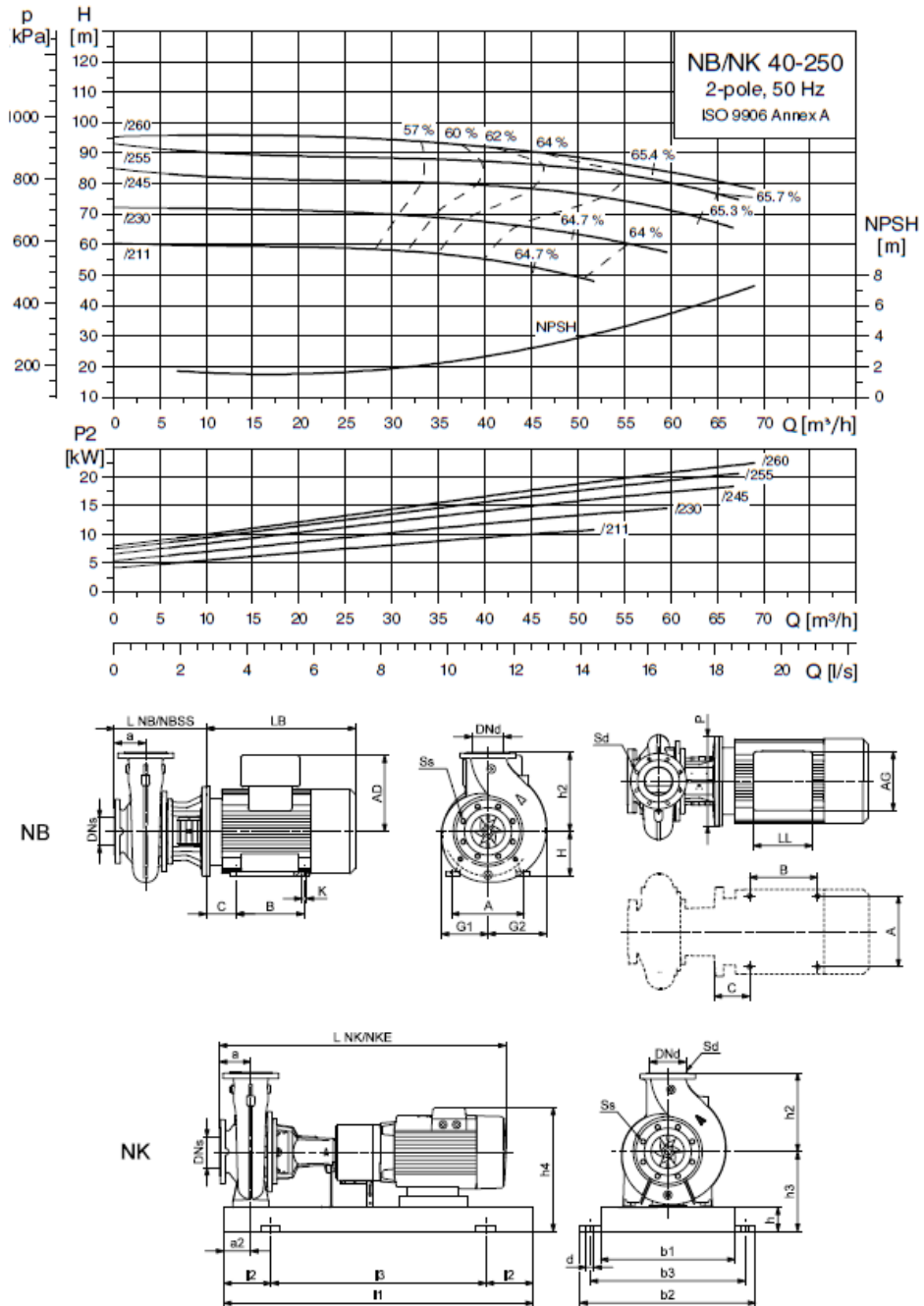
Datos técnicos

Tipo de bomba		100-160/151	100-160/163	100-160/176	
Motor de gama alta		Siemens 80B	Siemens 90S	Siemens 90L	
Tipo de motor	Motor eléctrico	-	-	-	
Datos generales NSNK	P ₂	[kW]	0.55	0.75	1.1
	PN	[bar]	16	16	16
	DNa	[mm]	125	125	125
	DNd	[mm]	100	100	100
	a	[mm]	125	125	125
	h ₂	[mm]	280	280	280
	Ss		8x19	8x19	8x19
	Sd		8x19	8x19	8x19
Datos generales NK estándar/ espaciador	L NK	[mm]	763/899	820/956	865/1001
	L NKE	[mm]	-/-	-/-	-/-
	Peso NK	[kg]	169/168	174/173	177/176
	Peso NKE	[kg]	-/-	-/-	-/-
	Peso NK SS	[kg]	-/-	-/-	-/-
	Peso NKE SS	[kg]	-/-	-/-	-/-
Datos NK	l1	[mm]	1250	1250	1250
	l2	[mm]	205	205	205
	l3	[mm]	840	840	840
	b1	[mm]	430	430	430
	b2	[mm]	540	540	540
	b3	[mm]	490	490	490
	d	[mm]	24	24	24
	a2	[mm]	90	90	90
	h	[mm]	80	80	80
	h3	[mm]	260	260	260
	h4 ¹⁾	[mm]	400/-	408/-	408/-
	Número de bancada		6	6	6
	Datos NB	Diseño		A	A
L NB		[mm]	298	298	298
L NB SS		[mm]	-	-	-
h1		[mm]	200	200	200
G1		[mm]	146	146	146
G2		[mm]	187	187	187
m1		[mm]	160	160	160
m2		[mm]	120	120	120
n1		[mm]	360	360	360
n2		[mm]	280	280	280
b		[mm]	80	80	80
s1		[mm]	M16	M16	M16
H		[mm]	-	-	-
LB ¹⁾		[mm]	234/-	281/-	326/-
AD ¹⁾		[mm]	120/-	128/-	128/-
AG ¹⁾		[mm]	75/-	75/-	75/-
LL ¹⁾		[mm]	75/-	75/-	75/-
P		[mm]	200	200	200
C		[mm]	-	-	-
B		[mm]	-	-	-
A		[mm]	-	-	-
K	[mm]	-	-	-	
Peso NB ¹⁾	[kg]	77/-	83/-	86/-	
Peso NB SS ¹⁾	[kg]	-/-	-/-	-/-	

1) Dimensión de la bomba con un motor de gama alta/convertidor de frecuencia integrado.
Nota: Para obtener más información sobre bancadas, ver página 270.

Curvas de rendimiento

NB, NK 40-25
2 pole, 50 Hz



Datos técnicos

Tipo de bomba		40-250/211	40-250/230	40-250/245	40-250/255	40-250/260	
Tipo de motor	Motor de gama alta	Siemens 160M	Siemens 160M	Siemens 160L	Siemens 180M	Siemens 200L	
	Motor eléctrico	MMGE 160M	MMGE 160MX	MMGE 160L	MMGE 180M	-	
Datos generales NBANK	P ₂	[kW]	11	15	18.5	22	30
	PN	[bar]	16	16	16	16	16
	DN _s	[mm]	65	65	65	65	65
	DN _d	[mm]	40	40	40	40	40
	a	[mm]	100	100	100	100	100
	h ₂	[mm]	225	225	225	225	225
	S _s		4x19	4x19	4x19	4x19	4x19
	S _d		4x19	4x19	4x19	4x19	4x19
Datos generales NK estándar/espaciador	L NK	[mm]	1065/1148	1065/1148	1105/1188	1197/1272	1254/1329
	L NKE	[mm]	1036/1119	1048/1131	1089/1169	1120/1195	-/-
	Peso NK	[kg]	219/213	229/222	249/242	277/268	421/415
	Peso NKE	[kg]	267/261	299/290	327/321	358/349	-/-
	Peso NK SS	[kg]	225/219	234/228	254/248	283/274	427/421
	Peso NKE SS	[kg]	273/267	302/296	333/327	364/355	-/-
Datos NK	l1	[mm]	1250	1250	1250	1250	1600
	l2	[mm]	205	205	205	205	270
	l3	[mm]	840	840	840	840	1060
	b1	[mm]	430	430	430	430	530
	b2	[mm]	540	540	540	540	660
	b3	[mm]	490	490	490	490	600
	d	[mm]	24	24	24	24	28
	a2	[mm]	75	75	75	75	75
	h	[mm]	80	80	80	80	100
	h3	[mm]	260	260	260	265	305
	h4 ¹⁾	[mm]	457/619	457/637	457/637	523/664	610/-
	Número de bancada		6	6	6	6	8
	Diseño		B ²⁾	B ²⁾	B ²⁾	B	B ²⁾
	L NB	[mm]	343	343	343	343	343
L NB SS	[mm]	343	343	343	343	343	
h1	[mm]	-	-	-	-	-	
G1	[mm]	164	164	164	164	164	
G2	[mm]	172	172	172	172	172	
m1	[mm]	-	-	-	-	-	
m2	[mm]	-	-	-	-	-	
n1	[mm]	-	-	-	-	-	
n2	[mm]	-	-	-	-	-	
b	[mm]	-	-	-	-	-	
s1	[mm]	-	-	-	-	-	
H	[mm]	160	160	160	180	200	
LB ¹⁾	[mm]	478/449	478/461	518/499	602/525	659/-	
AD ¹⁾	[mm]	197/359	197/377	197/377	258/399	305/-	
AG ¹⁾	[mm]	165/296	165/296	165/296	152/328	260/-	
LL ¹⁾	[mm]	165/410	165/410	165/410	132/456	192/-	
P	[mm]	350	350	350	350	400	
C	[mm]	108	108	108	121	133	
B	[mm]	210	210	254	241	305	
A	[mm]	254	254	254	279	318	
K	[mm]	15	15	15	15	19	
Peso NB ¹⁾	[kg]	129/177	139/206	158/237	187/268	275/-	
Peso NB SS ¹⁾	[kg]	136/184	145/213	165/244	194/275	281/-	

1) Dimensión de la bomba con un motor de gama alta/convertidor de frecuencia integrado.

2) Son necesarios bloques de apoyo debido a las dimensiones P, h1 y H.

Nota: Para obtener más información sobre bancadas, ver página 270.

8 • GRUNDFOS SMART DIGITAL DOSING™

DDA – SMART Digital Series Pumps (0.0007 to 8 gph)



The DDA SMART Digital dosing series represents the latest generation in Digital Dosing pumps from Grundfos. Its impressive intelligence and decision making capabilities go beyond any existing metering pump technology in the market.

The DDA can not only inject chemicals and verify injection; it can also measure valuable data such as flow or pressure. The pump can then diagnose the operation status based on the relationship between the diaphragm displacement and the pressure inside the head. The pump is so smart it can tell you if there are air bubbles inside the head. This technology goes even further. Thanks to its impressive logic capabilities, the DDA can make decisions to display and/or correct failures such as overpressure, valve leaks or air bubbles.

Smooth and Continuous Dosing

Ensures an optimum mixing ratio at the injection point without the need for additional accessories, such as static mixers. It also provides significant reduction of pressure peaks, preventing mechanical stress on wearing parts such as diaphragm, tubing, and connections, resulting in less maintenance required.

Full Stroke Length at All Times

The pump always operates at full stroke length, irrespective of the capacity set; this ensures maximum volume displacement per stroke, optimum accuracy, easy priming and improved suction.

Up to 3000:1 Turndown Ratio

The Digital Dosing range is designed to give you superior flexibility and accuracy even when dosing very small volumes.

Maximum Capacity Setting

With the DDA series you decide what the maximum capacity should be. You can select any value within the performance range of each model and the pump will redefine the injection speed and adjust the operation scale within that range. So you only need a few models to cover multiple applications.

Anti-Cavitation / SlowMode

The variable speed of DDA pumps facilitates a unique anti-cavitation function for high viscosity liquids. This function provides slower suction speed (50 or 25% of the maximum speed), ensuring optimal priming and pumping of even the most difficult liquids.

Flow Monitoring

The DDA FCM pump can precisely measure and display the actual dosing flow. Via the analog 0/4-20 mA output, the actual flow signal can easily be integrated in any process control system, without needing additional measurement equipment.

Pressure Monitoring

The integrated pressure sensor measures the actual pressure of the system, which is shown in the display. In case of an overpressure situation, the pump will stop injecting, generate an alarm on the display and trigger a relay. The pressure can also be monitored via the 4-20 mA signal output.

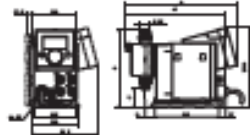
AutoFlowAdapt

The DDA FCM pump can recognize pressure fluctuations on the discharge line and adapt the speed to compensate the injection, maintaining a constant feeding set point.



Dimensions [Inches (mm)]

	DDA 7.5	DDA 12	DDA 17	DDA 30
A	11 (280)	11 (280)	11.61 (295)	
B	7.72 (196)	7.89 (200.5)	8.05 (204.5)	
C	1.83 (46.5)	1.55 (39.5)	1.39 (35.5)	
D	0.94 (24)	0.94 (24)	1.51 (38.5)	



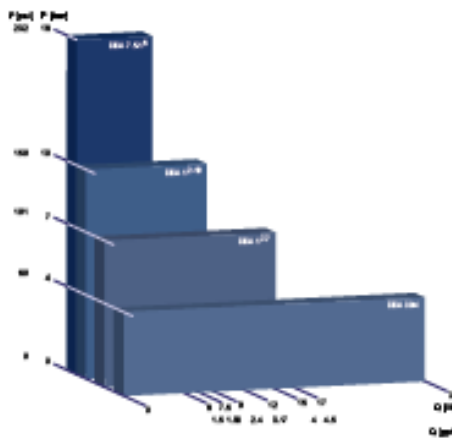
Product Range and Performance Data

Pump type	Capacity	DDA 7.5-16	DDA 12-10	DDA 17-7	DDA 30-4
Capacity at max. pressure	g/h (l/h)	1.98 (7.5)	3.17 (12)	4.5 (17)	8 (30)
Max. pressure	psi (bar)	232 (16)	150 (10)	101.5 (7)	60 (4)
Setting range		3000:1	1000:1	1000:1	1000:1

Stroke frequency	spm	190	155	205	180
Suction lift: primed/dry	ft (m)	19.6 (6)/6.5 (2)	19.6 (6)/9.8 (3)	19.6 (6)/9.8 (3)	19.6 (6)/6.5 (2)
Viscosity (slow mode)*	cps	2500/50	2500/300	2000/300	1500/150
Power supply	V, Hz	100-240 V 50/60 Hz	100-240 V 50/60 Hz	100-240 V 50/60 Hz	100-240 V 50/60 Hz
Accuracy	%	+/-1	+/-1	+/-1	+/-1

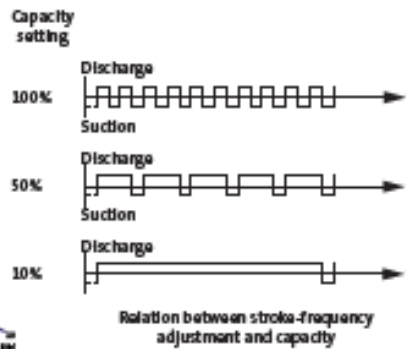
* With Spring-Loaded valves

Performance Range

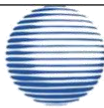


Functional Description

DDA's electronically controlled variable-speed stepper motor provides optimum control of the stroke speed.



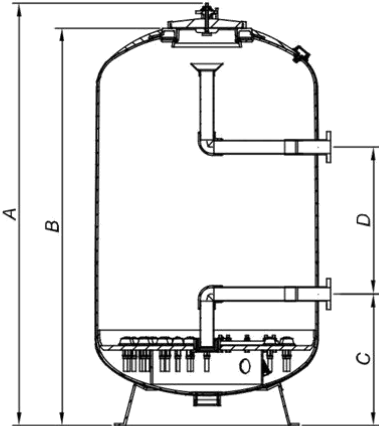
6.2.FILTROS DE ARENA SÍLEX




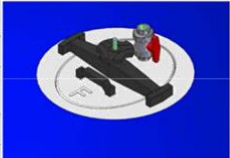
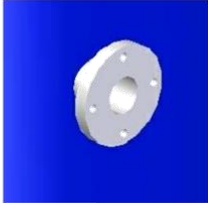
FIBERPOOL
Internacional, S.L.

Filtros bobinados de poliéster para 1,2 m de lecho filtrante, con placa de crepinas
Bobbin wound polyester filters, 1,2 m bed depth, with nozzle plate.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE DISEÑO. GENERAL DESIGN FEATURES.		Materiales / Materials	
Diámetro Diameter	1050 - 1200 - 1400 - 1600 - 1800 - 2000 - 2350 - 2500 - 3000	Barrera de depósito Inner liner	Poliéster reforzado con fibra de vidrio. Polyester + fiberglass bobbin wound filter.
Presión máx. de servicio Max. service pressure	4.8 BAR	Bobinado Winding	Bobinado helicoidal y radial con hilo de fibra de vidrio y resina ortofóptica a base de DCPD pigmentada. Filament winding process with fiberglass and pigmented DCPD orthofalic resin.
Presión máx. admisible Max. Pressure	6 BAR	Conexiones Connections	Brida laminada. Standard DIN 2501. Laminated flange. DIN 2501 Standard.
Presión de Prueba Test Pressure	9 BAR	Acceso superior Top man hole	Tapa oval de poliéster inyectado reforzado con fibra de vidrio. 420x335mm. Polyester reinforced with fiberglass oval manhole. 420x335mm.
Temp. Máx. de trabajo Max. working temp.	40°C 104°F	Difusor / Diffusor	PVC PN10 / ABS / PRFV
		Colector / Nozzle plate	PVC PN10 / PRFV / PP
		Desagüe / Water outlet	PVC PN10 / ABS / PPRFV
		Cáncamos de elevación según DIN 580 a partir de filtros Ø1800. DIN 580 eyebolts in filters from Ø1800.	





Características técnicas / Technical Characteristics										
	1050	1200	1400	1600	1800	2000	2350	2500	3000	
Brida / Flange	63 / 75 / 90	75 / 90	75 / 90 / 110	90 / 110 / 125	90/110 / 125/140	110 / 125 / 140 / 160	125 / 140 / 160 / 200	140 / 160 / 200 / 225	160 / 200 / 225 / 250	
A	2259	2330	2304	2399	2430	2476	2800	2700	2870	
B	2132	2190	2177	2272	2290	2350	2665	2560	2740	
C	675	725	735	780	810	810	980	1080	1175	
D	820	810	815	850	820	800	820	550	550	
Area de Filtr. (m ²)	0,86	1,13	1,54	2,01	2,54	3,14	4,33	4,90	7,07	
Peso/Weight (kg)	215	245	310	370	425	495	670	875	-	
Sílex 0.4-0.8 (kg)	1425	1875	2550	3325	4200	5175	7150	8100	11675	
Sílex 1-2 (kg)	150	175	250	325	375	475	650	750	1050	
OPCIONES OPTIONAL	Posible montaje con boca lateral oval, Ø400 o Ø500, según filtro. Oval side man hole, Ø400 and Ø500 side man hole available depending on the filter size.									
	Recubrimiento resistente al ozono. Special internal coating for ozone treatment.									
	Apto para contacto alimentario. Suitable resin for food grade.									
	Conexión inferior 2" para lavado con aire. 2" connection for air backwash.									
	Certificado de prueba hidráulica auditado por entidades externas. A third party hydraulic test certification.									

FIBERPOOL INTERNACIONAL S.L. Tel.93 818 00 16 Fax. 93 818 07 18 <http://www.fiberpool.com> fiberpool@fiberpool.com

6.3. FILTROS DE CARTUCHO



Los filtros multicartuchos de Hidro-Water, están fabricados en acero inoxidable AISI 316 de alta calidad y un avanzado diseño, siendo capaces de soportar ambientes agresivos y mejorar el funcionamiento general de la instalación.

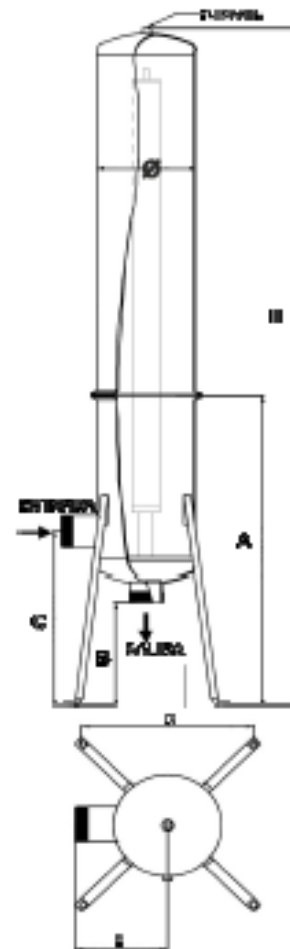
Se utilizan para un gran abanico de aplicaciones como: químicas y petroquímicas, lácteas, agua potable, desalinización, agroalimentaria, electrónica, bebidas, farmacéuticas, papel, agua residual...

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



- Material: AISI 316 EN 1.4404
- Terminado: Chorroado cerámico
- Junta: EPDM
- Presión máxima: 10 bar
- Temperatura máxima: 80°C
- Tipo de cartuchos: DOE
- Purga de aire: 1/2"
- Drenaje: 1/2"

	FILTRO 7X40		FILTRO 15X40		
CÓDIGO	FI-0215-01	FI-0215-02	FI-0215-03	FI-0215-04	FI-0216-06
MODELO	3X40	3X40	7X40	7X40	15X40
CONEXIÓN	2" BSPT	2" BSPT	2 1/2" BSPT	2 1/2" BSPT	DN100 PN10
CAUDAL MÁX.(m3/h)	7,5	15	17	35	65
Nº CARTUCHOS	3	3	7	7	15
LARGO CARTUCHOS	20"	40"	20"	40"	40"
PESO (KGS)	20	22	27	27	80
ALTURA H (mm.)	1200	1600	1190	1610	1440
DIAMETRO (mm.)	168	168	220	220	324
A (mm.)	715	715	715	715	-
B (mm.)	250	250	245	245	300
C (mm.)	410	410	410	410	550
D (mm.)	320	320	355	355	385
E (mm.)	150	150	190	190	277



Marcado CE no aplicable conforme la directiva Europea de Equipos a Presión 97/23/CE.
Los filtros sólo pueden usarse con los fluidos y condiciones establecidas en dicha directiva.



CARTUCHOS FILTRANTES COMPACTOS PURTRESX

Cartuchos compactos de polipropileno estrusionado

- Homologado por la FDA Grado Alimentario

- Mayor vida útil y gran capacidad de retención

- Compatible con un gran número de agentes químicos



CÓDIGO	LONGITUD	FILTRACIÓN	CAUDAL (L/D)	UNIDADES CAJA	FAMILIA
CA-1222-01	9.34"	1µm	700	40	A
CA-1222-02	9.34"	5µm	900	40	A
CA-1222-03	9.34"	20µm	1000	40	A
CA-1222-04	9.34"	50µm	1000	40	A
CA-1224-01	20"	1µm	1400	20	A
CA-1224-02	20"	5µm	1800	20	A
CA-1226-02	30"	5µm	2700	20	A
CA-1228-01	40"	1µm	2800	20	A
CA-1228-02	40"	5µm	3600	20	A

6.4.MEMBRANAS



Product Data Sheet

DOW FILMTEC™ ECO PRO-440i Element

Description

Ideal for reverse osmosis plant managers and operators dealing with controlled pre-treatment waters and seeking advanced membrane treatment with high water purity and low energy consumption.

DOW FILMTEC™ ECO PRO-440i:

- Offers high salt-rejection at low pressure
- Delivers excellent silica, boron, nitrate, TOC and ammonium rejection
- Provides increased active area with the most effective cleaning performance, robustness and durability due to its widest cleaning pH range (1-13) and chemical tolerance and the support of Dow technical representatives
- Includes iLEC™ interlocking end caps, reducing system operating costs and the risk of o-ring leaks that can cause poor water quality



Product Type

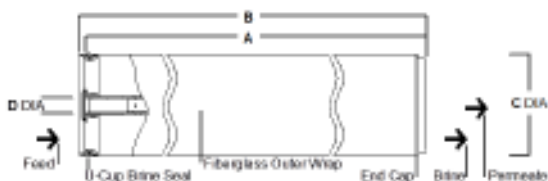
Spiral-wound element with polyamide thin-film composite membrane

Product Specifications

DOW FILMTEC™ Element	Active Area (ft²) (m²)		Feed Spacer Thickness (mil)	Permeate Flow Rate (GPD) (m³/d)		Typical Stabilized Salt Rejection (%)	Minimum Salt Rejection (%)
ECO PRO-440i	440	41	28	12,650	48	99.7	99.4

1. Permeate flow and salt (NaCl) rejection based on the following standard test conditions: 2,000 ppm NaCl, 150 psi (10.3 bar), 77°F (25°C), pH 8, 15% recovery.
2. Flow rates for individual elements may vary but will be no more than ±15%.
3. Stabilized salt rejection is generally achieved within 24-48 hours of continuous use, depending upon feedwater characteristics and operating conditions.
4. Sales specifications may vary as design revisions take place.
5. Active area guaranteed ±3%. Active area as stated by Dow Water & Process Solutions is not comparable to nominal membrane area often stated by some manufacturers. Measurement method described in Form No. 800-00404.

Element Dimensions



DOW FILMTEC™ Element	A		B		C		D	
	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)	(in.)	(mm)
ECO PRO-440i	40.0	1,016	40.5	1,029	7.9	201	1.125 ID	29 ID

1. Refer to Dow Water & Process Solutions Design Guidelines for multiple-element applications. 1 inch = 25.4 mm
2. Element to fit nominal 8-inch (203-mm) I.D. pressure vessel.
3. Individual elements with iLEC endcaps measure 40.5 inches (1,029 mm) in length (B). The net length (A) of the elements when connected is 40.0 inches (1,016 mm).

Operating and Cleaning Limits

Maximum Operating Temperature *	113°F (45°C)
Maximum Operating Pressure	600 psig (41 bar)
Maximum Element Pressure Drop	15 psig (1.0 bar)
pH Range, Continuous Operation *	2 – 11
pH Range, Short-Term Cleaning (30 min.) ^b	1 – 13
Maximum Feed Silt Density Index (SDI)	SDI 5
Free Chlorine Tolerance ^c	< 0.1 ppm

*Maximum temperature for continuous operation above pH 10 is 90°F (32°C).

^bRefer to Cleaning Guidelines in specification sheet 809-20010.

^cUnder certain conditions, the presence of free chlorine and other oxidizing agents will cause premature membrane failure. Since oxidation damage is not covered under warranty, Dow Water & Process Solutions recommends removing residual free chlorine by pretreatment prior to membrane exposure. Please refer to technical bulletin "[Dechlorination Factsheet](#)" for more information.

Additional Important Information

Before use or storage, review these additional resources for important information:

- [Usage Guidelines for DOW FILMTEC™ 8" Elements](#)
- [System Operation- Initial Start-Up](#)

Regulatory Note

These membranes may be subject to drinking water application restrictions in some countries; please check the application status before use and sale.

Product Stewardship

Dow has a fundamental concern for all who make, distribute, and use its products, and for the environment in which we live. This concern is the basis for our product stewardship philosophy by which we assess the safety, health, and environmental information on our products and then take appropriate steps to protect employee and public health and our environment. The success of our product stewardship program rests with each and every individual involved with Dow products—from the initial concept and research, to manufacture, use, sale, disposal, and recycle of each product.

Customer Notice

Dow strongly encourages its customers to review both their manufacturing processes and their applications of Dow products from the standpoint of human health and environmental quality to ensure that Dow products are not used in ways for which they are not intended or tested. Dow personnel are available to answer your questions and to provide reasonable technical support.

DOW FILMTEC™ Membranes Contact Dow Water & Process Solutions:

North America: 1-800-447-0369
Latin America: (+52) 11-5199-3222
Europe: +003-3-694-0367
Italy: +003-703-4025
South Africa: +0026-26-5076
Pacific: +001-7776-7776
China: +0086-021-3920

<http://www.dowwaterandprocess.com>

Notice: The use of this product in and of itself does not necessarily guarantee the removal of cysts and pathogens from water. Effective cyst and pathogen reduction is dependent on the complete system design and on the operation and maintenance of the system.

NOTICE: No freedom from infringement of any patent owned by Dow or others is to be inferred. Because use conditions and applicable laws may differ from one location to another and may change with time, Customer is responsible for determining whether products and the information in this document are appropriate for Customer's use and for ensuring that Customer's workplace and disposal practices are in compliance with applicable laws and other government enactments. The product shown in this literature may not be available for sale and/or available in all geographies where Dow is represented. The claims made may not have been approved for use in all countries. Dow assumes no obligation or liability for the information in this document. References to "Dow" or the "Company" mean the Dow legal entity selling the products to Customer unless otherwise expressly noted. NO WARRANTIES ARE GIVEN; ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED.



6.5.TUBOS DE PRESIÓN



CODELINE® - OCTA 80S SERIES 8 INCH SIDE ENTRY MEMBRANE HOUSING WITH OCTA TECHNOLOGY FOR RO APPLICATION

MEMBRANE HOUSING DATASHEET

ARTICLE CODE: 80515, 80530, 80545, 80560, 805100, 805120, 805119 (MC), 80520 (MC), 80543 (MC), 80560 (MC)

GENERAL INFORMATION

CodeLine OCTA 80S Series is membrane housing of 8" diameter with side entry design with OCTA Technology. This is used for commercial, municipal and industrial RO applications. Vessel models are available upto a maximum operating pressure of 150 PSI, 300 PSI, 450 PSI, 600 PSI, 1000 PSI & 1200 PSI with multiport connectivity. These are made up of epoxy / glass composite to meet the demands of long term and continuous use in RO processes. CodeLine OCTA 80S Series vessels can accommodate any standard 8" membrane element.

* Standard element length - 40" long

CERTIFICATIONS

- CodeLine 80S non-coded, CE certified, NSF certified
- CodeLine 80S coded, ASME code compliant, CE certified, NSF certified
- Contact us for (DWI) certified products

THE OCTA TECHNOLOGY - AN OVERVIEW

The Background. The conventional internal shape for a membrane housing is considered as a round shape, but use of a round shape with multiple side ports provides a higher probability of side port leakage. Hence, the research background was that how to fit a flat surface in a circular membrane housing with multiple side ports.

The Research. Research with various possibilities proved that an OCTAGON is the best shape to solve the problem of fitting of flat surface in a circular membrane housing. Hence, the technology named after OCTAGON as OCTA Technology.

The Theory & Explanation. Inside of industrial membrane housing made up of OCTAGONAL SHAPE can accommodate multiple side ports with the best fit surface. The reasons are explained as shown on the pictures.

The Conclusion. Successful execution showed that an Octagon, besides providing the best fit, would also allow for multiple sealing surfaces, each at certain intervals along with side port mounting. Apart from the above it will also provide the benefits like easy on-site service & maintenance with quick locking mechanism along with improved head sealing and integrally wound locking grooves. Thus, OCTA Technology sets a benchmark for manufacturing a membrane housings series using the unique "Octagonal Groove Forming Technique" and applicable for 8" membrane housings only.



Flat surface formed in the vessel shell - reduces center lining



Seal seated against a flat surface



Threaded side port seal seated on side port

ADVANCED FILTRATION

CODELINE® OCTA 80S SERIES

CODELINE® - OCTA 80S SERIES 8 INCH SIDE ENTRY MEMBRANE HOUSING WITH OCTA TECHNOLOGY FOR RO APPLICATION

MEMBRANE HOUSING DATASHEET

UNIQUE BENEFITS

- **Minimized Leakage:** The octagonal shape which is integrally formed provides a flat sealing surface for superior and reliable sealing of side ports
- **Easy Service & Maintenance:** The threaded side ports are easy to mount and allows quick & easy onsite maintenance and replacements reducing downtime
- **Quick Locking Mechanism:** The user friendly Quick Lock System eliminates the requirement of special tools for removal and lets easy access the membrane quickly
- **Improved Head Sealing:** Head seal which is captured in the head / sealing plate gives better sealing and avoids head seal to roll eliminating head leak defect
- **Integrally Wound Locking Groove:** Integrally wound locking groove gives enhanced end margin strength for better performance
- **Flexibility in permeate piping:** Standard permeate ports can be customised as special requirements
- **Reduced system cost:** Availability of Multiple Side port options for high flow rate cuts down the investments on expensive manifolds
- **Ultrapure / Sanitary Applications:** 80S Series can accommodate optionally a special designed sanitary connection for the coded models

UNIQUE FEATURES

- Mirror Finish ID for easy & quick loading and unloading of membranes
- Multi-porting options available with 1.5", 2.0" & 2.5" diameter for connecting vessels to each other
- Quick lock head retention system for quick access to membrane
- Exteriors coated with high gloss polyurethane paint for UV resistance
- Head seal is captured, hence doesn't roll during head assembly fitment
- Compatible for using in all water type application
- Available in ASME certified & CE marked models
- Available in ASME code compliant and non-coded models

CODELINE 80S SERIES SPECIFICATION*

Code Compliant

MODEL NUMBER	DRAWING NUMBER	MAX. OPERATING PRESSURE	MAX. OPERATING TEMPERATURE	QUALIFICATION PRESSURE	ELEMENT LENGTH
CODELINE 80S15	99159	150 PSI / 10 Bar	190 °F / 88 °C	900 PSI / 62 Bar	1-8
CODELINE 80S30	99160	300 PSI / 20 Bar	190 °F / 88 °C	1800 PSI / 126 Bar	1-8
CODELINE 80S45	99161	450 PSI / 31 Bar	190 °F / 88 °C	2700 PSI / 186 Bar	1-8
CODELINE 80S60	99162	600 PSI / 41 Bar	190 °F / 88 °C	3600 PSI / 248 Bar	1-8
CODELINE 80S100	99163	1000 PSI / 68 Bar	190 °F / 88 °C	6000 PSI / 413 Bar	1-8
CODELINE 80S120	99164	1200 PSI / 82 Bar	190 °F / 88 °C	7200 PSI / 496 Bar	1-8

Non-coded**

MODEL NUMBER	DRAWING NUMBER	MAX. OPERATING PRESSURE	MAX. OPERATING TEMPERATURE	QUALIFICATION PRESSURE	ELEMENT LENGTH
CODELINE 80S15 NC	99171	150 PSI / 10 Bar	190 °F / 88 °C	900 PSI / 62 Bar	1-8
CODELINE 80S30 NC	99172	300 PSI / 20 Bar	190 °F / 88 °C	1800 PSI / 126 Bar	1-8
CODELINE 80S45 NC	99173	450 PSI / 31 Bar	190 °F / 88 °C	2700 PSI / 186 Bar	1-8
CODELINE 80S60 NC	99174	600 PSI / 41 Bar	190 °F / 88 °C	3600 PSI / 248 Bar	1-8

Any make of 8" nominal diameter spiral-wound element is easily accommodated.

* Specifications are subjected to change without prior notice (for more details refer to model specific engineering drawing)

** 80S Non-coded series cannot be ASME stamped

ADVANCED FILTRATION

CODELINE® OCTA 80S SERIES

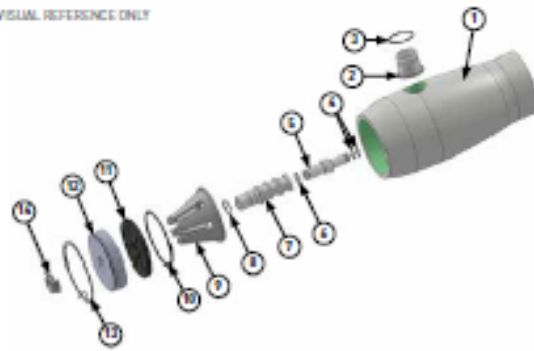
CODELINE® - OCTA 80S SERIES

8 INCH SIDE ENTRY MEMBRANE HOUSING WITH OCTA TECHNOLOGY FOR RO APPLICATION

MEMBRANE HOUSING DATASHEET

EXPLODED VIEW & DETAILS (CODED MODELS)

A GENERIC VIEW FOR VISUAL REFERENCE ONLY



PARTS TABLE

DRG REG	QTY	DESCRIPTION	MATERIAL	80S15	80S30	80S45	80S60	80S100	80S120
				PART NUMBER	PART NUMBER	PART NUMBER	PART NUMBER	PART NUMBER	PART NUMBER
1	1	Shell	Filament Wound Epoxy / Glass composites, Head Locking grooves integrally wound in place.	Order section	Order section	Order section	Order section	Order section	Order section
2	AR	F / C Part	CF3M / CDMWCuN	CF3M	CF3M	CF3M	CF3M	CDMWCuN	CDMWCuN
3	AR	F / C Part Seal	Ethylene Propylene	As required	As required	As required	As required	As required	As required
4	4	PWT Seal	Ethylene Propylene - O Ring	As required	As required	As required	As required	As required	As required
5	2	Adapter	Engineering Thermoplastic	As required	As required	As required	As required	As required	As required
6	2	Adapter Seal	Ethylene Propylene - O Ring	45315	45315	45315	45315	45315	45315
7	2	Permeate Port	Engineering Thermoplastic	96162	96162	96162	96162	96162	96162
8	2	Permeate Port Seal	Ethylene Propylene - O Ring	45312	45312	45312	45312	45312	45312
9	1	Thruval Cone	Engineering Thermoplastic	96163	96163	96163	96163	96163	96163
10	2	Head Seal	Ethylene Propylene - O Ring	96000	96000	96000	96000	96000	96000
11	2	Sealing Plate	Engineering Thermoplastic	96160	96160	96160	96160	96160	96160
12	2	Bearing Plate	6061-T6 Aluminum Alloy - Hard Anodized	96156	96156	96157	96157	96158	96158
13	2	Retaining Ring	316 Stainless Steel	47336	47336	47336	47336	47336	47336
14	2	Port Nut	Engineering Thermoplastic	45066	45066	45066	45066	45066	45066
15*	AR	Saddle	Engineering Thermoplastic	52169	52169	52169	52169	52169	52169
16*	AR	Strap Assembly	304 Stainless Steel - PVC Cushion	45042	45042	45042	45042	45042	45042
17*	AR	Strap Screw	316-18 UNC, 18-8 Stainless Steel	46265	46265	46265	46265	46265	46265

* Not shown in the exploded view

ADVANCED FILTRATION

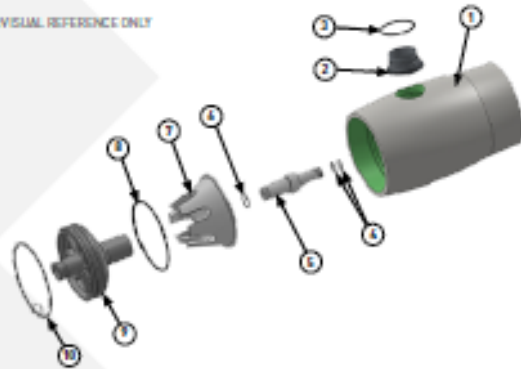
CODELINE® OCTA 80S SERIES

CODELINE® - OCTA 80S SERIES 8 INCH SIDE ENTRY MEMBRANE HOUSING WITH OCTA TECHNOLOGY FOR RO APPLICATION

MEMBRANE HOUSING DATASHEET

EXPLODED VIEW & DETAILS (NON-CODED MODELS)

A GENERIC VIEW FOR VISUAL REFERENCE ONLY



PARTS TABLE

DRG REG	QTY	DESCRIPTION	MATERIAL	80S15 NC	80S30 NC	80S45 NC	80S60 NC
				PART NUMBER	PART NUMBER	PART NUMBER	PART NUMBER
1	1	Shell	Filament Wound Epoxy / Glass composites. Head Locking grooves integrally wound in place.	Order section	Order section	Order section	Order section
2	AR	F / C Port	CF3M	As required	As required	As required	As required
3	AR	F / C Port Seal	Ethylene Propylene	As required	As required	As required	As required
4	4	PWT Seal	Ethylene Propylene - O Ring	As required	As required	As required	As required
5	2	Adapter	Engineering Thermoplastic	As required	As required	As required	As required
6	2	Adapter Seal	Ethylene Propylene - O Ring	52265	52265	52265	52265
7	1	Throat Cone	Engineering Thermoplastic	97014	97014	97014	97014
8	2	Head Seal	Ethylene Propylene - O Ring	96000	96000	96000	96000
9	2	Elliptical Head Sub Assembly	Engineering Thermoplastic	96267	96263	96268	96264
10	2	Retaining Ring	316 Stainless Steel	67336	67336	67336	67336
11*	AR	Saddle	Engineering Thermoplastic	52169	52169	52169	52169
12*	AR	Strap Assembly	304 Stainless Steel - PVC Cushion	45042	45042	45042	45042
13*	AR	Strap Screw	3/16-18 UNC, 18-8 Stainless Steel	66265	66265	66265	66265

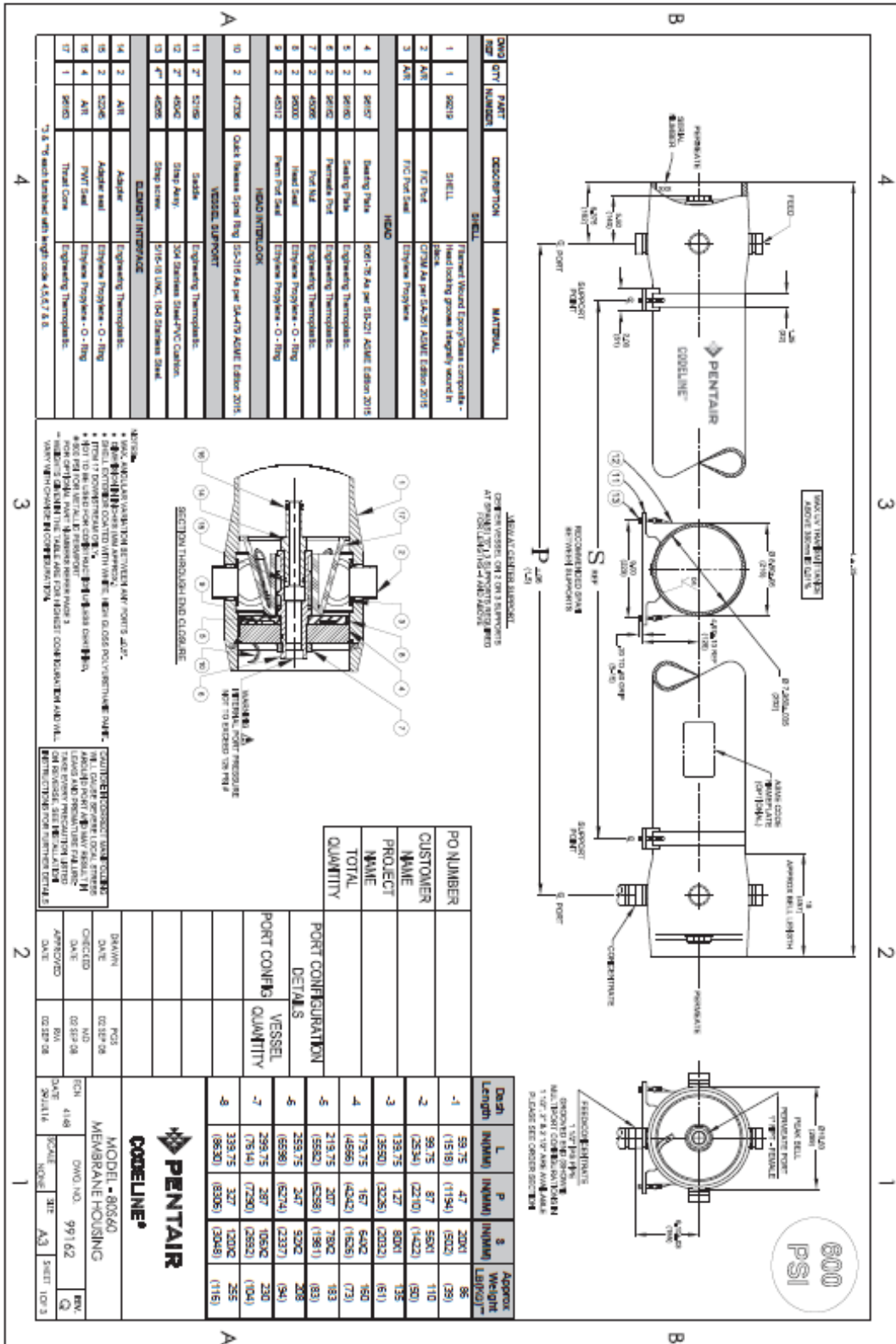
* Not shown in the exploded view



CODELINE®

PENTAIR WATER INDIA PVT. LTD. I / 57 - 55, VERNA INDUSTRIAL ESTATE, VERNA, GOA, INDIA - 401 722 WWW.CODELINE.COM

Note: The information and data contained in this document are based on our general experience and are believed to be correct. They are given in good faith and are intended to provide a guideline for the selection and use of our products. Since the conditions under which our products may be used are beyond our control, this information does not imply any guarantee of final product performance and we cannot accept any liability with respect to the use of our products. The quality of our products is guaranteed under our conditions of sale. Existing industrial property rights must be observed.
DS CODELINE OCTA 80S SERIES EN 2015 © 2015 Pentair All Rights Reserved.



6.6.CONDUCCIONES

Tubos de acero inoxidable con soldadura

CALIDADES:

304-304 L
316-316 L
321 bajo consulta

FORMA DE SUMINISTRO: Los tubos se suministrarán recocidos y decapados en longitudes estándar de 6 m.

Ø Est. en mm.	Espesor pared en mm.	Peso en Kg.	Ø Est. en mm.	Espesor pared en mm.	Peso en Kg.
6	1,0	0,13	30	1,0	0,73
8	1,0	0,18		1,2	0,87
10	1,0	0,23		1,5	1,08
12	1,0	0,28		2,0	1,41
	1,0	0,30		2,5	1,73
13	1,2	0,36	32	1,0	0,78
	1,5	0,46		1,2	0,93
14	1,0	0,33		1,5	1,15
	1,2	0,39		2,0	1,51
	1,5	0,47	2,5	1,86	
15	1,0	0,35	33	1,0	0,81
	1,2	0,42		1,2	0,96
	1,5	0,51		1,5	1,19
1,0		0,38		2,0	1,56
16	1,2	0,45	2,5	1,92	
	1,5	0,55	3,0	2,27	
		1,0	0,43	35	1,0
1,2	0,51	1,2	1,02		
1,5	0,62	1,5	1,27		
	2,0	0,81	2,0		1,66
19	1,0	0,45	2,5		2,05
	1,2	0,54	3,0	2,42	
	1,5	0,66	38	1,0	0,93
		2,0		0,86	1,2
	1,0	0,48		1,5	1,38
1,2	0,57	2,0		1,81	
1,5	0,70	2,5		2,24	
20	2,0	0,91	3,0	2,65	
	1,0	0,53	40	1,0	0,98
	1,2	0,63		1,2	1,17
	1,5	0,77		1,5	1,45
	2,0	1,01		2,0	1,91
2,5	1,23	2,5		2,36	
22	1,0	0,55	3,0	2,80	
	1,2	0,66	43	1,0	1,06
	1,5	0,81		1,2	1,26
	2,0	1,06		1,5	1,57
2,5	1,29	2,0		2,07	
	1,0	0,60		2,5	2,55
25	1,2	0,72	3,0	3,02	
	1,5	0,89	44,5	1,0	1,10
	2,0	1,16		1,2	1,31
	2,5	1,42		1,5	1,62
1,0		0,68		2,0	2,14
28	1,2	0,81		2,5	2,64
	1,5	1,00	3,0	3,14	
	2,0	1,31			
	2,5	1,61			

Tubos de acero inoxidable con soldadura

Tubos y Accesorios Inoxidables

Tubos de acero inoxidable con soldadura

Tubos de acero inoxidable con soldadura

Tubos y Accesorios Inoxidables

Ø Ext. en mm.	Espesor pared en mm.	Peso en Kg.	Ø Ext. en mm.	Espesor pared en mm.	Peso en Kg.
51	1,0	1,26	103	1,5	3,84
	1,2	1,51		2,0	5,09
	1,5	1,87		2,5	6,33
	2,0	2,47		3,0	7,56
	2,5	3,05		104	2,0
53	3,0	3,63	2,5		6,39
	1,5	1,95	3,0		7,63
54	2,0	2,57	129	2,0	6,40
	2,5	3,18		2,5	7,97
	3,0	3,78		3,0	9,52
57	1,5	1,98	4,0	12,60	
	2,0	2,62	131	2,0	6,50
	2,5	3,24		2,5	8,09
3,0	3,85	3,0		9,67	
63,5	1,5	2,10	4,0	12,80	
	2,0	2,77	153	2,0	7,61
	2,5	3,43		2,5	9,48
3,0	4,08	3,0		11,34	
69	1,5	2,34	4,0	15,02	
	2,0	3,10	154	2,0	7,66
	2,5	3,84		2,5	9,54
3,0	4,57	3,0		11,41	
70	1,5	2,55	4,0	15,12	
	2,0	3,38	204	2,0	10,18
	2,5	4,19		2,5	12,69
3,0	4,99	3,0		15,19	
73	1,5	2,59	4,0	20,16	
	2,0	3,43	254	2,0	12,70
	2,5	4,25		2,5	15,84
3,0	5,06	3,0		18,97	
76	1,5	2,70	4,0	25,19	
	2,0	3,58	255	2,0	12,75
	2,5	4,44		2,5	15,90
3,0	5,29	3,0		19,05	
83	1,5	2,82	4,0	25,20	
	2,0	3,73	304	2,0	15,22
	2,5	4,63		2,5	18,99
3,0	5,52	3,0		22,75	
84	1,5	3,08	4,0	30,23	
	2,0	4,01	306	2,0	15,22
	2,5	5,07		2,5	19,12
3,0	6,05	3,0		22,90	
84	1,5	3,12	4,0	30,44	
	2,0	4,13	354	2,0	17,74
	2,5	5,13		2,5	22,14
3,0	6,12	3,0		26,53	
			4,0	35,27	
			355	2,0	17,79
				2,5	22,20
				3,0	26,61
			4,0	37,37	

Tubos de acero inoxidable sin soldadura

Según ASTM A312

Dimensiones Schedule según ANSI B36.19 y B36.10
Calidades: AISI 304, 304L, 316, 316L

NPS	(OD) mm	±	ES	ES 45	ES 65	ES 90	ES 120	ES 150
1/8"	10,29		1,34	1,73	1,73	2,48	2,41	
			0,30	0,37	0,37	0,47	0,47	
1/4"	13,72		1,45	2,34	2,24	3,02	3,02	
			0,40	0,64	0,64	0,82	0,82	
3/8"	17,15		1,45	2,31	2,31	3,30	3,20	
			0,40	0,87	0,87	1,12	1,12	
1/2"	21,3	1,65	2,11	2,77	2,77	3,75	3,73	7,47
		0,81	1,02	1,29	1,29	1,64	1,64	3,29
3/4"	26,7	1,65	2,11	2,87	2,87	3,91	3,91	7,82
		1,03	1,30	1,71	1,71	2,23	2,23	3,69
1"	33,4	1,65	2,77	3,28	3,28	4,35	4,55	9,09
		1,31	2,03	2,54	2,54	3,29	3,29	5,53
1 1/4"	42,2	1,65	2,77	3,54	3,54	4,85	4,85	9,70
		1,67	2,33	3,44	3,44	4,53	4,53	7,88
1 1/2"	48,3	1,65	2,77	3,48	3,48	5,08	5,08	10,16
		1,93	3,16	4,11	4,11	5,49	5,49	9,69
2"	60,3	1,65	2,77	3,91	3,91	5,54	5,54	11,07
		2,42	3,99	5,52	5,52	7,60	7,60	13,65
2 1/2"	73,0	2,11	3,05	5,14	5,14	7,01	7,01	14,02
		3,75	5,34	8,77	8,77	11,59	11,59	20,72
3"	88,9	2,11	3,05	5,40	5,40	7,62	7,62	15,24
		4,59	6,36	11,47	11,47	15,51	15,51	28,11
3 1/2"	101,6	2,11	3,05	5,74	5,74	8,08	8,08	16,15
		5,25	7,32	13,78	13,78	18,92	18,92	34,56
4"	114,3	2,11	3,05	6,02	6,02	8,56	8,56	17,12
		5,93	8,33	16,32	16,32	22,66	22,66	41,66
5"	141,3	2,77	3,40	6,55	6,55	9,98	9,53	19,05
		9,61	11,74	22,10	22,10	31,44	31,44	58,31
6"	168,3	2,77	3,40	7,11	7,11	10,91	10,91	21,95
		11,47	14,04	28,69	28,69	43,21	43,21	80,43
8"	219,1	2,77	3,76	8,18	8,18	12,70	12,70	23,23
		15,00	20,27	43,20	43,20	65,63	65,63	109,57
10"	273,1	3,40	4,19	9,27	9,27	12,70	15,06	25,40
		22,95	28,20	61,22	61,22	82,80	97,27	157,51
12"	323,9	3,96	4,57	9,53	10,31	12,70	17,46	25,40
		31,72	36,54	75,01	80,94	98,95	133,88	189,82
14"	355,6	3,96	4,70	9,53	11,13	12,70	19,05	
		34,86	41,99	82,58	96,03	109,08	160,54	
16"	406,4	4,19	4,70	9,53	12,70	12,70	21,41	
		43,20	48,07	94,70	125,20	125,20	206,40	
18"	457,20	4,19	4,70	9,53	14,27	12,70	23,80	
		47,46	54,15	104,83	158,27	141,25	258,29	
20"	508,00	4,70	5,54	9,53	15,06	12,70	26,19	
		60,23	69,70	118,95	185,89	157,51	315,97	
24"	558,80	5,54	6,35	9,53	17,46	12,70	30,94	
		83,80	95,92	143,20	258,74	260,21	389,20	

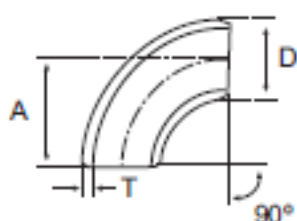
Tubos de acero inoxidable sin soldadura

Tubos y Accesorios Inoxidables

Accesorios

CODOS ANSI CON SOLDADURA

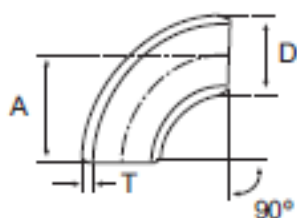
Codo 90 ANSI Schedule 10



DN	D mm	T mm	A+R mm	Peso kg/ks
1/2"	21,34	2,11	38,10	0,06
3/4"	26,67	2,11	28,60	0,06
1"	33,40	2,77	38,10	0,13
1.1/4"	42,20	2,77	47,60	0,21
1.1/2"	48,26	2,77	57,20	0,29
2"	60,30	2,77	76,20	0,49
2.1/2"	73,02	3,05	95,25	0,80
3"	88,90	3,05	114,30	1,17
4"	114,30	3,05	152,40	2,03
5"	141,30	3,40	190,50	3,51
6"	168,30	3,40	228,60	4,88
8"	219,10	3,76	304,08	9,50

Acero Inoxidable EN 1.404 / 316 L
Acero Inoxidable EN 1.4307 / 304 L

Codo 90 ANSI Schedule 40

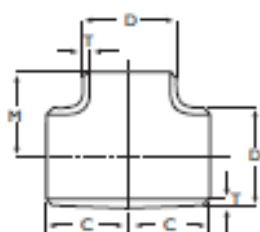


DN	D mm	T mm	A+R mm	Peso kg/ks
1/2"	21,34	2,77	38,10	0,08
3/4"	26,67	2,87	28,45	0,09
1"	33,40	3,38	38,10	0,16
1.1/4"	42,20	3,56	47,75	0,25
1.1/2"	48,26	3,68	57,15	0,40
2"	60,30	3,91	76,20	0,71
2.1/2"	73,02	5,16	95,25	1,34
3"	88,90	5,49	114,30	2,18
4"	114,30	6,02	152,40	4,16
5"	141,30	6,55	190,50	6,85
6"	168,30	7,11	228,60	10,87
8"	219,10	8,18	304,08	21,52

Acero Inoxidable EN 1.404 / 316 L

TES ANSI

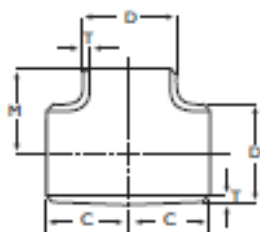
TE Schedule 10



DN	D mm	T mm	M mm	C mm	Peso kg/lt.
1/2"	21,34	2,11	25,40	25,40	0,09
3/4"	26,67	2,11	28,70	28,70	0,13
1"	33,40	2,77	38,10	38,10	0,25
1.1/4"	42,20	2,77	47,60	47,75	0,46
1.1/2"	48,26	2,77	57,20	57,15	0,61
2"	60,30	2,77	63,50	63,50	0,80
2.1/2"	73,02	3,05	76,20	76,20	1,16
3"	88,90	3,05	85,70	85,85	1,58
4"	114,30	3,05	104,80	104,90	2,35
5"	141,30	3,40	123,80	123,95	3,86
6"	168,30	3,40	142,90	143,00	5,45
8"	219,10	3,76	177,80	177,80	8,50

Acero Inoxidable EN 1.4404 / 316 L
Acero Inoxidable EN 1.4307 / 304 L

TE Schedule 40



DN	D mm	T mm	M mm	C mm	Peso kg/lt.
1/2"	21,34	2,77	25,40	25,40	0,10
3/4"	26,67	2,87	28,70	28,70	0,17
1"	33,40	3,38	38,10	38,10	0,29
1.1/4"	42,20	3,56	47,60	47,75	0,58
1.1/2"	48,26	3,68	57,20	57,15	0,86
2"	60,30	3,91	63,50	63,50	1,28
2.1/2"	73,02	5,16	76,20	76,20	2,02
3"	88,90	5,49	85,70	85,85	3,31
4"	114,30	6,02	104,80	104,90	5,27
5"	141,30	6,55	123,80	123,95	9,40
6"	168,30	7,11	142,90	143,00	10,59
8"	219,10	8,18	177,80	177,80	20,88

Acero Inoxidable EN 1.4404 / 316 L

CONDUCCIÓN AGUA POTABLE Y ACOMETIDAS

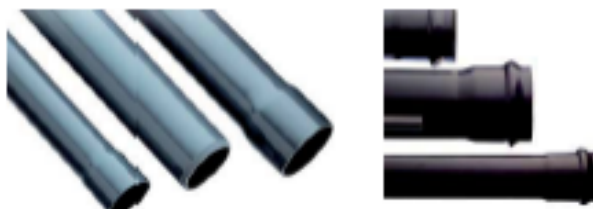
101. TUBOS DE PVC CONDUCCIÓN AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO POR IMPULSIÓN

TUBERÍA PVC PRESIÓN



FAM. 050

Tuberías abocardadas y biseladas. Unión por encolado o junta elástica. Conforme a la norma UNE-EN 1452 y con certificado AENOR de producto. Color gris RAL 7011.



Ø Exterior (mm)	Espesor (mm)	PN bars	JUNTA ENCOLADA		JUNTA ELÁSTICA	
			Código	Código	Longitud (m)	
20	1,9	20	0502020000			5
25	2,3	20	0502520000			5
25	1,9	16	0502516002			5
32	2,4	16	0503216000			5
40	3,0	16	0504016000			5
50	3,7	16	0505016000			5
63	4,7	16	0506316000	0506321602		6
75	5,6	16	0507516002	0507521602		6
90	6,7	16	0509016002	0509021602		6
110	6,6	16	0511016002	0511021602		6
125	7,4	16	0512516002	0512521602		6
140	8,3	16	0514016002	0514021602		6
160	9,5	16	0516016002	0516021602		6
180	10,7	16	0518016002	0518021602		6
200	11,9	16	0520016002	0520021602		6
250	14,8	16	0525016002	0525021602		6
315	18,7	16	0531516002	0531521602		6
400	23,7	16		0540021602		6
32	1,6	10	0503210001			5
40	1,9	10	0504010002			5
50	2,4	10	0505010000			5
63	3,0	10	0506310000	0506321002		6
75	3,6	10	0507510002	0507521002		6
90	4,3	10	0509010000	0509021002		6
110	4,2	10	0511010002	0511021002		6
125	4,8	10	0512510002	0512521002		6
140	5,4	10	0514010002	0514021002		6
160	6,2	10	0516010002	0516021002		6
180	6,9	10	0518010002	0518021002		6
200	7,7	10	0520010002	0520021002		6
250	9,6	10	0525010002	0525021002		6
315	12,1	10	0531510002	0531521002		6
400	15,3	10		0540021002		6
500	19,1	10		0550021002		6
630	24,1	10		0563021002		6
40	1,5	6	0504006001			5
50	1,6	6	0505006001			5
63	2,0	6	0506306000	0506326002		6
75	2,3	6	0507506002	0507526002		6
90	2,8	6	0509006002	0509026002		6
110	2,7	6	0511006002	0511026002		6
125	3,1	6	0512506002	0512526002		6
140	3,5	6	0514006002	0514026002		6
160	4,0	6	0516006002	0516026002		6
180	4,4	6	0518006002	0518026002		6
200	4,9	6	0520006002	0520026002		6
250	6,2	6	0525006002	0525026002		6
315	7,7	6	0531506002	0531526002		6
400	9,8	6		0540026002		6
500	12,3	6		0550026002		6
630	15,4	6		0563026002		6

CONDUCCIÓN AGUA POTABLE Y ACOMETIDAS

102 TUBOS DE PVC ORIENTADO

TUBERÍA PVC ORIENTADA

CUALIDADES Y VENTAJAS:

- Comportamiento elástico
- Gran resistencia al impacto
- Resistencia a la presión interna y a la deformación
- Mayor ligereza
- Muy resistente a los agentes químicos
- Muy resistente a la corrosión
- Mayor capacidad hidráulica
- Resistente a la abrasión
- Flexibilidad - Facilidad de montaje



FAM .400



Ø Exterior (mm)	PN 12.5		PN 16		PN 25		Longitud (m)
	Código	Código	Código	Código	Código	Código	
110	0511012500	0511016000	0511025000	0511025000	0511025000	0511025000	6
140	0514012500	0514016000	0514025000	0514025000	0514025000	0514025000	6
160	0516012500	0516016000	0516025000	0516025000	0516025000	0516025000	6
200	0520012500	0520016000	0520025000	0520025000	0520025000	0520025000	6
250	0525012500	0525016000	0525025000	0525025000	0525025000	0525025000	6
315	0531512500	0531516000	0531525000	0531525000	0531525000	0531525000	6
400	0540012500	0540016000	0540025000	0540025000	0540025000	0540025000	6

103 ACCESORIOS DE FUNDICIÓN PARA PVC ORIENTADO

CODO DE 1/16 (22° 30')

PN 16	
Medida (mm)	Código
110	0887029030
140	0887029031
160	0887029032
200	0887029033
250	0887029034
315	0887029035
400	0887029036

FAM.452 TE SALIDAS IGUALES



PN 16	
Medida (mm)	Código
110	0887029062
140	0887029063
160	0887029064
200	0887029065
250	0887029066
315	0887029067
400	0887029068



CODO DE 1/4 (90°)

PN 16	
Medida (mm)	Código
110	0887029045
140	0887029046
160	0887029047
200	0887029048
250	0887029049
315	0887029050
400	0887029051

FAM.452 TE SALIDAS EN BRIDA



PN 1	
Medida (mm)	Código
110-50	0887029144
110-60	0887029145
110-80	0887029146
110-100	0887029147
140-50	0887029148
140-60	0887029149
140-80	0887029150
140-100	0887029151
140-125	0887029152
160-50	0887029121
160-60	0887029122
160-80	0887029123
160-100	0887029124
160-125	0887029125
160-150	0887029126
200-60	0887029127
200-80	0887029128
200-100	0887029129
200-125	0887029140
200-150	0887029141
200-200	0887029142
250-50	0887028998
250-60	0887028999
250-80	0887029000
250-100	0887029001
250-125	0887029002
250-150	0887029003
250-200	0887029004
250-250	0887029125
315-50	0887029126
315-60	0887029127
315-80	0887029128
315-100	0887029129
315-125	0887029079
315-150	0887029080
315-200	0887029081
315-250	0887029082
315-300	0887029083

FAM.452



CODO DE REDUCCIÓN

PN 16	
Medida (mm)	Código
140-110	0887029052
160-110	0887029053
160-140	0887029054
200-110	0887029055
200-140	0887029056
200-160	0887029057
250-160	0887029058
250-200	0887029059
315-250	0887029060
400-315	0887029061

FAM.452



CODO DE 1/8 (45°)

PN 16	
Medida (mm)	Código
110	0887029027
140	0887029028
160	0887029040
200	0887029041
250	0887029042
315	0887029043
400	0887029044

FAM.452



6.7.REACTIVOS

<i>Brenntag Química, S.A.</i>		
FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo a la regulación de (EU) No. 1907/2006		
HIPOCLORITO SODICO PWG		
1.IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O EL PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA		
Información del Producto		
Nombre comercial	: HIPOCLORITO SODICO PWG	
Uso	: Tratamiento de aguas	
Proveedor	: BRENNTAG Química S.A	
2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS		
Advertencia de riesgo para el hombre y para el medio ambiente		
C	R34 Provoca quemaduras. R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.	
3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES		
Naturaleza química hipoclorito sódico Solución acuosa		
Componentes peligrosos hipoclorito de sodio, solución, % cloro activo		
Concentración: 12,50 %		
No. CAS: 7681-52-9	No. CE: 231-668-3	No. Índice: 017-011-00-1
Clasificación: C; R34 R31 N; R50		
Nota B		
Para el texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, ver la Sección 16.		

4. PRIMEROS AUXILIOS	
Consejo general	: Retirar al accidentado de la zona expuesta, mantenerlo tumbado. Llevar al aire libre. No deje a la víctima desatendida. En caso de respiración irregular o parada respiratoria, administrar respiración artificial. Quítese inmediatamente la ropa contaminada.
Inhalación:	En caso de inconsciencia, mantener en posición ladeada y pedir consejo médico. Llevar al aire libre. Consultar un médico.
R6490	1/7
	ES

Brenntag Química, S.A.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo a la regulación de (EU) No. 1907/2006

HIPOCLORITO SODICO PWG

Contacto con la piel	: Lávese inmediatamente con jabón y agua abundante. Es necesario un tratamiento médico inmediato ya que las corrosiones de la piel no tratadas son heridas difíciles y lentas de cicatrizar.
Contacto con los ojos	: Enjuagar inmediatamente con abundancia de agua, también debajo de los párpados, por lo menos durante 15 minutos. Llame inmediatamente al médico.
Ingestión	: Lavar la boca con agua y después beber agua abundante. Si es tragado, no provocar el vómito - consultar un médico.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS	
Medios de extinción adecuados	: El producto no arde por sí mismo. Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus Alrededores.
Peligros específicos en la: El calentamiento puede liberar gases peligrosos. Productos de lucha contra incendios descomposición peligrosos, Cloro	
Equipo de protección: En caso de fuego, protéjase con un equipo respiratorio especial para el personal de autónomo. Llevar una protección para el cuerpo apropiada (traje lucha contra incendios de protección completo)	
Consejos adicionales: Enfriar con agua los contenedores cerrados expuestos al fuego. El agua de extinción debe recogerse por separado, no debe penetrar en el alcantarillado.	

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones personales: Utilícese equipo de protección individual. Mantener alejadas a las personas de la zona de fuga y en sentido opuesto al viento. Proveer de ventilación adecuada. Peligro de resbalar en caso de derrame de la carga Evítese el contacto con los ojos y la piel. No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles. Ver sección 8 para el equipo de protección personal.

Precauciones para la : No echar al agua superficial o al sistema de alcantarillado protección del medio sanitario. Evitar la penetración en el subsuelo. Si el producto ambiente contamina los ríos, lagos o alcantarillados, informar a las autoridades respectivas. Las autoridades locales deben de ser informadas si los derrames importantes no pueden ser contenidos.

Métodos de limpieza : Asegúrese una ventilación apropiada. Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos. Empapar con material absorbente inerte.

Consejos adicionales : Tratar el material recuperado como está descrito en la sección "Consideraciones de eliminación".

R6490

2/7

ES

Brenntag Química, S.A.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo a la regulación de (EU) No. 1907/2006

HIPOCLORITO SODICO PWG

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación

Consejos para una: No cerrar el recipiente herméticamente. Manipúlese y ábrase la manipulación segura recipiente con prudencia. Asegúrese una ventilación apropiada. Las fuentes lava-ojos de emergencia y las duchas de seguridad deben estar situadas en la proximidad inmediata. Indicaciones para la : No se requieren precauciones especiales.

protección contra incendio y explosión

Consejos adicionales : Uso de la sustancia o preparado Tratamiento de aguas

Almacenamiento

Exigencias técnicas para : Guardar en una zona equipada con un pavimento resistente a almacenes y recipientes los álcalis. Almacenar en un recipiente con venteo. Consérvese

únicamente en el recipiente de origen. Materiales adecuados para los contenedores: vidrio, Acero esmaltado en estufa, Productos de caucho, poliéster, Polipropileno, polietileno,

Materiales inadecuados para los contenedores: Metales Indicaciones

para el : No almacenar conjuntamente con ácidos.

almacenamiento conjunto

Información : Manténgase el recipiente en un lugar bien ventilado. Protéjase complementaria sobre las de la luz. No cerrar el recipiente herméticamente.

condiciones de almacenamiento

Clase alemán de : 8: Sustancias Corrosivas almacenamiento

8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Componentes con valores límite a controlar en el lugar de trabajo

cloro

VLA-EC:

1,5 mg/m³, 0,5 ppm,

No. CAS: 7782-50-5

VLA (ES)

STEL:

1,5 mg/m³, 0,5 ppm,

EU ELV

Protección personal

Protección respiratoria : Exigido, si el límite de exposición es sobrepasado (p. ej. OEL), Filtro para partículas:P2, Filtro para partículas:P3, Filtro de combinación:B-P2

Protección de las manos : Úsense guantes adecuados.

Tomar nota de la información dada por el fabricante acerca de la permeabilidad y de los tiempos de perforación, y de las condiciones especiales en el lugar de trabajo (deformación

R6490

3/7

ES

Brenntag Química, S.A.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo a la regulación de (EU) No. 1907/2006

HIPOCLORITO SODICO PWG

mecánica, tiempo de contacto).

Los guantes de protección deben ser reemplazados a los primeros signos de deterioro.

Material	espesor del material	Tiempo de perforación
goma butílica	0,5 mm	8 h
Cloruro de polivinilo	0,5 mm	8 h

Protección de los ojos : Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro
 Protección Corporal : indumentaria impermeable
 Medidas de higiene : Quítese inmediatamente la ropa contaminada. No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles. Evitar el contacto con la piel y los ojos. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. No fumar, no comer ni beber durante el trabajo. Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral. **Disposiciones de ingeniería**

Consultar las medidas de protección en las listas de las secciones 7 y 8.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado físico : líquido Color : amarillo
 verdoso
 Olor : ligeramente a cloro

Datos de Seguridad

Punta/intervalo de fusión : sin datos disponibles
 Punto /intervalo de : 102,2 °C ebullición
 pH : aprox. 12
 Viscosidad, dinámica : 2,8 mPa.s

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Materias que deben evitarse : Acidos, Materiales orgánicos, Peróxido de hidrógeno, Aminas, Sales amónicas, sales metálicas, Cobre, Níquel, Hierro Productos de cloruro de hidrógeno, Óxidos de cloro descomposición peligrosos : Cloro, Gas

Reacciones peligrosas : Puede formarse cloro si se mezcla con soluciones ácidas.
 Consejo general : No debe exponerse al calor.

R6490

4/7

ES

Brenntag Química, S.A.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo a la regulación de (EU) No. 1907/2006

HIPOCLORITO SODICO PWG

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Ingestión : DL50 ratón. 2.900 - 3.400 mg/kg
 Inhalación : CL50 rata. > 10,5 mg/l
 Absorción de la piel : DL50 conejo. > 2.000 mg/kg
 Contacto con la piel : conejo. Grave irritación de la piel OECD TG 404
 Hombre. , efectos corrosivos
 Contacto con los ojos : conejo. efectos corrosivos, Riesgo de lesiones oculares graves.
 Sensibilización : conejillo de indias.: no sensibilizador:
 Información adicional : Todos los valores numéricos de toxicidad aguda son referidos a la sustancia pura. Si es ingerido, quemaduras severas de la boca y la garganta, también como un peligro de perforación del esófago y del estomago. Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Efectos ecotoxicológicos

Toxicidad para los peces : CL50 Pimephales promelas 0,22 - 0,62 mg/l 96 h
 Toxicidad para dafnia : CE50 Daphnia magna 2,1 mg/l 96 h
 Toxicidad para las algas : CE50 Scenedesmus subspicatus 28 mg/l 24 h

Información complementaria sobre la ecología

Información ecológica : Todos los valores numéricos de ecotoxicidad son referidos a la complementaria sustancia pura. No echar al agua superficial o al sistema de alcantarillado sanitario. Evitar la penetración en el subsuelo. Es preciso neutralizar las aguas residuales antes de su entrada en la depuradora.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Producto : La eliminación con los desechos normales no esta permitido. Una eliminación especial es exigida de acuerdo con las reglamentaciones locales. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. Eliminar como un desecho especial de acuerdo con las regulaciones locales y nacionales.

Envases : Vaciar el contenido restante. Eliminar, observando las normas locales en vigor. Eliminar como producto no usado.

Número de Catálogo : Los códigos de desecho deben ser atribuidos por el usuario

R6490

5/7

ES

Brenntag Química, S.A.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo a la regulación de (EU) No. 1907/2006

HIPOCLORITO SODICO PWG

Europeo de Desechos : sobre la base de la aplicación por la cual el producto es empleado.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR	: No.UN	1791
Clase 8	Grupo embalaje	III
Código de clasificación	C9	Etiquetas
ADR/RID 8		
Riesgo N.º		80
Descripción de los productos		HIPOCLORITO EN SOLUCIÓN
RID	: No.UN	1791
Clase		8
Grupo embalaje		III
Código de clasificación	C9	Etiquetas
ADR/RID 8		
Riesgo N.º		80
Descripción de los productos		HIPOCLORITO EN SOLUCIÓN
IMDG	: No.UN	1791
Clase 8	Grupo embalaje	III
Etiquetas ADR/RID	8	
EmS		F-A, S-B
Descripción de los productos		HYPOCHLORITE SOLUTION

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Etiquetado de acuerdo con las Directivas CE

El producto está clasificado y etiquetado de acuerdo con las directrices de la UE o las respectivas leyes nacionales.



Frase(s) - R R31
R34

En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
Provoca quemaduras.

Brenntag Química, S.A.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD de acuerdo a la regulación de (EU) No. 1907/2006

HIPOCLORITO SODICO PWG

Frase(s) - S 1/2	Consérvase bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
S13	Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
S26	En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S28	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con jabón y agua.
S36/37/39	Úsese indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
S45	En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta).
S50	No mezclar con ácidos

Componentes determinantes del peligro para el etiquetado:

- hipoclorito de sodio, solución, % cloro activo

Legislación nacional

16. OTRA INFORMACIÓN

El texto completo de las frases-R referidas en los puntos 2 y 3

R31	En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
R34	Provoca quemaduras.
R50	Muy tóxico para los organismos acuáticos.

Información adicional

Restringido a usos profesionales. Atención - Evítese la exposición - Recábense instrucciones especiales antes del uso. La información proporcionada en esta hoja de datos de seguridad es correcta según nuestros conocimientos en la fecha de su revisión. La información dada sólo describe los productos con respecto a disposiciones de seguridad y no debe ser considerada como una garantía o especificación de la calidad, ni constituye una relación legal. La información contenida en esta hoja de datos de seguridad aplica solamente al material específico señalado y puede no ser válida si es utilizado en combinación con otros productos o en cualquier proceso, a menos que se especifique en el texto. Se han modificado los siguientes puntos de esta ficha de seguridad: Revisión general.

La hoja técnica de seguridad solamente contiene informaciones acerca de la seguridad y no reemplaza cualquier información o especificación sobre el producto.

Indica la sección actualizada.

Ficha de Datos de Seguridad

ACOFARMA

Conforme al Reglamento (CE) Nº 1907/2006 (REACH)

1.- Identificación de la sustancia o del preparado y de la sociedad o empresa

Identificación de la sustancia o del preparado

Denominación: Sodio metabisulfito B.P.

Identificación de la sociedad o empresa:

Acofarma Distribución S.A.
Llobregat, 20
08223-Terrassa. España.
Tel: 93 736 00 88 / Fax: 93 785 93 62

Teléfono de urgencias: Instituto Nacional de Toxicología. Madrid. Tel: 91 562 04 20

2.- Identificación de los peligros

Clasificación de la sustancia o mezcla

De acuerdo al Reglamento (EC) No1272/2008

Toxicidad aguda (Categoría 4)

Lesiones oculares graves (Categoría 1)

De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.

Nocivo por ingestión. Riesgo de lesiones oculares graves. En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

Elementos de la etiqueta

Pictograma



Palabra de advertencia

Peligro

Indicación(es) de peligro

H302

H318

EUH031

Nocivo en caso de ingestión.

Provoca lesiones oculares graves.

En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

Declaración(es) de prudencia

P280

P305 + P351 + P338

Llevar guantes de protección/gafas de protección/máscara de protección.

EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Símbolo(s) de peligrosidad

Xn

Nocivo

Frase(s) - R

R22

R31

R41

Nocivo por ingestión.

En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

Riesgo de lesiones oculares graves.

Frase(s) - S

S26

En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

Ficha de Datos de Seguridad ACOFARMA

Denominación: Sodio metabisulfito B.P.

S39 Úsese protección para los ojos/la cara.
S46 En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase.

Otros Peligros - ninguno(a)

3.- Composición/información sobre los componentes

CAS-Nº.: 7681-57-4 EINECS.: 231-673-0
PM: 190.10
Fórmula molecular: $\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}_2$

4.- Primeros auxilios

Tras inhalación: Aire fresco.
Tras contacto con la piel: Aclarar con abundante agua. Eliminar la ropa contaminada.
Tras contacto con los ojos: Aclarar con abundante agua, manteniendo abiertos los párpados (al menos durante 10 minutos). En caso de persistir los dolores, llamar al oftalmólogo.
Tras ingestión: Beber abundante agua, provocar vómito, llamar al médico.

5.- Medidas de lucha contra incendios

Medios de extinción adecuados:
Adaptar los materiales al entorno.
Riesgos especiales:
En caso de incendio posible formación de gases de combustión o vapores peligrosos.
En caso de incendio pueden producirse sulfóxidos.
Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios:
Permanencia en el área de riesgo sólo con ropa protectora adecuada y con sistemas de respiración artificiales e independientes del ambiente.
Referencias adicionales:
Incombustible.

6.- Medidas a tomar en caso de vertido accidental

Medidas de precaución relativas a las personas:
Evitar la formación de polvo; no inhalar el polvo. Evitar el contacto con la sustancia.
Procedimientos de recogida/limpieza:
Recoger en seco y proceder a la eliminación de los residuos. Aclarar después.

7.- Manipulación y almacenamiento

Manipulación:
Sin otras exigencias.
Almacenamiento:
Almacenar bien cerrado. Seco. Temperatura de almacenamiento: sin limitaciones.

8.- Controles de exposición/protección personal

Protección personal:

Ficha de Datos de Seguridad ACOFARMA

Denominación: Sodio metabisulfito B.P.

Protección respiratoria: Necesaria en presencia de polvo.

Protección de las manos: Precisa.

Protección de los ojos: Precisa.

Medidas de higiene particulares:

Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al finalizar el trabajo.

9.- Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Sólido
 Color: Blanco
 Olor: Característico

Valor pH
 (a 50g/l H₂O) (20°C) 4-5
 Punto de fusión aprox. 150 °C
 Punto de ebullición no disponible
 Punto de ignición no disponible
 Punto de destello no disponible
 Límites de explosión bajo no disponible
 alto no disponible
 Densidad (20°C) 1.48 g/cm³
 Densidad aparente 1000-1200 kg/m³
 Solubilidad en agua (20°C) 640 g/l
 Descomposición térmica >150 °C
 Log P(oct): -3.7

10.- Estabilidad y reactividad

Condiciones a evitar:

Calentamiento fuerte.

Materias a evitar:

Ácidos, oxidantes.

Productos de descomposición peligrosos:

En caso de incendios: sulfóxidos.

11.- Información toxicológica

Toxicidad aguda:

DL₅₀ (oral, rata): 1540 mg/kg

Toxicidad subaguda a crónica:

Test de irritación ocular (conejos): irritante.

Test de sensibilización de la piel (conejos): Sin irritación.

Informaciones adicionales sobre toxicidad:

Tras inhalación: Irritación de las mucosas, tos y dificultad para respirar.

Tras contacto con la piel: Irritante.

Ficha de Datos de Seguridad ACOFARMA

Denominación: Sodio metabisulfito B.P.

Tras contacto con los ojos: Irritante.

Tras ingestión: Irritaciones de las mucosas en la boca, garganta, esófago y tracto estómago-intestinal.

Información complementaria:

No pueden excluirse otras características peligrosas.

El producto debe manejarse con las precauciones apropiadas para los productos químicos.

12.- Informaciones ecológicas

Biodegradabilidad:

Difficilmente eliminable (decremento de DOC= carbono orgánico disuelto <20 %).

Comportamiento en compartimentos ecológicos:

Reparto: log P(oct): -3.7

Efectos ecotóxicos:

Efectos biológicos: Tóxico para organismos acuáticos.

No deben esperarse interferencias en depuradoras biológicas si se maneja adecuadamente e producto.

Toxicidad para los peces: *S. gairdnerii* CL₅₀: 150-220 mg/l/96 h

Toxicidad de bacterias: *Ps. putida* CE₅₀: 56 mg/l/16 h

Toxicidad de dafnia: *Daphnia magna* CE₅₀: 89 mg/l/24 h

Otras observaciones ecológicas:

COD: 165 mg/g

ThOD: 154 mg/L

¡No incorporar a suelos ni acuíferos!

13.- Consideraciones relativas a la eliminación

Producto:

En la Unión Europea no están regulados, por el momento, los criterios homogéneos para la eliminación de residuos químicos. Aquellos productos químicos, que resultan como residuos del uso cotidiano de los mismos, tienen en general, el carácter de residuos especiales. Su eliminación en los países comunitarios se encuentra regulada por leyes y disposiciones locales.

Le rogamos contacte con aquella entidad adecuada en cada caso (Administración Pública, o bien Empresa especializada en la eliminación de residuos), para informarse sobre su caso particular.

Envases:

Su eliminación debe realizarse de acuerdo con las disposiciones oficiales. Para los embalajes contaminados deben adoptarse las mismas medidas que para el producto contaminante. Los embalajes no contaminados se tratarán como residuos domésticos o como material reciclable.

14.- Información relativa al transporte

No sometido a la norma de transporte.

15.- Información Reglamentaria

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamenteo (CE) No. 1907/2006.

Ficha de Datos de Seguridad ACOFARMA

Denominación: Sodio metabisulfito B.P.

16.- Otras informaciones

Texto de códigos H y frases R mencionadas en la sección 2

Fecha de emisión: 14-12-99

Fecha de edición 2ª: 26-11-10

Los datos suministrados en esta ficha de seguridad se basan en nuestro actual conocimiento. Describen tan sólo las medidas de seguridad en el manejo de este producto y no representan una garantía sobre las propiedades descritas del mismo.

Hypersperse* MDC712

Anti-Incrustante

- Elevada eficacia a bajo coste en aplicaciones de agua de mar, salobre y en reutilización de aguas.
- Control efectivo de depósitos incluyendo carbonato de cálcico, sulfato de calcio y sulfato de bario.
- Excelentes resultados como sustituto de la dosificación de ácido.
- Reduce los costes operativos gracias al aumento del tiempo de vida útil de las membranas, reduciendo simultáneamente la frecuencia de limpiezas.
- Eficaz en un amplio intervalo de pH.
- Puede ser dosificado puro o diluido.
- Certificado para utilización en la producción de agua potable. (Orden SSI/304/2013)
- Compatible con aguas que contengan aluminio, hierro o productos de la gama SoliSep* MPT como pretratamiento.

Descripción y Utilización

El Hypersperse MDC712 es un producto líquido altamente eficaz y seguro como anti-incrustante y en el control de la formación de depósitos. Ha sido desarrollado para controlar la precipitación de sales y la reducción del ensuciamiento por partículas en los sistemas de separación mediante membranas.

A utilización de este producto proporciona tiempos de operación más largos y aumento del tiempo de vida útil de las membranas, lo que resulta en la reducción de costos de operación y de inversión. El producto muestra excelentes resultados en los procesos de separación de membranas incluido Osmo-

sis Inversa (RO), Nanofiltración (NF) e Electro Diálisis Reversible (EDR).

Aplicación

Para una mayor efectividad, el Hypersperse MDC712 deberá ser añadido en la línea de alimentación al sistema preferentemente antes de un agitador estático o de los filtros de cartucho para asegurar una buena mezcla.

Dosificación

El intervalo típico de dosificación se sitúa alrededor de 0,4 y 0,6 mg/L.

Para determinar la concentración de aplicación adecuada para un sistema, se recomienda el uso del nuevo simulador Argo Analyzer* 4.0. Este simulador proporcionará la mejor dosis para la aplicación teniendo en cuenta la calidad del agua y las condiciones de operación del sistema.

Por favor, contacte al Representante de GE Water & Process Technologies para más detalles.

Nota Importante: Sobre o sub dosificación podrá causar incrustación o deposición en las membranas, por ello, se recomienda contactar al Representante local de GE Water & Process Technologies, para ayudar a definir el punto de dosificación y la dosis más adecuados.

Instrucciones de Dilución: La dilución del producto Hypersperse MDC712 es posible; sin embargo, no se recomiendan diluciones inferiores al 10%. Para efectuar la dilución emplear agua de alta calidad como permeado o desmineralizada. Cuando se realicen diluciones se recomienda revisar periódicamente (semanal mínimo) el fondo del tanque de



Contacte con nosotros en la sección "Contact us" de la web www.gewater.com

* Marca registrada de General Electric Company; puede estar registrada en uno o más países.

© 2015, General Electric Company. Todos los derechos reservados.

EFSmchypersperseMDC712_SP.doc May-15

dilución para evaluar la presencia de crecimiento biológico. Si se observa crecimiento microbiológico se deberá limpiar el tanque y desinfectarlo, y modificar la duración de las preparaciones o el volumen de solución preparado. Para mejores resultados el Hypersperse MDC712 debería ser dosificado puro.

Diluciones Máximas

A dilución máxima está relacionada con la temperatura, como se muestra en la tabla:

<u>Temperatura</u>	<u>Dilución Máxima, %</u>
<30°C (86°F)	10
30-35°C (86-95°F)	25
>35°C (95°F)	50

Envasado y Almacenamiento

El Hypersperse MDC712 es un producto líquido, disponible en una amplia variedad de embalajes y formas de entrega. Es necesario proteger contra el congelamiento. Contactar el Representante de GE Water & Process Technologies para más detalles.

Precauciones de Seguridad

La Hoja de seguridad del producto contiene información detallada sobre este producto y está disponible bajo pedido.

ANEXO N°7. GRÁFICAS Y TABLAS

Figura A7. 1. Gráfico de Moody.

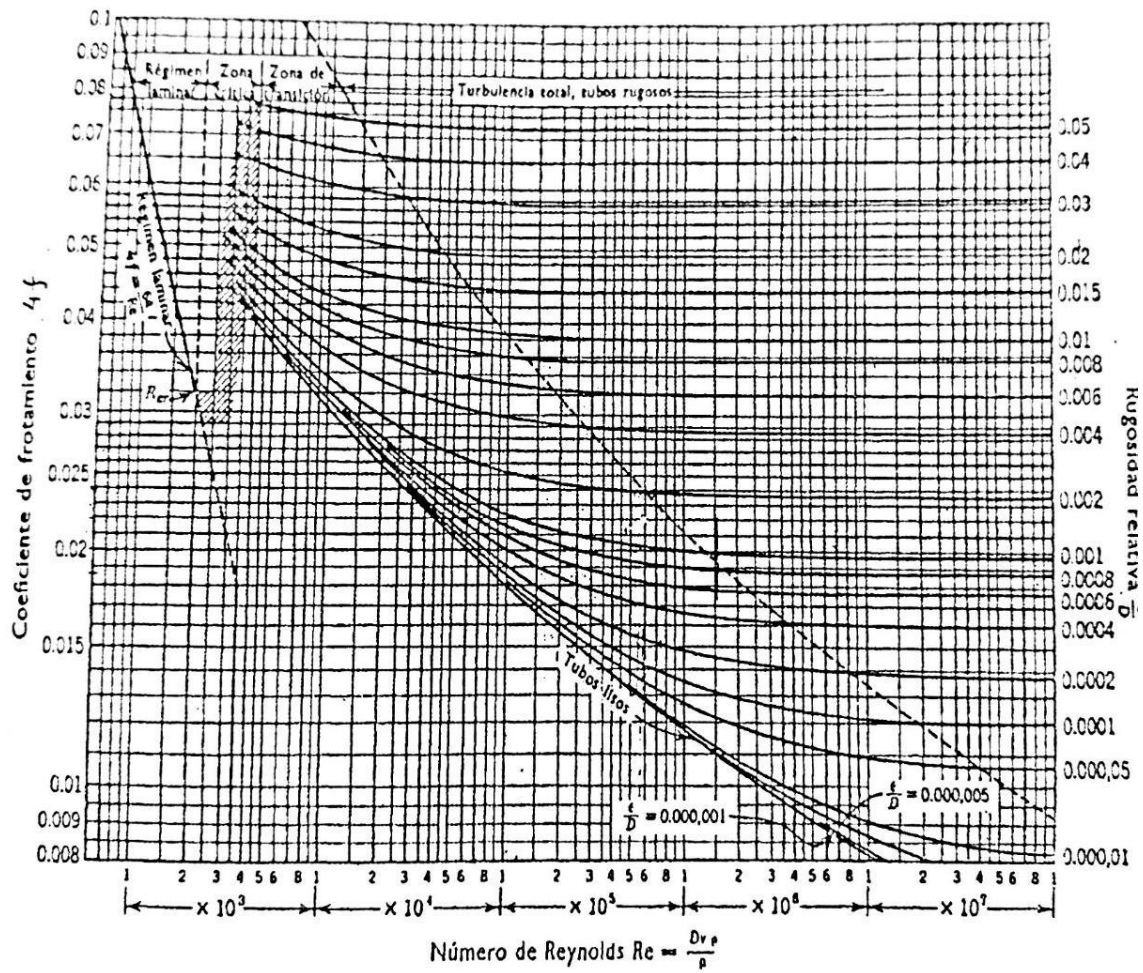


Figura A7. 2. Valor de K en accidentes (1).

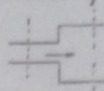
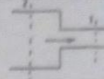
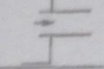
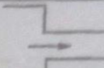
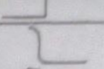
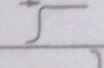
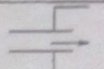
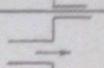
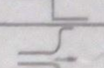
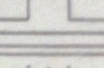
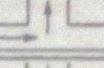
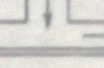

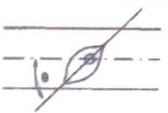
accidente	k	velocidad	grafico
ensanchamiento	$\left[1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right]^2$	Medida en el tubo estrecho V_1	
estrechamiento	"	"	
Entradas		La del tubo	
-encañonada	0,78	"	
-cantos vivos	0,50	"	
-ligeramente redondeada	0,23	"	
-bien redondeada (de boquilla)	0,04	"	
Salidas		"	
- encañonada	1,00	"	
- cantos vivos	1,00	"	
- redondeada	1,00	"	
Codo de 45° standard	0,35	"	
Codo de 45° gran curvatura	0,20	"	
Codo de 90° standard	0,75	"	
Codo de 90° gran curvatura	0,45	"	
Codo de 90° pequeña curvatura	1,3	"	
Codo de 180°	1,5	"	
T standard		La del tubo	
- con la bifurcación cerrada	0,4	"	
- usado como codo	1,0	La de la corriente principal	
- como división del caudal	1,0	"	
Unión roscada	0,04	La del tubo	
Manguito de unión	0,04	"	
Válvula de compuerta		"	
- abierta	0,17	"	
- ¼ abierta	0,90	"	
- ½ abierta	4,5	"	
- ¾ abierta	24,0	"	
Válvula de diafragma		"	
-abierta	2,3	"	
- ¼ abierta	2,6	"	
- ½ abierta	4,3	"	
- ¾ abierta	21,0	"	

Figura A7. 3. Valor de K en accidentes (K).

accidente	k	velocidad	grafico
Válvula de asiento			
- abierta	9,0	"	
- ¾ abierta	13,0	"	
- ½ abierta	36,0	"	
- ¼ abierta	112,0	"	
Válvula angular abierta	2,0	"	
Válvula de retención (abierta)			
- de charnela	2,0	"	
- de bola	70,0	"	
- de disco	10,0	"	
Válvula de bola o macho	$\theta =$ 5°-0,05 10°-0,29 20°-1,56 40°-17,3 60°-206,0	La del tubo	
Válvula de mariposa	$\theta =$ 5°-0,24 10°-0,52 20°-1,54 40°-10,8 60°-118,0	La del tubo	
Válvula de fondo	15,0	La del tubo	
Caudalímetros mecánicos		La del tubo	
- de disco	7,0		
- de pistón	15,0		
- rotatorio	10,0		
- de turbina	6,0		

Perry, R.H.; Chilton, C.H. (eds). "Chemical Engineers' Handbook" 6ª ed. McGraw-Hill, 1992.

3. PLANOS

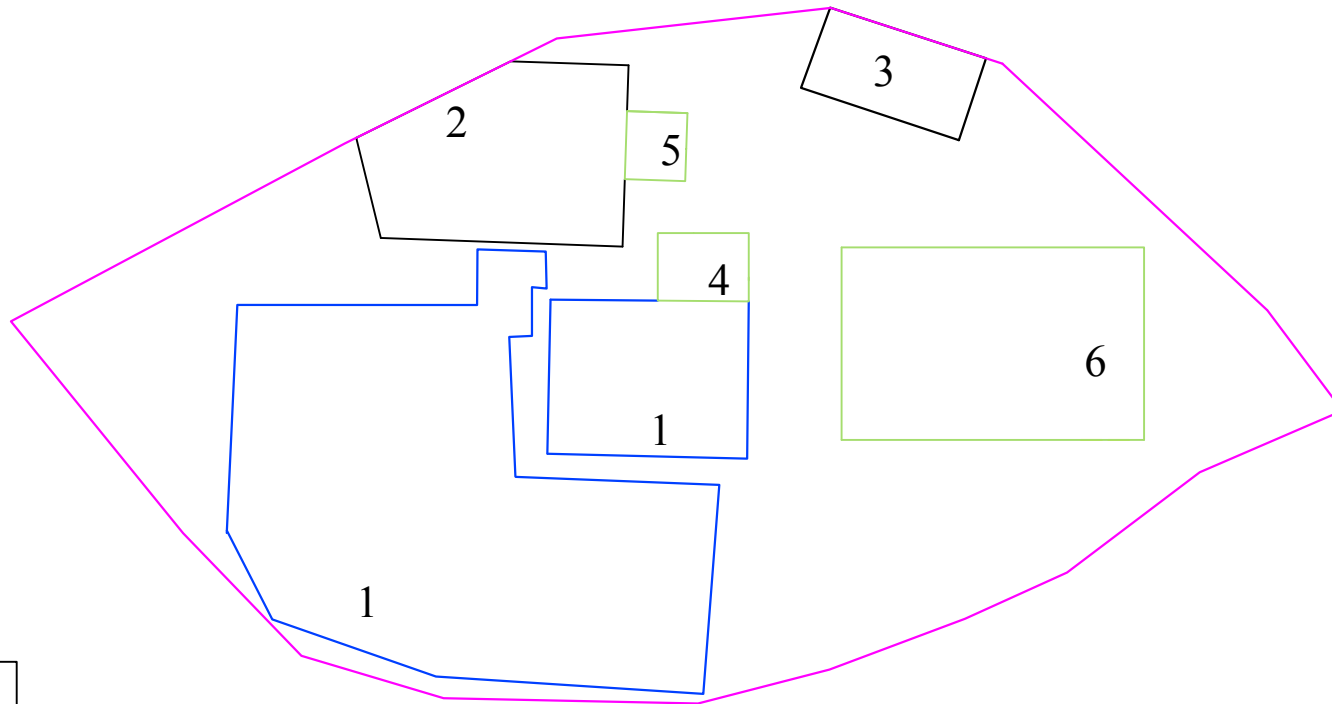
ÍNDICE DE PLANOS

Plano n°1: PARCELA.

Plano n°2: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y TUBERÍAS INTERIORES Y EXTERIORES.

Plano n°3: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.

Plano n°4: ESTACIONES DE BOMBEO.

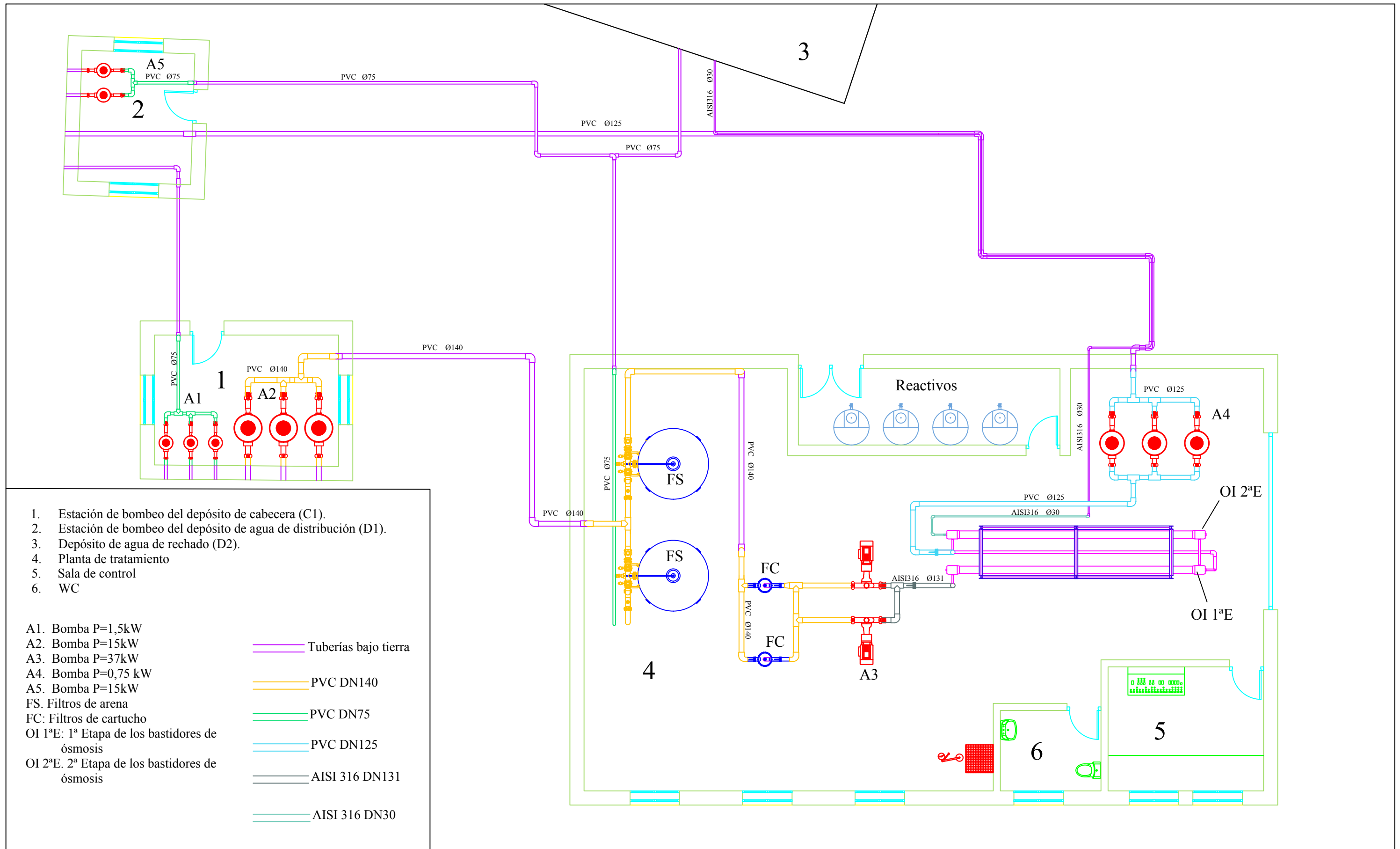


1. Depósito de cabecera C1
2. Depósito de distribución D1
3. Depósito de rechazo D2
4. Estación de bombeo 1
5. Estación de bombeo 2
6. Planta de tratamiento

Plano nº1. Parcela

Clara Giner Cifre Diseño de una ETAP para una población de 1200 habitantes

Escala 1:500



Plano nº2. Distribución en planta y tuberías interiores y exteriores

Clara Giner Cifre

Diseño de una ETAP para una población de 1200 habitantes

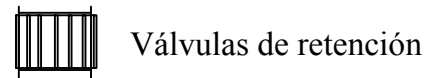
Escala 1:100

D1: Primera dosificación de hipoclorito de sodio
 D2: Dosificación de metabisulfito de sodio.
 D3: Dosificación de antiincrustante.
 D4: Segunda dosificación de hipoclorito de sodio.

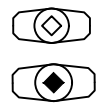
M: Manómetro
 T: Turbidímetro
 C: Caudalímetro
 P: Medidor transmisor de presión
 MC: Medidor transmisor de conductividad

A3. Bomba P=37kW (2+1)
 A4. Bomba P=0,75 kW (2+1)

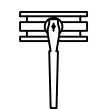
FS. Filtros de arena
 FC: Filtros de cartucho
 OI 1ªE: 1ª Etapa de los bastidores de ósmosis
 OI 2ªE: 2ª Etapa de los bastidores de ósmosis



Válvulas de retención



Válvulas de compuerta



Válvula Mariposa

Tuberías bajo tierra

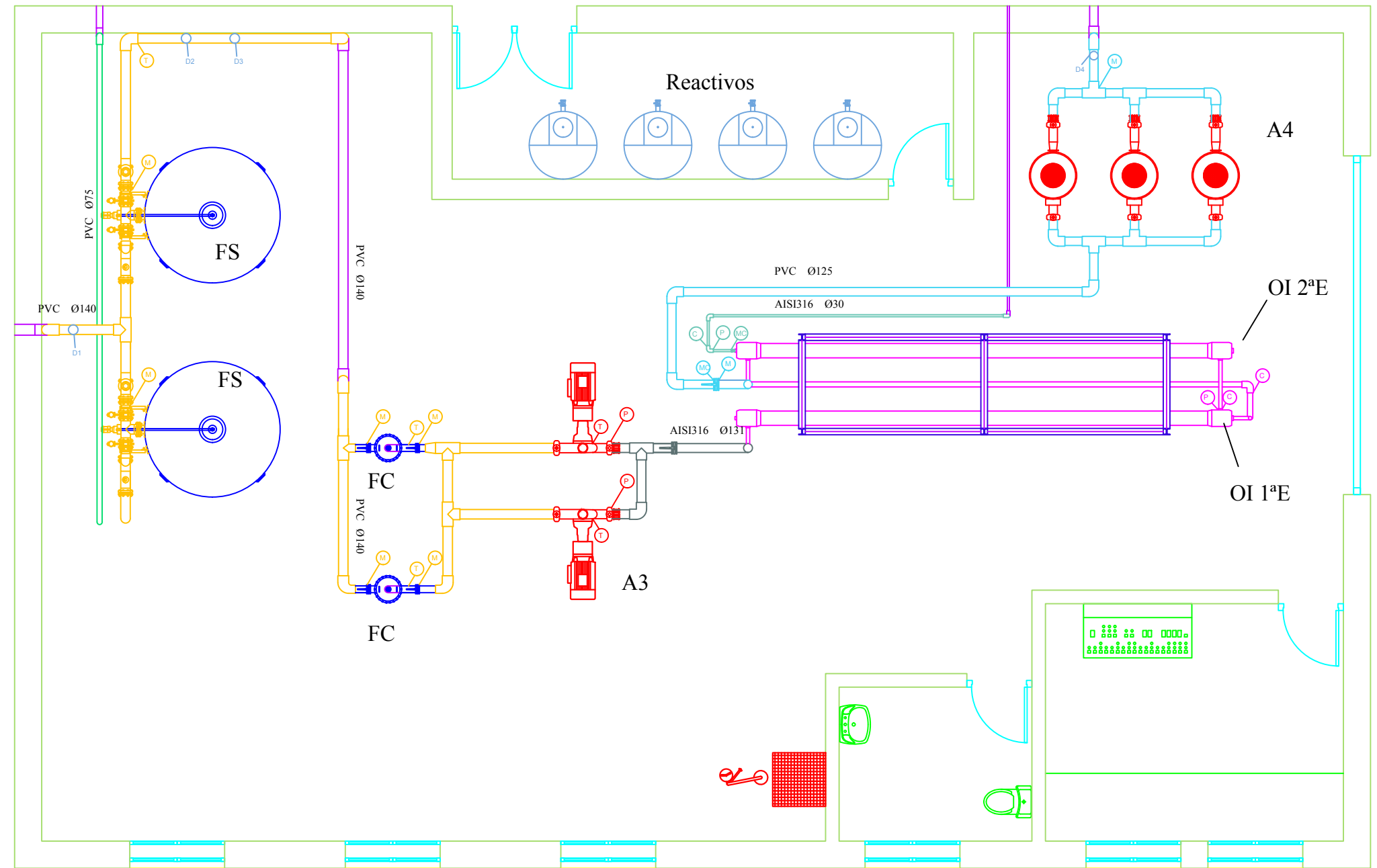
PVC DN140

PVC DN75

PVC DN125

AISI 316 DN131

AISI 316 DN30

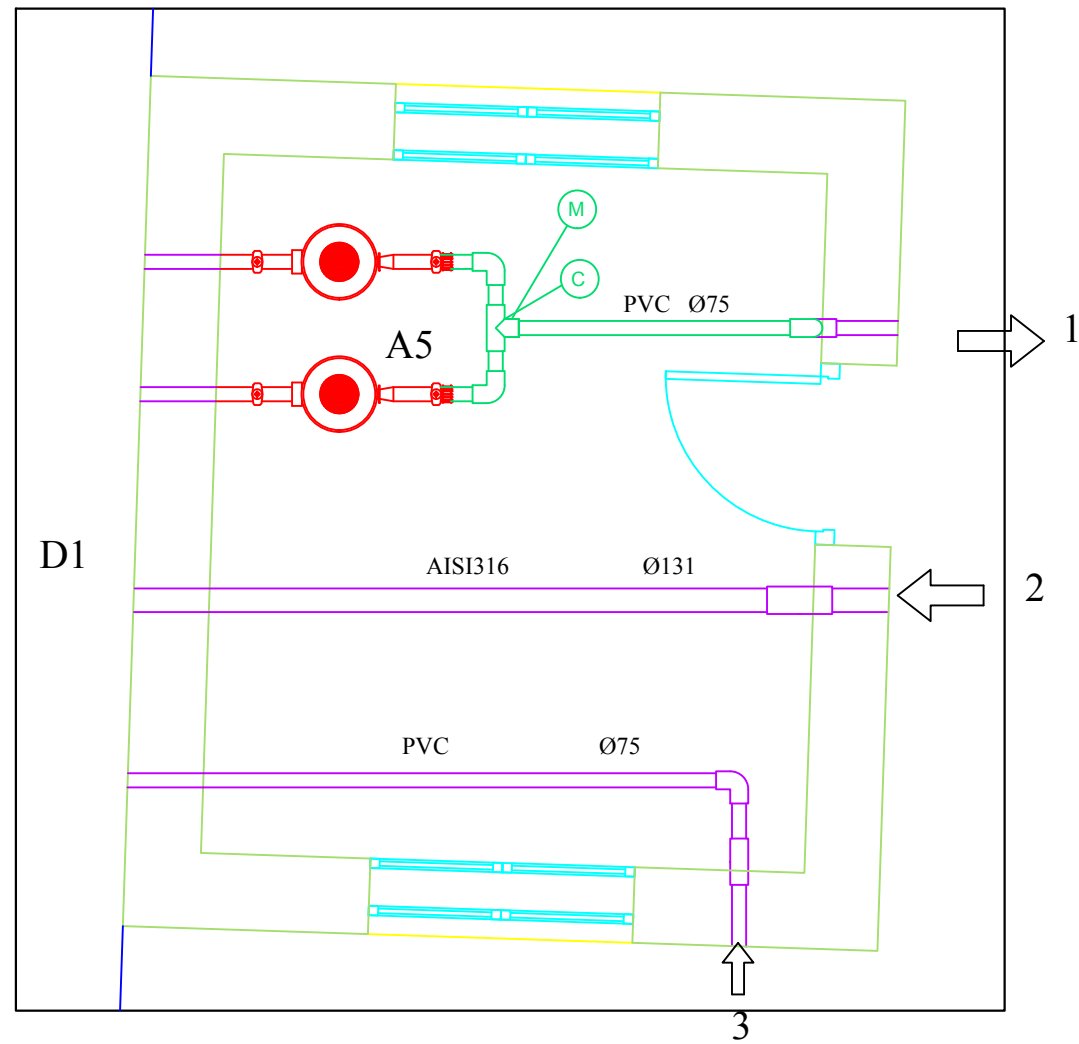


Plano nº3. Distribución en planta.

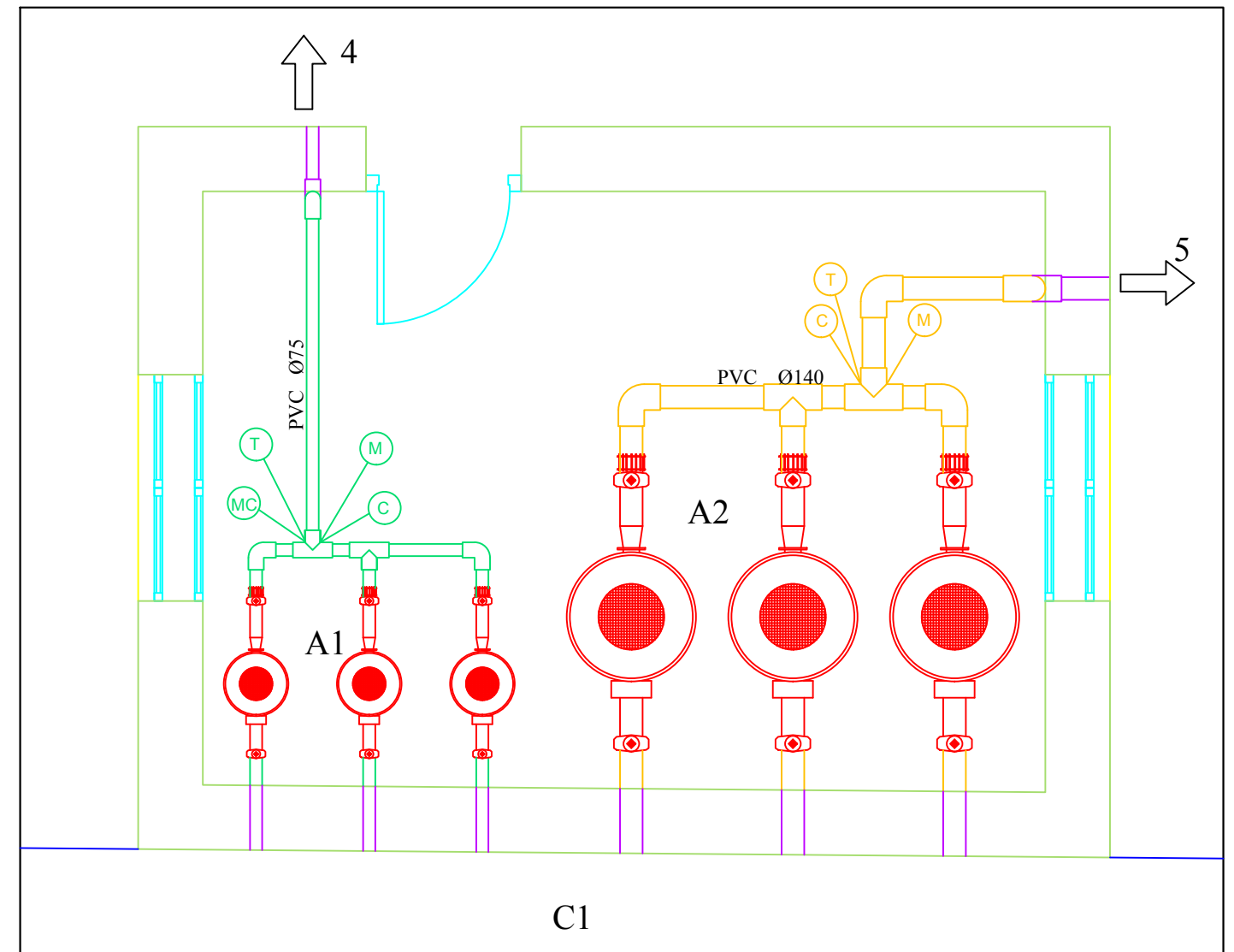
Clara Giner Cifre Diseño de una ETAP para una población de 1200 habitantes

Escala 1:75

Estación de bombeo 2



Estación de bombeo 1



— Tuberías bajo tierra

— PVC DN140

— PVC DN75

— PVC DN125

— AISI316 DN131

A1. Bomba P=1,5kW

A2. Bomba P=15kW

A5. Bomba P=15kW

D1. Depósito de distribución

C1. Depósito de cabecera

Dirección y proveniencia del agua

1. Limpieza Filtros de sílex (agua limpia)
2. Permeado Ósmosis Inversa
3. Depósito de cabecera
4. Depósito de distribución
5. Línea de tratamiento



Válvulas de retención



Válvulas de compuerta

M: Manómetro

T: Turbidímetro

C: Caudalímetro

P: Medidor transmisor de presión

MC: Medidor transmisor de conductividad

4. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES, FACULTATIVAS Y ECONÓMICAS	9
1. DISPOSICIONES GENERALES	9
1.1. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	9
1.1.1. Objeto del pliego de condiciones.....	9
1.1.2. Contrato de obra	9
1.1.3. Documentación del contrato de obra	9
1.1.4. Proyecto Arquitectónico	10
1.1.5. Reglamentación urbanística.....	10
1.1.6. Formalización del Contrato de Obra	11
1.1.7. Jurisdicción competente	11
1.1.8. Responsabilidad del contratista	11
1.1.9. Accidentes de trabajo.....	12
1.1.10. Daños y perjuicios a terceros.....	12
1.1.11. Anuncios y carteles.....	13
1.1.12. Copia de documentos	13
1.1.13. Suministro de materiales	13
1.1.14. Hallazgos	13
1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra.....	13
1.1.16. Omisiones: Buena fe.....	14
1.2. DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	15
1.2.1. Accesos y vallados	15
1.2.2. Replanteo	15
1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos	15
1.2.4. Orden de los trabajos	16
1.2.5. Facilidades para otros contratistas.....	16
1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	17
1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto	17

1.2.8.	Prorroga por causa de fuerza mayor	18
1.2.9.	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	18
1.2.10.	Trabajos defectuosos	18
1.2.11.	Vicios ocultos	19
1.2.12.	Procedencia de materiales, aparatos y equipos.....	19
1.2.13.	Presentación de muestras.....	20
1.2.14.	Materiales, aparatos y equipos defectuosos.....	20
1.2.15.	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	20
1.2.16.	Limpieza de las obras	21
1.2.17.	Obras sin prescripciones explícitas.....	21
1.3.	DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS	
	ANEXAS.....	21
1.3.1.	Consideraciones de carácter general.....	21
1.3.2.	Recepción provisional	22
1.3.3.	Documentación final de la obra.....	23
1.3.4.	Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.....	23
1.3.5.	Plazo de garantía.....	23
1.3.6.	Conservación de las obras recibidas provisionalmente	24
1.3.7.	Recepción definitiva	24
1.3.8.	Prórroga del plazo de garantía	24
1.3.9.	Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	24
2.	DISPOSICIONES FACULTATIVAS	25
2.1.	DEFINICIÓN Y ATRIBUCIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN	25
2.1.1.	Promotor	25
2.1.2.	Proyectista	26
2.1.3.	El Contratista	26
2.1.4.	El Director de Obra.....	26
2.1.5.	El Director de la Ejecución de la Obra	26
2.1.6.	Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación ..	27
2.1.7.	Los suministradores de productos	27
2.2.	LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	27
2.3.	VISITAS FACULTATIVAS	28

2.4.	OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVENIENTES	28
2.4.1.	El Promotor	28
2.4.2.	El Proyectista.....	29
2.4.3.	El Contratista	31
2.4.4.	El Director de Obra.....	33
2.4.5.	El Director de la Ejecución de la Obra	35
2.4.6.	Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación ..	38
2.4.7.	Los suministradores de productos	38
2.4.8.	Los propietarios y los usuarios	38
2.5.	DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA	38
3.	DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	39
3.1	DEFINICIÓN.....	39
3.2	CONTRATO DE OBRA	39
3.3	CRITERIO GENERAL	40
3.4	FIANZAS.....	41
3.4.1.	Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	41
3.4.2.	Devolución de las fianzas	41
3.4.3.	Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales ..	41
3.5	DE LOS PRECIOS	42
3.5.1.	Precio básico.....	42
3.5.2.	Precio unitario	42
3.5.3.	Presupuesto de Ejecución Material (PEM).....	44
3.5.4.	Precios contradictorios	44
3.5.5.	Reclamación de aumento de precios	45
3.5.6.	Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	45
3.5.7.	De la revisión de los precios contratados	45
3.5.8.	Acopio de materiales	45
3.6	OBRAS POR ADIMINISTRACIÓN	46
3.7	VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	46
3.7.1.	Forma y plazos de abono de las obras	46
3.7.2.	Relaciones valoradas y certificaciones	47
3.7.3.	Mejora de obras libremente ejecutadas	48
3.7.4.	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada	48

3.7.5.	Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	48
3.7.6.	Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	48
3.8	INDEMNIZACIONES MUTUAS	49
3.8.1.	Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras	49
3.8.2.	Demora de los pagos por parte del Promotor	49
3.9	VARIOS.....	49
3.9.1.	Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.....	49
3.9.2.	Unidades de obra defectuosas.....	50
3.9.3.	Seguro de las obras	50
3.9.4.	Conservación de la obra	50
3.9.5.	Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor.....	50
3.10	RETENCIONES EN CONCEPTO DE GARANTÍA	51
3.11	PLAZOS DE EJECUCIÓN: PLANNING DE OBRA	51
3.12	LIQUIDACIÓN ECONÓMICA DE LAS OBRAS.....	51
3.13	LIQUIDACIÓN FINAL DE LA OBA	52
II.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	53
1.	OBJETO	53
2.	DISPOSICIONES DE APLICACIÓN	53
3.	MATERIALES	54
3.1.	MATERIALES EN GENERAL	54
3.2.	YACIMIENTOS Y CANTERAS	54
3.3.	MATERIALES PARA RELLENOS	55
3.4.	MATERIAL DEL TIPO GRANULAR PARA ASIENTO DE TUBERÍA	57
3.5.	HORMIGONES	57
3.5.1.	Normativa	57
3.5.2.	Características.....	57
3.5.3.	Análisis y ensayos	58
3.6.	MADERA	58
3.6.1.	Características.....	58

3.7.	TUBERÍAS	59
3.7.1.	Análisis y ensayos	59
3.8.	TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA Y ARMADOS	61
3.8.1	Normativa	61
3.8.2	Características.....	61
3.8.3	Análisis y ensayos	61
3.9.	TUBOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL	65
3.9.1	Normativa	65
3.9.2	Características.....	65
3.9.3	Análisis y ensayos	66
3.10.	TUBERÍAS DE PVC	71
3.10.1	Características.....	71
3.10.2	Análisis y ensayos	72
3.11.	VÁLVULAS DE PVC	72
3.11.1.	Características	73
3.11.2.	Análisis y ensayos.....	73
3.12.	VÁLVULAS DE FUNDICIÓN	73
3.12.1.	Características	73
3.12.2.	Análisis y ensayos.....	74
3.13.	EQUIPOS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS	74
3.13.1.	INSTRUMENTACIÓN	74
3.13.2.	Análisis y ensayos	79
3.14.	JUNTAS PARA TUBERIAS.....	79
3.15.	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN. BORDILLOS	80
3.15.1.	Características	80
3.15.2.	Análisis y ensayos.....	80
3.16.	PREFABRICADOS DE HORMIGON. BALDOSAS, LOSAS Y ADOQUINES.....	81
3.16.1.	Características	81
3.17.2.	Análisis y ensayos.....	82
3.17.	ZAHORRA ARTIFICIAL	82
3.18.	MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE	84
3.19.	MATERIALES NO ESPECIFICADOS	93

4.	MAQUINARIA	94
5.	EJECUCIÓN, CONTROL Y ABONO DE LAS OBRAS.....	94
5.1.	CONDICIONES GENERALES	94
5.2.	CARGA Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS A VERTEDERO.....	95
5.2.1.	Ejecución de las obras	95
5.2.2.	Medición y abono	95
5.3.	EXCAVACIONES EN ZANJAS Y POZOS.....	95
5.3.1.	Ejecución de obras.....	96
5.3.2.	Medición y abono	99
5.4.	RELLENOS COMPACTADOS EN ZANJAS.....	99
5.4.1.	Ejecución de las obras en general	99
5.4.2.	Medición y abono	100
5.5.	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.....	101
5.5.1.	Ejecución de las obras.....	101
5.5.2.	Análisis y ensayos.....	104
5.5.3.	Medición y abono	104
5.6.	OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA.....	105
5.6.1	Ejecución de la obra	105
5.6.2	Medición y abono	111
5.7.	ENCOFRADOS.....	112
5.7.1	Ejecución de obra	112
5.7.2	Medición y abono	113
5.8.	ENTIBACIÓN.....	114
5.8.1	Ejecución de las obras	114
5.8.2	Medición y abono	114
5.9.	TUBERÍAS DE PVC.....	114
5.9.1	Ejecución de las obras	114
5.9.2	Medición y abono	115
5.10.	VÁLVULAS DE PVC.....	115
5.10.1	Ejecución de las obras	115
5.10.2	Medición y abono	115
5.11.	VÁLVULAS DE FUNDICIÓN.....	116

5.11.1	Ejecución de las obras	116
5.11.2	Medición y abono	116
5.12.	EQUIPOS DE TRATAMIENTO.....	116
5.12.1	Ejecución de las obras	116
5.12.2	Medición y abono	117
5.13.	PREFABRICADOS DE HORMIGÓN. BORDILLOS.	117
5.13.1	Ejecución de las obras	117
5.13.2	Medición y abono	117
5.14.	PREFABRICADOS DE HORMIGON. BALDOSAS, LOSAS Y ADOQUINES.....	117
5.14.1	Ejecución de las obras	117
5.14.2	Medición y refino de la explanada	118
5.15.	TERMINACIÓN Y REFINO DE LA EXPLANADA	118
5.16.	ZAHORRA ARTIFICIAL	119
5.17.	MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE.....	122
5.18.	CARTELES DE OBRA	132
5.19.	UNIDADES NO ESPECIFICADAS	132

I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES, FACULTATIVAS Y ECONÓMICAS

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL

1.1.1. Objeto del pliego de condiciones

La finalidad de este pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la relación del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.1.2. Contrato de obra

El presente contrato tiene por objetivo la realización del diseño de una Estación de Tratamiento de Agua Potable en una población de 1200 habitantes. Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.3. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En caso de interpretación prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.4. Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias
- El programa de Control de Calidad de Edificación y su libro de Control.
- El Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, elaborado por cada Contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.5. Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las ordenanzas, a las Normas y al Planteamiento Vigente.

1.1.6. Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública, a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

1.1.7. Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.8. Responsabilidad del contratista

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus vistas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.9. Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del R.D. 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

1.1.10. Daños y perjuicios a terceros

El Contratista será el responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas.

Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en modalidad de “Todo riesgo al derribo y la construcción”, suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.1.11. Anuncios y carteles

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.12. Copia de documentos

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.13. Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por el retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.14. Hallazgos

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

- La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
- Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.16. Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que pueda existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.2. DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anexas.

1.2.1. Accesos y vallados

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la obra su modificación o mejora.

1.2.2. Replanteo

El contratista iniciará “in situ” el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales.

Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el director de la Ejecución de la obra, el promotor y el contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos.

- Proyecto de Ejecución, Anexos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del coordinador de seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Aviso previo a la Autoridad laboral competente efectuado por el promotor.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

1.2.4. Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.2.5. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El Contratista podrá requerir del Director de obra o del Director de Ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de Ejecución de la obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.2.8. Prorroga por causa de fuerza mayor

Por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.2.10. Trabajos defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos haya sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean

sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien medirá para resolverla.

1.2.11. Vicios ocultos

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el período de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras, aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de la Obra.

El Contratista demolerá y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el director de Obra y/o el Director de Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los que se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.2.13. Presentación de muestras

A petición del Director de Obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no están en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta del Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

1.2.16. Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para la obra presente buen aspecto.

1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, el primer término a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras, y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.3. DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEXAS

1.3.1. Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deber abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción debe consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecido en la legislación, y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

1.3.2. Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá una acta con tanto ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas.

Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

1.3.3. Documentación final de la obra

El director de Ejecución de la obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieran intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas con lo que se establece los párrafos 2, 3, 4 y 5 del apdo. 2 del art. 4º del R.D. 515/89, de 21 de abril.

1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su edición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.3.5. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses.

1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si la instalación fuese utilizada antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

1.3.7. Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de las instalaciones, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.3.8. Prórroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra indicará al contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

2.1. DEFINICIÓN Y ATRIBUCIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/66 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la LOE y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la ejecución de la obra.

2.1.1. Promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la obra, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios. Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la obra.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se registrarán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la LOE.

2.1.2. Projectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la LOE, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

2.1.3. El Contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

Cabe efectuar especial mención de que la ley señala como responsable explícito de los vicios o defectos constructivos al contratista general de la obra, sin perjuicio del derecho de repetición de éste hacia los subcontratistas.

2.1.4. El Director de Obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de Obra.

2.1.5. El Director de la Ejecución de la Obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo instalado. Para ello es requisito indispensable el estudio y

análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el ingeniero, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencias y atribuciones legales, estimara necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación

Son entidades de control de calidad de la instalación aquellas capacitadas para presentar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la instalación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de la obra.

2.1.7. Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción para la instalación.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

2.2. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

2.3. VISITAS FACULTATIVAS

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra.

Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

2.4. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVENIENTES

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la ejecución de la obra son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo 111 de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

2.4.1. El Promotor

- Ostentar sobre la propiedad la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.
- Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de

- lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.
- Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable.
 - Garantizar los daños materiales que la instalación pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.
 - El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.
 - Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III del R.D.1627/97. Copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.
 - Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.
 - Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

2.4.2. El Proyectista

- Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos (proyecto básico) como para

- ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.
- Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales de la instalación, en especial las posibles cimentaciones y estructuras.
 - Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en la instalación para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.
 - Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.
 - Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Ingeniero y por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.
 - Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Ingeniero y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

- Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

2.4.3. El Contratista

- Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.
- Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.
- Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del R.D. 1627/97 de 24 de octubre.
- Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.
- Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.
- Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Ingeniero Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y

peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

- Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Ingeniero o Ingeniero técnico, Director de Ejecución Material de la Obra.
- Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.
- Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen la instalación una vez finalizada.
- Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o les artes, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

- Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.
- Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.
- Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.
- Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra, en el caso de que los hubiese, los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.
- Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la instalación).

2.4.4. El Director de Obra

- Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.
- Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.
- Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de

la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios, así como la modificación de los materiales previstos.

- Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.
- Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.
- Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de la instalación.
- Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados. Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los

subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento de la instalación, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste. Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

2.4.5. El Director de la Ejecución de la Obra

Acontece al Ingeniero. Según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto las atribuciones competencias y obligaciones que se señalan a continuación:

- La Dirección inmediata de la Obra.
- Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.
- Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.
- Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra, si aplica que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

- Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.
- Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.
- Cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.
- Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción y a las normativas de aplicación.
- Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas. Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.
- Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.
- Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.
- Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta

inmediata a los Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

- Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, y la eficacia de las soluciones.
- Informar con prontitud a los Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.
- Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.
- Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión.
- Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Ingeniero, Director de la Ejecución de las Obras, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

2.4.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación

- Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, el director de la ejecución de las obras.
- Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

2.4.7. Los suministradores de productos

- Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.
- Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

2.4.8. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la instalación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente. Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de la instalación o de parte de la misma de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

2.5. DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA

Una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la instalación, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, será entregada a los usuarios finales.

- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la instalación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

3. DISPOSICIONES ECONÓMICAS

3.1 DEFINICIÓN

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

3.2 CONTRATO DE OBRA

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del edificio e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

3.3 CRITERIO GENERAL

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir

puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

3.4 FIANZAS

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo

3.4.2. Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.5 DE LOS PRECIOS

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

3.5.1. Precio básico

Es el precio por unidad (Ud., m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

3.5.2. Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

- 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.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

3.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

3.5.4. Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

3.5.5. Reclamación de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

3.5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

3.5.7. De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

3.5.8. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

3.6 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

3.7 VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

3.7.1. Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución

por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

3.7.2. Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

3.7.3. Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.7.4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

3.7.5. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

3.7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán

valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.

- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.8 INDEMNIZACIONES MUTUAS

3.8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra

.

3.8.2. Demora de los pagos por parte del Promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

3.9 VARIOS

3.9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.9.2. Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

3.9.3. Seguro de las obras

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

3.9.4. Conservación de la obra

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

3.9.5. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista la instalación, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo en buen estado en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

3.10 RETENCIONES EN CONCEPTO DE GARANTÍA

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como periodo de garantía, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

3.11 PLAZOS DE EJECUCIÓN: PLANNING DE OBRA

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

3.12 LIQUIDACIÓN ECONÓMICA DE LAS OBRAS

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, los

manuales, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego

3.13 LIQUIDACIÓN FINAL DE LA OBA

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

1. OBJETO

En este Pliego se establecen las prescripciones técnicas y particulares que, además de las cláusulas administrativas y económicas que regulan el correspondiente contrato, habrán de regir para la ejecución de las obras del presente proyecto “Diseño de una ETAP para una población de 1200 habitantes”, emplazado en Municipio A.

Este presente Pliego prevalecerá sobre todos los demás documentos del Proyecto, incluso sobre el Pliego de Condiciones Técnicas Generales caso de producirse discrepancias entre ellos.

2. DISPOSICIONES DE APLICACIÓN

En todo lo que no esté expresamente previsto en el presente Pliego ni se oponga a él serán de aplicación los siguientes documentos:

- Normas provisionales para la redacción de proyectos de Abastecimiento y Saneamiento de Poblaciones de la Dirección General de Obras Hidráulicas.
- Normas para la redacción de proyectos de Abastecimiento de agua y saneamiento de poblaciones. (En lo que modifiquen o complementen a las anteriores).
- Instrucción para el Proyecto de ejecución de obras de hormigón en masa o armado EFHE.
- Pliegos de Condiciones para la fabricación, transporte y montaje de tubería de hormigón de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento. Barcelona 1.960.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos RC-74. Decreto 1.964/1.975, de la Presidencia del Gobierno del 23 de Mayo de 1.975.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras PG-3-1.975, aprobado por O.M. del 5 de Febrero de 1.976.
- Norma ASTM C443 Joints for Circular Concrete Sewer and Culvert Pipe, with Rubber Gaskets.
- Norma ASTM C14, Concrete Sewer, Storm drain and Culvert Pipe.
- Norma ASTM C497 Standard Methods of testing concrete Pipe, section or tile.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones. O.M. del 15 de Septiembre de 1.986.

3. MATERIALES

3.1. MATERIALES EN GENERAL

Todos los materiales que hayan de emplearse en la ejecución de las obras deberán reunir las características mínimas indicadas en este Pliego y merecer la conformidad del Director de Obra.

El Director de Obra tiene la facultad de rechazar en cualquier momento aquellos materiales que considere no respondan a las condiciones del Pliego, o que sean inadecuados para el buen resultado de los trabajos.

Los materiales rechazados deberán retirarse de la obra, a cuenta del Contratista, dentro del plazo que señale su Director.

El Contratista notificará, con suficiente antelación, al Director de Obra la procedencia de los materiales, aportando las muestras y datos necesarios para determinar la posibilidad de su aceptación.

La aceptación de una procedencia o cantera, no anula el derecho del Director de Obra a rechazar aquellos materiales que, a su juicio, no respondan a las condiciones del Pliego, aún en el caso de que tales materiales estuvieran ya puestos en obra.

3.2. YACIMIENTOS Y CANTERAS

El Contratista, bajo su única responsabilidad y riesgo, elegirá los lugares apropiados para la extracción de materiales que requieran la ejecución de las obras.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista que por su cuenta y riesgo, realice calicatas suficientemente profundas y le entregue las muestras de material necesarias para apreciar la calidad de los materiales propuestos.

La aceptación por parte del Director de Obra del lugar de extracción no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales como al volumen explotable del yacimiento.

El Contratista viene obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de la cantera, gravera o depósito previamente autorizado por el Ingeniero Encargado.

Si durante el curso de la explotación, los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen o la producción resultara insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista a su cargo deberá procurarse otro lugar de extracción, sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

El Contratista podrá utilizar, en las Obras objeto del Contrato los materiales que obtenga de la excavación, siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en este Pliego.

3.3. MATERIALES PARA RELLENOS

Los materiales a emplear serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra, o de los préstamos que, en caso necesario, se autoricen por la Dirección de la Obra.

Los suelos se clasificarán en los tipos siguientes:

Suelos inadecuados, suelos tolerables, suelos adecuados y suelos seleccionados, de acuerdo con las siguientes características:-

-Suelos inadecuados: Son aquellos que no cumplen las condiciones mínimas exigidas a los suelos tolerables.

- Suelos tolerables: No contendrán más de un veinticinco por ciento en eso, de piedras cuyo tamaño exceda de quince centímetros. Su límite líquido será inferior a cuarenta ($LL < 40$) o simultáneamente: límite líquido menor de sesenta y cinco ($LL < 65$) e índice de plasticidad mayor de seis décimas de límite líquido menos nueve $I.P. > (0,6 LL - 9)$.

La densidad máxima correspondiente al ensayo próctor normal no será inferior a un kilogramo cuatrocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (1.450 Kg/dm^3).

El índice C.B.R. será superior a tres.

El contenido de materia orgánica será inferior al dos por ciento.

-Suelos adecuados: Carecerán de elementos de tamaño superior a diez centímetros (10cm) y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso.

Su límite líquido será inferior a cuarenta ($LL < 40$).

La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor normal no será inferior a un kilogramo setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (1.750Kg/dm^3).

El índice C.B.R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento medido en dicho ensayo, será inferior al dos por ciento (2%).

El contenido de la materia orgánica será inferior al uno por ciento (1%).

-Suelos seleccionados: Carecerán de elementos de tamaño superior a ocho centímetros (8cm) y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al veinticinco por ciento (25%) en peso.

Simultáneamente, su límite líquido será mayor que treinta ($LL < 30$) y su índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$).

El índice C.B.R. será superior a diez y no presentará hinchamiento en dicho ensayo.

Estarán exentos de materia orgánica.

Las exigencias anteriores se determinarán de acuerdo con la normas de ensayo NLT 105/72, NLT-106/72, NLT-107/72, NLT-111/72, NLT-118/59 y NLT-152/72.

3.4. MATERIAL DEL TIPO GRANULAR PARA ASIENTO DE TUBERÍA

Se define el material granular por la siguiente curva granulométrica:

Tamaño del tamiz	% que pasa
3/4" (19,05mm)	100
1/2" (12,70mm)	90
3/8" (9,50 mm)	40-70
Nº 4	0-15
Nº 8	0-15

3.5. HORMIGONES

3.5.1. Normativa

Será de aplicación la norma siguiente:

- Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en masa o Armado (EHE-2008). R.D. 1247/2008 de 18 de Julio

3.5.2. Características

La consistencia de todos los hormigones será plástica, salvo que a la vista de ensayos al efecto la Dirección de Obra decidiera otra cosa, lo que habría que comunicar por escrito al Contratista, quedando este obligado al cumplimiento de las condiciones de resistencia restantes que especifique aquella de acuerdo con el presente Pliego.

La consolidación del hormigón se hará mediante vibradores, cuya frecuencia de funcionamiento, expresado en revoluciones por minuto, no sea inferior a seis mil.

Los ensayos de control, en este caso de que la resistencia característica resultara inferior a la carga de rotura exigida, el Contratista estará obligado a aceptar las medidas correctoras que adopte la Dirección de la Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar el elemento de obra o bien a considerarla aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el Cuadro para la unidad de que se trata.

3.5.3. Análisis y ensayos

El control de calidad del hormigón y de sus materiales componentes se ajustará a lo previsto en el capítulo IX de Instrucción EHE-2008.

La resistencia característica del hormigón a compresión se controlará mediante ensayos de control a nivel normal.

Las decisiones derivadas del control de resistencia se ajustarán a lo previsto en la Instrucción EHE-2008

El Contratista suministrará sin cargo a la Dirección de Obra o a quien ésta designe, las muestras necesarias para la ejecución de los ensayos.

La calidad de los aceros para hormigón se controlará mediante ensayos a nivel normal de acuerdo con la norma EHE-2008.

El control de la ejecución de las obras de hormigón se ajustará a lo previsto en la Instrucción EHE-2008

3.6. MADERA

3.6.1. Características

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados y demás medios auxiliares, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante no menos de dos años.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad.

- Dar sonido claro de percusión.

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidente.

La madera de construcción escuadrada será madera sin puntas de aristas vivas y llenas. No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar.

3.7. TUBERÍAS

3.7.1. Análisis y ensayos

Los tubos, piezas especiales y demás elementos de las tuberías podrán ser controlados por la Administración durante el período de su fabricación, para lo cual aquella nombrará un representante, que podrá asistir durante este período a las pruebas preceptivas a que deban ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose además sus dimensiones y pesos.

Independientemente de dichas pruebas, la Administración se reserva el derecho de realizar en la fábrica, por intermedio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisas para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación, según las prescripciones de este Pliego. A estos efectos, el Contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a la fabricación de los tubos, deberá hacer constar este derecho de la Administración en su contrato, con el fabricante.

El fabricante avisará al Director de Obra, con quince días de antelación como mínimo, del comienzo de la fabricación en su caso, y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

De resultado de los ensayos se levantará acta, firmada por el representante de la administración, el fabricante y el Contratista.

El Director de Obra, en caso de no asistir por sí o por delegación a las pruebas obligatorias en fábrica, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuaron, en forma satisfactoria, dichos ensayos.

El proveedor clasificará el material por lotes de 200 unidades o piezas que deberán probarse. Por cada lote de 200 o fracción de lote, si no se llegase en el pedido al número

citado, se tomarán el menor número de unidades que permitan realizar la totalidad de los ensayos.

En primer lugar se realizarán las pruebas mecánicas y si los resultados son satisfactorios, se procederá a la realización de las pruebas de tipo hidráulico.

Clasificado el material por lotes, de acuerdo con lo que se establece en el párrafo anterior, las pruebas se efectuarán según se indica en el mismo apartado, sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Los tubos que no satisfagan las condiciones generales fijadas anteriormente así como las dimensiones y tolerancias definidas en este Pliego serán rechazados.

Cuando un tubo, elemento de tubo o junta no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose así que el resultado de ambas es bueno.

La aceptación de un lote no excluye la obligación del contratista de efectuar los ensayos de tubería instalada que se indican en el Presente Pliego y reponer, a su costa, los tubos o piezas que puedan sufrir deterioro o rotura durante el montaje o las pruebas en zanja.

Los gastos de ensayo son a cargo del Contratista, o en su caso, del fabricante los ensayos y pruebas obligatorias y los que con este carácter se indiquen en el Pliego tanto en fábrica como al recibir el material en obra y con la tubería instalada.

Será así mismo cuenta del Contratista aquellos otros ensayos y pruebas en fábrica o en obra que exija el Director de Obra si los resultados de los citados ensayos ocasionasen el rechazo del material.

Los ensayos y pruebas que haya que efectuar en los laboratorios oficiales, designados por la Administración como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos realizados en fábrica o en la recepción del material en la obra serán abonados por el Contratista o por la Administración con cargo a la misma, si, como consecuencia de ellos, se rechazasen o se admitiesen, respectivamente, los elementos ensayados.

3.8. TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA Y ARMADOS

3.8.1 Normativa

Serán de aplicación las siguientes normas:

- Pliego de prescripciones Técnicas Generales de Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.
- ASTM C14 Concrete Sewer, Storm Drain and Culvert Pipe.
- ASTM C76M
- ASTM C443 Joints for Circular Concrete Sewer and Culvert Pipe, with Rubber Gaskets.
- ASTM C497 Standard Methods of Testing Concrete Pipe Sections or Tile.

3.8.2 Características

Los tubos de hormigón en masa serán fabricados mecánicamente por un procedimiento que asegure la elevada compacidad del hormigón.

La resistencia característica del hormigón de los tubos no será inferior a 275kp/cm^2 a los 28 días, en probeta cilíndrica.

Salvo que hayan sido curadas al vapor, ni las tuberías ni las piezas complementarias de hormigón serán montadas hasta que hayan transcurrido 28 días desde su fabricación.

Las irregularidades de la superficie interna serán inferiores a 3mm., cuando se midan bajo una regla de 500 mm, de longitud colocada longitudinalmente.

3.8.3 Análisis y ensayos

Para garantizar que los tubos colocados responden a las características especificadas en Proyecto, se procederá al siguiente control de calidad:

- Ensayo de aplastamiento por el método Tres Aristas.
- Ensayo hidrostático.
- Control sobre la estanqueidad de las juntas.
- Inspección de los tubos acabados para comprobar, que están libres de defectos de ejecución.

Los tubos deberán cumplir las especificaciones y condiciones que corresponden en los puntos anteriores y que se detallan más adelante para ser aceptados por la Dirección de Obra.

Cualquier especificación insatisfecha por un tubo que haga suponer la existencia de un fallo sistemático, invalidará toda la serie a la que pertenezca aquel y esta será rechazada por la Dirección de Obra.

a) Ensayo de aplastamiento por el método de las tres aristas.

Tiene por objeto comprobar que el procedimiento de fabricación proporciona a los tubos las características estructurales previstas en el diseño.

Se emplea el ensayo de tres aristas de acuerdo con las especificaciones señaladas en la norma ASTM C-497.

Antes de proceder a la entrada de ningún tubo se procederá a ensayar al menos un tubo por cada diámetro y clase, a aplastamiento sobre tres aristas hasta carga prevista para la aparición de fisuras de 0,25mm., para comprobar que el procedimiento de fabricación proporciona los tubos con las características de diseño.

Después de los ensayos preliminares, se comprobarán en sucesivas pruebas hasta el uno por ciento de la tubería encargada; estos ensayos se realizarán en el número y en el momento que señale la Administración.

Quedan incluidos en el anterior porcentaje los ensayos preliminares.

Estos ensayos correrán a cargo del fabricante y no serán de abono.

La administración podrá, si lo considera conveniente, ordenar la realización de un número mayor de ensayos; cuando los resultados sean satisfechos la Administración abonará el importe de estos, en caso contrario correrá por cuenta del fabricante.

Sometidos los tubos al ensayo de tres aristas, deberán aparecer fisuras de 0,25mm., cuando se alcance la carga de diseño o se supere ésta.

Si las fisuras aparecen antes, se considera que el ensayo no ha sido superado.

Si el fallo se produce durante los ensayos previos, se ensayarán otros dos tubos. Si falla alguno no se enviará ningún tubo a otra, y deberá modificar el proceso de fabricación hasta que los tubos ensayados superen la prueba.

Si el fallo se produce durante los ensayos adicionales se comprobará toda la serie a la que pertenezca ese tubo y que haya sido ejecutado con la misma amasada. Estos correrán por cuenta del fabricante y no serán de abono.

Los tubos ensayados que superen la prueba podrán ser utilizados en la obra.

b) Ensayo hidrostático

Permite comprobar la estanqueidad de la tubería y la junta.

Se realizarán ensayos hidrostáticos para cada uno de los diámetros que suministre el fabricante.

El ensayo se realizará según la Norma ASTM-C-497.

Se realizará en la fábrica antes de suministrar los tubos al contratista un (1) ensayo hidrostático por cada diámetro, siguiendo el procedimiento que señala la Norma ASTM C-443.

Se realizarán las pruebas con los tubos:

- En alineación recta sometiéndolos a una presión hidrostática interna de $0,9 \text{ kg/cm}^2$.
- En posición de máxima deflexión con una presión hidrostática interna de $0,7 \text{ kg/cm}^2$.

En ambos casos el ensayo durará 10 minutos.

Si se aprecian síntomas de humedad en la cara externa de los tubos, se podrá mantener el ensayo hasta 24 horas.

Tantos estos ensayos como los anteriores no serán de abono.

En lo referente al tubo, será aceptado si en los dos estados de carga no se producen manchas de humedad con una dimensión máxima de un décimo del diámetro interior y que el total no supere el 5% de la superficie del tubo.

Si los tubos no cumplen las limitaciones impuestas podrá realizarse una reparación que será autorizada por la Administración.

Por cada tubo que no supere este ensayo se comprobarán otros dos (2) tubos más, estos ensayos no serán de abono.

c) Control sobre la estanqueidad de las juntas

Este ensayo tiene por objeto comprobar que tanto los materiales empleados en la junta como el diseño de ésta, proporcionan una estanqueidad adecuada en las condiciones de trabajo.

Antes de proceder al envío a obra de ningún tubo, se procederá a un ensayo hidrostático de dos tubos para comprobar el comportamiento de la junta. Se realizará este ensayo una vez por cada diámetro según la Norma ASTM C-443.

Se realizará la prueba con los tubos:

- En alineación recta sometiéndolos a una presión hidrostática interna de $0,9 \text{ kg/cm}^2$.
- En posición de máxima deflexión con una presión hidrostática interna de $0,7 \text{ kg/cm}^2$.

En ambos casos el ensayo durará 10 minutos.

Si se aprecian humedades importantes en la junta se podrá mantener el ensayo hasta 24 horas, para comprobar si hay fallos de permeabilidad.

Se realizará un ensayo sobre dos tubos cargando uno de ellos y el otro no, con una presión interior de $0,7 \text{ kg/cm}^2$.

Durante el período de suministro de los tubos se podrá hacer, si la Dirección de la Obra lo considera oportuno, un ensayo hidrostático más por cada diámetro con las mismas condiciones anteriores.

Todos estos ensayos como los anteriores no serán de abono.

En el caso de tubos alineados como en el de tubos cargados, no se admitirá ninguna fuga de agua por la junta.

Si se produjeran éstas, se deberá proceder a un nuevo diseño de la junta hasta que de un resultado satisfactorio.

3.9. TUBOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL

3.9.1 Normativa

Serán de aplicación las siguientes normas:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua.
- Norma ASTM A746 Ductile Iron Gravity Sewer Pipe.
- Norma AWWA C110 Gray-Iron and Ductile Iron Fittings, 3 Inch through 48 Inch, for water and other liquids.
- Norma AWWA C104 Cement Mortar Lining for Cast-Iron Pipe and Fittings for water.
- Norma AWWA C105 Polyethylene Encasement for Gray and Ductile Cast-Iron Piping for water and other liquids.

3.9.2 Características

Las tuberías de fundición dúctil serán cincadas e irán revestidas interiormente con mortero de cemento y barnizadas exteriormente. Cumplirán la Norma Internacional ISO 2531 relativa a tubos de fundición dúctil para canalización con presión (1.974).

Espesor de los tubos

a) Generalidades

La sección II de la presente Norma Internacional define una gama de tubos en fundición dúctil que responde a la mayoría de las necesidades usuales, en particular al transporte y la distribución de agua.

El espesor de los tubos se define en función de su diámetro por fórmulas lineales.

$$e = 4,5 + 0,009 \text{ DN}$$

No obstante, para los tubos hasta diámetro 200mm inclusive, el espesor viene dado por la fórmula complementaria:

$$e = 5,8 + 0,003 \text{ DN}$$

En estas fórmulas,

e: es el espesor normal de la pared en mm

DN: es el diámetro nominal en mm

La presión de prueba en fábrica de estos tubos es la siguiente:

Diámetro nominal	Presión de prueba en
DN	bares
mm	
80 a 300	50
350 a 600	40

b) Calidad de los tubos

Los tubos que presentan pequeñas imperfecciones inevitables a causa del proceso de fabricación y que no dificultan su empleo no serán rechazados. El fabricante puede bajo su responsabilidad, elegir los procedimientos adecuados para corregir las ligeras imperfecciones superficiales de aspecto.

Los tubos deberán poder ser cortados, taladrados o mecanizados; en caso discusión serán considerados como aceptables si la dureza superficial no sobrepasa 230 unidades Brinell.

3.9.3 Análisis y ensayos

Para garantizar que los tubos colocados corresponden a las características generales especificadas en Proyecto, se procederá al siguiente control de calidad:

- Control de espesor.
- Control de longitud.
- Control de curvatura.
- Control de peso.
- Ensayos de tracción.

- Ensayos de dureza Brinell.

- Recepción.

a) Control de espesor

La tolerancia de espesor de pared de los tubos centrifugados será fijada en función del diámetro nominal del tubo en mms, según fórmula:

$$(1,3 + 0,001 \text{ DN})$$

No se fija límite de tolerancia en más.

c) Control de longitud

Las longitudes normales de fabricación de los tubos con enchufe pueden ser:

Diámetro nominal DN	Longitudes normales m
Hasta el diámetro 500 inclusive	4 - 5 - 5,5 - 6
Por encima del diámetro 500	4 - 5 - 5,5 - 6 - 7

El fabricante podrá suministrar hasta el 10% de la cantidad total de tubos de cada diámetro, en longitudes inferiores a las normales especificadas; la reducción de longitud admitida viene dada por la tabla siguiente:

Longitudes especificadas m	Reducción de longitud m
4	0,5 - 1
Por encima de 4	0,5 - 1 - 1,5 - 2

c) Control de curvatura

Haciendo rodar los tubos sobre dos raíles distantes aproximadamente $\frac{2}{3}$ de la longitud L de los tubos, la flecha máxima fm, expresada en milímetros, no debe sobrepasar 1,25 veces la longitud L de los tubos expresada en mm.

$$f_m < 1,25 L$$

d) Control de peso

Los pesos de los tubos serán los correspondientes a las tablas que figuran en el catálogo del fabricante; serán calculados tomando como densidad de la función 7.050 Kg/m³.

Las tolerancias admitidas sobre estos pesos serán las siguientes:

Tipos de tubos Tolerancias

Hasta el Y 200 inclusive $\pm 8 \%$

Tubos centrifugados:

Por encima del Y 200 $\pm 5 \%$

Nota: Los tubos cuyo peso sea superior al máximo admitido, serán aceptados, con la condición de que satisfagan todas las demás cláusulas de la presente recomendación.

e) Ensayos de tracción

La probeta mecanizada destinada al ensayo de tracción será obtenida del extremo liso de los tubos; se extraerá aproximadamente del centro del espesor y su eje debe ser paralelo al eje del tubo.

Llevará una parte cilíndrica cuya longitud entre trazas será igual a cinco veces su diámetro, viniendo dado este en función del espesor del tubo según lo siguiente:

Espesor del tubo Diámetro de la probeta

mm mm

Inferior a 5 2,0

Igual o superior a 5

e inferior a 6 2,5

Igual o superior a 6

e inferior a 7 3,0

Igual o superior a 7
e inferior a 8 3,5

Igual o superior a 8
e inferior a 10 4,0

Igual o superior a 10
e inferior a 12 5,00

Igual o superior a 12 6,00

Los ensayos mecánicos del fabricante deben ser efectuados en el curso de la fabricación.

Cada lote debe estar formado por los tubos fabricados sucesivamente a razón de:

- 100 tubos, hasta el DN 300
- 50 tubos, para DN 350 a 600 inclusive

Resistencia	Límite convencional	Alargamiento
mínima a la	de elasticidad a	mínimo a la
tracción	0,2% mínimo	rotura %
Newton/mm²	Newton/mm²	

Tubos centrifugados:

420	300	10
1 Newton/mm ²	0,102 Kg/mm ²	

El límite de elasticidad no debe ser medido más que según el acuerdo particular y en las condiciones que se especifiquen en el pedido.

El fabricante debe extraer de un tubo del lote una probeta de tracción que debe satisfacer las prescripciones de la tabla anterior.

Si los resultados de este ensayo son inferiores a los valores mínimos prescritos, deben ser obtenidas otras dos probetas del mismo tubo; estas deberán satisfacer las mismas prescripciones.

Los tubos de los que han sido obtenidas las probetas deberán ser aceptados por el comprador como si tuvieran su longitud total.

f) Ensayo de dureza Brinell

La comprobación de la dureza Brinell establecida se realizará sobre la superficie exterior de los tubos, después de un ligero rectificado.

g) Recepción

Si el comprador desea recepcionar los tubos, esta recepción debe efectuarse en la fábrica. El fabricante debe proveer los aparatos de ensayo, el material, las plantillas de control y el personal necesario.

El agente de recepción designado por el comprador y acreditado antes al fabricante debe ser avisado con antelación del momento en el que tendrán lugar las operaciones de recepción.

El agente de recepción puede asistir a la obtención, preparación y ensayo de las probetas, control dimensional y pesado, así como a los ensayos hidráulicos.

La recepción y pesado de los tubos puede hacerse después del revestimiento.

Si el comprador o su representante no se presenta para asistir a estas operaciones en el momento oportuno, el fabricante puede proceder a la recepción sin la presencia del comprador o de su representante.

3.10. TUBERÍAS DE PVC

3.10.1 Características

La tubería estará fabricada en policloruro de vinilo (P.V.C.) de alta calidad, exento de cargas y plastificantes, y por consiguiente con todas y cada una de las propiedades físicas y químicas de dicho material.

Los tipos de tubería de PVC a emplear serán de los siguientes tipos:

- Tubería de PVC de presión para conducciones de agua a presión, que cumplirán las normas DIN8062 y UNE 53.112.
- Tubería de PVC para evacuación de aguas residuales y pluviales, de Clase 41, serie 5, color teja, que cumplirán la norma UNE 53.332.
- Tubería de PVC para canalizaciones eléctricas y de telefonía que tendrán los diámetros y espesores indicados en los planos y presupuesto.

Los diámetros y presiones de trabajo y demás características de las tuberías de PVC PRESION, se ajustan a las especificaciones de la norma.

La gama de piezas inyectadas de P.V.C. se fabrican para presiones de trabajo de hasta 16 atm, excepto las de diámetro 90mm y superiores, que son para 10 atm. de trabajo.

Tabla PC. 1. Datos técnicos tuberías PVC.

Propiedades mecánicas	Unidades	Valor	Norma
Peso específico	g/cm ³	1,35-1,46	UNE 53.112
Tensión de trabajo	Kg/cm ²	10	UNE 53.112
Resistencia a la tracción	MPa	>=49	UNE 53.112
Alargamiento a la rotura	%	>=80	UNE 53.112
Módulo de elasticidad	Kg/cm ²	30000	UNE 53.112
Propiedades térmicas	Unidades	Valor	Norma
Coefficiente de dilatación térmica	m/m°C	8·10 ⁻⁵	UNE53.126
Conductividad térmica	Kcal·m/m ² ·h·°C	0,13	UNE 53.037
Temperatura de reblandecimiento Vicat	°C	>=79	UNE 53.112
Propiedades eléctricas	Unidades	Valor	Norma
Rigidez dieléctrica	kV/mm	35 – 30	UNE 53.030/102
Regresividad transversal	Ohm/cm	10 ¹⁵	UNE 53.122
Constante dieléctrica		3,4	

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Superficie interna perfectamente lisa. No se forman incrustaciones. Mínimas pérdidas de carga.
- Su elasticidad permite los asentamientos del terreno.
- Inatacable por corrientes vagabundas. La naturaleza del suelo o ambiente no ataca a la tubería.
- Gran resistencia a diversidad de productos químicos.
- Extraordinaria ligereza. Gran sencillez y facilidad de manipulación, transporte y montaje.

PRINCIPALES APLICACIONES

- Conducciones y distribuciones de agua.
- Regadíos. Instalaciones agrícolas.
- Conducciones de aceites, grasas, hidrocarburos, soluciones ácidas y alcalinas.

3.10.2 Análisis y ensayos

Las características de los materiales vendrán garantizadas por el fabricante.

Los tubos irán grabados con el diámetro nominal, marca y norma UNE que cumplan.

Se realizarán pruebas de presión y estanqueidad, una vez instaladas las tuberías en la zanja, sin tapar las juntas de las mismas y sometiéndolas a una presión de 1,4 veces su presión nominal.

3.11. VÁLVULAS DE PVC

Se consideran en este apartado las válvulas de bola, de mariposa, de pie, antirretorno, etc., construidas en PVC.

3.11.1. Características

- Construcción en P.V.C.
- Material de la junta en EPDM VITON, TEFLON, etileno-propileno.
- Anillos tóricos en Neopreno o VITON.
- Tornillería de acero inoxidable.

3.11.2. Análisis y ensayos

Las características vendrán garantizadas por el fabricante.

Se realizarán pruebas de presión de 1,4 veces la nominal, una vez montadas, en conjunto con la tubería.

3.12. VÁLVULAS DE FUNDICIÓN

Se considera en este apartado las válvulas de compuerta de cierre elástico, válvulas de retención, válvulas de flotador y válvulas de mariposa.

3.12.1. Características

- Construidas con cuerpo de fundición GG-25.
- Eje de acero inoxidable AISI-316.
- Cierre recubierto de caucho (NBR).
- Protección interior y exterior con pintura epoxi o Rilsan.
- Presión nominal PN-16.
- Mando manual o motorizado.
- Accesorios finales de carrera, electroválvulas, bridas y tornillería

3.12.2. Análisis y ensayos

Las características vendrán garantizadas por el fabricante.

Se comprobará que cumplen las especificaciones indicadas para cada caso.

Se someterá a una prueba de presión de 1,4 veces la nominal, una vez instaladas y en conjunto con la tubería.

3.13. EQUIPOS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS

Todas las características técnicas mínimas que se requieren de los equipos necesarios para el tratamiento de aguas se encuentran en el documento *Anexos*. Para más especificaciones, se deben consultar los catálogos, disponibles también en los *Anexos* a la memoria (*ANEXO N°6. CATÁLOGOS Y FICHAS TÉCNICAS*).

Los equipos con fichas técnicas en anexos son:

- Bombas.
- Filtros de sílex
- Filtros de cartucho.
- Tubos de presión
- Membranas de Ósmosis Inversa

3.13.1. INSTRUMENTACIÓN

Los equipos de instrumentación responderán a las siguientes características técnicas

TURBIDÍMETRO

Turbimax CUE22, compacto luz blanca

Medidor de turbidez por luz dispersa según US EPA 180.1

Aplicación: Agua potable e industrial

Emisor de luz: luz blanca, EPA 180.1

Rango de medida: Calibrado 0-100 NTU

Precisión: máx. 0,0001 NTU seleccionable

Regulación de caudal de entrada y cubeta incluida limpieza ultrasónica.

Alimentación: 100-240 V AC

Señal de salida: 4-20mA o RS-485

Version: estándar

Calibration kit CUE22

Ready for use solutions: 0,02 NTU, 10NTU and 100 NTU

Accesory turbidity measurement

Cámara de flujo CUE21/CUE22 para eliminación de burbujas

Accesorio para medida turbidez

MEDIDOR TRANSMISOR DE PRESIÓN

Cerabar S PMP71

Transmisor inteligente de presión

Sensor piezoresistivo en cápsula con diafragma metálico totalmente soldado

Alta precisión: $\pm 0,075\%$

Rangeabilidad 15:1

Construcción modular

Gran estabilidad y alta fiabilidad

Autodiagnósticos de seguridad

Electrónica en compartimento estanco del cabezal, aislada del sensor (proceso)

Especificación adicional

Valor inferior del rango: 0 bar

Valor superior del rango: 40 bar

Homologación: zona no clasificada

Señal de salida: 4-20mA SIL HART; Ajustes internos + LCS

Cabezal y Entrada de cable: aluminio, tapa lateral

Material de diafragma: 316L

Conexión a proceso: rosca ISO228 G1, 316L. Montaje enrasado

Líquido de relleno: aceite de silicona

MEDIDOR TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL

Transmisor Inteligente de presión diferencial, con sensor piezoresistivo en capsula de metal, resistente a alta presión y sobrepresiones

Alta precisión: $\pm 0.075\%$

Rangeabilidad 15:1

Construcción modular

Alta estabilidad y fiabilidad

Autodiagnósticos de seguridad

Electrónica en compartimento estanco del cabezal, aislado del sensor

Especificación adicional

Valor inferior del rango: 0bar

Valor superior del rango: 3 bar

Características de medida: linear

Homologación: Zona no clasificada

Señal de salida: 4-20mA SIL HART; ajustes internos +LCD

Cabezal y Entrada de cable: aluminio, tapa lateral

Material membrana: 316L

Conexión a proceso: NPT1/4-18 IEC61518 UNF7/16-30, C22. Incluidas 2 válvulas 316L

Juntas del sensor: Viton

MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD

Condumax W CLS21

Célula de conductividad de 2 electodos para aplicaciones de rango medio o alto

Homologación ATEX II 1G EEX in IIC T3, T4, T6 y FM

Temperatura máxima: 150°C

Presión máxima 16bar a 20°C

Rango de medida: 0,01-20mS/cm. Factor K=1

Conexión a proceso: Rosca 1" NPT; Material: PES

Conexión a transmisor: 5m de cable integral

Sensor de temperatura: Termoresistencia Pt100

Liquisys M CLM253

Transmisor de Conductividad/Resistividad para sensor inductivo o conductivo

Montaje en campo

Caja: PC/ABS. Protección IP65

Dimensiones: 247x170x115mm (A1, An, Fondo)

Display: LCD 2 líneas; menú en 6 idiomas

Configuración mediante teclado frontal

Calibración directa mediante tecla CAL

Contacto de alarma asignable: Salida relé

Sensor asociado; Software: sensor conductivo

Versión básica

Alimentación: 24V AC/DC

Señal de salida: 4-20mA; Conductividad

Contactos adicionales: 2relés

CAUDALÍMETROS

SIEMENS o similar

Sensor: MAG 5100 W

Acabado exterior: Epoxi dos componentes, 150 micras

Revestimiento interior: Goma dura

Instalación: Embridada

Rango Temperatura: -5 a 70 °C

Presión: PN 40

Cuerpo medidor: Aisi 304

Transmisor: MAG 5000

Salida Corriente: 0-20 mA

Salida digital Frecuencia: 0-10 kHz

Funciones Caudal, dos totalizadores, bidireccional, etc.

Aislamiento galvánico: En entradas y salidas

Tª Ambiente: -20°C a +50°C

Protección: IP 68

Alimentación: 115-230 V AC 11-30V DC

Error medición: 0,5%

3.13.2. Análisis y ensayos

Las características anteriormente enunciadas vendrán garantizadas por el fabricante, que suministrará los certificados correspondientes.

Se realizarán pruebas de presión y estanqueidad, rendimiento y calibrado.

Se comprobará su correcto funcionamiento dentro de los márgenes fijados.

3.14. JUNTAS PARA TUBERIAS

Se entiende por junta el sistema de unión de dos tubos que asegure la estanqueidad, tanto a efectos de presión como exterior, y la mantenga en el tiempo, estimándose como solución indicada la unión mediante un aro de goma alojado adecuadamente entre los extremos de tubos lindantes.

El contratista suministrará a la Dirección de Obra:

- Justificación de la forma y rugosidad del alojamiento de la goma en cada uno de los dos extremos de los tubos que une.
- Justificación de la forma y características de la goma de modo que se garantice tanto la estanqueidad como que no se vayan a producir deformaciones en la parte más comprimida que se pueda hacer perder la estanqueidad en la parte más descomprimida.
- Justificación de que las características y composición de la goma sean idóneas para resistir Favorablemente la acción propia de aguas residuales domésticas, industriales o mezcla de ambas.
- Detalle de todas las medidas geométricas de los alojamientos y de las gomas, así como sus tolerancias, que habrán de servir de base para el control de recepción.

Se comprende que todos los requisitos del proyecto de las juntas expuestos deban estar respaldados por una experimentación que sirva de garantía para la Dirección de Obra y sin la cual éste no pueda proceder a la adjudicación.

Dicha experiencia puede ser propia o del fabricante o basada en experiencias ajenas, incluso extranjeras, que puedan aportarse o también en normalizaciones vigentes en España o en otros países.

La información, normativa, etc., que se adjunta a la oferta deberá estar en español, francés o inglés.

3.15. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN. BORDILLOS

3.15.1. Características

Para el encintado de aceras y jardines se emplearán bordillos de hormigón prefabricado de las siguientes dimensiones:

- Bordillo de sección 25x15-12cm (achaflanado).
- Bordillo recto de sección 20x10cm.
- Bordillo para jardinera de 55x12cm en hormigón blanco.

Los bordillos de 25x15 serán del tipo bicapa, con cuarzo.

Las principales características que han de reunir estos bordillos son:

- Resistencia a compresión superior a 300 kg/cm².
- Resistencia a flexión mayor de 60 kg/cm².
- Peso específico mayor de 2.300 kg/m³.
- Absorción de agua menor del 6% en peso.
- Inertes a +/- 20°C.
- Desgastabilidad igual o menor de 1mm en ensayo UNE 7069 en pista de 250m, húmeda.

3.15.2. Análisis y ensayos

Las características enunciadas vendrán garantizadas por certificado del fabricante.

Se realizarán ensayos destructivos en cinco piezas seleccionadas al azar en la obra para comprobación de las citadas características.

Para la aceptación del material no se admitirán valores inferiores o superiores (según proceda) a los indicados en el apartado de características.

3.16. PREFABRICADOS DE HORMIGON. BALDOSAS, LOSAS Y ADOQUINES.

3.16.1. Características

Para el solado de aceras, paseos, etc. se podrán emplear baldosas, losas o adoquines según se indique en la documentación gráfica y el presupuesto.

Las dimensiones de las piezas serán las indicadas en dicha documentación.

Su composición será en su capa superior, de huella, de mortero rico en cemento, arena fina y colorantes. La capa intermedia será similar a la superior pero sin colorantes. La capa base será de mortero menos rico en cemento y arena más gruesa.

Los cementos empleados en su fabricación cumplirán el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas del cemento.

Los áridos cumplirán las normas UNE 7082 y 7135.

Los pigmentos y colorantes cumplirán la norma UNE 41060.

Serán de calidad CLASE PRIMERA.

Las tolerancias en dimensiones y principales características serán:

- Tolerancia de +/- 0,3% en dimensiones de sus lados.
- Tolerancia de espesores medidos en su contorno del 8% como máximo (salvo rebajes de dibujos, etc.) y tal variación será inferior a 1,8mm.
- Los ángulos tendrán una variación máxima de 0,4mm medidos en arco de 20cm de radio.
- Las aristas no se desviarán de la línea recta más del uno por mil.
- El alabeo de la cara será inferior a 0,5mm.
- La flecha máxima (planicidad de la cara) será inferior al 3 por mil.
- La cara superior deberá cumplir las condiciones inherentes a la "cara vista", y no presentarán hendiduras, grietas, desconchados, depresiones, desportillado de aristas o esquinas.
- El color será uniforme en todo el pavimento de acuerdo con el modelo elegido.
- La estructura de cada capa será uniforme, sin exfoliaciones ni poros visibles a simple vista.

- El coeficiente de absorción de agua, determinado según la norma UNE 7008 será como máximo de 10%.
- Heladicidad: Ninguna de las tres baldosas ensayadas de acuerdo con la norma UNE7033 presentará en la cara o capa de huella señales de rotura o de deterioro.
- La resistencia al desgaste será comprobada mediante ensayo según la norma UNE 7015, con recorrido de 250m en pista húmeda. El máximo desgaste permitido será de 3mm en el citado ensayo.
- La resistencia a la flexión determinada según la norma UNE 7034, como media de 5 piezas, será superior a 50 kg/cm² en la cara en tracción y superior a 30 kg/cm² en el dorso en tracción.

3.16.2. Análisis y ensayos

Las características mencionadas vendrán garantizadas por certificado del fabricante.

Como comprobación se realizarán los ensayos de absorción de agua, heladicidad, resistencia al desgaste y resistencia a flexión de acuerdo con las normas UNE mencionadas, sobre 5 piezas seleccionadas al azar en la obra.

Para la aceptación del material se verificarán los valores indicados en el apartado de características en cuanto a máximos y mínimos fijados en cada caso.

3.17. ZAHORRA ARTIFICIAL

1 DEFINICIÓN

Zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo.

2 MATERIALES

2.1 Condiciones generales

Los materiales procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso la fracción retenida por el tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un cincuenta por ciento (50 %.), En peso, de elementos machacados que presenten dos (2) caras o más de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que la mitad (1/2) de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE, en peso.

- La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de uno de los husos reseñados en la Tabla PC.2. El huso a emplear será el Indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el que, en su defecto, señale el Director de las obras.

- El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada.

Tabla PC. 2. Cernidos y tamices.

CEDADOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO		
	Z-1	Z-2	Z-3
50	100		
40	70-100	100	
25	55-85	70-100	100
20	50-80	60-90	70-100
10	40-70	45-75	50-80
5	30-60	30-60	35-65
2	20—45	20-45	20-45
0,4	10-30	10-30	10-30
0,08	5-15	5-15	5-15

2.3 Calidad

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de los Ángeles, según la Norma ILT.149/72, será Inferior a treinta y cinco (35).

2.4 Plasticidad

El material será no plástico.

El equivalente de arena será superior a treinta (30).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NIT. 35/72. NLT-106/72 y NLT-113/72.

3.18. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

1 DEFINICION

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual es preciso calentar previamente los áridos y el ligante. La mezcla se, extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

Su ejecución Incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

2 MATERIALES

2.1 Ligantes bituminosos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante ante bituminoso a emplear que, en general, estará incluido entre los que a continuación se Indican:

B058, B062 y B066. Ver Artículo 210, Alquitrans para carreteras-.

B 20/30, B'40/50, B 60/70 Y B 80/100. Ver Artículo 211, -Betunes asfálticos-.

Podrá mejorarse el ligante elegido mediante la adición de activantes, caucho, asfalto natural o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichas adiciones y los productos resultantes. La dosificación y homogeneización de la adición se realizará siguiendo las Instrucciones del Director de las obras, basadas en los resultados de los ensayos previamente realizados.

2.2 Áridos

2.2.1 Árido grueso

Definición

Se define como árido grueso la fracción del mismo que queda retenida en el tamiz 2.5 UNE.

Condiciones generales

El árido grueso procederá del machaqueo, y trituración de piedra de cantera o de grava natural, en cuyo caso el rechazo del tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %) en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Calidad

El coeficiente de desgaste medio por el ensayo de los Ángeles, según la Norma NIT-149/72, será inferior a treinta (30) en capas de base, y a veinticinco (25) en capas Intermedias o de rodadura.

Coeficiente de pulido acelerado

El Pliego, de Prescripciones Técnicas Particulares señalará el valor mínimo del coeficiente de pulido acelerado del árido a emplear en capas de rodadura. Este valor será como mínimo de cuarenta y cinco centésimas (0.45) en carreteras para tráfico pesado, y de cuarenta centésimas (0.40) en los restantes casos. El coeficiente de pulido acelerado se determinará de acuerdo con las Normas NIT- 174/72 Y NLT-175/73.

Forma

El índice de lajas de las distintas fracciones, determinado según la Norma NIT-354/74 será inferior a los límites indicados a continuación:

Tabla PC. 3. Límites de fracciones de árido grueso.

FRACCIÓN	ÍNDICE DE LAJAS
40 a 25 mm	Inferior a 40
25 a 20mm	Inferior a 35
20 a 12,5 mm	Inferior a 34
10 a 6,3mm	Inferior a 35

En firmes sometidos a tráfico pesado, el índice de lajas deberá ser Inferior a treinta (30).

Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se considerará que la adhesividad es suficiente cuando, en mezclas abiertas, del tipo A de la tabla anterior el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto después del ensayo de Inmersión en agua, según la Norma NIT-166/75, sea superior al noventa y cinco por ciento (95 OI),o cuando, en los otros tipos de mezclas, la pérdida de resistencia de las mismas, en el ensayo de Inmersión compresión, realizado de acuerdo con (a Norma NLT-162/75, rebase el veinticinco por ciento (25 %).

Si la adhesividad no es suficiente no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de aditivos adecuados, especificando las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas

Particulares, o en su defecto el Director, establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los productos resultantes.

2.2.2 Árido fino

Definición

Se define como árido fino la fracción de árido que pasa por el tamiz 2.5 UNE Y queda retenido en el tamiz 0,080 UNE.

Condiciones generales

El árido fino será arena procedente de machaqueo o una mezcla de ésta y arena natural. En este último caso el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá señalar el porcentaje máximo de arena natural a emplear en la mezcla.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Calidad

El árido fino procedente de machaqueo se obtendrá de material cuyo coeficiente de desgaste cumpla las condiciones exigidas para el árido grueso.

Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se admitirá que la adhesividad, medida de acuerdo con la Norma NLT-355/14, es suficiente cuando [o el índice de adhesividad de dicho ensayo sea superior a cuatro (4) o cuando, en la mecía, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, realizado de acuerdo con a Norma NLT-162/1S, no pase del veinticinco por ciento (25 %).

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de un aditivo adecuado, definiendo las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas articulares, o en su defecto el Director, deberán establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los productos resultantes.

2.2.3 Filler

Definición

Se define como filler la fracción mineral que pasa por el tamiz 0.080 UNE.

Condiciones generales

El filler procederá del machaqueo de los áridos o será de aportación como producto comercial o especialmente preparado para este fin.

Las proporciones del filler procedente de los áridos y comercial de aportación se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En carreteras con tráfico pesado el filler será totalmente de aportación en capas de rodadura y en capas intermedias, excluido el que quede inevitablemente adherido a los áridos.

Granulometría

La curva granulométrica del filler de recuperación o de aportación estará comprendida dentro de los siguientes límites:

Tabla PC. 4. Límites de la curva granulométrica del filler.

TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)
0,63	100
0,16	90 – 100
0,08	75-100

Finura y actividad

La densidad aparente del filler, determinada por medio del ensayo de sedimentación en tolueno según la Norma NLT-176/74, estará comprendida entre cinco décimas de gramo por centímetro cúbico (0.5 gr/cm^3) y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0.8 gr/cm^3).

El Coeficiente de emulsibilidad, determinado según la Norma NLT-180/74, será inferior a seis décimas (0.6).

2.2.4 Plasticidad de la mezcla de áridos en frío

La mezcla de los áridos en frío en las proporciones establecidas. Y antes de la entrada en el secador, tendrá un equivalente de, arena, determinado según la Norma NLT-113/72, superior a cuarenta (40) para capas de base o superior a cuarenta y cinco (45) para capas intermedias o de rodadura.

3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA.

El tipo y características de la mezcla bituminosa en caliente serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La mezcla bituminosa será, en general, de uno de los tipos definidos en la Tabla siguiente, el tamaño máximo del árido, y por tanto el tipo de mezcla a emplear, dependerá de espesor de la capa compactada, el cual, salvo Indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, cumplirá lo indicado en la Tabla 542.2.

Para tráfico pesado, salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se utilizarán mezclas densas D o semidensas S en capas de rodadura, mezclas densas D, semidensas S o gruesas G en capas Intermedias, y gruesas G en capas de base.

La relación ponderal mínima entre los contenidos de filler y betún de la mezcla bituminosa, se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Tabla PC. 5. Cernido ponderal acumulado según mezclas.

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)											
	MEZCLAS DENSAS			MEZCLAS SEMIDENSAS			MEZCLAS GRUESAS			MEZCLAS ABIERTAS		
	D 12	D 20	D25	S 12	S 20	S 25	G 12	G 20	G 25	A 12	A 20	A 25
40		100	100		100	100		100	9-4		100	100
25		100	80-95		100	80-95		100	75-95		100	65-90
20	100	80-95	75-90	100	75-95	75-88	100	75-95	65-85	100	65-90	55-80
12,5	80-95	65-80	62-77	80-95	55-75	60-75	75-95	55-75	47-67	65-90	45-70	30-55
10	72-87	60-75	57-72	71-86	47-67	55-70	62-82	47-67	40-60	50-75	35-60	23-48
5	50-65	47-62	45-60	47-62	28-46	40-55	30-48	28-46	26-44	20-40	15-35	10-30
2,5	35-50			30-45			20-35			5-20		
0,63	18-30			15-25			8-20					
0,32	13-23			10-18			5-14					
0,16	7-15			6-13			3-9					
0,08	4-8			3-7			2-5			2-4		
% LIGANTE BITUMINO SO	4,0-6,0			3,5-5,5			3,0-5,0			2,5-4,5		

Tabla PC. 6. Tipos de mezclas segun el espesor en la capa compactada.

ESPESOR EN CM DE LA CAPA COMPACTADA	TIPOS DE MEZCLAS A EMPLEAR
MENOR O IGUAL QUE 4	D,S,G,A 12
ENTRE 4 Y 6	D,S,G,A 20
MAYOR QUE 6	D,S,G,A 25

4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1 Instalación de fabricación

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de instalaciones de continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de áridos exija la fórmula de trabajo adoptada. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará la producción horaria mínima en función de las características de la obra.

Los silos de áridos en frío deberán estar provistos de dispositivos de salida, que dan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier ajuste. El número mínimo de 5 será función del número de fracciones de árido a emplear.

La Instalación estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los dos y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla.

La Instalación estará dotada asimismo de un sistema de clasificación de los áridos en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres, salvo autorización del Director, y de silos de almacenamiento las mismas, cuyas paredes serán resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar contaminaciones. Dichos silos en caliente estarán dotados de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en los contiguos o afecte al funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado, y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. El sistema de cierre será pido y estanco.

En las instalaciones de tipo continuo, los silos de áridos clasificados calientes deberán estar provistos de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier ajuste. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de un tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El dosificador del ligante deberá estar sincronizado con los de alimentación de áridos y filler, y deberá disponer de dispositivos para su calibrado a la temperatura y/o presión de trabajo, así como para la toma de muestras.

El mezclador en las instalaciones de tipo continuo será de ejes gemelos.

Podrán utilizarse otros tipos de instalaciones de diferente concepción siempre que sean aprobados por el Director, previos los ensayos que demuestren la bondad de la mezcla con ellos fabricada.

4.2 Elementos de transporte.

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia, y que deberá tratarse con un producto para evitar que la mezcla se adhiera a ella, cuya composición y dotación deberán haber sido aprobadas por el Director.

La forma de la caja será tal que durante el vertido en la extendedora no toque a la misma.

Los camiones deberán estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla caliente durante su transporte.

4.3 Extendedoras

Las extendedoras serán autopropulsadas, dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla con la configuración deseada y un mínimo de precompactación.

El ancho de extendido mínimo y máximo se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La capacidad de la tolva será la adecuada para el tamaño de la máquina, así como la potencia de tracción.

Se comprobará en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han afectados por el desgaste.

Si a la extendedora pueden acoplarse piezas para aumentar su ancho, éstas deberán ir perfectamente alineadas con las correspondientes de la máquina.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, podrá exigir que la extendedora esté equipada de dispositivo automático de nivelación.

4.4. Equipo de compactación

Deberán utilizarse compactadores autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibrantes, triciclos o tándem, de neumáticos o mixtos. El equipo de compactación será aprobado por el Director, a la vista de los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

La instalación deberá estar provista de Indicadores de la temperatura de los áridos situados en los silos de árido caliente y a la salida del secador.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante deberá poder permitir su calentamiento a la temperatura de empleo y la recirculación de éste. En la calefacción del ligante se emplearán, preferentemente serpentines de aceite o vapor, evitando en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera a temperatura muy superior a la de empleo. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc, deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos, para evitar pérdidas de temperatura. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de una toma para el muestreo y comprobación del calibrado del dispositivo de dosificación.

En el caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos. ..

La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del filler de recuperación y de adición, los cuales deberán estar protegidos de la humedad.

Las Instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso, cuya exactitud sea superior al medio por ciento (± 0.5 %). Los dispositivos de dosificación del filler y ligante tendrán, como mínimo, una sensibilidad de medio kilogramo (0,5 kg). El ligante deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteas.

Todos los tipos de compactadores estarán dotados de dispositivos para la limpieza de las llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario, así como de inversores de marcha suaves.

Los compactadores de llanta metálica no deberán presentar surcos ni irregularidades en las mismas. Los compactadores vibrantes dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y en caso necesario, faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales, estáticas o dinámicas, Y las presiones de contacto de los diversos tipos de compactadores, serán las necesarias para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del árido ni arrollamientos de la mezcla a las temperaturas de compactación.

3.19. MATERIALES NO ESPECIFICADOS

Los materiales cuyas características no estén especificadas en este Pliego ni en las disposiciones enumeradas, cumplirán las prescripciones de los Pliegos, Instrucciones o Normas aprobadas con carácter oficial en los casos en que dichos documentos sean aplicables, en todo caso se exigirán muestras de ensayos y certificados de garantía para su aprobación por la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra podrá rechazar dichos materiales si no reúnen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivará su empleo y sin que el Contratista tenga derecho, en tal caso, a reclamación alguna.

4. MAQUINARIA

La empresa constructora deberá disponer de los medios mecánicos precisos, con personal idóneo para la ejecución de los trabajos incluidos en el Proyecto, incluyendo en su oferta la maquinaria y personal que va a disponer para la ejecución de la obra.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en todo momento, en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse, no pudiendo retirarlas sin el consentimiento del Director de Obra.

5. EJECUCIÓN, CONTROL Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1. CONDICIONES GENERALES

Todas las obras comprendidas en el Proyecto se efectuarán de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego, los planos del Proyecto y las Instrucciones del Director de Obra, quien resolverá además, las cuestiones que se plantean referentes a la interpretación de aquellos y a las condiciones de ejecución.

El Director de Obra suministrará al Contratista cuanta información se precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobado por el Director de Obra y será compatible con los plazos de programación.

Antes de iniciar cualquier trabajo deberá el Contratista ponerlo en conocimiento del Director de Obra, y recabar su autorización.

En los artículos correspondientes del presente Capítulo se especifican a título orientativo, el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de la obra para controlar la calidad de los trabajos. Se entiende que el número fijado de ensayos es mínimo y que en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquel que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de la calidad de los trabajos.

El Contratista suministrará, a su costa, todos los materiales, que hayan de ser ensayados, y dará las facilidades necesarias para ello.

El Director de Obra o sus representantes tendrán acceso a cualquier parte del proceso de ejecución de las obras, incluso en las que se realicen fuera del área propia de construcción, así como a las instalaciones auxiliares de cualquier tipo, y el Contratista dará toda clase de facilidades para la Inspección de las mismas.

En los precios se entiende comprendido un 1% sobre la ejecución material destinado a satisfacer los gastos de ensayos y análisis. Dicho 1% será el tope máximo de coste a cargo del Contratista salvo en los casos siguientes:

- a) Si como consecuencia de los ensayos el suministro, material o unidad de obra es rechazada.
- b) Si se trata de ensayos propuestos por el Contratista sobre suministros materiales o unidades de obra que han sido realizados en los ensayos efectuados por la Dirección de Obra.

5.2. CARGA Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS A VERTEDERO

5.2.1. Ejecución de las obras

Las operaciones de carga, transporte y descarga a vertedero se realizarán con las precauciones precisas con el fin de evitar proyecciones, desprendimientos de polvo, barro, etc.

El Contratista tomará las medidas para evitar que los vehículos que abandonen la zona de obra depositen restos de tierra, barro, etc.

5.2.2. Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio correspondiente del cuadro de precios a los metros cúbicos realmente transportados medidos sobre camión.

5.3. EXCAVACIONES EN ZANJAS Y POZOS

Consisten en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas, (conducción general, derivaciones, desagües, pasos inferiores de caminos, obra especial enterrada, sobre anchos en las juntas de las tuberías) y pozos para cimentación.

5.3.1. Ejecución de obras

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, en pozo o zanja, a fin de que esta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos o replanteo y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la dirección de obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar un apoyo o cimentación satisfactorios.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, estando esta operación incluida en el precio de la excavación de acuerdo con el cuadro de precios.

El Contratista estará obligado a la retirada y transporte a vertedero del material que se obtenga de la excavación y que no esté prevista su utilización en rellenos u otros usos.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo material suelo o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Así mismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material meteorizable, la excavación de los últimos treinta centímetros (30cm), no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos.

Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los Planos o Replanteo, con las modificaciones que acepte la Dirección de Obra.

Si el Contratista desea aumentar la anchura de la zanja (por ejemplo, para colocar well - points para drenaje de la zanja) necesitará la aprobación por escrito del Director de Obra.

Si es posible, se procurará instalar la tubería en una zanja más estrecha situada en el fondo de la zanja cuya anchura se haya aumentado. De esta forma se corta el incremento de la carga debida al relleno. Esta subzanja debe superar la arista superior de la tubería en 0,30m.

Si se encontrase roca por encima de la cota de fondo de la zanja se podrán modificar las anchuras de zanja para permitir el apoyo de la tablestaca en la roca subyacente. En este caso la sobreexcavación correspondiente será de abono de acuerdo con las instrucciones del Director de Obra.

Los taludes de las zanjas y pozos serán lo que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posteriormente ejecución de las unidades de obra que deben ser alojadas en aquellas con la máxima facilidad para el trabajo, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que corresponden en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones y protecciones frente a voladuras, aun cuando fuese expresamente requerida por el personal encargado de la inspección y vigilancia de las obras de la Dirección de Obra.

En cualquier caso los límites máximos de las zanjas y pozos a efectos de abono, serán los que se expresan en los planos, con las modificaciones previstas en este apartado y aceptadas por la Dirección de Obra.

En el caso de que los taludes antes citados, realizados de acuerdo con los planos, fuesen inestables en una longitud superior a 10m., el Contratista deberá solicitar de la Dirección de Obra la aprobación del nuevo talud, sin que por ello resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresan.

Dado que una mayor anchura de la zanja da lugar a mayores cargas sobre la tubería, el Director de la Obra podrá exigir al Contratista la mejora de la calidad de la tubería en el caso de que fuese aceptada una mayor anchura de la zanja.

En caso de aumento de anchura de la zanja, serán por cuenta del Contratista los sobrantes debidos al sobreancho y se abonarán los volúmenes teóricos según proyecto y la clase de tubería prevista en el proyecto, salvo autorización por escrito del Director de Obra.

El material excavado susceptible de utilización en la obra no será retirado de la zona de obra sin permiso del Director de Obra. Si se careciese de espacio para su apilado en la zona de obra se apilará en vertederos separados, de acuerdo con las instrucciones del Director de Obra.

Si el material excavado se apila junto a la zanja, en la borde del caballero estará separado 1m., como mínimo del borde de la zanja si las paredes de esta están sostenidas con entibación o tablestacas. Esta separación será igual a la mitad de la altura de excavación

no sostenida por entibación o tablestacas en el caso de excavación en desmonte o excavación en zanja sin entibación total.

El Contratista tiene libertad para fijar el sistema de apuntalamiento en entibaciones y tablestacas, si bien el contratista propondrá al Director de Obra, de acuerdo con el Proyecto, el sistema de entibación o estacado de cada tramo de obra para su aprobación.

El sistema de entibación o tablestacado se deberá ajustar a las siguientes condiciones:

- a) Deberá soportar las acciones previstas en el Proyecto o las que fije el Director de Obra.
- b) Deberá eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en los edificios próximos.
- c) Eliminará el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.
- d) No deberán existir puntales por debajo de la arista superior de la tubería montada o deberán ser retirados antes del montaje de la tubería. Se dejarán perdidos los apuntalamientos si no se pueden recuperar antes del relleno o si su retirada puede causar el colapso de ejecutar el relleno.
- e) La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja hasta 0,30m., por encima de la arista superior de la tubería de forma que se garantice que la retirada de la entibación no ha disminuido el grado de compactación por debajo de las condiciones previstas en este Pliego.
- f) Las tablestacas se podrán retirar después de completado el relleno de la zanja si bien se han de tomar las medidas adecuadas para garantizar la eliminación de movimientos de la tubería y evitar la reducción del grado de compactación del relleno.
- g) Si no se puede obtener un relleno y compactación del hueco dejado por la entibación de acuerdo con las estimulaciones de este Pliego se deberá dejar perdida la entibación hasta una altura de 45cm, por encima de la cara superior de la tubería.
- h) Si se dejan tablestacas perdidas en el terreno, se deberán cortar a la mayor profundidad posible y en ningún caso a menos de 90cm, por debajo de la superficie de terreno terminada.

El Contratista propondrá al Director de Obra para su aprobación el sistema que empleará para el descenso del nivel freático en las zonas en que fuese necesario. El Contratista tomará las medidas adecuadas para evitar flujo de agua inducido por el sistema de descenso del nivel freático.

La aprobación por parte del Director de Obra del sistema de entibación, tablestacado y de descenso del nivel freático no exime al Contratista de sus responsabilidades.

5.3.2. Medición y abono

La excavación de zanjas y pozos se abonará por aplicación de los precios correspondientes según sus respectivas definiciones en *Presupuestos*, a los volúmenes en metros cúbicos (m³) medidos según perfiles tomados sobre el terreno con limitación a efectos de abono, de los taludes y dimensiones máximas señaladas en los planos y con la rasante determinada en los mismo o en el Reglamento no abonándose ningún exceso sobre éstos a no ser que a la vista del terreno, la Dirección de Obra apruebe los nuevos taludes, en cuyo caso los volúmenes serán los que se dedujesen de éstos.

Todos los trabajos y gastos que corresponden a las operaciones descritas anteriormente están comprendidas en los precios unitarios, incluyendo el acopio del material que vaya a ser empleado en otros usos y en general todas aquellas que sean necesarias para la permanencia de las unidades de Obra, realizadas, como refino de taludes, excepto la entibación que en caso de ser necesaria se abonará a los precios correspondientes del cuadro de precios establecido independientemente

5.4. RELLENOS COMPACTADOS EN ZANJAS

Estas unidades consisten en la extensión y compactación, de suelos seleccionados, sobre zanjas con la tubería correspondiente en su lecho.

5.4.1. Ejecución de las obras en general

Cuando el relleno haya de asentarse sobre una zanja en la que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuerzas de la zanja donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Salvo en caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación del agua sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Se tendrá especial cuidado en la compactación del relleno de las zanjas con cotas rojas de excavación grandes.

5.4.2. Medición y abono

El relleno de la zanja se abonará por aplicación de los precios correspondientes del cuadro de precios según las respectivas definiciones, a los volúmenes obtenidos por aplicación, como máximo, de las secciones tipo correspondientes, no abonándose generalmente los que se deriven de excesos en la excavación estando obligado, no obstante, el Contratista a realizar estos rellenos a su costa y en las condiciones establecidas.

Si el Contratista al excavar las zanjas dadas las características del terreno no pudiera mantenerse dentro de los límites de los taludes establecidos en el Plano de secciones tipo de zanja, deberá comunicarlo a la Dirección de la Obra, para que esta pueda comprobarlo "in situ", y de su V^o B^o o reparos al abono suplementario correspondiente. En este abono también serán de aplicación los precios anteriores a los volúmenes resultantes.

En los precios citados, están incluidas todas las operaciones, necesarias para la realización de estas unidades de obra

5.5. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

5.5.1. Ejecución de las obras

PREPARACIÓN DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN

Si se van a instalar tuberías en terreno con baja capacidad portante deberá mejorarse el terreno mediante su sustitución o modificación.

Se considera que los terrenos que tengan una carga inadmisibles inferior a $0,5 \text{ kg/cm}^2$, permitirán ser mejorados para poder servir de cimentación a las tuberías.

La sustitución consistirá en la retirada del material indeseable y su sustitución por material seleccionado tal como arena, grava, roca manchada. La profundidad de la sustitución será la necesaria para corregir una carga admisible en la superficie de cimentaciones la tubería de $0,5 \text{ kg/cm}^2$. El material de sustitución tendrá un tamaño máximo de partícula de 2,5cm., por cada 30cm., de diámetro de la tubería con un máximo de 7,5cm.

La modificación del terreno se efectúa mediante adición de material seleccionado al suelo original.

Se puede emplear roca manchada, arena y otros materiales inertes con un tamaño máximo de 7,5cm.

También se pueden emplear cemento o productos químicos si lo juzga oportuno la Dirección de Obra.

Camas de apoyo de tuberías.

De los tipos de apoyo de tuberías previstas en la norma ASTM solo se emplearán las clases A, B y C en las condiciones siguientes:

- En la Clase A el apoyo estará formado por una cama de hormigón armado o no. La cama de hormigón deberá tener una anchura mínima del diámetro de la tubería más 20cm.
- Si se emplea cama de hormigón, las tuberías se apoyarán provisionalmente en bloques prefabricados de hormigón.

- En las clases B y C las tuberías se apoyarán sobre una cama de material granular colocada en el fondo plano de la zanja. La cama de material granular tendrá el espesor mínimo indicado en los planos.
- En la clase B el material granular solo se extenderá hasta la mitad de la altura de la tubería.
- En la clase C el material granular solo se extenderá hasta un sector del diámetro exterior de la tubería.
- Las clases B y C solo se aceptarán para apoyo de tuberías que tengan pendientes iguales o superiores al 1%.

- Material granular para apoyo de tuberías.

El material granular para apoyo de tuberías consistirá en áridos rodados o procedentes de machaqueo que cumplan las condiciones de material seleccionado prevista en el Pliego de Prescripciones Generales de la Dirección General de Carreteras.

Además, el tamaño máximo de árido cumplirá las limitaciones previstas en el presente Pliego.

Este material carecerá de finos y será fácilmente compactable y drenante.

La Dirección de Obra podrá exigir la realización de ensayos sobre el cumplimiento de las condiciones prescritas en el presente Pliego.

Si las tuberías están situadas bajo el nivel freático se deberán emplear áridos inertes frente a las condiciones del agua.

Si las tuberías se apoyan sobre material granular, éste se extenderá y compactará en toda la anchura de la zanja hasta alcanzar la densidad prevista.

Después del montaje de las tuberías se añadirá a ambos lados de la tubería material granular, si fuere necesario, que se compactará de forma análoga hasta conseguir la rasante del Proyecto. La retirada de la entibación se ajustará a la ejecución del relleno de la zanja.

Queda terminantemente prohibido, golpear los tubos para conseguir su nivelación. La Dirección de Obra rechazará a todo tubo que haya sido golpeado.

Si las tuberías se apoyan directamente en el fondo de la excavación, está se recortará y ajustará para suministrar adecuado apoyo a la tubería. La zona de apoyo de la tubería se limpiará de elementos que puedan dañar la tubería o su protección.

Si las tuberías se apoyan directamente en el fondo de la zanja o en una cama de arena, se ejecutarán hoyos bajo las juntas de las tuberías para garantizar que cada tubería apoye uniformemente en toda su longitud, si estas juntas son de enchufe y campana.

Una vez ejecutada la solera de material granular, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Se tomarán las medidas adecuadas en el manejo de tuberías para evitar su deterioro.

Se tomará especial cuidado en asegurar que el enchufe y campana de las tuberías que se unen estén limpios y libres de elementos extraños.

Después de colocada la tubería y ejecutada la solera, se continuará el relleno de la zanja envolviendo la tubería con material seleccionado, el cual será extendido y compactado en toda la anchura de la zanja en capas que no superen los quince centímetros (15cm) hasta una altura que no sea menor de 30cm., por encima de la arista superior a la tubería.

El material a emplear será tal que permita su compactación con medios ligeros.

El material de esta zona no se podrá colocar con bulldozer o similar ni se podrá dejar caer directamente sobre la tubería.

Una vez ejecutado el relleno con el material seleccionado se ejecutará el resto del relleno de la zanja de acuerdo con lo previsto en el artículo correspondiente de este Pliego.

En el caso de ser necesario prever medios para agotar caudales de infiltración procedentes de la excavación ésta partida se considera incluida en el precio de la perforación.

En la instalación de tuberías con empujados se tomarán las medidas adecuadas para garantizar el mantenimiento de almacenes y niveles previstos en el Proyecto.

El equipo empuje estará equipado con dispositivos para poder recoger la alineación.

5.5.2. Análisis y ensayos

- Tuberías de saneamiento.

Se deberá probar por tramos la totalidad de los colectores.

Una vez colocada la tubería de cada tramo, construidos los pozos y antes del relleno de la zanja, el contratista comunicará al Director de Obra que dicho tramo está en condiciones de ser probado. El Director de Obra, en el caso de que decida probar este tramo, fijará la fecha; en caso contrario, autorizará el relleno de la zanja. Las pruebas se realizarán obturando la entrada de la tubería en el pozo de las aguas abajo y cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua; se llenará completamente de agua la tubería y el pozo de aguas arriba del tramo a probar.

Transcurridos treinta minutos del llenado se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no ha habido pérdida de agua. Todo el personal, elementos y materiales necesarios para la realización de las pruebas serán de cuenta del Contratista.

Si se aprecian fugas durante la prueba, el Contratista las corregirá procediéndose a continuación a una nueva prueba. En este caso el tramo en cuestión no se tendrá en cuenta para el cómputo de la longitud total a ensayar.

Una vez finalizada la obra y antes de la recepción, se comprobará el buen funcionamiento de la red vertiendo agua en los pozos de registro de cabecera, verificando el paso correcto de agua en los pozos de registro aguas abajo.

El Contratista suministrará el personal y los materiales necesarios para esta prueba.

5.5.3. Medición y abono

Las tuberías se medirán y abonarán, según sus definiciones en el cuadro de precios número uno, por metros lineales realmente colocados.

5.6. OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA

5.6.1 Ejecución de la obra

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado incluye, entre otras, las operaciones siguientes:

Preparado del tajo:

Antes de verter del hormigón fresco, sobre la roca o suelo de cimentación o sobre la tongada inferior de hormigón endurecido, se limpiarán las superficies incluso con chorro de agua y aire a presión, y se eliminarán los charcos de agua que hayan quedado.

Previamente al hormigonado de un tajo, la Dirección de Obra, podrá comprobar la calidad de los encofrados pudiendo originar la rectificación o refuerzo de estos, si a su juicio no tiene la suficiente calidad de terminación o resistencia.

También podrá comprobar que las barras de las armaduras se fijan entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de aquellas durante el vertido y compactación del hormigón y permitiéndose a éste envolverlas sin dejar coqueras.

No obstante estas comprobaciones no disminuyen en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de la obra resultante.

Para iniciar el hormigonado de un tajo se saturará de agua la capa superficial de la tongada anterior y se mantendrán húmedos los encofrados.

- Dosificación y fabricación del hormigonado.

Deberá cumplirse lo que sobre el particular señala la Instrucción EHE-2008.

- Transporte del hormigón.

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para que las masas lleguen al lugar de su colocación sin experimentar variación sensible de las características que poseían recién amasadas; es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido del agua, etc.

Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que se impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación.

Cuando se empleen hormigones de diferentes tipos de cemento, se limpiará cuidadosamente el material de transporte antes de hacer el cambio de conglomerante.

- Puesta en obra del hormigón.

Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1h) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. Podrá modificarse este plazo si se emplean conglomerados o aditivos especiales, pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurren favorables condiciones de humedad y temperatura.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro y medio (1,5m) quedando prohibido el arrojarlo con la pala a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, hacerlo avanzar más de un metro (1m) dentro de los encofrados, o colocarlo en capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice expresamente en casos particulares.

- Compactación del hormigón.

Salvo en los casos especiales, la compactación del hormigón se realizará siempre por vibración, de manera tal que se eliminen los huecos y posibles coqueras, sobre todo en los fondos y paramentos de los encofrados, especialmente en los vértices y aristas y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación.

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

La frecuencia de trabajo de los vibradores internos a emplear no deberá ser inferior a seis mil ciclos por minuto.

Estos aparatos deben sumergirse rápida y profundamente en la masa, cuidando de retirar la aguja con lentitud y a la velocidad constante.

Cuando se hormigón por tongadas, conviene introducir el vibrador hasta que la punta penetre en la capa subyacente, procurando mantener el aparato vertical o ligeramente inclinado.

Los valores óptimos, tanto de la duración del vibrado como de la distancia entre los sucesivos puntos de inmersión, dependen de la consistencia de la masa, de la forma y dimensiones de la pieza y del tipo de vibrador utilizado, no siendo posible, por tanto, establecer cifras de validez general. Como orientación se indica que la distancia entre puntos de inmersión deber ser la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibratorio una humectación brillante, siendo preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en unos pocos puntos más prolongadamente.

Si se avería uno de los vibradores empleados y no se puede sustituir inmediatamente, se reducirá el ritmo del hormigonado, o el Contratista procederá a una compactación por apisonado aplicado con barra, suficiente para terminar el elemento que está hormigonado, no pudiéndose iniciar el hormigonado de otros elementos mientras no se haya reparado o sustituido los vibradores averiados.

- Juntas de hormigonado

Las juntas de hormigonado no prevista en los planos, se situarán en la dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión y allí donde su efecto sea menos perjudicial alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Si el plano de una junta resulta mal orientado, se destruirá la parte de hormigón que sea necesario eliminar para dar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto; para ello se aconseja utilizar el chorro de arena o cepillo de alambre, según que el hormigón se encuentre más o menos endurecido, pudiendo emplearse también, en este último caso, un chorro de agua y aire.

Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso, deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

En ningún caso se pondrá en contacto con hormigones fabricados con diferentes tipos de cemento que sean incompatibles entre sí.

En cualquier caso, teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su V B o reparos, la disposición y forma de las juntas entre tongadas o limitación de tajo que se estimen necesarias para la correcta ejecución de las diferentes obras y estructuras previstas, con suficiente antelación de la fecha en que se prevean realizar los trabajos, antelación que no será nunca interior a quince días (15).

- Hormigonado en tiempo lluvioso, frío o caluroso

En tiempo lluvioso, no se podrá hormigonar si la intensidad de la lluvia puede perjudicar la calidad del hormigón.

-Hormigonado en tiempo frío

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempos de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no habrán de producirse deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

Si no es posible garantizar que, con las medidas adoptadas, se ha conseguido evitar dicha pérdida de resistencia, se realizarán los ensayos de información (véase instrucción EHE-

2008) necesarios para conocer la resistencia realmente alcanzada, optándose en su caso, las medidas oportunas.

Si la necesidad de hormigonar en estas condiciones parte del Contratista los gastos y problemas de todo tipo que esto origine serán de cuenta y riesgo del Contratista.

- Hormigonado en tiempo caluroso

Cuando el hormigonado se efectúa en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar una evaporación sensible del agua de amasado, tanto durante el transporte como en la colocación de hormigón.

En presencia de temperaturas elevadas y viento será necesario mantener permanentemente húmedas las superficies de hormigón durante 10 días por lo menos, o tomar otras precauciones especiales para evitar la desecación de la masa durante su fraguado y primer endurecimiento.

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C, se suspenderá el hormigonado salvo autorización expresa de la Dirección de Obra.

- Curado del hormigón.

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el hormigón a un proceso de curado, que se prolongará a lo largo de un plazo, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas.

Como término medio, resulta conveniente prolongar el proceso de curado durante siete días, debiendo aumentarse este plazo cuando se utilicen cementos de endurecimiento lento o en ambientes secos y calurosos. Cuando las superficies de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o filtraciones salinas, alcalinas o sulfatadas, es conveniente aumentar el citado de plazo de siete días en un 50% por lo menos.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada en estas operaciones deberá poseer las cualidades exigidas en la Instrucción EHE-2008

Otro buen procedimiento de curado consisten en cubrir el hormigón con sacos, arena, paja y otros materiales análogos y mantenerlos húmedos mediante riegos frecuentes. En estos

casos, debe prestarse la máxima atención a que estos materiales sean capaces de retener la humedad y estén exentos de sales solubles, materia orgánica, (restos de azúcar en los sacos, paja en descomposición, etc.) u otras sustancias que, disueltas y arrastradas por el agua de curado, puedan alterar el fraguado y primer endurecimiento de la superficie del hormigón.

El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan las garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer período de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa.

- Acabado del hormigón.

Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidad.

Si a pesar de todas las precauciones apareciesen defectos o coqueras, se picará y rellenará con mortero del mismo color y calidad que el hormigón.

En las superficies no encofradas el acabado se realizará con el mortero del propio hormigón. En ningún caso se permitirá la adición de otro tipo de mortero e incluso tampoco aumentar la dosificación en las masas finales del hormigón.

- Observaciones generales respecto a la ejecución.

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados. Se recomienda que en ningún momento la seguridad de la estructura durante la ejecución sea inferior a la prevista en el proyecto para la estructura en servicio.

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y procesos de ejecución se ajusten en todo a lo indicado en el proyecto.

- Prevención y protección contra acciones físicas y químicas

Cuando el hormigón haya de estar sometido a acciones físicas o químicas que, por su naturaleza puedan perjudicar a algunas cualidades de dicho material, se adoptarán, en la ejecución de la obra, las medidas oportunas para evitar los posibles perjuicios o reducirlos al mínimo.

En el hormigón se tendrá en cuenta no solo la durabilidad del hormigón frente a las acciones físicas y al ataque químico, sino también la corrosión que puede afectar a las armaduras metálicas, debiéndose por tanto, prestar especial atención a los recubrimientos de las armaduras principales y estribos.

En estos casos, los hormigones deberán ser muy homogéneos, compactos e impermeables.

El Contratista para conseguir una mayor homogeneidad, compacidad, impermeabilidad, trabajabilidad, etc., de los hormigones y morteros, podrá solicitar de la Dirección de Obra la utilización de aditivos adecuados de acuerdo con las prescripciones de la Instrucción EHE-2008, siendo opcional para ésta la autorización correspondiente.

5.6.2 Medición y abono

El abono de las adiciones que pudieran ser autorizadas por la Dirección de Obra se hará por Kilogramos (kg) realmente utilizados en la fabricación de hormigones y morteros, medidos antes de su empleo.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas o que presenten defectos.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar o reparar las obras en las que se acusen defectos.

En la aplicación de los precios, se mantendrá incluido el agotamiento de aguas necesario para el adecuado vertido del hormigón en los casos que así fuese necesario el mismo.

Los hormigones se abonarán aplicando los precios correspondientes del Cuadro de Precios los metros cúbicos (m³) realmente ejecutados según los planos del Proyecto,

entendiéndose que en ello se comprenden todos los trabajos, medios y materiales precisos, para la completa realización de las unidades de obra correspondientes.

5.7. ENCOFRADOS

5.7.1 Ejecución de obra

Los encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas, cargas variables y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado, y especialmente, las debidas a la compactación de la masa.

Los límites máximos de los movimientos de los encofrados serán de cinco milímetros para los movimientos locales y milésima de la luz para los de conjunto.

Los encofrados serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, dado el modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los encofrados aparecerán limpias en el momento del hormigonado.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorba el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas; colocando, si es preciso, angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. La Dirección de Obra, podrá achaflanar dichas aristas. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5mm) en las líneas de las aristas.

Los alambres y anclajes del encofrado que hayan quedado fijados al hormigón se portarán al ras del paramento y se sellarán.

Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados podrá hacerse uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes, ya que los mismos fundamentalmente, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

A título de orientación se señala que podrán emplearse como desencofrantes los barnices antiadherentes compuestos de silicona o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo.

Tanto los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.), como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del encofrado o descimbrado. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra de servicio.

A título de orientación pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción EHE-2008

La citada fórmula es sólo aplicable a hormigones fabricados con cementos portland y en el supuesto de que su endurecimiento se haya llevado a cabo en condiciones ordinarias.

Se llama la atención sobre el hecho de que, en hormigones jóvenes, no sólo su resistencia, sino también su módulo de deformación, presente un valor reducido; lo que tiene una gran influencia en las posibles deformaciones resultantes.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

5.7.2 Medición y abono

Los encofrados se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie de hormigón medidos sobre planos o en la obra, y se abonarán por aplicación de los precios correspondientes a las medidas respectivas.

5.8. ENTIBACIÓN

La entibación puede ser de tres tipos, ligera, semicuajada y cuajada.

- En la entibación cuajada se revestirán el 100% de la superficie a proteger.
- En la entibación semicuajada se reviste solamente el 50% de la superficie a entibar.
- En la entibación ligera no se reviste la superficie a proteger, pues solo irá provista de cabeceros y codales.

Los tableros, codales y cabeceros más frecuentes son de madera o metálicos, todos ellos de la calidad precisa para el fin que se persigue.

5.8.1 Ejecución de las obras

Si se sostienen las paredes de la zanja con entibación, esta deberá retirarse a medida que se compacte la zanja, hasta 0,30m., por encima de la arista superior de la tubería; de forma que se pueda obtener el grado de compactación previsto en el Pliego. Si este no es posible, se deberá cortar la entibación y se dejará en el terreno hasta una altura de 0,45m., por encima de la arista superior de la tubería.

5.8.2 Medición y abono

La entibación se abonará por la aplicación de los precios correspondientes del cuadro de precios a los metros cuadrados (m²) realmente ejecutados en obra.

5.9. TUBERÍAS DE PVC

5.9.1 Ejecución de las obras

El montaje de las tuberías de PVC y de las piezas de P.V.C. requiere el empleo del líquido limpiador, que prepara las zonas en que ha de realizarse la conexión y posteriormente aplicar el adhesivo como elemento de unión.

Dado que el adhesivo ataca enérgicamente al P.V.C. se recomienda no sobrepasar las dosis recomendadas y tener especial precaución en los tubos de pequeño espesor.

El montaje de las piezas de fundición, nodular o chapa de acero se realizará mediante uniones Gibault especiales que se ajustan exactamente al diámetro exterior del tubo. En el caso de las piezas metálicas con el cuello largo, indistintamente pueden unirse a los tubos mediante manguitos GB con junta elástica, o con unión Gibault.

Para todo lo referente a montaje y pruebas, así como almacenaje y transporte, se seguirán las directrices del "Código de instalación y manejo de tubos de P.V.C. para la conducción de agua a presión" (UNE 53.395).

5.9.2 Medición y abono

Las tuberías se medirán por metros lineales en su recorrido real, a cinta corrida, incluyendo piezas especiales, accesorios, válvulas, abrazaderas, anclajes, pequeño material, etc.

En el precio de la tubería quedan incluidos la parte proporcional de piezas especiales empleadas, codos, té, derivaciones, reducciones, etc., realizándose el abono por metros lineales medidos según se ha indicado

5.10. VÁLVULAS DE PVC

5.10.1 Ejecución de las obras

Se unirán a las tuberías mediante rosca, encoladas o mediante bridas con su junta y tornillería correspondiente.

5.10.2 Medición y abono

Se medirá por unidades realmente instaladas que incluirán las bridas de unión en su caso.

Se abonará por unidades que incluyen en su precio los materiales necesarios para su unión con las tuberías.

5.11. VÁLVULAS DE FUNDICIÓN

5.11.1 Ejecución de las obras

Se unirán a las tuberías mediante bridas con su correspondiente junta de estanqueidad, una vez debidamente limpias las superficies de contacto.

5.11.2 Medición y abono

Se medirán y abonarán por unidades realmente instaladas.

En la unidad quedarán incluidos los accesorios, bridas, mando neumático o motorizado, electroválvulas, finales de carrera, etc.

5.12. EQUIPOS DE TRATAMIENTO

5.12.1 Ejecución de las obras

Las bombas se instalarán sobre bancadas y se comprobará su correcta alineación y ausencia de vibraciones, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los filtros de cartucho se anclarán sobre bancadas y dispondrán de sistema de vaciado y drenaje. Su disposición permitirá su mantenimiento correcto y sustitución de los cartuchos sin desmontar tuberías.

El rack de ósmosis dispondrá de una estructura de acero en montaje atornillado para permitir su desmontaje parcial para cambio de tubos de presión. De forma puntual se permitirán soldaduras.

Los tubos de presión se instalarán sobre abrazaderas de goma fijadas a la estructura.

Las membranas se introducirán en los tubos en el sentido indicado por el fabricante y quedará un registro del lugar que ocupa cada una en el rack.

Los colectores de presión de entrada y salida se instalarán de forma que se permita el cambio de membranas sin desmontarlos.

Los equipos de instrumentación se instarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

5.12.2 Medición y abono

Los equipos de tratamiento de agua se medirán y abonarán por unidades completamente instaladas que incluyen su conexión a las tuberías o a otros equipos

5.13. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN. BORDILLOS.

5.13.1 Ejecución de las obras

Todos los bordillos se colocarán asentados y recibidos sobre base de hormigón en masa H-175 formando las alineaciones indicadas en los planos, nivelados a la cota prefijada y teniendo en cuenta los encuentros parabólicos para las diferentes alineaciones.

No se admitirán defectos de alineación superiores a 3mm ni diferencias con la cota prefijada superiores a 3mm.

5.13.2 Medición y abono

La medición para abono de las unidades ejecutadas correctamente se realizará por metros líneas a cinta corrida, incluyendo los vados a inmuebles, rebajes para paso de peatones, etc.

El precio indicado en el capítulo correspondiente incluye la parte proporcional de piezas especiales.

5.14. PREFABRICADOS DE HORMIGON. BALDOSAS, LOSAS Y ADOQUINES.

5.14.1 Ejecución de las obras

La colocación del solado de baldosas, adoquines, losas, etc. se realizará sobre la solera de hormigón previamente nivelada con capa de arena de 2cm de espesor medio.

El asentado del pavimento se realizará con mortero de cemento y arena M-40 (1:6).

Las pendientes de la cara superior serán las especificadas en la documentación gráfica.

No se admitirán defectos de nivelación en la cara superior del pavimento superiores a 3mm medidos bajo regla de 3m colocada en cualquier dirección.

Una vez asentada la baldosa se aplicará una lechada de cemento colorado igual que el pavimento para sellado de las juntas.

5.14.2 Medición y refino de la explanada

Se mide realizando el producto de la longitud de cada tramo por la anchura media medida entre las caras interiores de bordillos y alineaciones de fachadas.

No se descontarán chaflanes, arquetas ni alcorques de menos de 1m².

Se incluye en el precio el relleno con pavimento de las arquetas construidas con marco de acero.

5.15. TERMINACIÓN Y REFINO DE LA EXPLANADA

1 DEFINICION

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

2 EJECUCION DE LAS OBRAS

Las obras de terminación y refino de la explanada, se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino de la explanada se realizarán inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme.

Cuando haya que proceder a un recrecido de espesor inferior a la mitad (1/2) de la tongada de asegurar la trabazón entre el recrecido y su asiento.

No se extenderá ninguna capa del firme sobre la explanada sin que se comprueben sus condiciones de calidad y sus características geométricas.

Una vez terminada la explanada, deberá conservarse continuamente con sus características y condiciones hasta la colocación de la primera capa de firme o hasta la recepción de la obra cuando no se dispongan otras capas sobre ella. Las cunetas, deberán estar en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento.

3 TOLERANCIAS DE ACABADO

En la explanada se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y a ambos bordes de la misma, con una distancia entre perfiles transversales no superior a veinte metros (20 m), y niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos. En los recuadros entre estacas, la superficie no rebasará la superficie teórica definida por ellas, ni bajará de ella más de tres centímetros (3 cm) en ningún punto.

La superficie acabada no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua,

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas se corregirán por el Contratista, de acuerdo con lo que se señala en este Pliego.

4 MEDICION Y ABONO

La terminación y refino de la explanada se considerará incluida dentro de las unidades de excavación terraplén o pedraplén, según caso.

5.16. ZAHORRA ARTIFICIAL

1 DEFINICION

Zahorra artificial es una mezcla de áridos total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo.

2 EJECUCION DE LAS OBRAS

2.1 Preparación de la superficie existente

La zahorra artificial no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades, que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

2.2 Preparación del material

El procedimiento de preparación del material deberá garantizar el cumplimiento de las condiciones granulométricas y de calidad exigidas. Ello exigirá normalmente la dosificación en central.

Sin embargo, cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares lo señale expresamente, o el Director lo autorice, podrá efectuarse la mezcla in situ.

2.3 Extensión de una tongada

Una vez comprobada la superficie de asiento de la tongada, se procederá a la extensión de ésta. Los materiales previamente mezclados serán extendidos, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación, en tongadas de espesor uniforme, lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

Después de extendida la tongada se procederá, si es preciso, a su humectación. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme.

2.4 Compactación de la tongada

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación de la zahorra artificial, la cual se continuará hasta alcanzar una densidad Igual a la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que, en todo caso, será, como mínimo, la que corresponde al porcentaje (%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, que se señala a continuación:

El cien por ciento en capas de base para tráfico pesado y medio.

El noventa y ocho por ciento en capas de base para tráfico ligero.

El ensayo Proctor modificado se realizará según la Norma NI-T-108172.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de fábrica no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se

compactarán con los medios adecuados para el caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa de zahorra artificial.

El apisonado se ejecutará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores, progresando hacia el centro, y solapándose en cada recorrido un ancho no inferior a un tercio (1/3) M elemento compactador. El acabado final se efectuará utilizando rodillos estáticos.

Se extraerán muestras para comprobar la granulometría; y, si ésta no fuera la correcta, se añadirán nuevos materiales o se mezclarán los extendidos, hasta que cumpla la exigida.

No se extenderá ninguna tongada en tanto no hayan sido realizadas la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente.

Cuando la zahorra artificial se componga de materiales de distintas características o procedencias y se haya autorizado la mezcla in situ, se extenderá cada uno de ellos en una capa de espesor uniforme, de forma que el material más grueso ocupe la capa inferior y el más fino la superior. El espesor de cada una de estas capas será tal que, el mezclarse todas ellas, se obtenga una granulometría que cumpla las condiciones exigidas. Estas capas se mezclarán con niveladoras, rastras, gradas de discos, mezcladoras rotatorias u otra maquinaria aprobada por el Director, de manera que no se perturbe el material de las subyacentes. La mezcla se continuará hasta conseguir un material uniforme, el cual se compactará con arreglo a lo expuesto anteriormente.

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Pianos, en el eje y bordes de perfiles transversales cuya distancia no excede de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pasa por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar a la teórica en ningún punto, ni diferir de ella en más de un quinto del espesor previsto en los Pianos para la capa de zahorra artificial.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las Irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas se corregirán por el Contratista, de acuerdo con las instrucciones del Director.

4 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

Las capas de zahorra artificial se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los dos grados centígrados (2°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, hasta que no se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie. El

Contratista será responsable de los daños originados por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Director.

4 MEDICION Y ABONO

La zahorra artificial se abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos en las secciones tipo señaladas en los Planos.

5.17. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

1 DEFINICION

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual es preciso calentar previamente los áridos y el ligante. La mezcla se extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

Su ejecución Incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

5 EJECUCION DE LAS OBRAS

5.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá Iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados, por los cedazos y tamices: 40; 25. 20; 12.5; 10; 5; 2.5;

0.63; 0.32; 0,16: y 0,080 UNE.

- El tanto por ciento (%), en peso del total de la mezcla de áridos, de ligante bituminoso a emplear.

También deberán señalarse:

-Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante.

-Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.

-La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.

-La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse la compactación.

También deberán señalarse, para el caso en que fabricación de la mezcla se realice en Instalaciones de tipo discontinuo, los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco para la mezcla de los áridos con el ligante; y para el caso en que la fabricación de la mezcla se realice en Instalaciones de tipo continuo, el tiempo teórico de mezcla.

El contenido de ligante en las mezclas abiertas, tipo A, deberá fijarse a la vista de los materiales a emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos, en la superficie específica del árido, o por medio del ensayo del equivalente centrífugo de keroseno, según la Norma NLT-169172.

El contenido de ligante de las mezclas densas, semidensas y gruesas, tipos D, S y G, se dosificará, salvo justificación en contrario, siguiendo el método Marshall do acuerdo con los criterios indicados en la Tabla 542.3 y la Norma NLT-159/75.

Las tolerancias admisibles respecto de la fórmula de trabajo, serán las siguientes:

Áridos y filler

Tamices superiores al 2,5 UNE $\pm 4\%$ M peso total de áridos.

Tamices comprendidos entre 2,5 UNE y 0,16 UNE, ambos inclusive
..... 3% del peso total de áridos.

Tamiz 0,080 UNE $\pm 1\%$ del peso total de áridos.

Ligante

Ligante $\pm 0,3\%$ del peso total de áridos.

Cuando el resultado de un ensayo de control sobrepase las tolerancias, se intensificará el control para constatar el resultado o rectificarlo. En el primer caso, si existe una desviación sistemática, se procederá a reajustar-la dosificación de los materiales para encajar la producción dentro de la fórmula de trabajo.

Debe prestarse especial atención al plan general de control de calidad y al de toma de muestras para evitar errores sistemáticos que falsearían los resultados de control

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la mezcla bituminosa, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos

5.2 Fabricación de la mezcla

Los áridos se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la Instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, si se observan las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del árido se acoplará separada de las demás para evitar Intercontaminaciones.

SI los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Si los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acoplarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicara cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, fijará el volumen mínimo de acopios exigibles, de acuerdo con las características de la obra y el volumen de mezclas a fabricar.

La carga de los silos en frío se realizará de forma que éstos estén siempre llenos entre el cincuenta por ciento (50 %) y el cien por ciento (100 %) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. Las aberturas de las salidas de los silos se regularan de forma que la mezcla de todos los áridos se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla de áridos en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de los silos en caliente a la altura de calibrado.

Los áridos se calentarán antes de su mezcla con el ligante bituminoso. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. SI el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler, y está prevista su utilización en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador deberá regularse de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aportación se hará de forma Independiente de los áridos y entre sí.

Deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporciona a los silos en caliente áridos homogéneos; en caso contrario se tomarán las medidas oportunas para corregir la heterogeneidad.

Los silos en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibrado, sin rebosar.

Los áridos preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el filler seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la Instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se Introducirá en el mezclador, al mismo tiempo, la cantidad de ligante requerida, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla al camión.

Si la Instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los áridos y el filler, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada amasijo, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el árido caliente a una temperatura superior en quince grados centígrados (150C) a la temperatura del ligante.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de los áridos, del filler y del ligante no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical.

La capacidad del mezclador, la buena envuelta a y temperatura adecuada de la mezcla, condicionarán la alimentación en frío y el funcionamiento del secador.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten Indicios de humedad. En este último caso, se retiraran los áridos de los correspondientes silos en caliente. También se rechazarán aquellas en que la envuelta no sea perfecta.

En el caso de que se utilicen procedimientos de fabricación especiales, el Director deberá aprobar previamente las normas y especificaciones correspondientes.

5.3 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará al lugar de empleo en camiones, de modo que, en el momento de descargar aquella en la extendedor, su temperatura no sea Inferior a la especificada en el estudio de la mezcla. En condiciones meteorológicas adversas, o cuando exista riesgo de un enfriamiento excesivo de la mezcla, ésta deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados.

5.4 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar tiene la densidad debida y las rasantes Indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con lo previsto en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

Si la extensión de la mezcla requiere la previa ejecución de riegos de Imprimación o de adherencia, éstos se realizarán de acuerdo con los capítulos correspondientes del presente Pliego.

Se comprobará que ha transcurrido el plazo de curado de estos riegos, no debiendo quedar vestigios de fluidificante o agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde la aplicación de los riegos, se comprobará que la capacidad de unión de éstos con la mezcla no haya disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

5.5 Extensión de la mezcla

La extendidora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida quede lisa y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la sección transversal, rasante y perfiles Indicados en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo.

A menos que se ordene otra cosa, la colocación comenzará a partir M borde de la calzada en las zonas a pavimentar con sección bombeada, o en el lado Inferior en las secciones con pendiente en un solo sentido. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de la operación de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tráfico, las características de la extendidora y la producción de la planta.

Cuando sea posible, se realizará la extensión en todo el ancho a pavimentar, trabajando si es necesario con dos o más extendidoras ligeramente desfasadas. En caso contrario, después de haber extendido y compactado la primera franja, se extenderá la -segunda y siguientes y se ampliará la zona de compactación para que Incluya quince centímetros (15 cm) de la primera franja. Las franjas sucesivas se colocarán mientras el borde de la

franja contigua se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado fácilmente. De no ser así, se ejecutará una junta longitudinal.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, vigilando que la extendedora deje la superficie a las cotas previstas con objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo Intermitente se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baja de la prescrita.

Tras la extendedora deberá disponerse un número suficiente de obreros especializados, añadiendo mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones Impuestas en este Artículo.

Donde no resulte factible, a juicio del Director, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que sé vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los Planos con las tolerancias establecidas.

5.6 Compactación de la mezcla

La compactación deberá comenzar a la temperatura más alta posible tan pronto como se observe que la mezcla puede soportar la carga a que se somete sin que se produzcan desplazamientos Indebidos.

Una vez compactadas las juntas transversales, las juntas longitudinales y el borde exterior, la compactación se realizará de acuerdo con un plan propuesto por el Contratista y aprobado por el

Director de acuerdo con los resultados obtenidos en los tramos de prueba realizados previamente al comienzo de la operación. Los rodillos llevarán su rueda motriz del lado cercano a la extendedora; sus cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada, y sus cambios de sentido se efectuarán con suavidad.

La compactación se continuará mientras la mezcla se mantenga caliente y en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada. Esta compactación irá seguida de un apisonado final, que borre las huellas dejadas por los compactadores

precedentes. En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, la compactación se efectuará mediante máquinas de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar.

La compactación deberá realizarse de manera continua durante la jornada de trabajo, y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las Irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos.

La densidad a obtener vendrá fijada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y, en todo caso, deberá ser por la menos el noventa y siete por ciento (97 %) de la obtenida aplicando la fórmula de trabajo la compactación prevista en el método Marshall, según la Norma NI-T-1159175, o, en su defecto, la que Indique el Director, debidamente justificada basándose en los resultados conseguidos en los tramos de prueba.

5.7 Juntas transversales y longitudinales

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa. Las Juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse especialmente, a fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se aplicará una capa uniforme y ligera de ligante de adherencia antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente.

Excepto en el caso que se utilicen juntas especiales, el borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente, con objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha Indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, calientes, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación. Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean Irregulares, presenten huecos, o están deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa y vertical en todo el espesor de la capa. Donde se considere necesario, se añadirá mezcla, que, después de colocada y compactada con pisones calientes, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas transversales de capas superpuestas queden a un mínimo de cinco metros (5 m) una de otra, y que las longitudinales queden a un mínimo de quince centímetros (15 cm) una de otra.

6 TRAMOS DE PRUEBA

Al iniciarse los trabajos, el Contratista de las obras construirá una o varias secciones de ensayo, del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ellas se probará el equipo y el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la mezcla y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría, contenido de ligante y demás requisitos. En el caso de que los ensayos indicasen que la mezcla no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la Instalación de fabricación y sistemas de extensión y compactación o, si ello es necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiendo la ejecución de las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

7 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA

En el caso de carreteras de nueva construcción, dispuestos clavos de referencia, nivelados hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichos clavos.

La superficie acabada no presentará Irregularidades de más de cinco milímetros (15 mm) en las capas de rodadura, u ocho milímetros (8 mm) en el resto de las capas, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la zona pavimentada.

Las zonas en las que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, o en las que el espesor no alcance al noventa por ciento (90 %) del previsto en los Planos, deberán corregirse, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director.

En el caso de refuerzo de firmes, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares 0, en su defecto, el Director, fijará las tolerancias sobre las anteriores prescripciones, teniendo en cuenta el estado de la carretera antigua y el objeto e importancia del trabajo ejecutado.

En todo caso, la superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y con la pendiente adecuada.

8 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

La fabricación y extensión de mezclas bituminosas en caliente se efectuará cuando las condiciones climatológicas sean adecuadas. Salvo autorización expresa de Director, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados centígrados (5°C), con tendencia a disminuir, o se produzcan precipitaciones- atmosféricas. Con viento intenso, el Director podrá aumentar el valor mínimo antes citado de la temperatura ambiente, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.

En caso necesario se podrá trabajar en condiciones climatológicas desfavorables, siempre que lo autorice el Director, y se cumplan las precauciones que ordene en cuanto a temperatura de la mezcla, protección durante el transporte y aumento del equipo de compactación para realizar un apisonado inmediato y rápido.

Terminada la compactación y alcanzada la densidad adecuada, podrá darse al tráfico la zona ejecutada, tan pronto como haya alcanzado la capa la temperatura ambiente.

9 MEDICION Y ABONO

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no se haya realizado bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados (m²) realmente preparados, medidos en el terreno.

El ligante bituminoso empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, deduciendo la dotación mediante ensayos de extracción realizados diariamente o por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas

realmente fabricadas y puestas en obra, deducidas de las secciones tipo señaladas en los Planos, y de las densidades medias de las probetas extraídas en obra.

El abono de los áridos, filler de recuperación y eventuales adiciones, empleadas en la fabricación de las mezclas bituminosas en caliente, se considerará incluido en el de la fabricación y puesta en obra de las mismas, a no ser que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se especifique otra cosa.

El filler de aportación se abonará por toneladas realmente empleadas.

5.18. CARTELES DE OBRA

Los carteles de obra dispondrán de elementos de sustentación de acero galvanizado, que se empotrarán en el suelo mediante obras de cimentación con hormigón en masa.

El Contratista se atenderá a lo que disponga la Dirección de Obra en cuanto a textos y anagramas.

5.19. UNIDADES NO ESPECIFICADAS

Aquellas unidades de obra que no estuviesen incluidas o aquellos trabajos que no apareciesen especificados en el Pliego, se ajustarán de acuerdo con lo sancionado por la experiencia como reglas de buena construcción o ejecución, debiendo seguir el Contratista escrupulosamente las normas especiales, que, para cada caso, señale el Director de la Obra, según su inapelable juicio.

Estas unidades serán abonadas según su definición en el Cuadro de Precios o, en su caso, mediante la reducción del correspondiente precio contradictorio siguiendo las especificaciones del Pliego de Condiciones Técnicas Generales

5. ESTADO DE MEDICIONES

ÍNDICE DE ESTADO DE MEDICIONES

1. ESTADO DE MEDICIONES	3
1.1. PARTIDA 1: CONDUCCIONES Y VÁLVULAS	4
1.2. PARTIDA 2: EQUIPOS	5
1.3. PARTIDA 3: INSTRUMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN	6
1.4. PARTIDA 4: OBRA CIVIL	7
1.5. PARTIDA 5: INSTALACIONES	7
1.6. PARTIDA 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	8
1.7. PARTIDA 7: GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA.....	8
1.8. PARTIDA 8: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	8

1. ESTADO DE MEDICIONES

El presente documento servirá de punto de partida para la elaboración del presupuesto final del proyecto. Se determinarán tanto las partidas como las unidades que componen cada una de estas. Con ello, se realizará el presupuesto lo más ordenado posible

Las partidas que componen el presente proyecto son 9 en total:

- Conducciones y válvulas.
- Equipos.
- Instrumentación y automatización.
- Obra civil
- Instalaciones
- Seguridad y Salud
- Gestión de residuos de obra
- Pruebas de funcionamiento
- Licencias (no aparecen en el estado de mediciones puesto que es un porcentaje del presupuesto final).

1.1.PARTIDA 1: CONDUCCIONES Y VÁLVULAS**Tabla EM. 1. Partida 1.**

Elemento	Unidad	Cantidad
Tubería de PVC PN 16 atm. DN=140 mm. Espesor 8,4mm. Incluye instalación y montaje.	m	22
Tubería de PVC PN 16 atm. DN=75 mm. Espesor 5,6mm. Incluye instalación y montaje.	m	32
Tubería de PVC PN 16 atm. DN=63 mm. Espesor 4,7mm. Incluye instalación y montaje.	m	70
Tubería de PVC PN 16 atm. DN=125 mm. Espesor 7,4mm. Incluye instalación y montaje.	m	10
Tubería de acero inoxidable AISI 316L (con soldadura). DN = 131mm. Espesor 3mm. Incluye instalación y montaje.	m	4
Tubería de acero inoxidable AISI 316L (con soldadura). DN = 30mm. Espesor 2,5mm. Incluye instalación y montaje.	m	32
Codo 90° STD de PVC. DN=140mm	Ud.	11
Codo 90° STD de PVC. DN=75mm	Ud.	15
Codo 90° STD de PVC. DN=125mm	Ud.	23
Codo 90° STD de AISI 316L. DN=131mm	Ud.	3
Codo 90° STD de AISI 316L. DN=30mm	Ud.	10
T STD de PVC. DN = 140mm	Ud.	1
T STD de PVC. DN = 75mm	Ud.	2
T STD de PVC. DN = 125mm	Ud.	6
T reducción de PVC.	Ud.	1
T STD de AISI 316L. DN = 131mm	Ud.	1
Válvula retención PVC. DN140	Ud.	5
Válvula retención PN16. DN75	Ud.	5
Válvula retención PN16. DN125	Ud.	3
Válvula compuerta PN16. DN140	Ud.	10
Válvula compuerta PN16. DN75	Ud.	10
Válvula compuerta PN16. DN 125	Ud.	6
Válvula mariposa PN16. DN140	Ud.	4
Válvula mariposa PN16. DN63	Ud.	1
Válvula mariposa PN16. DN30	Ud.	1
Válvulas mariposa e instrumentación en filtros sílex completamente montados.	Ud.	2

1.2.PARTIDA 2: EQUIPOS**Tabla EM. 2. Partida 2.**

Elemento	Unidad	Cantidad
Filtro de poliéster bobinado de alto rendimiento con fibra de vidrio. Con crepinas y altura de lecho filtrante 1,2m. FIBERPOOL (D=2000m, P _{máx} =6 bar)	Ud.	2
Grava sílex de granulometría 1 - 2mm para base de lecho filtrante	kg	475
Arena sílex de granulometría 0,4 - 0,8mm, lecho filtrante	kg	5175
Filtro multicartucho de AISI 316 con 15 cartuchos de polipropileno. (HydroWater)	Ud.	2
Membranas de Ósmosis Inversa (ECO 400i)	Ud.	36
Tubos de presión (CODELINE 80S60)	Ud.	6
Acero galvanizado para bastidores de OI con tornillería y arreglos necesarios	Ud.	1
Colectores, accesorios y valvulería entre etapas de OI. (AISI 316)(20% del precio de las membranas aprox).	Ud.	1
Bomba GRUNDFOS. Modelo NBE 80 - 160/146. P = 1,5 kW	Ud.	3
Bomba GRUNDFOS. Modelo NBE 80 - 315/305. P = 15 kW	Ud.	3
Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 50 - 315/285. P = 37 kW	Ud.	2
Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 100 - 160/169. P = 0,75 kW	Ud.	3
Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 40 - 250/230. P = 15 kW	Ud.	2
Equipo dosificación hipoclorito de sodio 1 (DDA - FC, P _{máx} =10bar)	Ud.	4
Equipo dosificación metabisulfito (DDA- AR)	Ud.	2
Equipo dosificación antiincrustante (DDA- AR)	Ud.	2
Hipoclorito de sodio al 15%. (depósito de 1000L)	Ud.	2
Metabisulfito de sodio (disolución 1000L, 250kg)	Ud.	1
Antiincrustante para membranas (depósito de 1000L)	Ud.	1

1.3.PARTIDA 3: INSTRUMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN

Tabla EM. 3. Partida 3.

Elemento	Unidad	Cantidad
Caudalímetro SIEMENS. DN75mm	Ud.	2
Caudalímetro SIEMENS. DN30mm	Ud.	1
Caudalímetro SIEMENS. DN131mm	Ud.	1
Caudalímetro SIEMENS. DN63mm	Ud.	1
Caudalímetro SIEMENS. DN125mm	Ud.	1
Caudalímetro SIEMENS. DN50mm	Ud.	1
Caudalímetro SIEMENS. DN140mm	Ud.	1
Manómetro de Polipropileno + válvula de aislamiento	Ud.	7
Turbidímetro (ENDRESS- HAUSER)	Ud.	4
Medidor transmisor de presión (ENDRESS- HAUSER)	Ud.	4
Medidor transmisor de conductividad (ENDRESS- HAUSER)	Ud.	3
Instalación sensores y programación en planta (PLC) (20% costes instrumentación)	Ud.	1

1.4.PARTIDA 4: OBRA CIVIL

Tabla EM. 4. Partida 4.

Elemento	Unidad	Cantidad
Cimentación. Zapatas de hormigón de 2x1,5x0,9 armado HA25	m ³	32,4
Cimentación. Vigas riostras de 0,4x0,4 de hormigón armado HA25	m ³	12,48
Solera de hormigón armado HA25 de 0,25m de espesor	m ²	65
Cerramientos. Piezas de hormigón prefabricado de 0,12m de espesor	m ³	31,2
Cubierta a dos aguas. Chapa de zinc galvanizada apoyada sobre correas (viguetas de acero que unen los pórticos) con módulos traslúcidos.	m ²	266,83
Puerta	m ²	22,5
Acera perimetral exterior. Hormigón acabada con bordillo prefabricado (1,5x0,2 m)	m ²	22,2
Pavimento de accesos	m ²	30
Depósito de distribución	m ³	1500
Depósito de concentrado	m ³	180
Estación de bombeo depósito de cabecera	m ²	27
Estación de bombeo depósito de distribución	m ²	18

1.5. PARTIDA 5: INSTALACIONES

Tabla EM. 5. Partida 5.

Elemento	Unidad	Cantidad
Instalación fontanería	m ²	260
Instalación contra incendios	m ²	260
Instalación eléctrica alumbrado y ordenadores	m ²	260
Instalación eléctrica para equipos	kW	69,4
Instalación agua	m ²	260

1.6.PARTIDA 6: SEGURIDAD Y SALUD

Tabla EM. 6. Partida 6.

Elemento	Unidad	Cantidad
Seguridad y salud	%	2,50

(Porcentaje de Obra civil)

1.7. PARTIDA 7: GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA

Tabla EM. 7. Partida 7.

Elemento	Unidad	Cantidad
Gestión de residuos de obra	%	3,00

(Porcentaje de Obra civil)

1.8. PARTIDA 8: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Tabla EM. 8. Partida 8.

Elemento	Unidad	Cantidad
Pruebas de funcionamiento	%	1,00

(Porcentaje de los equipos)

6. PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL.....	3
1.1. PEM PARCIAL	3
1.1.1. Partida 1.....	4
1.1.2. Partida 2.....	6
1.1.3. Partida 3.....	7
1.1.4. Partida 4.....	8
1.1.5. Partida 5.....	9
1.1.6. Partida 6.....	10
1.1.7. Partida 7.....	10
1.1.8. Partida 8.....	10
1.1.9. Partida 9.....	11
1.2. PEM	11
2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	12
2.1. PEC PARCIAL	12
2.2. PEC	12
3. PRESUPUESTO TOTAL	12

1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL

1.1. PEM PARCIAL

El Presupuesto de Ejecución de Material es el presupuesto de construcción del proyecto como tal. El presente proyecto, se divide en 9 partidas presupuestarias diferentes.

En los siguientes puntos se exponen las partidas que forman el Presupuesto de Ejecución de Material del presente proyecto.

1.1.1. Partida 1

La primera partida presupuestaria está formada por las conducciones y válvulas que forman parte de la línea de tratamiento.

Tabla P. 1. Partida 1

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Tubería de PVC PN 16 atm. DN140 mm. Espesor 8,4mm. Incluye instalación y montaje.	m	22	39,91	878,02
Tubería de PVC PN 16 atm. DN75 mm. Espesor 5,6mm. Incluye instalación y montaje.	m	32	13,09	418,88
Tubería de PVC PN 16 atm. DN3 mm. Espesor 4,7mm. Incluye instalación y montaje.	m	70	10,42	729,4
Tubería de PVC PN 16 atm. DN125 mm. Espesor 7,4mm. Incluye instalación y montaje.	m	10	29,50	295,00
Tubería de acero inoxidable AISI 316L (con soldadura). DN131mm. Espesor 3mm. Incluye instalación y montaje.	m	4	45,50	182,00
Tubería de acero inoxidable AISI 316L (con soldadura). DN30mm. Espesor 2,5mm. Incluye instalación y montaje.	m	32	12,50	400,00
Codo 90° STD de PVC. DN140mm	Ud.	11	58,39	642,29
Codo 90° STD de PVC. DN75mm	Ud.	15	15,20	228,00
Codo 90° STD de PVC. DN125mm	Ud.	23	25,90	595,70
Codo 90° STD de AISI 316L. DN131mm	Ud.	3	113,45	340,35
Codo 90° STD de AISI 316L. DN30mm	Ud.	10	23,83	238,30
T STD de PVC. DN140mm	Ud.	1	99,47	99,47
T STD de PVC. DN75mm	Ud.	2	85,30	170,60
T STD de PVC. DN125mm	Ud.	6	96,20	577,20
T reducción de PVC.	Ud.	1	90,90	90,90
T STD de AISI 316L. DN131mm	Ud.	1	89,55	89,55
Válvula retención PVC. DN140mm	Ud.	5	288,94	1.444,69
Válvula retención PN16. DN75mm	Ud.	5	54,83	274,14
Válvula retención PN16. DN125mm	Ud.	3	219,46	658,39
Válvula compuerta PN16. DN140mm	Ud.	10	371,98	3.719,76
Válvula compuerta PN16. DN75mm	Ud.	10	170,65	1.706,45
Válvula compuerta PN16. DN 125mm	Ud.	6	367,65	2.205,90

Válvula mariposa PN16. DN140	Ud.	4	173,15	692,61
Válvula mariposa PN16. DN63	Ud.	1	59,38	59,38
Válvula mariposa PN16. DN30	Ud.	1	37,53	37,53
Válvulas mariposa e instrumentación en filtros sílex completamente montados.	Ud.	2	3.500,00	7.000,00
			TOTAL	24.919,51 €

1.1.2. Partida 2

La partida 2 está formada por el cuadro de precios de los equipos y depósitos de reactivos.

Tabla P. 2. Partida 2.

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Filtro de poliéster bobinado de alto rendimiento con fibra de vidrio. Con crepinas y altura de lecho filtrante 1,2m. FIBERPOOL (D=2000m, P _{máx} =6 bar)	Ud.	2	7.185,00	14.370,00
Grava sílex de granulometría 1 - 2mm para base de lecho filtrante	kg	475	0,20	95,00
Arena sílex de granulometría 0,4 - 0,8mm, lecho filtrante	kg	5175	0,20	1.035,00
Filtro multicartucho de AISI 316 con 15 cartuchos de polipropileno. (HydroWater)	Ud.	2	4.439,42	8.878,84
Membranas de Ósmosis Inversa (ECO PRO 400i)	Ud.	36	742,00	26.712,00
Tubos de presión (CODELINE 80S60)	Ud.	6	985,00	5.910,00
Acero galvanizado para bastidores de OI con tornillería y arreglos necesarios.	Ud.	1	8.007,40	8.007,40
Colectores, accesorios y valvulería entre etapas de OI. (AISI 316).	Ud.	1	5.342,40	5.342,40
Bomba GRUNDFOS. Modelo NBE 80 - 160/146. P = 1,5 kW	Ud.	3	3.163,00	9.489,00
Bomba GRUNDFOS. Modelo NBE 80 - 315/305. P = 15 kW	Ud.	3	9.803,00	29.409,00
Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 50 - 315/285. P = 37 kW	Ud.	2	9.859,00	19.718,00
Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 100 - 160/169. P = 0,75 kW	Ud.	3	3.597,00	10.791,00
Bomba GRUNDFOS. Modelo NK 40 - 250/230. P = 15 kW	Ud.	2	5.765,00	11.530,00
Equipo dosificación hipoclorito de sodio (DDA - FC, P _{máx} =10bar)	Ud.	4	2.163,00	8.652,00
Equipo dosificación metabisulfito (DDA - AR).	Ud.	2	2.110,00	4.220,00
Equipo dosificación antiincrustante (DDA-AR)	Ud.	2	2.110,00	4.220,00
Hipoclorito de sodio al 15%. (depósito de 1000L)	Ud.	2	1.200,00	2.400,00
Metabisulfito de sodio (depósito de 1000L diluido, 250kg de metabisulfito).	Ud.	1	3.750,00	3.750,00
Antiincrustante para membranas (depósito de 1000L)	Ud.	1	4.320,00	4.320,00
			TOTAL	178.849,64 €

1.1.3. Partida 3

La partida 3 está formada por los elementos de instrumentación y control de la línea de tratamiento.

Tabla P. 3. Partida 3.

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Caudalímetro SIEMENS. DN75mm	Ud.	2	1.055,86	2.111,72
Caudalímetro SIEMENS. DN30mm	Ud.	1	854,11	854,11
Caudalímetro SIEMENS. DN131mm	Ud.	1	1.303,24	1.303,24
Caudalímetro SIEMENS. DN63mm	Ud.	1	1.000,85	1.000,85
Caudalímetro SIEMENS. DN125mm	Ud.	1	1.274,41	1.274,41
Caudalímetro SIEMENS. DN50mm	Ud.	1	943,04	943,04
Caudalímetro SIEMENS. DN140mm	Ud.	1	1.343,26	1.343,26
Manómetro de Polipropileno + válvula de aislamiento	Ud.	7	109,17	764,19
Turbidímetro (ENDRESS- HAUSER)	Ud.	4	5.321,81	21.287,24
Medidor transmisor de presión (ENDRESS-HAUSER)	Ud.	4	1.384,11	5.536,44
Medidor transmisor de conductividad (ENDRESS- HAUSER)	Ud.	3	2.666,29	7.998,87
Instalación sensores y programación en planta (PLC) (20% costes instrumentación)	Ud.	1	8.606,80	8.606,80
			TOTAL	53.300,84 €

1.1.4. Partida 4

En la partida 4 se reflejan los gastos de obra civil requeridos.

En la Tabla P.4. se reflejan los costes de construcción de la nave que alberga los equipos de la línea de tratamiento.

Tabla P. 4. Costes nave.

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Cimentación. Zapatas de hormigón de 2x1,5x0,9 armado HA25	m ³	32,4	145,00	4.698,00
Cimentación. Vigas riostras de 0,4x0,4 de hormigón armado HA25	m ³	12,48	145,00	1.809,60
Solera de hormigón armado HA25 de 0,25m de espesor	m ²	65	145,00	9.425,00
Cerramientos. Piezas de hormigón prefabricado de 0,12m de espesor	m ³	31,2	90,00	2.808,00
Cubierta a dos aguas. Chapa de zinc galvanizada apoyada sobre correas (viguetas de acero que unen los pórticos) con módulos traslúcidos.	m ²	266,83	55,00	14.675,65
Puerta	m ²	22,5	35,00	787,50
Acera perimetral exterior. Hormigón acabada con bordillo prefabricado (1,5x0,2 m)	m ²	22,2	90,00	1.998,00
Pavimento de accesos	m ²	30	18,00	540,00
TOTAL				36.741,75 €

En la Tabla P.5. se exponen los costes de construcción de los depósitos y estaciones de bombeo.

Tabla P. 5. Costes de construcción de depósitos y estaciones de bombeo.

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Depósito de distribución (hormigón armado)	m ³	1500	132,20	198.300,00
Depósito de concentrado (hormigón armado)	m ³	180	164,59	29.626,20
Estación de bombeo depósito de cabecera	m ²	27	150,00	4050,00
Estación de bombeo depósito de distribución	m ²	18	150,00	2700,00
TOTAL				234.676,20 €

*Estimaciones de ratios proporcionados por el colegio de ingenieros industriales de la Comunidad Valenciana.

En la Tabla P.6. se resume el coste de la Partida 4.

Tabla P. 6.Partida 4

Elemento	Total (€)
Obra civil nave	36.741,75
Obra civil depósitos	234.676,20
TOTAL	271.417,95 €

1.1.5. Partida 5

La Partida 5 la forma la instalación eléctrica y fontanería.

Tabla P. 7. Partida 5.

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Instalación fontanería*	m ²	260	6,00	1.560,00
Instalación aintincendios*	m ²	260	15,00	3.900,00
Instalación eléctrica alumbrado y ordenadores*	m ²	260	18,50	4.810,00
Instalación eléctrica para equipos	kW	69,4	245,00	17.003,00
Instalación agua*	m ²	260	6,00	1.560,00
TOTAL				28.833,00 €

*Estimaciones de ratios proporcionados por el colegio de ingenieros industriales de la Comunidad Valenciana.

1.1.6. Partida 6

La partida 6 hace referencia al presupuesto de Seguridad y Salud. Se considera un 2,5% de la obra civil.

Tabla P. 8. Partida 6.

Elemento	Unidad	Cantidad	Total
Instalaciones provisionales obra	%	31,23	2.119,10
Señalizaciones	%	8,41	570,66
Protecciones personales	%	7,45	505,52
Protecciones colectivas	%	27,26	1.849,71
Mano de obra seguridad	%	25,65	1.740,46
TOTAL			6.785,45 €

1.1.7. Partida 7

La partida 7 hace referencia al presupuesto de Gestión de Residuos de obra. Se considera un 3% de la obra civil.

Tabla P. 9. Partida 7.

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio por Ud. (€)	Total (€)
Gestión de residuos de obra	%	3,00	271.417,95	8.142,54
TOTAL				8.142,54 €

1.1.8. Partida 8

La partida presupuestaria 8 se refiere al coste de las pruebas de funcionamiento. Según los ratios proporcionados, es un 1% de los costes de los equipos.

Tabla P. 10. Partida 8.

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio por Ud. (€)	Total (€)*
Pruebas de funcionamiento	%	1,00%	172.079,64	1.720,80
TOTAL				1.720,80 €

1.1.9. Partida 9

La última partida está dedicada al coste de licencias y demás permisos. Se considera un 12% de las anteriores partidas. Su coste queda reflejado en la Tabla P.11.

1.2.PEM

En la Tabla M.10 se detalla el porcentaje del Presupuesto de Ejecución por contrata que ocupa cada partida, así como el PEM total, que es la suma de todas las presupuestarias.

Tabla P. 11. PEM.

Partida	Coste	Porcentaje
Partida 1: Conducciones y válvulas	23.774,51 €	4,27%
Partida 2: Equipos	178.849,64 €	32,16%
Partida 3: Instrumentación y automatización	53.300,84 €	9,58%
Partida 4: Obra civil	271.417,95 €	48,80%
Partida 5: Instalaciones eléctricas y fontanería	28.833,00 €	5,18%
Partida 6: Estudio de seguridad y salud	6.785,45 €	1,22%
Partida 7: Gestión de residuos de obra	8.142,54 €	1,46%
Partida 8: Pruebas de funcionamiento	1.788,50 €	0,32%
Partida 6: Licencias	68.747,09 €	12,36%
TOTAL	556.175,94 €	

2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

2.1. PEC PARCIAL

El Presupuesto de Ejecución por Contrata parcial se halla teniendo en cuenta el PEM, los Gastos generales (12%) y el beneficio industrial (6%).

Tabla P. 12. PEC parcial.

PEM	Presupuesto Ejecución Material	556.175,94 €
GG	Gastos Generales (13% del PEM)	72.302,87 €
B° industrial	Beneficio industrial (6% del PEM)	33.370,56 €
	PEC parcial	661.827,37 €

2.2. PEC

El Presupuesto de Ejecución por Contrata es el PEC parcial más el 21% de IVA.

PEC parcial	661.849,37 €
21% IVA	138.988,37 €
PEC	800.837,74 €

3. PRESUPUESTO TOTAL

El presupuesto total (inversión inicial) del proyecto *Diseño de una ETAP para una población de 1200 habitantes* asciende a: **800.837,74 €.**