

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



## *Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) en el Municipio de Carcelén (Albacete)*

PROYECTO FIN DE GRADO

ALUMNO/A: Guillermo López Gómez

TUTOR/A: Andrés Ferrer Gisbert

*Curso Académico: 2015 / 2016*

VALENCIA, 27 de noviembre de 2015

## ÍNDICE

**Documento nº1:** Memoria y Anexos a la Memoria

**Documento nº2:** Planos

**Documento nº3:** Pliego de condiciones

**Documento nº4:** Presupuesto

Estudio Básico de Seguridad y Salud

Documento nº1

---

## **MEMORIA**

PROYECTO DE ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.)  
EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

Guillermo López Gómez

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO .....	4
2	LEGISLACIÓN APLICABLE.....	5
2.1	Marco de la Unión Europea .....	5
2.2	Administración Central Española .....	5
2.3	Administración Autónoma de Castilla-La Mancha.....	5
2.4	Legislación de Evaluación Ambiental .....	6
3	SITUACIÓN .....	6
4	TERRENOS Y EDIFICACIONES .....	7
5	DETERMINACIÓN DE CAUDALES Y CARGAS.....	7
6	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO.....	9
6.1	Criterios Técnicos.....	10
6.1.1	Rendimiento de eliminación de DBO <sub>5</sub> .....	10
6.1.2	Superficie necesaria para la construcción de la EDAR.....	10
6.1.3	Grado de flexibilidad del tratamiento .....	11
6.1.4	Sensibilidad ante variaciones climatológicas.....	12
6.1.5	Complejidad en la explotación y mantenimiento.....	12
6.2	Criterios Ambientales .....	13
6.2.1	Producción de malos olores .....	13
6.2.2	Generación de ruidos .....	13
6.2.3	Integración paisajística .....	14
6.3	Criterios económicos .....	14
6.3.1	Costes de explotación y mantenimiento.....	14
6.3.2	Costes de implantación .....	15
6.4	Selección de la Tecnología a implantar .....	15
7	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEPURADOR SELECCIONADO .....	18
8	DIMENSIONADO DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO DEPURADOR.....	22
8.1	Obra de llegada y pretratamiento .....	22
8.2	Tratamiento primario. Decantador-digestor .....	23
8.3	Tratamiento secundario. Humedales.....	24
8.3.1	Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV) .....	24
8.3.2	Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal (HFSH) .....	26
8.4	Arqueta Tomamuestras, caudalímetro y vertido .....	27

9	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....	28
10	URBANIZACIÓN .....	28
11	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	30
12	GESTIÓN RESIDUOS GENERADOS.....	31
13	PLAN DE EJECUCIÓN .....	32
14	RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO.....	33
15	ANÁLISIS DE COSTES .....	34
15.1	Análisis comparativo del coste de ejecución .....	34
15.2	Costes de explotación y mantenimiento .....	36

## 1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

El municipio de Carcelén (Albacete) con una población actual de 573 habitantes (INE 2014), dispone de sistema de colectores unitario y estación depuradora de aguas residuales para adecuar su vertido al Dominio Público Hidráulico, de acuerdo a la normativa vigente en la materia.

La depuradora consta de desbaste, desarenado-desengrasado y dos líneas DINOPAC-H, compuestas por decantación-digestión, lecho biológico y decantador secundario. El tratamiento se completa con la desinfección mediante cloración.

Desde hace unos años, se han evidenciado vertidos en los que se superan los valores límites máximos autorizados, recogidos en la Tabla 1, debido a que se sobrepasa la carga orgánica de diseño de la depuradora. Este hecho se manifiesta especialmente en la época estival en la que se duplica la población del municipio.

Tabla 1. Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas mediante tratamiento secundario. (Fuente: Autorización de vertido a Dominio Público Hidráulico).

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción
DBO <sub>5</sub>	25 mg O <sub>2</sub> /L	70 – 90 %
DQO	125 mg O <sub>2</sub> /L	75 %
Total sólidos suspensión	35 mg/L	90 %

Dadas las circunstancias descritas, con la intención de adecuar el vertido a la autorización emitida por el organismo de cuenca, y evitar expedientes sancionadores por realizar vertidos inadecuados, es objeto del presente proyecto el diseño de una planta depuradora con capacidad suficiente para lograr el adecuado grado de tratamiento de las aguas residuales generadas en el municipio.

## **2 LEGISLACIÓN APLICABLE**

### **2.1 Marco de la Unión Europea**

La Directiva 91/271/CEE modificada por la Directiva 98/15/CE, define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas.

La Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

### **2.2 Administración Central Española**

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo. Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Real Decreto 595/2014, de 11 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

Plan Nacional de Saneamiento y Depuración. Plan Nacional de calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015.

Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

R.D. 1481/2001 de 27 de diciembre. Eliminación de Residuos mediante depósito en vertedero.

### **2.3 Administración Autónoma de Castilla-La Mancha**

Ley 12/2002, de 27 de junio, Reguladora del Ciclo Integral del Agua.

Ley 6/2009, de 17 de diciembre, por la que se crea la Agencia del Agua de Castilla-La Mancha.

Ley 8/2011, de 21 de marzo, del Consejo del Agua de Castilla-La Mancha.

## 2.4 Legislación de Evaluación Ambiental

La Directiva 2011/92/UE del Parlamento y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

## 3 SITUACIÓN

Carcelén es una población rural situada en la comunidad de Castilla la Mancha, concretamente en la provincia de Albacete y perteneciente a la comarca de La Manchuela. Se encuentra a una altitud de 902 m y su término municipal tiene una superficie de 75.36 km<sup>2</sup>.



Figura 3.1. Situación del municipio de Carcelén dentro de la provincia de Albacete.

El acceso al municipio se realiza a través de la carretera provincial CM-332, pudiendo llegar a la parcela, donde está situada la actual depuradora, desde el casco urbano, a través del camino de acceso al polígono industrial (Ver plano nº2). Las instalaciones objeto del presente proyecto se llevarán a cabo en parte, aprovechando la parcela actualmente ocupada por la depuradora, siendo necesaria la ocupación de dos parcelas más anexas.

La actuación propuesta se localiza en el Polígono 20, parcelas 230, 231 y 232 (ocupada por la actual depuradora) del municipio de Carcelén. Sus coordenadas UTM en el centro de la superficie afectada son, X: 646.264; Y: 4.330.178 (HUSO 30 ETRS89), estando clasificadas las parcelas objeto de ampliación como suelo rústico.

Los lindes de la parcela son: al norte, la parcela 234; al sur, las parcelas 229 y 345; al oeste delimita con el camino de acceso al polígono industrial; y al este con el Barranco/Acequia de Carcelén. (Ver plano nº3).

#### **4 TERRENOS Y EDIFICACIONES**

Como se ha comentado anteriormente, la actuación prevista pretende aprovechar los terrenos en los que se encuentra localizada la depuradora existente, además de las parcelas 230 y 231. En conjunto formarían una superficie de planta rectangular de 3211 m<sup>2</sup>, con una pendiente media del 1% en dirección Oeste, situándose la zona más alta en el extremo Sur de la misma. La pendiente longitudinal en dirección N-S es del 4%.

Dado que la mayor parte de los elementos que conforman la actual depuradora se encuentran enterrados, por tratarse de diversos módulos compactos conectados entre sí, la superficie de la parcela 232 se encuentra principalmente cubierta por material herbáceo. Dispone además, de una valla metálica de 1,85 metros de altura dispuesta perimetralmente, en la que se localiza la puerta de entrada a las instalaciones en su extremo noroeste. En la zona más al Este de la parcela 232 existe una caseta, de planta rectangular y 5 m<sup>2</sup> de superficie, en la que se encuentra el cuadro eléctrico para el funcionamiento de las bombas, además de un pequeño almacén.

Próximo a la caseta, pero situado fuera de la valla, se localiza el punto de vertido al Barranco/Acequia de Carcelén, con coordenadas UTM; X: 646.262, Y: 4.330.231 (HUSO 30 ETRS89). En cuanto a las parcelas 230 y 231, son de uso agrícola y se encuentran cubiertas por almendros (marco de plantación 7x7 m.) y de material herbáceo respectivamente.

#### **5 DETERMINACIÓN DE CAUDALES Y CARGAS**

Se ha partido de la información facilitada por el Ayuntamiento de Carcelén sobre los caudales de abastecimiento a la población a lo largo del año, no habiéndose afectado por el coeficiente de 0,8 (considerando un ratio de residuales/abastecimiento = 0,8) por dotar a las instalaciones de

un mayor grado de flexibilidad. En la Tabla 5.1 se recogen los datos de caudales determinados para el diseño de la depuradora.

Conviene destacar que, dada la tendencia al estancamiento en el número de habitantes observada en los últimos años, con un ligero decrecimiento, se ha optado por considerar un número de habitantes en el horizonte de diseño de este tipo de instalaciones (25 años), similar al actual.

Se pueden observar dos períodos; el primero de ellos “PERIODO 1” corresponde a los meses de verano (julio y agosto), donde se duplica la población del municipio debido a la época estival y las fiestas patronales. El segundo período “PERIODO 2”, corresponde al resto del año, desde septiembre hasta junio, durante los cuales, los caudales se reducen aproximadamente a la mitad. En cuanto al caudal mínimo, puede llegar a ser nulo durante la noche, dado el tamaño poblacional y los hábitos diarios de los habitantes (edad media poblacional de 50,9 años), habiéndose considerado un ratio aproximado ( $Q_{MIN}/Q_{MED}$ ) para el resto del día de un 30%.

Respecto a los caudales máximos, se han estimado aplicando un coeficiente punta “ $C_p$ ” de 2,5 para el primer periodo y de 3 para el segundo (desde septiembre hasta junio). Ya que, en los meses de verano se vería algo reducido por las circunstancias de aumento de la población anteriormente descritas.

Tabla 5.1. Caudales medios, máximos y mínimos de aguas de abastecimiento según el período del año (m³/h).

Caudales	PERÍODO 1	PERÍODO 2
	(julio y agosto)	(septiembre - junio)
$Q_{MED}$ (m³/h)	6	3,25
$Q_{MAX}$ (m³/h)	15	9,75
$Q_{MIN}$ (m³/h)	1,8	0,97

De acuerdo a los datos de la tabla anterior, es destacable la importancia de seleccionar un método de tratamiento con suficiente flexibilidad para adaptarse a estas variaciones (Ver apartado 5.1.3 de la Memoria).

Cabe destacar que, el agua residual a tratar es de naturaleza doméstica, habida cuenta de que la actividad industrial del municipio es prácticamente inexistente.

Para la determinación de la concentración de los contaminantes en el agua residual, ante la falta de datos reales, se ha optado, teniendo presente las características anteriormente descritas, por coger la información publicada en el “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones” (2010).

En la siguiente tabla se detallan las concentraciones medias para la DBO<sub>5</sub>, DQO, SS y NTK, de aguas residuales tipo de pequeñas poblaciones y los valores límite de emisión (VLE) autorizados por el Organismo de Cuenca:

Tabla 5.2. Estimación de la concentración de contaminantes tipo en aguas residuales de Carcelén y valores límites de emisión autorizados (mg/l).

<b>Parámetro</b>	<b>Concentración (mg/l)</b>	<b>VLE (mg/l)</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	300	25
<b>DQO</b>	600	125
<b>SS</b>	350	35
<b>NTK</b>	55	15

## **6 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO**

En el presente apartado se ha realizado un análisis de las distintas alternativas técnicamente viables, capaces de dar solución a la situación descrita. Para la selección de la alternativa más adecuada, se han considerado criterios de tipo tecnológico, económico y ambiental. A continuación, se describe el análisis que se ha llevado a cabo, partiendo de los datos obtenidos del “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones” (2010), del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

## 6.1 Criterios Técnicos.

### 6.1.1 Rendimiento de eliminación de DBO<sub>5</sub>

En la siguiente tabla se recogen los rendimientos medios de eliminación de carga orgánica biodegradable para cada una de las alternativas analizadas.

Tabla 6.1. Rendimientos de eliminación de DBO<sub>5</sub> según la tecnología de depuración.

Tecnología	% eliminación DBO <sub>5</sub>
Aireación Prolongada (AP)	85-95
Lechos Bacterianos (LB)	85-95
Contactador Biológico Rotativo (CBR)	85-95
Reactor Secuencial Discontinuo (SBR)	>90
Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial (HFS)	90-95

### 6.1.2 Superficie necesaria para la construcción de la EDAR.

La superficie necesaria en relación a las alternativas de tratamiento seleccionadas es la siguiente:

Tabla 6.2. Superficie de parcela necesaria para la implantación de la EDAR (m<sup>2</sup>/h-e).

Tecnología	Superficie (m <sup>2</sup> /h-e)
Aireación Prolongada (AP)	0,45-0,35
Lechos Bacterianos (LB)	0,7-0,5
Contactador Biológico Rotativo (CBR)	0,6-0,4
Reactor Secuencial Discontinuo (SBR)	<1
Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial (HFS)	3

6.1.3 Grado de flexibilidad del tratamiento

En este apartado se muestra la capacidad de adaptación que presentan las diferentes tecnologías ante las variaciones de caudal y carga contaminante.

Todas las tecnologías seleccionadas presentan cierta capacidad de adaptación a estas variaciones, si bien, algunas presentan un mejor comportamiento ante las mismas.

En las tablas 6.3, 6.4 y 6.5 expuestas a continuación, se clasifican las diferentes tecnologías de menor a mayor grado de adaptación frente a diferentes adversidades.

Tabla 6.3. Clasificación de las tecnologías según su capacidad de adaptación a variaciones diarias del agua residual influente.

<b>Capacidad de adaptación a las variaciones diarias de caudal y carga contaminante</b>			
AP	LB / CBR	SBR / HFS	
-			+

Tabla 6.4. Clasificación de las tecnologías según su capacidad de adaptación ante sobrecargas hidráulicas .

<b>Capacidad de adaptación a las sobrecargas hidráulicas</b>			
AP	HFS	SBR / CBR / LB	
-			+

Tabla 6.5. Clasificación de las tecnologías según su capacidad de adaptarse ante sobrecargas orgánicas .

<b>Capacidad de adaptación a las sobrecargas orgánicas</b>			
HFS	LB / CBR	SBR / AP	
-			+

6.1.4 Sensibilidad ante variaciones climatológicas.

La temperatura es un factor climatológico de elevada importancia, ya que afecta especialmente a los procesos biológicos que puedan darse en la EDAR. Ya sea en el tratamiento del agua residual o en la estabilización de los fangos.

Hay que tener especial cuidado en los climas extremos, donde se produzcan fuertes heladas y la media mensual de la temperatura ambiente del mes más frío no supere los 5°C, ya que en estas circunstancias se alcanzarán temperaturas en el agua residual por debajo de los 10°C, que afectaría de forma importante a los procesos biológicos. En este caso, la temperatura media del mes más frío en el Municipio de Carcelén consta de un promedio de 5 °C (SIAR), registrada en el mes de enero.

En estas condiciones extremas, se ven favorecidos aquellos tratamientos que puedan cubrirse con relativa facilidad (AP, CBR, SBR). Entre las alternativas estudiadas, los lechos bacterianos son los más sensibles, pudiendo mejorar su estabilidad frente a estas variaciones mediante su aislamiento y la necesaria ventilación forzada, suponiendo esto un aumento en el consumo energético, y por lo tanto, un mayor coste económico.

Dentro de los tratamientos extensivos, los Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial (HFS) presentan una mayor protección contra el frío, ya que el flujo de agua a tratar no circula en contacto con la atmósfera. Además, la biomasa muerta (necrosoma) que se va depositando sobre la superficie filtrante, contribuye a minimizar el impacto de las bajas temperaturas sobre los rendimientos de depuración (García et al. 2003).

6.1.5 Complejidad en la explotación y mantenimiento.

Las tecnologías intensivas presentan por lo general una mayor complejidad de explotación y mantenimiento debido a la mayor presencia de equipos electromecánicos (Ver Tabla 6.6).

Tabla 6.6. Clasificación de tecnologías según su complejidad en la explotación y mantenimiento

<b>Complejidad de explotación y mantenimiento</b>			
HFS	CBR	LB	SBR / AP
-			+

**6.2 Criterios Ambientales**

**6.2.1 Producción de malos olores**

Uno de los principales impactos ambientales asociados a las estaciones depuradoras es la generación de malos olores. En la tabla 6.7 se encuentran ordenadas las tecnologías de tratamiento en función al potencial de generación de malos olores.

Tabla 6.7. Clasificación de las tecnologías según su potencial para generar malos olores

<b>Potencial para la generación de malos olores</b>	
AP /SBR	HFS /CBR /LB
-	+

**6.2.2 Generación de ruidos**

La generación de ruidos en las depuradoras viene asociada principalmente a la presencia y funcionamiento de equipos electromecánicos como; bombas, soplantes, etc. Siendo las tecnologías que presentan un mínimo impacto ruidoso las que no incluyen estos equipos en su funcionamiento.

Tabla 6.8. Clasificación de tecnologías según su potencial para generar ruidos

<b>Potencial para la generación de ruidos</b>		
HFS	CBR / LB	AP /SBR
-		+

6.2.3 Integración paisajística

Las pequeñas poblaciones suelen situarse en zonas con un alto valor ecológico y de una elevada calidad paisajística. Por lo que adquiere una gran importancia las instalaciones con un bajo impacto visual.

Tabla 6.9. Clasificación de tecnologías según su integración paisajística

Integración paisajística		
LB	CBR / AP /SBR	HFS
-		+

6.3 **Criterios económicos**

Dentro de los criterios económicos se tienen en consideración tanto los costes de implantación como los costes de explotación y mantenimiento.

6.3.1 Costes de explotación y mantenimiento

Tabla 6.10. Costes de explotación y mantenimiento estimados para cada tecnología.

Tecnología	Rango de población (h-e)	Costes de explotación (€/h-e. año)
Aireación prolongada (AP)	500 - 1000	33,92 – 27,89
Lechos bacterianos (LB)		25,11 – 19,88
Contactador biológico rotativo (CBR)		24,4 – 19,17
Reactor secuencial discontinuo (SBR)		-
Humedal artificial subsuperficial (HFS)		23,41 – 18,43

### 6.3.2 Costes de implantación

Tabla 6.11. Costes de implantación estimados para cada tecnología.

Tecnología	Rango de población (h-e)	Costes de implantación (€/h-e)
Aireación Prolongada (AP)		400 - 300
Lechos Bacterianos (LB)		600 - 400
Contactador Biológico Rotativo (CBR)	500 - 1000	425 - 380
Reactor Secuencial Discontinuo (SBR)		-
Humedal Artificial Subsuperficial (HFS)		280 - 250

## 6.4 Selección de la Tecnología a implantar

Hasta este punto se han comparado las diferentes variables que se consideran determinantes para seleccionar la alternativa más adecuada para dotar de un sistema de saneamiento adecuado al municipio de Carcelén.

En la Tabla 6.12 se muestran las puntuaciones asignadas para cada alternativa de tratamiento en función de los criterios considerados. En dicha tabla se ha establecido un peso específico para cada uno de los aspectos considerados, con la intención de destacar aquéllos criterios establecidos como más significativos para la selección de la alternativa.

A continuación, se realiza un breve repaso de los pesos otorgados a cada parámetro en estudio:

- **Rendimiento de eliminación de DBO<sub>5</sub>**

De los elementos contemplados, la variable de rendimiento de eliminación de DBO<sub>5</sub> es la que adquiere una mayor importancia, ya que no debe olvidarse cuál es el fin principal de una estación depuradora, por lo que debe asegurarse una eficaz eliminación de la carga contaminante. Pero debido a la similitud entre rendimientos de eliminación de las diferentes tecnologías de tratamiento a estudiar, se cree oportuno otorgar a esta variable un peso específico de **diez puntos sobre cien**.

- **Superficie necesaria**

La superficie es una limitación muy importante, ya que en numerosos municipios rurales hay escasa disponibilidad de parcelas con gran superficie y con pendientes adecuadas para la ubicación de la EDAR. En este caso, se considera que Carcelén dispone de superficie suficiente próxima a su núcleo urbano para albergar cualquier tipo de los sistemas de depuración en estudio. Por otro lado, se requiere que estas instalaciones ocupen el menor espacio posible, por lo que se ha valorado la superficie necesaria para construir el sistema de tratamiento en **diez puntos sobre cien**.

- **Flexibilidad de tratamiento**

La flexibilidad de tratamiento está relacionada con las variaciones de caudales y cargas que llegan a la depuradora. Por lo que se trata de una capacidad de adaptación necesaria en las pequeñas aglomeraciones urbanas, regulada en las diferentes tecnologías por los tratamientos primarios, los cuales amortiguan estas puntas diarias de caudal y carga contaminante. Es por ello que se ha estimado oportuno otorgar a esta variable un valor de **diez puntos sobre cien**.

- **Sensibilidad climatológica**

La estabilidad frente a cambios de temperatura se analiza en función de su incidencia sobre el grado de depuración. Debido a que es posible mejorar la estabilidad frente a variaciones climatológicas mediante aislamiento y ventilación forzada en las tecnologías de tratamiento más sensibles, se estima que el peso que debe tener esta variable es de **cinco puntos sobre cien**.

- **Labores de explotación y mantenimiento**

Resulta deseable que la EDAR sea lo más simple posible en su funcionamiento, para favorecer de esta manera las labores de explotación y mantenimiento por un técnico sin elevada cualificación específica. Es por ello que se ha otorgado para esta variable un peso de **diez puntos sobre cien**.

- **Costes de implantación**

En cuanto a los costes de implantación de la EDAR, adquiere una gran importancia que sean los más reducidos posibles, ya que los recursos monetarios disponibles de una población de tales características son escasos. Esto se ve incrementado por la situación económica global actual. Por lo tanto, para esta variable, se ha creído oportuno adoptar un peso específico de **veinte puntos sobre cien**.

▪ **Costes de explotación y mantenimiento**

Esta variable se ha considerado muy importante ya que los gastos de mantenimiento y explotación pueden presentar un gasto continuo y elevado para los pequeños ayuntamientos, que a lo largo de la vida útil de la depuradora (25 años) suponen un coste superior a los de implantación. Por este motivo, es necesario construir una planta de tratamiento de aguas residuales con costes de explotación y mantenimiento bajos. Por tanto, el peso asignado a esta tercera variable es de **veinte puntos sobre cien**.

▪ **Impacto ambiental**

El impacto ambiental es un punto importante a valorar ya que la planta se ubicará en una zona rural, por lo que se ha de procurar una buena integración con el medio y también, evitar cualquier efecto negativo sobre este. Por lo que se considera oportuno otorgar un peso a esta variable de **quince puntos sobre cien**. La valoración de cada tecnología con respecto al impacto ambiental que esta produce, se ha llevado a cabo teniendo en cuenta estas tres variables; Integración paisajística, generación de ruidos y producción de malos olores.

La puntuación máxima que se ha establecido para cada criterio es de 4 puntos. De acuerdo a la siguiente valoración: 1 (muy desfavorable); 2 (desfavorable); 3 (favorable); 4 (muy favorable).

De esta manera se obtiene la matriz final de selección:

Tabla 6.12. Matriz final de selección del tratamiento.

Variable	HFS	CBR	SBR	LB	AP	Peso (%)
Rendimiento de eliminación DBO <sub>5</sub>	4	4	4	4	4	10
Superficie necesaria	1	3	3	3	4	10
Flexibilidad de tratamiento	3	3	4	3	2	10
Sensibilidad climatológica	3	3	3	2	3	5
Labores de explotación y mantenimiento	4	3	1	2	1	10
Costes de implantación	4	2	2	1	2	20
Costes de explotación y mantenimiento	4	3	3	3	2	20
Impacto Ambiental	4	2	2	1	2	15
<b>NOTA</b>	<b>3,6</b>	<b>2,8</b>	<b>2,7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	

En la Tabla anterior puede observarse como la alternativa que presenta una mayor puntuación es la tecnología de Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial (HFS) con 3,6 puntos sobre 4. Tras esta, se sitúan el Contactor Biológico Rotativo (CBR) con un 2,8 y el Reactor Secuencial Discontinuo (SBR) con 2,7 puntos sobre 4 posibles. Por otro lado, el Lecho Bacteriano y la Aireación Prolongada son las dos alternativas que presentan una menor puntuación. Es por ello que la tecnología de tratamiento elegida es la de Humedal de Flujo Subsuperficial Vertical.

## **7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEPURADOR SELECCIONADO**

En este apartado de la memoria se realiza una descripción detallada del proceso depurador desde la recepción del agua residual a su entrada en la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) hasta su salida a través del punto de vertido.

En primer lugar, el agua residual procedente del sistema de colectores unitario del municipio es recibida en la obra de llegada, encargada de facilitar la recepción del mismo y su derivación hacia el canal de desbaste. Además, contará con un aliviadero cuya función será la de evacuar los caudales excesivos de agua procedente de los episodios de lluvia.

Éste estará diseñado de tal forma que, en caso de evacuación, el agua presente un grado de dilución suficiente para evitar una afección importante al medio receptor. Las aguas serán aliviadas hacia la Acequia/Barranco de Carcelén a través de un primer punto de vertido situado en el extremo sur de las instalaciones.

A la salida de la obra de llegada el agua entrará en el pretratamiento, formado por un desbaste de sólidos y un desarenador-desengrasador estático. El desbaste estará formado por un canal donde se encontrará la reja de gruesos en primer lugar y a continuación la reja de finos, ambas de limpieza automática y cuya función es la de eliminar aquellos sólidos de elevado tamaño presentes en el agua. Además, habrá un canal auxiliar paralelo al canal de desbaste y provisto de una reja de gruesos de limpieza manual, que entrará en funcionamiento en caso de mantenimiento y reparación de las rejillas automáticas.

Como fase final del pretratamiento se hará pasar el agua procedente del desbaste a través de un desarenador-desengrasador estático en el que sedimenten aquellas partículas de diámetro superior a 0,2 mm de diámetro, quedando retenidas en el fondo del mismo. Además, existirá un deflector que permitirá la retención de las grasas presentes en el agua residual. Éste proceso

contará con dos canales en paralelo, permitiendo que cuando sea necesaria la limpieza del canal en funcionamiento, éste se aisle y se habilite el otro canal de idénticas características.

El agua residual efluente del pretratamiento se canalizará hasta un tratamiento primario formado por un Tanque Imhoff o tanque decantador-digestor para la eliminación de sólidos suspendidos y la digestión de los mismos. En él tendrán lugar procesos físicos de separación de los sólidos sedimentables de los sólidos flotantes, incluyendo aceites y grasas (retenidos en la superficie de la zona de decantación) y procesos biológicos de degradación anaerobia de los sólidos sedimentables acumulados en el fondo, desprendiendo biogás (metano, dióxido de carbono y compuestos sulfurados). Los rendimientos de eliminación esperados después del paso del agua residual a través del pretratamiento y el tratamiento primario son del 20-30% para la DBO y del 50-60% de los sólidos en suspensión.

Desde el Tanque Imhoff se conducirá el agua residual hasta una arqueta (Arqueta de Abastecimiento) con capacidad suficiente para retener cierta cantidad de agua en su interior de forma que, una vez alcanzada la altura de carga deseada, facilite el abastecimiento de agua residual al tratamiento secundario.

El tratamiento secundario constará de un sistema híbrido (Ver apartado 5 del Anejo nº1) basado en la combinación de tres Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV) y uno Horizontal (HFSH). Lo que se pretende mediante este sistema es la eliminación de la mayor parte de la materia orgánica carbonosa y la nitrificación en los HFSV y la desnitrificación en el HFSH, ajustándonos de esta manera a los objetivos de calidad establecidos en la autorización de vertido.

A partir de la Arqueta de Abastecimiento se suministrará el agua residual hacia los HFSV de forma alternada, es decir, cada humedal se someterá a dos fases; una primera de alimentación seguida de otra fase de reposo. Siendo las fases de alimentación de 3 a 4 días y las de reposo dos veces superior a la fase de alimentación (de 6 a 8 días). En todo momento se abastecerá a uno de los humedales mientras los otros dos se encuentran en fase de reposo. Esta alternancia se conseguirá mediante la instalación de tres válvulas automáticas y programables. Estas válvulas se localizarán en la Arqueta de Control.

A continuación, el agua filtrada en los HFSV se derivará mediante un colector común a los tres humedales, hacia el HFSH. En este tipo de humedal la lámina de agua se mantendrá fija a unos 5 cm por debajo del nivel del sustrato favoreciendo de esta forma las condiciones anaerobias. Dado que para el desarrollo de las bacterias desnitrificantes en el HFSH se necesita cierto contenido de materia orgánica, teniendo en cuenta los elevados rendimientos de eliminación de DBO y SS en los HFSV, en ocasiones resultará necesario derivar en torno a un 15% de la DBO

hasta este segundo humedal previo a su entrada en el HFSV. Esto se realizará, en caso de ser necesario, a través de una tubería que conecte el colector principal de abastecimiento a los HFSV (desde la Arqueta de Control) con la arqueta de salida del primer humedal vertical.

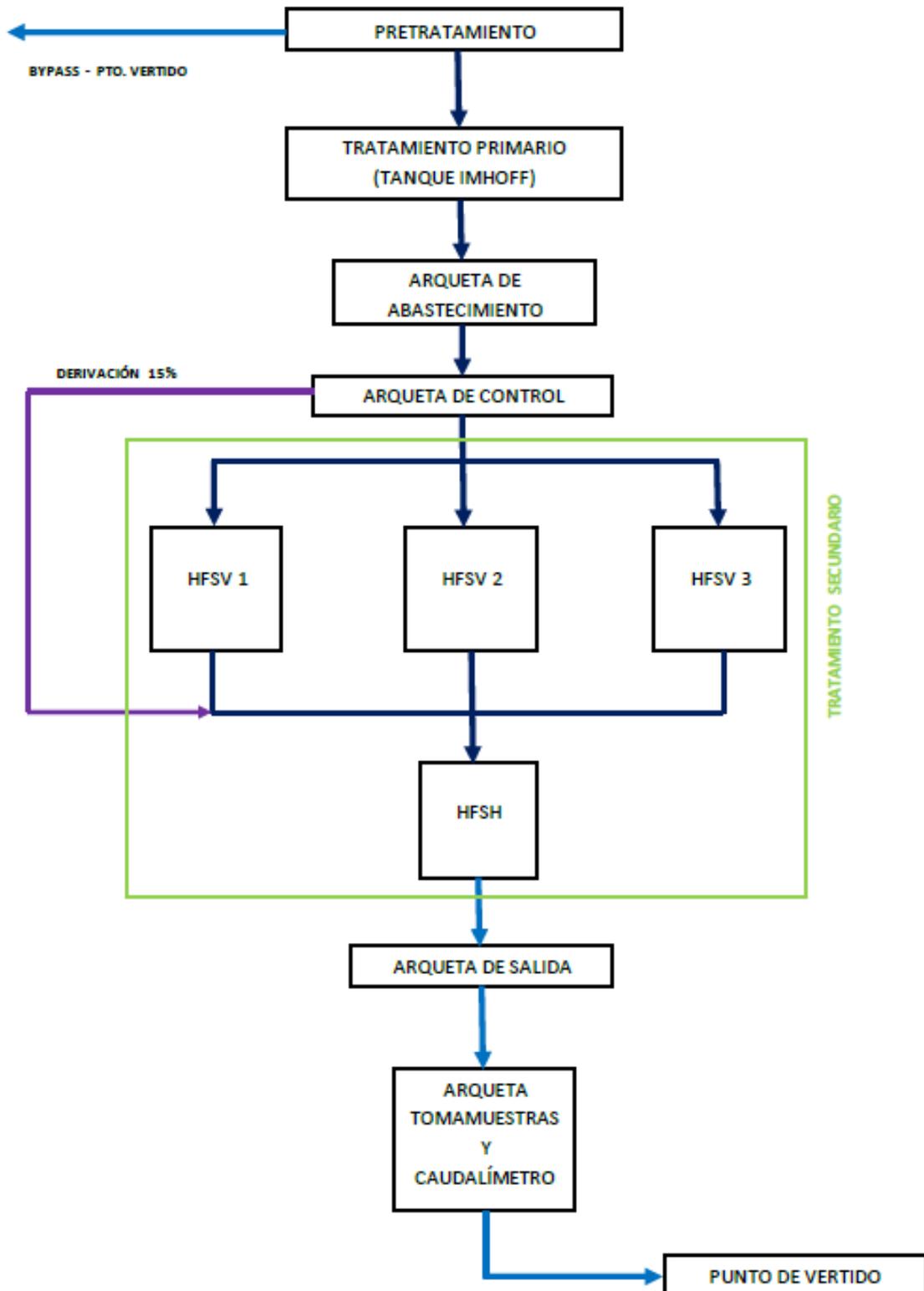
El efluente del HFSH se conducirá hasta una arqueta de salida mediante una tubería en “L”, que permita mantener el nivel del agua en el humedal a la altura deseada. A la salida de esta arqueta, se canalizará el agua tratada hasta una arqueta de toma de muestras y de medida de caudal. Estará diseñada de tal forma que facilite la toma de muestras y a continuación se realice la medida del caudal efluente mediante regleta o medidor ultrasónico. A partir de esta arqueta se derivará el agua hasta el punto de vertido, donde saldrá el efluente de agua tratada a la Acequia/Barranco de Carcelén.

Los rendimientos de eliminación esperados después del proceso de depuración son: del 90-95% para la DBO<sub>5</sub> y los SS, suponiendo un efluente final de 30-15 mg de O<sub>2</sub>/l y 25-12,5 mg/l respectivamente; y de más del 70% para el nitrógeno total, lo que supone una concentración de salida aproximada de 15 mg/l.

Respecto a la eliminación de coliformes fecales del agua residual, se esperan unos rendimientos adecuados, de en torno a 1-2 u log. (UFC/100 ml) propios de sistemas de depuración mediante humedales de flujo subsuperficial. En previsión de que no fuera así, y durante el funcionamiento de las instalaciones se evidenciara el no cumplimiento de los límites establecidos de coliformes fecales en el agua, se procederá a la instalación del tanque prefabricado de cloración existente en la EDAR actual. Siendo las dimensiones del mismo de 3,50 metros de longitud y 1,30 m de diámetro.

Es por ello que, durante las actividades de acondicionamiento de la parcela, durante las cuales se procederá a la extracción de los módulos compactos enterrados de la depuradora existente, no se gestionará el tanque de cloración como residuo, sino que se procederá a su conservación en dependencias del ayuntamiento de la localidad.

**ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO**



## 8 DIMENSIONADO DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO DEPURADOR

El diseño de la instalación se ha llevado a cabo con el objetivo de minimizar el consumo energético durante la explotación de la misma, aprovechando la configuración de la parcela y los desniveles existentes. A continuación, se exponen las dimensiones de los diferentes elementos que componen el proceso depurador de forma detallada.

### 8.1 Obra de llegada y pretratamiento

El agua residual accederá a las instalaciones a través de un colector de 200 mm de diámetro nominal procedente de la red de colectores unitaria. Este colector accederá por el lado sur de la parcela donde se conectará a la obra de llegada, formada por un canal construido con ladrillo perforado de 0,45 m de ancho por 0,5 m de largo y una altura de 0,5 m. El aliviadero de la obra de llegada estará situado a 0,4 m de altura respecto de la solera del canal y contará con 0,3 m de ancho. A través de éste se derivará el agua de episodios de lluvia intensa directamente a vertido, por medio de una arqueta de recepción y tubería de saneamiento corrugada de PE (polietileno) SN8 (rigidez circunferencial  $\geq 8 \text{ kN/m}^2$ ) 200 mm de diámetro nominal (DN), siendo la longitud aproximada de la tubería de 2 metros. La pendiente de la solera del canal será del -2% en dirección entrada-salida. A la salida del agua hacia el desbaste se dispondrá de una compuerta de chapa de acero inoxidable calidad AISI 304 – 316 o similar de 30 cm de anchura.

El canal de desbaste, construido de igual forma que el anterior, contará con una anchura de 0,3 m, una altura de 0,5 m y una longitud de 3 m. y, tendrá una pendiente negativa del 2% en la dirección entrada-salida. En él se dispondrá una reja de gruesos curva de limpieza automática, para un ancho de canal de 0,3 m, compuesta por 8 barros de sección rectangular y 5 mm de ancho, siendo la luz entre ellos de 30 mm. A continuación de ésta, se instalará una reja de finos de limpieza automática, para un ancho de canal de 0,3 m y luz de paso de malla de 3 mm. El sistema de limpieza de cada reja estará activado por un motor reductor de 0,18 kW y se pondrá en funcionamiento cada cierto período de tiempo (Ver apartado 3.1.4 del Anejo nº1).

Paralelamente al canal de desbaste se contará con otro canal de idénticas características y dimensiones, en el que se instalará una reja de gruesos de limpieza manual, para un ancho de canal de 0,3 m con 11 barros de 5 mm de ancho y una luz de paso de 20 mm entre los mismos. Estará dispuesta con un ángulo de 60° respecto a la horizontal. A la entrada del canal de desbaste se dispondrá de compuertas de tajadera de chapa de acero inoxidable calidad AISI 304

– 316 o similar, de apertura manual con 0,21 m de ancho y 0,5 m de altura. Mientras que, a su salida, éstas serán de 0,30 m.

El desarenador-desengrasador contará con dos canales (construidos con ladrillo perforado) complementarios de decantación, de las siguientes dimensiones; 1,10 m de longitud, 0,3 m de anchura y 0,25 m de profundidad de decantación, siendo la altura de las paredes de 0,5 metros. A la entrada del desarenador se dispondrá de compuertas de tajadera de chapa de acero inoxidable calidad AISI 304 – 316 o similar, de apertura manual con 0,21 m de ancho y 0,5 m de altura. Mientras que, a su salida, éstas serán de 0,30 m.

La salida del agua residual del desarenador-desengrasador se realizará mediante un canal transversal de anchura 0,20 m donde se embutirá la tubería de salida hacia el Tanque Imhoff. Ésta será una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 160 mm DN y tendrá una longitud de 2 m (Ver plano nº8).

## **8.2 Tratamiento primario. Decantador-digestor**

De acuerdo con los cálculos realizados en el Anejo nº1 (Apartado 4.1), el Tanque Imhoff o tanque decantador digestor deberá disponer de un volumen de decantación de 10,35 m<sup>3</sup> y un volumen en la zona de acumulación de lodos de 36 m<sup>3</sup> que garantice la digestión de los lodos producidos durante un periodo de tiempo aproximado en torno a 6 meses. Con la idea de simplificar la ejecución, y teniendo en cuenta el mayor tamaño de unidad prefabricada encontrado comercialmente, se ha pensado en la posibilidad de instalar dos módulos prefabricados (de hormigón o PRFV) en paralelo que cumplan las citadas especificaciones. Se sugiere la instalación de dos módulos decantadores-digestores cilíndricos de hormigón prefabricado conectados en paralelo tipo MODULAR RINGS modelo IMO/A 250 o similar.

A la salida del tratamiento primario se derivará el agua mediante una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 160 mm DN y 1,5 m de longitud hasta una arqueta de abastecimiento a los Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical. Esta arqueta será de hormigón prefabricado de dimensiones interiores 1,10 x 1,10 m y una profundidad de 1,15 m. Dispondrá de una tapa metálica de 1,16 metros de lado a base de rejillas electrosoldadas con pletinas de 30 x 30 mm galvanizadas.

### 8.3 Tratamiento secundario. Humedales

Se construirá un sistema híbrido de humedales, formado por tres Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV) y uno Horizontal (HFSH).

#### 8.3.1 Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV)

Los tres humedales de flujo vertical tendrán las mismas dimensiones, serán de planta rectangular de 24 x 20 metros cuyas celdas tendrán una profundidad total de 1,5 m (0,8 m de sustrato filtrante, 0,2 m de gravas que cubren las tuberías de drenaje y 0,5 metros de resguardo).

Tabla 8.1. Medidas de los HFSV

Superficie	480 m <sup>2</sup>
Longitud	24 m
Anchura	20 m
Talud paredes	45°
Pendiente del fondo	1 %
Resguardo	0,50 m
Profundidad del sustrato	0,80 m
Profundidad capa de gravas	0,20 m

El sustrato filtrante en los humedales de flujo vertical estará formado por una capa de 0,8 m de espesor de arena gruesa con un  $d_{10}$  comprendido entre el 0,25 y 1,2 mm y un  $d_{60}$  entre 1 y 4 mm. El coeficiente de uniformidad ( $d_{60}/d_{10}$ ) deberá ser inferior a 3,5. En cuanto al contenido en arcilla y finos, deberán limitarse a menos del 0,5%. Por debajo de este se dispondrá de una capa de 0,20 m de gravas de 20-40 mm, en la que se embutirán las tuberías de drenaje.

Las celdas de los humedales se aislarán de forma correcta, tanto en su base como en las paredes, mediante una capa impermeabilizante formada por geomembrana de PEAD de espesor no inferior a 1 mm perfectamente soldada entre sí mediante rodillos a alta temperatura (deberán ser comprobadas posteriormente las soldaduras entre láminas). Además, la geomembrana irá recubierta por su cara superior e inferior mediante geotextil de 150-300 g/cm<sup>2</sup>. Para anclar la geomembrana y el geotextil al terreno se excavará una zanja en el perímetro del humedal, de 0,3 x 0,3 m, en la que se introducen los extremos de la lámina, para posteriormente incorporarles el

peso de la tierra. Para garantizar su fijación al terreno, se clavarán unos redondos de 10 mm cada 0,5 m.

Los HFSV recibirán el agua procedente de la arqueta de abastecimiento de dimensiones interiores 1,10 x 1,10 m y una profundidad de 1,15 m, de hormigón armado prefabricado. Dispondrá de una tapa metálica de 1,16 metros de lado a base de rejillas electrosoldadas con pletinas de 30x30 mm galvanizadas. La salida del agua desde la arqueta se realizará mediante una tubería enterrada de PE40 PN4 (presión nominal 4 bar.) 90 mm DN y 3,50 m de longitud hasta la arqueta de control, de planta cuadrada, de 0,80 m de lado interior y 0,55 m de profundidad, desde donde saldrán las tuberías secundarias enterradas de PE40 PN4 90 mm DN hacia cada humedal vertical (Ver Plano nº9).

El reparto del agua en los HFSV se realizará mediante tuberías laterales perforadas de PE40 PN4 75 mm DN de 9 metros de longitud, situadas a ambos lados de la tubería terciaria de PE40 PN4 90 mm DN y 22,5 m de longitud, todas ellas colocadas de forma superficial y asentadas sobre el sustrato filtrante. La separación entre laterales será de 3 metros.

La evacuación del efluente en estos humedales se realizará mediante un sistema de 4 tuberías laterales de drenaje de PE 110 mm DN ranurado a 220° separadas entre sí 5,2 m y con una longitud de 21,6 m. Estas, conectarán con el sistema principal de drenaje formado por una tubería ranurada a 220° de PE 160 mm DN y 17,6 m de longitud. Estas aguas serán conducidas pasando el talud hasta una arqueta de salida mediante una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 160mm DN. Desde esta arqueta se derivará el agua a un colector enterrado común a los tres humedales, formado por una tubería enterrada de saneamiento de PE SN8 160 mm DN de 55 m de longitud y pendiente del 0,50 %, que conducirá el agua residual filtrada hasta el HFSH.

Para favorecer la oxigenación del sustrato se instalarán un total de 40 chimeneas verticales de aireación (12 ud./m<sup>2</sup>) conectadas a las tuberías de drenaje en profundidad. Serán tuberías de saneamiento de PE 110 mm DN, sobresaldrán una altura de 0,60 metros por encima del medio granular e Irán provistas de un deflector para evitar la entrada de sólidos.

Las arquetas de salida de los tres humedales serán prefabricadas de polietileno y tendrán idénticas dimensiones; 0,6 m de diámetro interior y 1,6 m de profundidad (Ver Plano nº13).

La especie que poblará los HFSV será el carrizo (*Phragmites australis L.*), debido a su alta producción de biomasa, la profundidad de sus raíces (60 cm) y los buenos resultados obtenidos con esta especie en toda Europa (Ver Anejo nº3). Se recurrirá a la multiplicación vegetativa a partir de rizomas, con una densidad de plantación de 4-6 ud./m<sup>2</sup>.

### 8.3.2 Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal (HFSH)

En cuanto al de flujo horizontal, tendrá una planta rectangular de 20 x 18 metros y una profundidad total de 0,9 m (0,4 m del sustrato filtrante y 0,5 m de resguardo). Los taludes laterales de todos los humedales se realizarán a 45° y la pendiente del fondo será del 1%.

Tabla 8.2. Medidas del HFSH.

Superficie	360 m <sup>2</sup>
Longitud	20 m
Anchura	18 m
Talud paredes	45°
Pendiente del fondo	1 %
Profundidad del sustrato	0,40 m
Resguardo	0,50 m

El sustrato filtrante en el humedal horizontal estará formado por un medio granular de gravilla con diámetro de 6-12 mm. Asimismo, en las zonas de entrada y salida del agua se dispondrá una franja de 1 metro de bolos gruesos (50-100 mm) sin vegetación.

Las celdas de los humedales se aislarán de forma correcta, tanto en su base como en las paredes, mediante una capa impermeabilizante formada por geomembrana de PEAD de espesor no inferior a 1 mm perfectamente soldada entre sí mediante rodillos a alta temperatura (deberán ser comprobadas posteriormente las soldaduras entre láminas). Además, la geomembrana irá recubierta por su cara superior e inferior mediante geotextil de 150-300 g/cm<sup>2</sup>. Para anclar la geomembrana y el geotextil al terreno se excavará una zanja en el perímetro del humedal, de 0,3 x 0,3 m, en la que se introducen los extremos de la lámina, para posteriormente incorporarles el peso de la tierra. Para garantizar su fijación al terreno, se clavarán unos redondos de 10 mm cada 0,5 m.

El HFSH recibirá el agua desde una tubería dispuesta en cabecera del humedal de PE 160 mm DN y 17 m de longitud, perforada a 220° para una distribución homogénea del agua. La tubería de drenaje será de iguales características a la anterior, pero de 16,4 m de longitud y ranurada a 360° para facilitar la evacuación del agua. La salida del efluente se realizará mediante una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 160 mm DN y 4 m de longitud, que atraviese el talud y cuya terminación será en forma de “L” invertida, en el interior de la arqueta de salida, para la regulación del nivel de agua en la celda (Ver Plano nº13). La arqueta de salida, de planta cuadrada, tendrá unas dimensiones interiores de 0,60 metros de lado y 1,00 metro de

profundidad, construida en hormigón armado prefabricado. Dispondrá de una tapa metálica de 0,66 metros de lado a base de rejillas electrosoldadas con pletinas de 30 x 30 mm galvanizadas. En caso de resultar necesario se anclará la tubería de salida en forma de "L" invertida a las paredes de la arqueta para su correcta sujeción.

En el caso de los HFSH se recurrirá al empleo de eneas (*Thypa domingensis*), por su alta producción de biomasa, la adecuada profundidad de su sistema radicular (30 cm) y por el hecho de haberse identificado ejemplares de esta especie en zonas próximas a la zona donde está proyectada la depuradora (Ver anejo nº3). La plantación se realizará mediante multiplicación vegetativa a partir de rizomas, con una densidad de plantación de 4 ud./m<sup>2</sup>.

#### **8.4 Arqueta Tomamuestras, caudalímetro y vertido**

El agua procedente de la arqueta de salida del humedal horizontal llegará a la Arqueta Tomamuestras mediante una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 y 1,5 m de longitud. Esta arqueta estará diseñada específicamente para facilitar la toma de muestras del efluente previo al vertido y para la medida de caudales mediante un caudalímetro tipo Parshall o similar.

La arqueta estará construida con ladrillo perforado y será de planta rectangular con dimensiones interiores 1,80 x 0,60 metros y 1,20 m de profundidad en la zona de entrada y 1,25 m de profundidad a la salida del efluente hacia punto de vertido (Ver plano nº13).

En cuanto al caudalímetro, estará formado por una canal Parshall de acero inoxidable tipo AISI 316 o similar para caudales máximos de 55,8 m<sup>3</sup>/h y mínimos de 0,792 m<sup>3</sup>/h. Tendrá unas medidas de 167 mm de anchura máxima, 25,4 mm de garganta, 635 de longitud total y 300 mm de altura. La medida del caudal podrá realizarse por regleta graduada, como marca la legislación aplicable (Orden ARM/1312/2009), siendo recomendable la instalación de un medidor por ultrasonidos Flow Converter 713 o similar, para una mayor precisión y registro de datos.

El agua tratada saldrá de esta arqueta hacia el Punto de Vertido a través de una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 200 mm DN.

## 9 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

La superficie en la que se implantará la depuradora está constituida por tres parcelas que componen un plano de planta rectangular con pendiente regular del 4% en dirección sur. Como se ha comentado anteriormente se encuentran recubiertas por material vegetal, así como, en el caso de una de ellas, de los elementos que conforman la actual depuradora.

Para poder llevar a cabo la construcción de las instalaciones proyectadas, será necesario el acondicionamiento de las mismas mediante las siguientes operaciones:

- Extracción de los módulos compactos que componen la depuradora existente, así como la eliminación de la caseta de control y los elementos del desbaste. El tanque de cloración será conservado mientras que los restantes elementos serán eliminados a través de un gestor autorizado.
- Limpieza y desbroce de la superficie, eliminando el material vegetal presente, así como el destocoado de los almendros presentes en una de las parcelas. Se retirarán los residuos sobrantes generados mediante gestor autorizado.
- Desmote y terraplenado del terreno hasta alcanzar el nivel de cotas requerido, además de eliminación de sobrantes de la excavación por gestor autorizado.
- Nivelado y compactación del terreno, previo a la incorporación de los pavimentos requeridos en cada zona del recinto.

## 10 URBANIZACIÓN

El recinto de la EDAR irá cerrado con valla modular formada por paneles de verja electro soldada con acabado plastificado verde, de 200x50x5 mm de 1,5 metros de altura con pliegues longitudinales para mejorar su rigidez. Se instalará con postes de 50x50 mm acabados en plastificado verde. Éstos se empotrarán sobre cimentación de 0,6 m de altura sobre el nivel del suelo, alcanzando una altura total de cerramiento de 2,1 metros.

Se habilitarán dos accesos al recinto. En el primero de ellos, situado más al sur de la parcela, se instalará una puerta de 2,5 m de longitud y 2,10 m de altura, abatible interiormente a dos hojas fabricadas con bastidor de acero galvanizado y acabado en verde plastificado de 50 x 50 x 1,5 mm. En el acceso situado más al norte se instalará una puerta corredera de 6 m de longitud y 2,10 m de altura, fabricada en acero galvanizado y acabado en verde plastificado, con sistema de apertura manual.

En la parcela se colocarán dos tipos de pavimentos. La zona de maniobra de vehículos se acondicionará con un pavimento a base de tierra morterenga, mientras que la zona de los equipos (desbaste, tanque Imhoff, humedales, etc.) se pavimentará con 5 cm de gravilla de 10-15 mm. Estas dos zonas irán separadas con bordillo prefabricado de hormigón de 120 x 250 x 500 mm. Además, los humedales irán rodeados mediante un bordillo de dimensiones aproximadas 150x100 mm a base de piedra caliza extraída de la zona.

La zona de la parcela a base de tierra morterenga se pavimentará con una pendiente del 0,5% en dirección N-S (quedando la zona norte en el punto más bajo) para la evacuación de pluviales de escorrentía, y se dispondrán de imbornales en los cerramientos de la parcela para la evacuación de las mismas hacia la Acequia/Barranco de Carcelén.

Los desniveles pronunciados de la instalación serán accesibles mediante escaleras de obra de 1,50 metros de anchura acabadas con baldosa de gres extrusionado. Tanto la contrahuella como la huella serán de 25 cm. En los muros de separación de las diferentes gradas se instalarán barandillas de seguridad de hierro pintada al horno con pasamanos de acero inoxidable de 42 mm de diámetro.

Aunque no es objeto de cálculo del presente proyecto, se dispondrá de una caseta de control en el interior de las instalaciones. Ésta tendrá planta rectangular de 4 m de largo y 3 m de ancho, en el interior se dispondrán de aseos, un pequeño almacén y el cuadro eléctrico para el control de automatismos y sistemas de iluminación del recinto.

Además, se estudiará un acondicionamiento general de las instalaciones para acoger posibles visitas de carácter docente o cultural a la planta de tratamiento, dada la proximidad de las instalaciones a la capital de provincia.

## 11 EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las principales labores de mantenimiento a realizar por el operario encargado de dicha tarea serán: el cuidado de la vegetación plantada, el mantenimiento de los equipos electromecánicos, de la obra civil y de las conducciones y el control del buen estado de los cerramientos en los humedales.

Al tratarse de una instalación de tratamiento de aguas residuales de más de 500 h-e se recomienda que la frecuencia de visita del operario a la misma sea de al menos dos veces por semana, siendo el parte de control que deberá registrar el operario en cada inspección el siguiente:

- Fecha y hora de la visita a la estación depuradora.
- Aspecto de las aguas residuales influentes y de los efluentes depurados.
- Toma de muestras para el control de la calidad de vertido.
- Caudales tratados, según los valores registrados en el caudalímetro de salida.
- Número de identificación del Humedal Vertical en funcionamiento.
- Posible acumulación permanente de agua en la superficie del lecho filtrante.
- Fecha de realización de las diferentes tareas de mantenimiento: limpieza del desarenador-desengrasador, evacuación de los residuos procedentes de las rejillas, extracción de fangos del tratamiento primario, siega de la vegetación, etc.
- Comprobación de los sistemas automáticos de válvulas para la alimentación intermitente de los humedales, así como del transductor de presión en la arqueta de abastecimiento.
- En caso de ser necesario, se rellenará un apartado de incidencias y/u observaciones.

En cuanto a las labores de explotación a realizar son las siguientes:

- Revisión de los sistemas de alimentación, comprobando el cumplimiento en la periodicidad de alimentación y del estado de las impermeabilizaciones en el confinamiento.
- Durante los primeros meses de operación deben eliminarse las malas hierbas que puedan competir con la vegetación implantada en el humedal.
- Anualmente se realizará la siega de las plantas y la evacuación de la biomasa vegetal extraída, una vez finalizado el ciclo vegetativo de las mismas (noviembre-diciembre).
- Tras la siega se procederá a la inspección de los sistemas de alimentación en los Humedales de Flujo Vertical

- Deberá controlarse la aparición de posibles plagas, que puedan provocar daños en las plantas, así como la proliferación excesiva de insectos que pueda llegar a afectar tanto a la población como a las labores de mantenimiento.

## **12 GESTIÓN RESIDUOS GENERADOS**

Los residuos generados durante el pretratamiento proveniente de las unidades de desbaste y desarenado-desengrasado, deberán ser retirados con una frecuencia de dos veces por semana a efectos de evitar la generación de olores molestos. Éstos residuos serán gestionados por el servicio municipal de recogida de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

En aquellas circunstancias que el volumen retirado de grasas del desarenador-desengrasador sea importante, se deberá contar con un contenedor específico para su recogida, que deberá ser retirado por gestores autorizados.

Para el caso de los lodos y grasas eliminados en el tratamiento primario, se recurrirá a un gestor autorizado para proceder a su purga mediante el uso de camiones cisterna específicos para su aspiración. Siendo el destino más común para estos residuos, el de las estaciones de tratamiento de aguas residuales dotadas de línea de tratamiento de fangos.

En cuanto a los residuos generados en la siega periódica de los humedales, se estiman entre 5 y 6 Tn/año (considerando una productividad de biomasa seca de 6,5 kg/m<sup>2</sup> en Enea y 2,2 kg/m<sup>2</sup> en Carrizo). Este residuo podrá ser empleado en alimentación animal, en procesos de compostaje para su posterior utilización como enmienda orgánica, para su valorización energética local, etc. En caso contrario, se enviarán a vertedero. (Ver apartado 4.2 del Anejo nº3).

### 13 PLAN DE EJECUCIÓN

#### DIAGRAMA DE GANTT



**14 RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO**

<b>Capítulo</b>	<b>Importe (€)</b>
1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	2.794,58
2 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS	8.147,57
3 OBRA CIVIL	4.294,56
4 OBRAS EDAR	40.265,83
5 INSTALACIÓN HIDRÁULICA	15.319,41
6 RELLENOS	20.017,54
7 PLANTACIÓN	4.017,60
8 URBANIZACIÓN	38.969,20
10 SEGURIDAD Y SALUD	2.164,41
11 GESTIÓN DE RESIDUOS	305,25
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>136.295,95</b>
13% de gastos generales	17.718,47
6% de beneficio industrial	8.177,76
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>162.192,18</b>
21%	34.060,36
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>196.252,54</b>

**Asciende el presupuesto de este proyecto a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.**

## 15 ANÁLISIS DE COSTES

Dado que una estación depuradora no es una actividad económica que vaya a generar beneficios a partir de la comercialización de los productos elaborados, o tener una contraprestación por los servicios realizados, resulta complejo hacer un análisis económico que determine la rentabilidad de las instalaciones proyectadas.

En este sentido, para abordar el presente análisis de costes se han llevado a cabo los siguientes estudios:

- Análisis comparativo del coste de ejecución de las instalaciones proyectadas con otras similares.
- Análisis de los costes de explotación y mantenimiento.
- Estima de la recaudación para hacer frente a los costes de explotación y mantenimiento mediante el pago del canon de saneamiento en el municipio de Carcelén.

### 15.1 Análisis comparativo del coste de ejecución

De acuerdo al estudio realizado por Kadlec y Wallace sobre las funciones de costes de este tipo de instalaciones en relación a la superficie afectada o al caudal de tratamiento, se concluye que éstas suelen adoptar la siguiente forma:

$$Y = a \cdot x^b$$

Donde “Y” es el coste, “x” es un parámetro relacionado con el caudal o el área de los humedales y “a” y “b” son constantes empíricas. En los estudios realizados por los citados autores, se ajustan los valores obtenidos mediante regresión lineal a las siguientes ecuaciones:

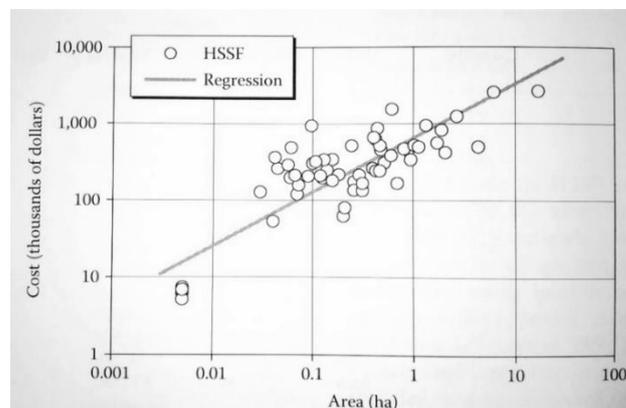


Figura 15.1. Recta de regresión de los costes de implantación de humedales de flujo subsuperficial de Estados Unidos obtenida en función de su área (Kadlec y Wallace, 2009).

De donde se obtiene la siguiente función de costes:

$$C = 652 \cdot A^{0,704} \quad ; \quad (R^2 = 0,75)$$

Siendo,

A: área de humedal (ha);  $(0,005 < A < 20)$ .

C: coste (miles de \$).

En este caso, con tres humedales de 480 m<sup>2</sup> y uno de 360 m<sup>2</sup>, aplicamos la ecuación para 1800 m<sup>2</sup> que equivalen a 0,18 ha:

$$C = 652 \cdot 0,18^{0,704} = 652 \cdot 0,18^{0,704} = 194,966 \text{ mil } \$ \approx 183,337 \text{ mil } €$$

De igual forma se ha desarrollado una función de costes en función de los caudales a tratar, a partir de la siguiente recta de regresión:

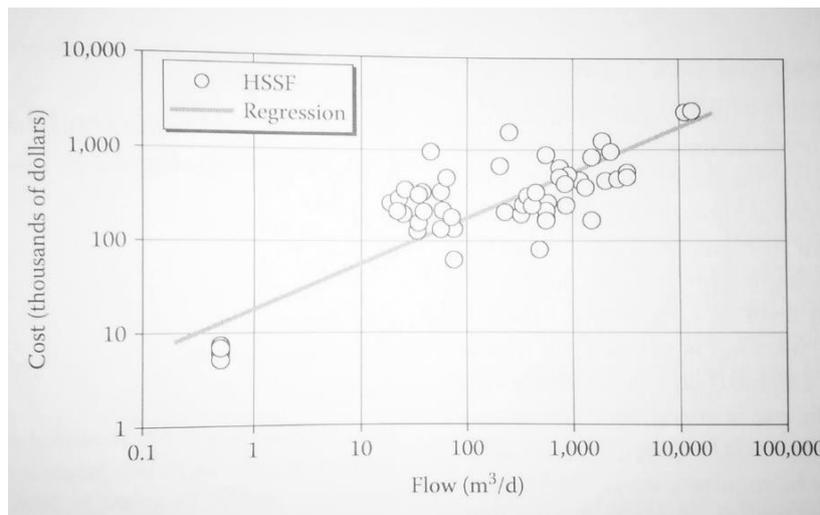


Figura 15.2. Recta de regresión de los costes de implantación de humedales de flujo subsuperficial de Estados Unidos obtenida en función del caudal medio tratado (Kadlec y Wallace, 2009).

$$C = 18 \cdot Q^{0,498} \quad ; \quad (R^2 = 0,76)$$

Siendo,

Q: caudal medio (m<sup>3</sup>/d);  $(0,76 < A < 10.000)$ .

C: coste (miles de \$).

En este caso el caudal medio diario de diseño es de 6 m<sup>3</sup>/h = 144 m<sup>3</sup>/día:

$$C = 18 \cdot 144^{0,498} = 213,863 \text{ mil } \$ \approx 200,692 \text{ mil } €$$

En la siguiente tabla se resume el análisis comparativo de costes realizado. Puede observarse que, aunque el presupuesto del presente proyecto no contempla alguna de las instalaciones tipo necesarias, en caso de considerarse, se mantendrían los costes por habitante equivalente dentro de los rangos de referencia.

Tabla 15.1. Comparación de los datos de costes de implantación de referencia extraídos de diferentes fuentes con lo presupuestado en el presente Proyecto.

$C=652 \cdot A^{0,704}$	183.337 €	254,6 €/h-e	Costes calculados a partir de funciones de regresión de economía de escala en EE.UU (Kadlec y Wallace, 2009)
$C=18 \cdot Q^{0,498}$	200.692 €	278,73 €/h-e	
Según el "Manual para la Implantación de Sistemas de Depuración en Pequeñas Poblaciones" (2010)	-	200-300 €/h-e	Costes de implantación estimados para una población de 1000 h-e
<b>PRESUPUESTADO</b>	<b>196.252,54 €</b>	<b>272,6 €/h-e</b>	Costes de implantación obtenidos en el proyecto (IVA incluido)

En este sentido hay que comentar que estas obras están subvencionadas al 100% por Programas de Desarrollo Rural financiados por la Unión Europea, así como, por las diferentes administraciones; Administración General del Estado, Administración Autónoma de Castilla la Mancha y Diputación Provincial de Albacete.

## 15.2 Costes de explotación y mantenimiento

De acuerdo con las labores de mantenimiento y explotación necesarias, así como la frecuencia con las que estas tienen que ser llevadas a cabo en las instalaciones proyectadas (expuestas en el apartado 11 de esta memoria). Se realiza a continuación, un análisis de los costes de explotación y mantenimiento estimados para la EDAR.

En la siguiente tabla se exponen los costes de explotación y mantenimiento estimados para una instalación de depuración de 720 h-e mediante Humedales de Flujo Subsuperficial. Estos datos han sido obtenidos del "Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones (2010)":

Tabla 15.2. Costes de explotación y mantenimiento en Humedales de Flujo Subsuperficial para el rango de población de diseño (Ortega de Miguel et al. 2010).

OPERACIÓN	Coste horario (€/h)	Frecuencia	Tiempo(h)	Coste Anual
Desplazamiento del operario	25	2 (veces/semana)	1	2.600,00 €
Limpieza rejas de desbaste	-	-	-	-
Limpieza del desarenador	16	2 (veces/semana)	0,4	5,60 €
Inspección y medición de espesores de flotantes y Fangos en el Tanque Imhoff	16	2 (veces/año)	1	32,00 €
Inspección general	16	2 (veces/semana)	0,29	482,56 €
Limpieza tuberías de distribución	16	1 (vez/mes)	2,5	480,00 €
Control permeabilidad del sustrato	16	1 (vez/año)	10	160,00 €
Siega de plantas	16	1 (vez/año)	115	1.840,00 €
Mantenimiento obra civil	16	24 (veces/año)	10	3.840,00 €
Control analítico		4 (veces/año)		1.200,00 €
OPERACIÓN	Coste horario (€/h)	Frecuencia	Volumen (m <sup>3</sup> )	Coste Anual
Extracción y gestión de fangos y flotantes del Tanque Imhoff	15	2 (veces/año)	36	2.100,00 €
Evacuación residuos de poda	-	1 (vez/año)	252	0,00 €
OPERACIÓN	Coste horario (€/kWh)	Consumo estimado (kWh/año)	Número de motores (0,18 kW)	Coste Anual
Desbaste automático	0,1	750	2	150,00 €
*Están Incluidos los costes gestión de los residuos generados				
<b>Costes totales de explotación y mantenimiento (€/año)</b>				<b>13.550,16 €</b>
<b>Coste total unitario (€/h-e. año)</b>				<b>18,82 €</b>
<u>Caudal tratado 32430 m<sup>3</sup>/año</u>		<b>Coste por m<sup>3</sup> tratado (€/m<sup>3</sup> año)</b>		<b>0,42 €</b>

A partir de los datos anteriores, se ha tratado de estimar a groso modo la recaudación necesaria para hacer frente a los gastos de explotación vía canon de saneamiento que debieran pagar los habitantes del municipio de Carcelén. Para ello se aceptan los siguientes supuestos:

- Existen un total de 200 abonados (puntos de consumo) en la localidad. Con un total de 573 habitantes (INE 2014), se suponen 3 individuos por punto de consumo.
- Para el cálculo se han cogido las tarifas correspondientes a la cuota de consumo y saneamiento para usos domésticos correspondientes al 2015.

A continuación, se ha calculado el canon como sigue:

$$\text{CANON SANEAMIENTO} = \text{Cuota de consumo } (\text{€/m}^3) + \text{cuota de servicio } (\text{€/año})$$

Siendo,

Cuota de consumo de la localidad: 0,321 €/m<sup>3</sup>.

Cuota de servicio: 32,43 €/año.

$$\text{Cuota de consumo} = 32430 \cdot 0,321 = 10410 \text{ €/año}$$

$$\text{Cuota de servicio} = 32,43 \text{ €/año} \cdot 200 \text{ ptos. consumo} = 6486 \text{ €/año}$$

$$\text{CANON SANEAMIENTO} = 16900 \text{ €/año}$$

Teniendo en cuenta que los costes de explotación y mantenimiento estimados ascienden a un total de **13550,16 €/año**, se podría afirmar que mediante éste canon es posible hacer frente a estos gastos. Quedando disponibles además, un total de 3350 € anuales, para el caso que fuera necesario hacer frente a imprevistos u otros gastos.

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

Autor del Proyecto

Guillermo López Gómez

Documento nº1

---

## **ANEXOS A LA MEMORIA**

PROYECTO DE ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.)  
EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

Guillermo López Gómez

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

## **ÍNDICE GENERAL**

ANEJO N°1: CÁLCULO DEL PROCESO DEPURADOR

ANEJO N°2: CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA

ANEJO N°3: VEGETACIÓN EN LOS HUMEDALES ARTIFICIALES

## **ANEJO N°1:**

---

CÁLCULO DEL PROCESO DEPURADOR

---

## ÍNDICE

1	PARÁMETROS DE PARTIDA.....	3
1.1	Habitantes equivalentes de diseño.....	4
1.2	Descripción del proceso depurador seleccionado.....	5
2	OBRA DE LLEGADA.....	6
2.1	Aliviadero de entrada.....	7
3	CÁLCULO DEL PRETRATAMIENTO.....	7
3.1	Diseño del desbaste .....	8
3.1.1	Reja de gruesos de limpieza Automática .....	9
3.1.2	Reja de Gruesos de limpieza Manual .....	11
3.1.3	Reja de Finos de limpieza Automática .....	12
3.1.4	Análisis del régimen de velocidades: .....	13
3.2	Desarenador-desengrasador estático.....	18
4	TRATAMIENTO PRIMARIO.....	22
4.1	Tanque Imhoff.....	22
4.1.1	Diseño de la zona de decantación: .....	23
4.1.2	Diseño de la zona de digestión: .....	26
5	TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	29
5.1	Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical .....	34
5.1.1	Dimensionamiento y configuración: .....	34
5.1.2	Sustrato filtrante:.....	35
5.1.3	Sistema de distribución y recogida:.....	35
5.1.4	Vegetación en los HFSV .....	36
5.2	Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal .....	37
5.2.1	Dimensionamiento y configuración: .....	37
5.2.2	Sustrato Filtrante:.....	42
5.2.3	Sistemas de distribución y recogida: .....	42
5.2.4	Vegetación en el HFSH .....	43

6	ELEMENTOS SINGULARES DE LA INSTALACIÓN .....	43
6.1	Arquetas .....	43
6.1.1	Arqueta de Abastecimiento .....	43
6.1.2	Arqueta de Control .....	44
6.1.3	Arquetas de Salida de los HFSV .....	44
6.1.4	Arqueta de Salida del HFSH .....	44
6.1.5	Arqueta de Toma de Muestras.....	45
6.2	Caudalímetro.....	45
6.3	Elementos de control .....	46
6.3.1	Compuertas de tajadera.....	46
6.3.2	Válvulas automáticas y programables .....	47

## 1 PARÁMETROS DE PARTIDA

Para el cálculo del proceso depurador resulta necesario disponer de la información más precisa posible sobre los caudales y concentraciones de los principales contaminantes que caracterizan el agua residual, y su variación a lo largo del tiempo. En este sentido, aunque lo normal hubiera sido poder disponer de suficientes datos que evidencien la variación de estas variables tanto a nivel diario como a lo largo de los meses del año, dada la imposibilidad de conseguirla a través de la empresa explotadora, se ha partido de la información facilitada por el Ayuntamiento de Carcelén sobre los caudales de abastecimiento a la población a lo largo del año.

Los datos de la Tabla 1.1 muestran los caudales de abastecimiento de agua sanitaria a la población sin contemplar la reducción del 20% (considerando un ratio de residuales/abastecimiento igual a 0,8) sirviendo de esta forma en el diseño de la EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) como un factor de mayoración:

Tabla 1.1. Caudales medios, máximos y mínimos para el dimensionado de la EDAR en Carcelén según el período del año (m<sup>3</sup>/h).

Caudales	PERÍODO 1	PERÍODO 2
	(Julio-Agosto)	(Septiembre-Junio)
Q <sub>MED</sub> (m <sup>3</sup> /h)	6	3,25
Q <sub>MAX</sub> (m <sup>3</sup> /h)	15	9,75
Q <sub>MIN</sub> (m <sup>3</sup> /h)	1,8	0,97

Se pueden observar dos períodos; el primero de ellos “PERIODO 1” corresponde a los meses de verano (Julio y agosto), donde se duplica la población del municipio debido a la época estival y a las fiestas patronales. El segundo período “PERIODO 2”, corresponde al resto del año, desde septiembre hasta junio, durante los cuales, los caudales se reducen aproximadamente a la mitad. Para la estimación de los caudales máximo y mínimo a partir del medio, se han realizado las siguientes consideraciones:

Respecto al caudal mínimo, puede llegar a ser nulo durante la noche, dado el tamaño poblacional y los hábitos diarios de los habitantes (edad media poblacional de 50,9 años). Considerando una caudal mínimo estimado durante el resto del día del 30 % respecto del caudal medio.

En este sentido es destacable la importancia de seleccionar un método de tratamiento con suficiente flexibilidad para adaptarse a estas variaciones (Ver apartado 5.1.3 de la memoria).

Respecto a los caudales máximos, se han estimado aplicando un coeficiente punta  $C_p=2,5$  para el primer periodo y un  $C_p= 3$  desde septiembre hasta junio, ya que en los meses de verano se vería algo reducido por las circunstancias de aumento de la población anteriormente descritas.

Por otra parte, los valores correspondientes a las concentraciones medias de los contaminantes fueron adoptados del “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones” (Ortega de Miguel, E. et al. 2010):

Tabla 1.2. Estimación de la concentración de Contaminantes tipo en aguas residuales de pequeñas poblaciones (mg/L).

Parámetro	Concentración carga contaminante (mg/L)
DBO <sub>5</sub>	300
DQO	600
Sólidos en suspensión	250
NTK	55

### 1.1 Habitantes equivalentes de diseño

A continuación, se exponen los cálculos realizados para la determinación de los habitantes equivalentes a considerar:

La carga diaria “ $C_d$ ” de entrada en la EDAR se calcula para el caudal medio de entrada a la depuradora en el período 1 (más desfavorable), mediante la siguiente fórmula:

$$C_d = Q_d \cdot C_i \tag{1.1}$$

Siendo,

$Q_d$ : Caudal de diseño, en nuestro caso el caudal medio,  $6 \text{ m}^3/\text{h} = 144 \text{ m}^3/\text{día}$ .

$C_i$ : Concentración de diseño (DBO<sub>5</sub>),  $300 \text{ mg O}_2/\text{litro}$ .

$$C_d = 144 \cdot 300 = 43200 \text{ g O}_2/\text{día}$$

De acuerdo con la directiva 91/271/CEE que define 1 habitante equivalente (h-e) como la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de **60 g de O<sub>2</sub>/día**. Se calcula el número de habitantes equivalentes de diseño:

$$\text{Nº Habitantes Equivalentes} = \frac{C_d \text{ (g O}_2\text{/día)}}{60(\text{g O}_2\text{/h-e} \cdot \text{d})} = \frac{43200}{60} = \mathbf{720 \text{ h-e}}$$

## 1.2 Descripción del proceso de purador seleccionado

El proceso depurador estará compuesto por tres fases; pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario. En primer lugar, se efectuará la entrada del agua residual a la EDAR a través de la obra de llegada, que estará provista de un aliviadero para la evacuación hacia punto de vertido de caudales excesivos para la instalación. A continuación, el agua residual pasa al pretratamiento, formado por dos canales de desbaste de sólidos suspendidos, uno principal y otro auxiliar en caso de reparación o mantenimiento del primero. A su salida del desbaste, se canaliza hasta un desarenador-desengrasador para la eliminación de arenas y grasas. Seguidamente se deriva el agua hacia el tratamiento primario, formado por un Tanque Imhoff o tanque decantador-digestor para la eliminación de sólidos suspendidos de menor capacidad de sedimentación y parte de la materia orgánica presente en el agua.

Posteriormente se envía el agua al tratamiento secundario, formado por tres Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV) y uno de Flujo Subsuperficial Horizontal (HFSH). Mediante este sistema híbrido se pretende la eliminación de la mayor parte de la materia orgánica y la nitrificación en los HFSV y la eliminación de nitrógeno total en los HFSH a partir de la desnitrificación.

Mediante este sistema de depuración se estiman unos rendimientos de eliminación de nitrógeno total del 70-75 %, unos rendimientos de eliminación de sólidos suspendidos y DBO<sub>5</sub> del 90-95% para ambos parámetros y para la DQO se estiman del 80-90%.

A continuación, se expone un esquema del proceso depurador anteriormente descrito:

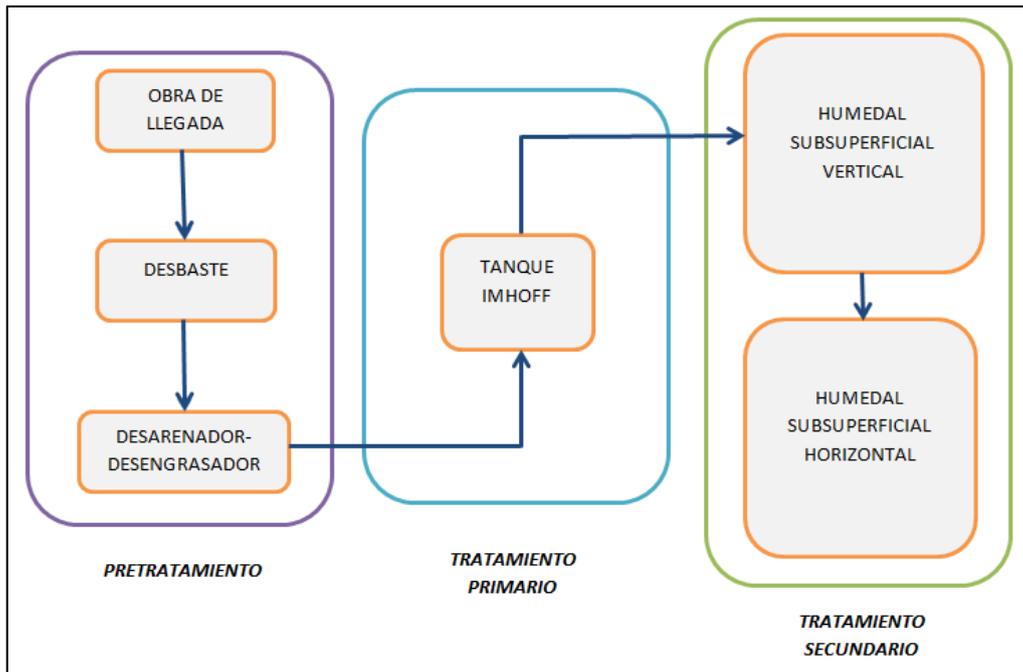


Figura 1. Esquema del diagrama de flujo de la instalación.

En los siguientes apartados del presente anejo se va a proceder al dimensionado de los distintos elementos que componen el proceso depurador.

## 2 OBRA DE LLEGADA

A partir del colector de entrada de 200 mm DN (diámetro nominal) que transporta las aguas residuales recogidas en el sistema unitario de saneamiento hasta la depuradora, y el cual discurre paralelo al camino de acceso a la parcela, se realiza la entrada a la EDAR.

Dicho colector vierte en la Obra de Llegada, canal de 0,45 m de ancho por 0,5 m de largo, que contará con un aliviadero de caudales excesivos de agua residual procedentes de los episodios de lluvia (Ver figura 2). Estos caudales serán conducidos por tubería en by-pass de saneamiento corrugada de SN8 200 mm DN hasta el punto de vertido.

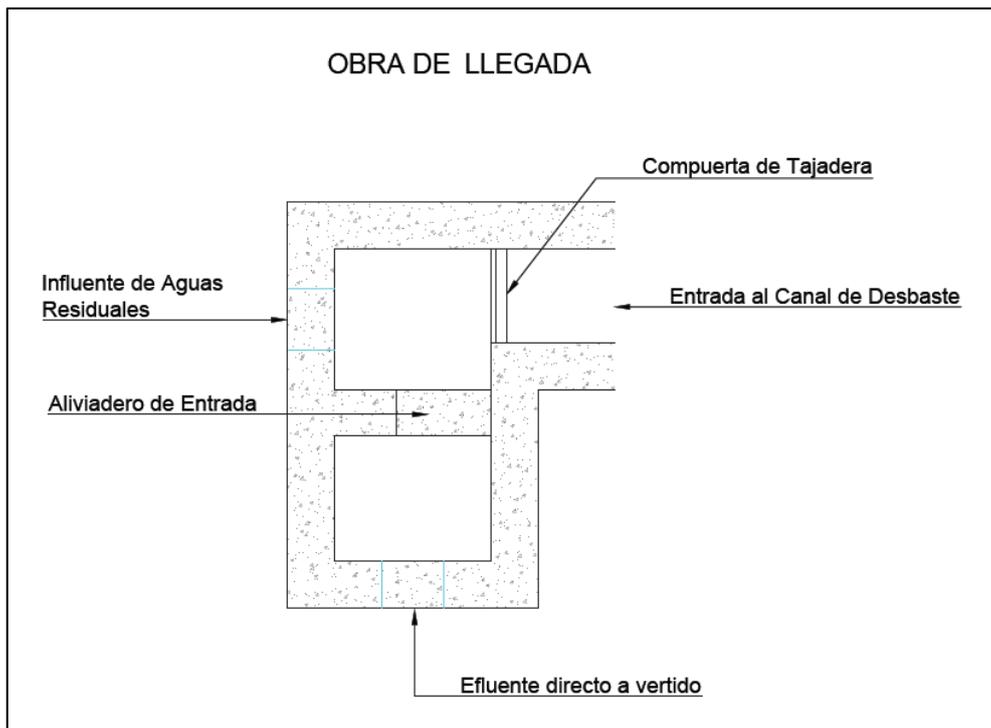


Figura 2. Esquema de la Obra de llegada. (Fuente: Elaboración propia).

### 2.1 Aliviadero de entrada

El aliviadero de la obra de llegada cumple la función de evacuar el caudal en exceso proveniente del colector de entrada unitario, en la época de lluvias intensas. Normalmente, el agua que se vierte por el aliviadero suele tener un grado de dilución suficiente para evitar una afección importante al medio receptor. Por ello se ha estimado un aliviadero de 0,3 m de longitud, dispuesto a una altura de 0,4 m sobre la solera de la obra de llegada.

## 3 CÁLCULO DEL PRETRATAMIENTO

El pretratamiento de las aguas residuales de la EDAR de Carcelén estará compuesto por un desbaste de sólidos gruesos y un desarenador-desengrasador.

El canal de desbaste tendrá 0,3 m de anchura y 3 m de largo para la eliminación de sólidos, la altura del mismo será de 0,5 m. Se instalará en primer lugar una reja de gruesos de 30 mm de luz entre barrotes y a continuación una reja de finos con 3 mm de luz de paso de malla, ambas de limpieza automática.

Seguidamente se finaliza el pretratamiento mediante el paso del agua residual por un desarenador-desengrasador estático, cuya limpieza periódica se efectuará de forma manual.

Además, se construirá un canal complementario y paralelo al canal de desbaste, de idénticas características al anterior, provisto con una reja de gruesos de limpieza manual con una separación entre barrotes de 20 mm, que entrará en funcionamiento en caso de mantenimiento y reparación de las rejas automáticas. Ambos canales dispondrán de compuertas de tajadera de apertura manual, tanto aguas arriba como aguas abajo de los elementos, mediante las cuales se permitirá la entrada de agua a uno u otro canal y permitirá, en caso de resultar necesario, aislar cualquiera de las rejas para su mantenimiento.

### 3.1 Diseño del desbaste

La misión del desbaste es la eliminación de sólidos suspendidos que llegan con el agua residual, de tamaño superior al paso libre de los elementos de desbaste seleccionados. Para su dimensionamiento se han seguido las pautas del “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones (2010)”.

Habida cuenta de los pequeños caudales a tratar, para el diseño del canal se tendrá en consideración las dimensiones de las rejas de desbaste de limpieza automática disponibles en el mercado, adaptándonos a sus medidas comerciales. Y después comprobar que no se superan las velocidades máximas permitidas de paso a través de la reja, y que las dimensiones del canal tienen suficiente capacidad hidráulica para el caudal máximo de diseño. Asimismo, se tendrá en cuenta que la velocidad de circulación del agua en el canal no descienda de 0,3 m/s para evitar problemas de sedimentación de partículas.

Las rejas presentan una mayor luz de paso que los tamices y se clasifican, según el tamaño de paso entre barrotes, en (CEDEX 2007 a):

- Rejas de gruesos: el paso libre entre los barrotes es de 20 a 60 mm (valor normal entre 20 y 30 mm)
- Tamices: el paso oscila entre 1 y 6 mm, siendo un valor normal el de 3 mm.

En la siguiente figura se muestra un esquema de la primera fase del pretratamiento, formada por el desbaste:

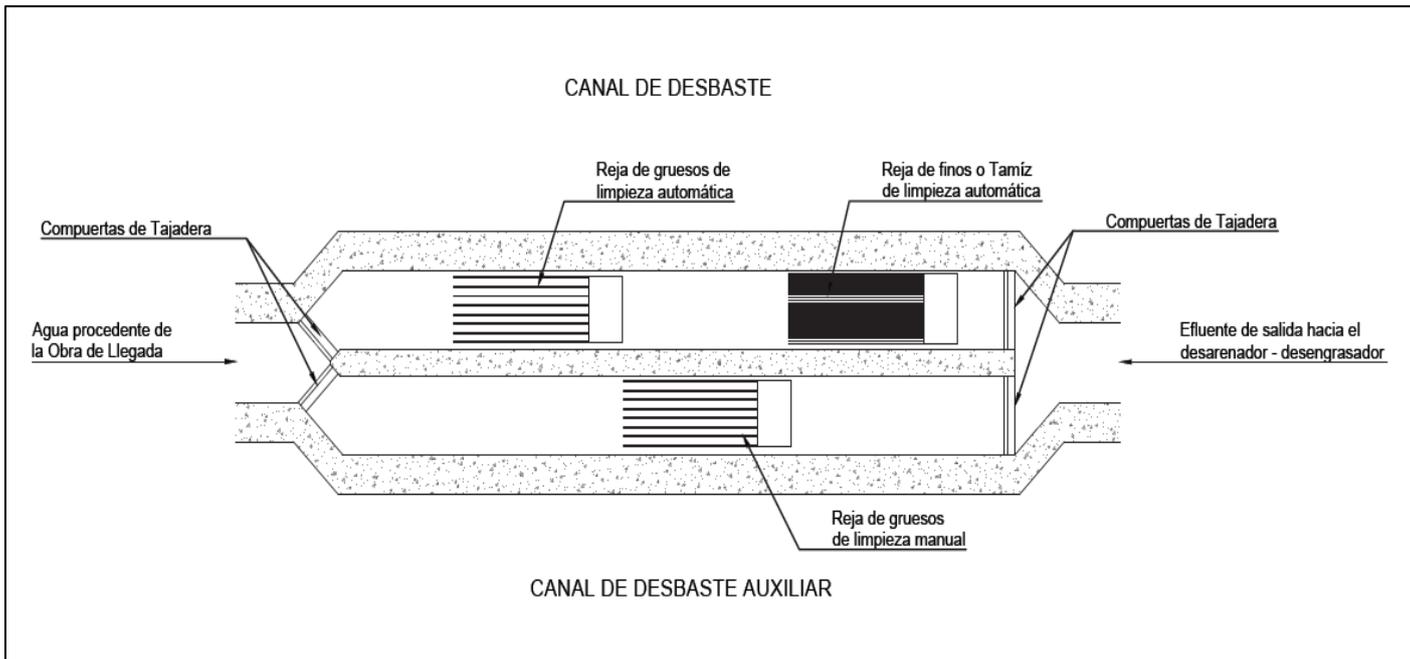


Figura 3. Esquema del desbaste, primera fase del pretratamiento. (Fuente: Elaboración propia).

### 3.1.1 Reja de gruesos de limpieza Automática

Se selecciona una reja de gruesos curva de limpieza automática, para un ancho de canal de 300 mm (mínimo comercial encontrado), compuesta por 8 barros de sección rectangular y 5 mm de ancho, siendo la luz entre ellos de 30 mm.

La limpieza de la reja se efectúa a través de un brazo de limpieza accionado por un motor reductor de 0,18 kW de potencia. El cepillo de limpieza deposita los sólidos en una cesta, con la ayuda de una rasqueta limpia-cepillo, para su posterior recogida en contenedor. El conjunto reja-cesta tiene una longitud de 0,7 m y una altura máxima de 1 metro.

A continuación, se presenta de forma esquematizada las partes de la reja de gruesos con el mecanismo de limpieza automática y su modo de funcionamiento:

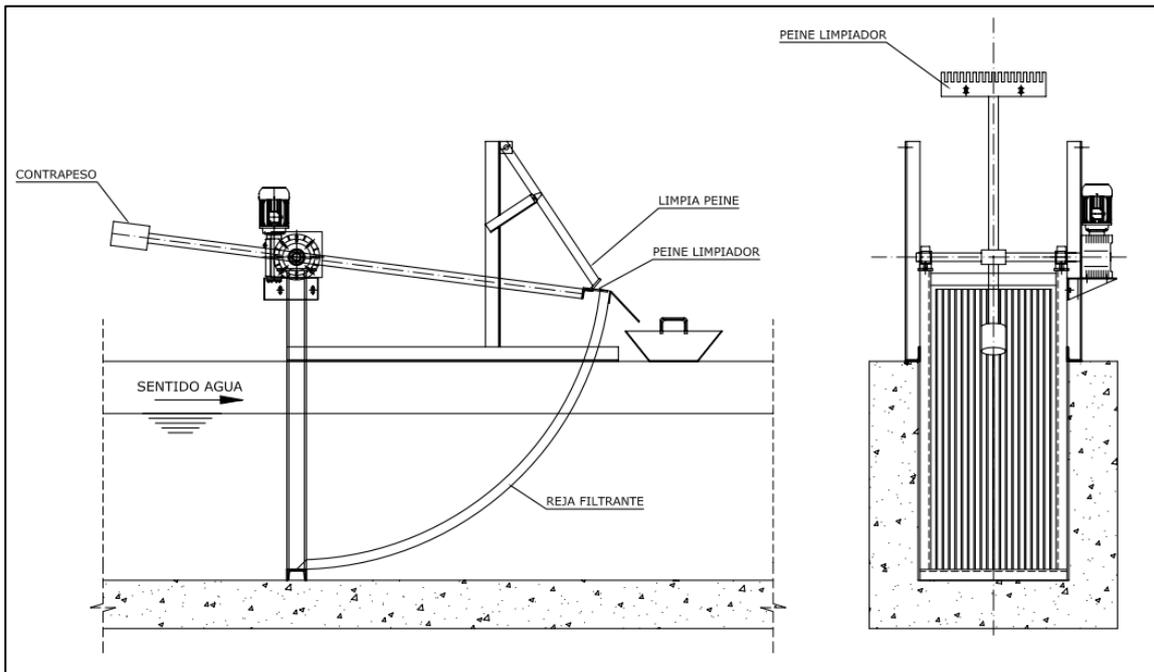


Figura 4. Esquema de la reja de gruesos circular automática. (Fuente: TECMONCADE).

El grado de colmatación a efectos de cálculo será del 30%, por lo que se calcula a continuación el ancho útil de paso a reja sucia, aplicando la siguiente ecuación:

$$W_u = (A_c - n \cdot A_b) \cdot \left(1 - \frac{G}{100}\right) \quad [2.6]$$

Siendo,

$W_u$ : ancho útil de paso, considerando una colmatación del 30% (m).

$A_c$ : ancho del canal (m).

$A_b$ : ancho de los barrotes (m).

$n$ : número de barrotes.

$G$ : grado de colmatación (30%).

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior:

$$W_u = (0,3 - 8 \cdot 0,005) \cdot \left(1 - \frac{30}{100}\right) = 0,18 \text{ m}$$

3.1.2 Reja de Gruesos de limpieza Manual

En el canal de desbaste auxiliar se instalará una reja de gruesos recta de limpieza manual con 11 barrotes de 5 mm de ancho y una luz de paso de 20 mm entre ellos. Estará dispuesta con un ángulo de 60° respecto de la horizontal. La longitud del conjunto reja-cesta será de 0,8 m con una altura máxima de 0,75 m.

La limpieza se realizaría de forma manual por un operario periódicamente, depositando los sólidos extraídos en una cesta de deshidratación y recogida.

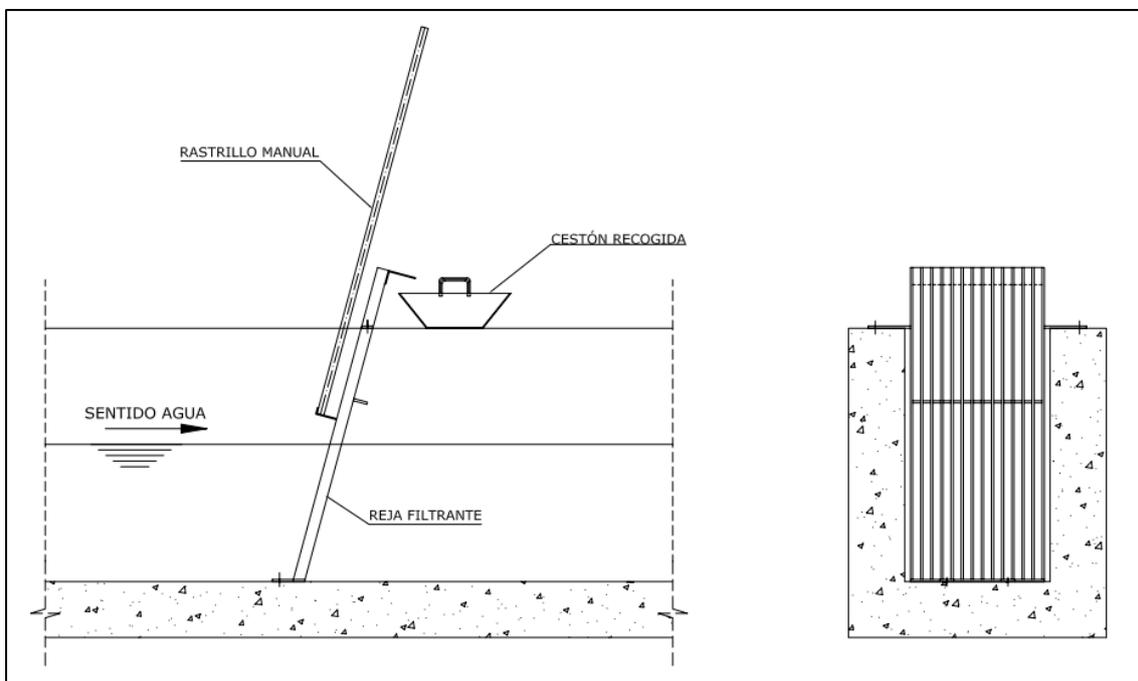


Figura 5. Esquema de la reja de gruesos de limpieza manual. (Fuente: TECMONCADE)

De igual forma que se ha realizado para la reja de gruesos automática, calculamos el ancho útil de paso para la reja de gruesos de limpieza manual considerando un grado de colmatación del 30% :

$$W_u = (0,3 - 11 \cdot 0,005) \cdot \left(1 - \frac{30}{100}\right) = 0,17 \text{ m}$$

### 3.1.3 Reja de Finos de limpieza Automática

Para un desbaste posterior a la reja de gruesos se selecciona un tamiz circular de limpieza automática para un ancho de canal de 0,3 m y una luz de paso de malla de 3 mm.

El mecanismo de limpieza de la reja consiste en un brazo giratorio con cepillo que barre periódicamente la superficie curva de la reja, activado por un motor reductor de 0.18 kW de potencia. Los sólidos limpiados son depositados en una cesta de deshidratación para su posterior eliminación en vertedero.

Debido a la inexistencia de datos de pérdidas de carga que tienen lugar en este tipo de rejillas y con el fin de asegurar un adecuado funcionamiento de la instalación, los mecanismos de limpieza en ambas rejillas se activarán al mismo tiempo.

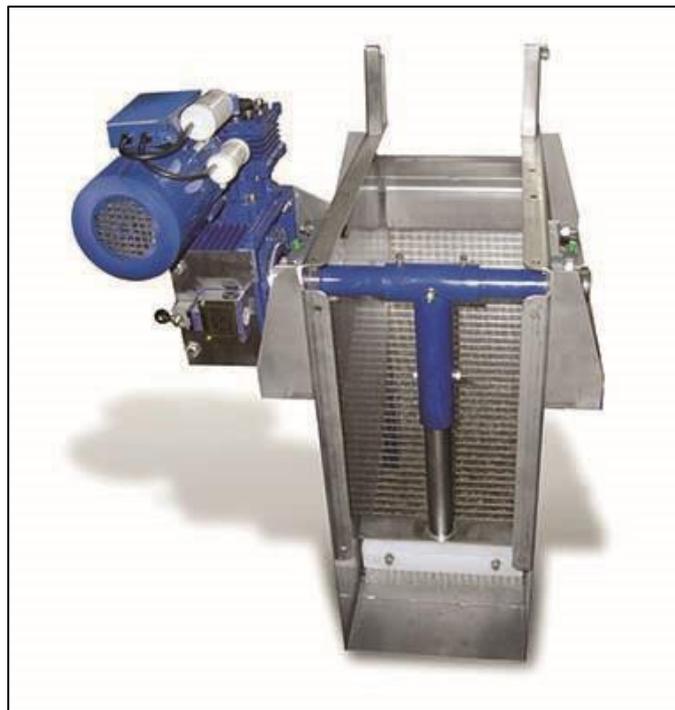


Figura 6. Imagen tipo de la reja de finos de limpieza automática (Fuente: BIOTANKS).

Una vez establecidas las características de las rejillas de desbaste, se procede a la verificación del régimen de velocidades de paso del agua por la instalación, en función del caudal circulante en cada momento y el grado de colmatación fijado. Asimismo, se calcularán las pérdidas de carga asociadas a los elementos de desbaste.

### 3.1.4 Análisis del régimen de velocidades:

La velocidad de aproximación a la reja y a través de los barrotes son los aspectos más importantes a tener en cuenta en el diseño de la etapa de desbaste, juntamente con las pérdidas de carga ocasionadas por la acumulación de sólidos en las rejillas.

La velocidad del agua en la zona de aproximación a la reja debe ser  $\geq 0,3$  m/s a caudal mínimo, para evitar que decanten las arenas en el fondo del canal. Por otro lado, la velocidad de paso del agua a través de la reja debe ser  $\leq 1,4$  m/s a caudal máximo, para evitar que los sólidos retenidos puedan ser arrastrados por el agua a su paso a través de los barrotes (CEDEX, 2007a).

A partir de un ancho de canal prestablecido de  $W = 0,3$  m y una pendiente  $I = 2 \%$ , se calculan las velocidades del agua en las diferentes zonas y a diferentes caudales empleando la fórmula de Manning para canales rectangulares:

$$Q = S \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad [2.7]$$

Siendo,

Q: caudal circulante por el canal ( $m^3/s$ ).

S: área de la sección del flujo del agua ( $m^2$ ).

R: radio hidráulico. Corresponde al cociente entre S y el perímetro mojado (m).

I: pendiente del canal (tanto por uno).

n: coeficiente de rugosidad de Manning

En la siguiente tabla se exponen los coeficientes de rugosidad de Manning (n) en función del tipo de canal y el material con el que está construido:

Tabla 3.1. Coeficientes de rugosidad de Manning según el material del canal.

Coeficientes de rugosidad de Manning	
Tipo de canal	Coeficiente (n)
II.- Canales abiertos revestidos o acueductos	
Metal	0,013
Cemento	0,011
Mortero	0,013
Hormigón acabado a llana	0,013
Hormigón acabado en bruto	0,017
Gunita	0,022
Ladrillo	0,015
Manpostería	0,025

A continuación, calculamos el calado y las velocidades del agua para las diferentes zonas del canal de desbaste tanto a reja limpia como a parcialmente colmatada.

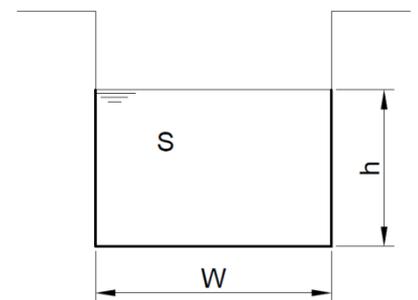
▪ **Zona de aproximación a la reja de gruesos:**

La velocidad de paso del agua residual por el canal viene determinada por el cociente entre el caudal y la superficie de la sección del flujo del agua. Por lo que será necesario conocer el calado (h) en el canal para cada caudal y así comprobar que la velocidad está entre los límites establecidos:

$$V = \frac{Q}{S} \quad ; \quad S = W \cdot h = 0,3 \cdot h$$

Siendo el radio hidráulico para el caso de un canal rectangular:

$$R = \frac{W \cdot h}{W + 2 \cdot h} = \frac{0,3 \cdot h}{0,3 + 2 \cdot h}$$



Aplicamos la ecuación [2.7] para el  $Q_{MAX}$  del periodo 1, considerando un coeficiente de rugosidad de Manning de  $n = 0,013$ , para un canal de hormigón acabado a llana:

$$Q_{MAX} = 15 \text{ m}^3/\text{h} = 4,17 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = S \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} = (0,3 \cdot h) \cdot \frac{1}{0,013} \cdot \left[ \frac{0,3 \cdot h}{0,3 + 2 \cdot h} \right]^{\frac{2}{3}} \cdot (0,02)^{\frac{1}{2}} = 4,17 \cdot 10^{-3}$$

$$h = 0,019 \text{ m}$$

Se obtiene un calado de 0,019 metros. A este calado le sumamos la pérdida de carga (0,00314 m) producida por la reja cuando está limpia a caudal máximo (período 1), calculada como se muestra a continuación mediante la ecuación de Kirchmer:

$$\Delta h = \beta \cdot \left( \frac{w}{b} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot \left( \frac{v^2}{2g} \right) \cdot \text{sen} \alpha \tag{2.9}$$

Siendo,

$\Delta h$ : pérdida de carga (m).

$\beta$ : factor de forma.

w: ancho total de barrotes (m).

b: espacio libre de barrotes (m).

v: velocidad de aproximación (m/s)

$\alpha$ : ángulo de la reja con la horizontal.

Tabla 3.2. Valores Kirchmer de  $\beta$

TIPO DE REJA	$\beta$
Rectangular	2,42
Rectangular con la cara de aguas arriba semicircular	1,83
Circular	1,79
Rectangular con ambas caras semicirculares	1,67

La velocidad de aproximación del agua a caudal máximo será de:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4,17 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,019} = 0,73 \text{ m/s}$$

Para una reja de tipo rectangular con coeficiente  $\beta=2,42$  y suponiendo un ángulo de la reja con la horizontal de  $45^\circ$ , se calcula la pérdida de carga en la reja a caudal máximo:

$$\Delta h = 2,42 \cdot \left( \frac{(0,005 \cdot 8)}{0,3 - (0,005 \cdot 8)} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot \left( \frac{0,73^2}{2 \cdot 9,81} \right) \cdot \text{sen } 45^\circ = 0,0038 \text{ m}$$

Obtenemos una pérdida de carga de 3,8 mm al paso por la reja de gruesos.

A continuación, se muestra una tabla resumen con las pérdidas de carga para los diferentes caudales de cada período:

Tabla 3.3. Pérdidas de carga del agua residual a su paso por la reja de gruesos limpia.

		Q (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta h$ (mm)
<b>PERÍODO 1</b>	MED	6	1,9
	MAX	15	3,8
	MIN	1,8	0,8
<b>PERÍODO 2</b>	MED	3,25	1
	MAX	9,75	2,6
	MIN	0,97	0,35

Conociendo la pérdida de carga, se modifica el calado del agua residual aguas arriba de la reja de gruesos, para el caudal máximo del período 1 el calado real será el siguiente:

$$H = h + Ah = 0,019 + 0,0038 = 0,0228 \text{ m}$$

Con el nuevo calado recalculamos la velocidad:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4,17 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot (0,019 + 0,0038)} = 0,61 \text{ m/s}$$

Procediendo de igual forma para el resto de caudales y en los diferentes períodos, se obtiene la siguiente tabla, donde se pueden observar los resultados obtenidos de velocidades y calados del agua residual en la zona de aproximación a la reja de gruesos:

Tabla 3.4. Velocidades y calado del agua residual en la zona de aproximación a la reja de gruesos, considerando las pérdidas de carga que tienen lugar en la reja.

		Q (m <sup>3</sup> /h)	h(m)	Ah(m)	H(m)	V(m/s)
<b>PERÍODO 1</b>	MED	6	0,011	0.0019	0,013	0,43
	MAX	15	0,019	0.0038	0,0228	0,61
	MIN	1,8	0,005	0.0008	0,0058	0,29
<b>PERÍODO 2</b>	MED	3,25	0,008	0.0010	0,009	0,33
	MAX	9,75	0,015	0.0026	0,018	0,51
	MIN	0,97	0,004	0.0003	0,0043	0,21

Siendo “h” el calado del agua residual en la zona de aproximación sin considerar la pérdida de carga de la reja; “Ah” las pérdidas de carga en la reja cuando ésta está limpia; “H” el nuevo calado, una vez consideradas las pérdidas de carga a reja limpia y “V” la velocidad del agua en la zona de aproximación teniendo en cuenta las pérdidas de carga por la reja.

Como puede observarse, la velocidad del agua residual para el caudal mínimo en ambos períodos no alcanza el mínimo de 0,3 m/s recomendado. No obstante, dada su proximidad al valor de referencia y la dificultad de cumplir con los límites exigidos en pequeñas instalaciones, se asume como adecuado.

▪ **Comportamiento a reja parcialmente colmatada:**

Debido a los resultados obtenidos anteriormente, se llega a la conclusión de que las velocidades de aproximación del agua residual a la reja de gruesos cuando ésta se encuentre con un grado de colmatación límite del 30% (propia de los dimensionados habituales) serán considerablemente más bajas a las que tienen lugar a reja limpia.

Como solución a este inconveniente se propone un intervalo de limpieza de la reja de gruesos más corto en el tiempo, impidiendo de esta forma grados de colmatación que modifiquen en gran medida el régimen de velocidades para condiciones de reja limpia. No suponiendo un incremento excesivo en el coste de explotación pese al aumento en el consumo de energía eléctrica.

▪ **Zona de paso a través de la reja de gruesos:**

Calculamos la velocidad de paso del agua residual a través de la reja de gruesos en el período más desfavorable, cuando circule el caudal máximo del período 1 con una colmatación del 30%, momento en el cual debemos de constatar que no se supera la velocidad de 1,4 m/s. Pese a que se pretende no alcanzar este grado de colmatación, nos situamos del lado de la seguridad.

Para ello empleamos la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Q}{W_u \cdot h} \quad [2.8]$$

Siendo,

V: velocidad del agua a su paso entre la reja (m/s).

Q: caudal máximo de diseño (m<sup>3</sup>/s).

W<sub>u</sub>: anchura útil del canal en la zona de la reja, con una colmatación del 30% (m).

h: calado del agua residual en el canal, aguas arriba de la reja (m)

$$V = \frac{Q}{W_u \cdot h} = \frac{4,17 \cdot 10^{-3}}{0,18 \cdot 0,0228} = 1,02 \text{ m/s}$$

A caudal máximo, la velocidad de paso del agua entre la reja de gruesos será de 1,02 m/s. Por lo que se cumple la condición  $V \leq 1,4$  m/s.

### 3.2 Desarenador-desengrasador estático

En la fase final del pretratamiento se instalará un desarenador-desengrasador estático de doble canal con objeto de la sedimentación de arenas con diámetro mayor a 0,2 mm de diámetro hasta quedar retenidas en el fondo del desarenador, además de la eliminación de grasas mediante la incorporación de un deflector en la zona final del mismo. Cuando sea necesaria la limpieza de arenas retenidas en el canal en funcionamiento, éste se aislará mediante las compuertas de tajadera y se habilitará el otro canal. La retirada de las grasas acumuladas en el deflector se realizará de forma manual por un operario. Debido a la poca información que caracterice el agua residual no se puede establecer una periodicidad para la limpieza de este sistema, por lo que los tiempos de recogida se establecerán según la experiencia obtenida a lo largo del funcionamiento de la EDAR.

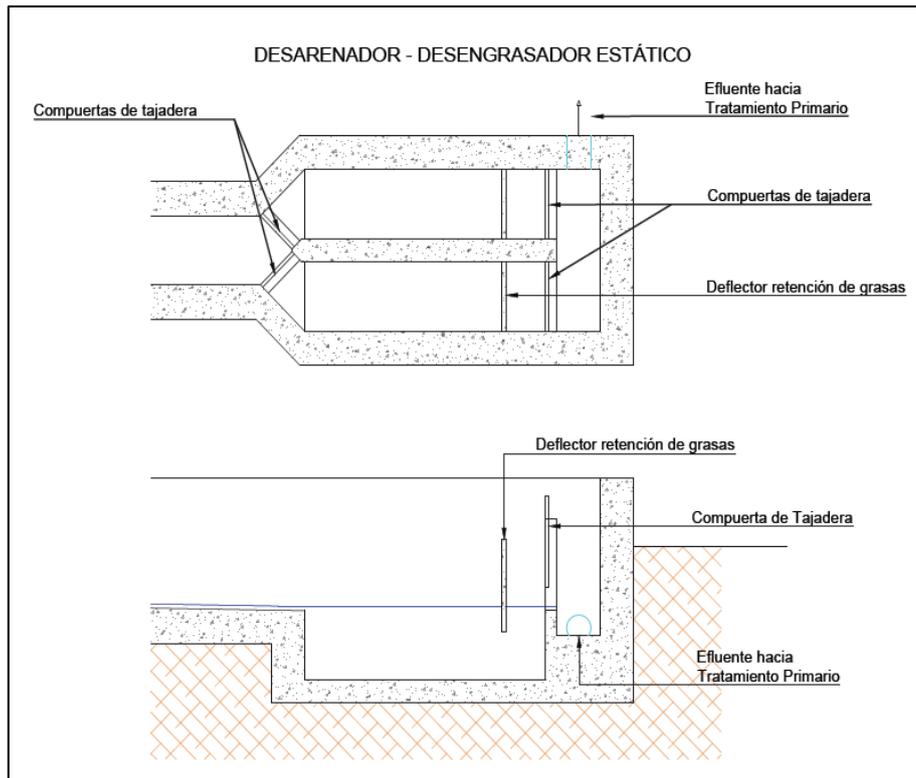


Figura 7. Planta y perfil del desarenador-desengrasador estático de limpieza manual.

Las bases sobre las que se sustenta el dimensionado de este elemento son: fijar una velocidad crítica de sedimentación para garantizar la eliminación del 100% de las partículas objetivo, a partir de la cual determinaremos la superficie longitudinal, y verificar que la velocidad de paso del agua por el desarenador no produce la resuspensión de las partículas sedimentadas.

La Tabla 3.5 recoge los valores recomendados para las variables de diseño de los desarenadores estáticos (CEDEX, 2007 a):

Tabla 3.5. Valores recomendados para las variables de diseño de los desarenadores estáticos.

Parámetro	Desarenador estático
Carga hidráulica a caudal máximo (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h)	≤70
Velocidad horizontal (m/s)	≤0,3
Tiempo de retención a caudal máximo (min)	1 – 2
Anchura (m)	≥0,3
Profundidad (m)	0,25 – 0,50
Longitud/anchura	-

Para un desarenador de longitud  $L$ , altura  $h$  y ancho  $W$ , el tiempo que tarda la partícula en alcanzar el fondo ( $t_s$ ) y el tiempo de retención de la partícula en el desarenador ( $t_R$ ) vienen dados por las expresiones (Ortega de Miguel, E. et al. 2010):

$$t_s = \frac{h}{V_s} \quad ; \quad t_R = \frac{L}{V_H} = \frac{L \cdot W \cdot h}{Q} \quad [3.0] ; [3.1]$$

Siendo,

$V_s$ : velocidad de sedimentación para la partícula situada en la posición más desfavorable.

$V_H$ : velocidad de desplazamiento horizontal de las partículas (m/s).

$Q$ : caudal máximo de diseño ( $m^3/s$ ).

En primer lugar, suponemos una altura del desarenador  $h=0,25$  m para calcular el tiempo de sedimentación " $t_s$ " de una partícula que entra en el sistema en la posición más desfavorable y que sedimenta a una velocidad de 1 m/min. Esta velocidad de sedimentación, se deduce del valor de carga hidráulica recomendado. Aplicamos la ecuación [2.9]:

$$t_s = \frac{h}{V_s} = \frac{0,25 \text{ m}}{1 \text{ m/min}} = 0,25 \text{ min} = 15 \text{ s}$$

Para asegurarnos que la partícula alcanza el fondo del desarenador y no sale con el agua tratada, se debe cumplir que  $t_s < t_R$ . Igualando estos dos términos se obtiene la mínima longitud que debe tener el desarenador para que quede retenida una partícula.

$$t_s = t_R$$

$$\frac{h}{V_s} = \frac{L \cdot W \cdot h}{Q} \quad \rightarrow \quad L = \frac{Q}{V_s \cdot W} = \frac{4,17 \cdot 10^{-3} m^3/s}{0,0167 \frac{m}{s} \cdot 0,3m} = 0,83 \text{ m}$$

Por motivos de normalización de la instalación y para que quede espacio suficiente para instalar el deflector bloqueante de grasas, se da una longitud al desarenador de  $L = 1100$  mm. Y se comprueba el valor de  $t_R$ :

$$t_R = \frac{L \cdot W \cdot h}{Q} = \frac{1,1m \cdot 0,3m \cdot 0,25m}{4,17 \cdot 10^{-3} m^3/s} = 19,8 \text{ s} > 15 \text{ s}$$

Por lo que se cumple la condición ( $t_s < t_R$ ).

A continuación, calculamos la velocidad de paso del agua por el desarenador en la situación más desfavorable, es decir para el caudal máximo del primer período, para después comprobar que no se supera la velocidad crítica de resuspensión de las arenas:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4,17 \cdot 10^{-3} \left(\frac{m^3}{s}\right)}{0,3 m \cdot 0,25 m} = 0,0556 m/s = 3,34 m/min$$

Una vez conocemos la velocidad de paso del agua por el desarenador a caudal máximo, verificamos la no resuspensión de las partículas de arena mediante la fórmula de Camp:

$$V_H = \left[ \frac{8 \cdot k(s - 1)g \cdot d}{f} \right]^{\frac{1}{2}} \quad [3.2]$$

Siendo,

$V_H$ : velocidad horizontal mínima a la que se inicia el fenómeno de resuspensión (m/s).

k: constante que depende del tipo de material arrastrado.

s: peso específico de las partículas (kg/dm<sup>3</sup>).

g: aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

d: diámetro de las partículas (m).

f: factor de fricción de Darcy-Weisbach

Para material unigranular el valor típico de K es de 0,04. El término f (factor de fricción de Darcy-Weisbach) depende de las características de la superficie sobre la que tiene lugar el flujo y el número de Reynolds, en este caso se considera de 0,02 (Metcalf & Eddy. 2003).

Considerando una densidad de partículas de arena de 1,25 kg/dm<sup>3</sup> quedaría:

$$V_H = \left[ \frac{8 \cdot k(s - 1)g \cdot d}{f} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[ \frac{8 \cdot 0,04(1,25 - 1)9,81 \cdot 0,0002}{0,025} \right]^{\frac{1}{2}} = 0,079 m/s = 4,74 m/min$$

A continuación, se verifica la carga hidráulica superficial ( $C_H$ ) con la ecuación:

$$C_H = \frac{Q}{L \cdot W} \quad [3.2]$$

Sustituyendo en [3.2]:

$$C_H = \frac{Q}{L \cdot W} = \frac{15 \frac{m^3}{h}}{1,1 m \cdot 0,3 m} = 45,5 \frac{m^3}{m^2 \cdot h}$$

Ya que la carga superficial es menor de 70 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h (a Q<sub>max,I</sub>), se acepta el dimensionamiento.

Surgiendo como único inconveniente la precipitación de pequeñas cantidades materia orgánica en el desarenador. Lo que obliga al procesado y estabilización de los fangos y arenas extraídos en su limpieza.

Tabla 3.6. Parámetros de diseño del desarenador-desengrasador.

<b>Desarenador-desengrasador estático</b>		
Tiempo de retención	20	s
Velocidad sedimentación (Vs)	1,00	m/min
Ancho (W)	0,3	m
Largo (L)	1,1	m
Calado (h)	0,25	m
Carga superficial (C <sub>H</sub> )	45,5	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h

## 4 TRATAMIENTO PRIMARIO

### 4.1 Tanque Imhoff

El tratamiento primario constará de un tanque decantador-digestor o Tanque Imhoff rectangular, para la decantación de los sólidos que contenga el agua residual y la digestión de los mismos.

El diseño se considera por separado en dos zonas, una primera zona de decantación y otra de digestión de fangos. A continuación, se puede observar un pequeño esquema del Tanque Imhoff:

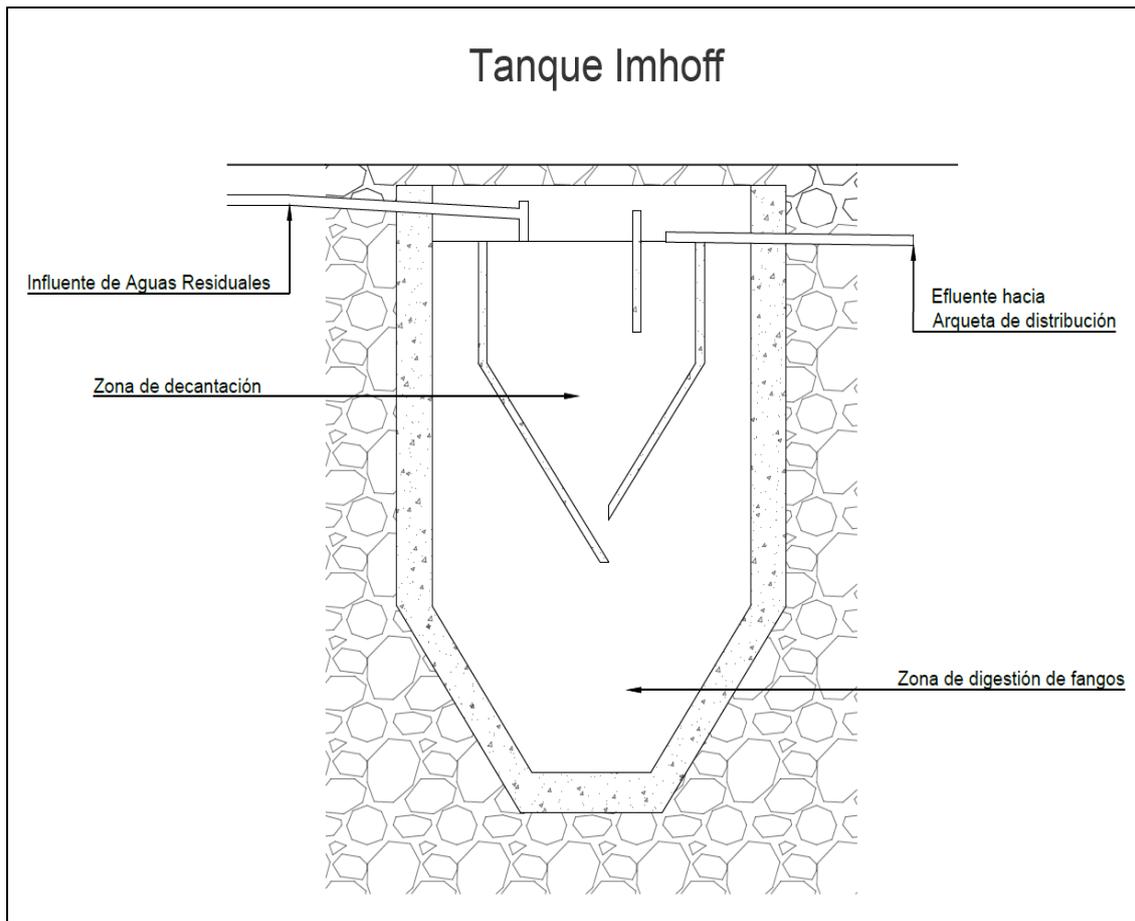


Figura 8. Esquema de las partes de un decantador-digestor tipo Imhoff (Fuente: Elaboración Propia).

#### 4.1.1 Diseño de la zona de decantación:

La superficie de la zona de decantación viene determinada por la ecuación:

$$S = \frac{Q_{MAX}}{L_H} \quad [3.1]$$

Siendo,

S: superficie de la zona de decantación (m<sup>2</sup>).

Q<sub>MAX</sub>: caudal máximo del período más desfavorable (m<sup>3</sup>/h).

L<sub>H</sub>: carga hidráulica superficial a caudal máximo (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h).

Aplicando la ecuación [3.1] para un caudal máximo de 15 m<sup>3</sup>/h y una carga hidráulica superficial de 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h (Ortega de Miguel, E. et al. 2010) se obtiene una superficie para la zona de decantación de 10 m<sup>2</sup>:

$$S = \frac{Q_{MAX}}{L_H} = \frac{15}{1,5} = 10 \text{ m}^2$$

A partir del cálculo anterior y tomando una relación longitud/ancho de 2,5/1, se obtiene un largo “L” igual a 5 metros y un ancho “W” de 2 metros.

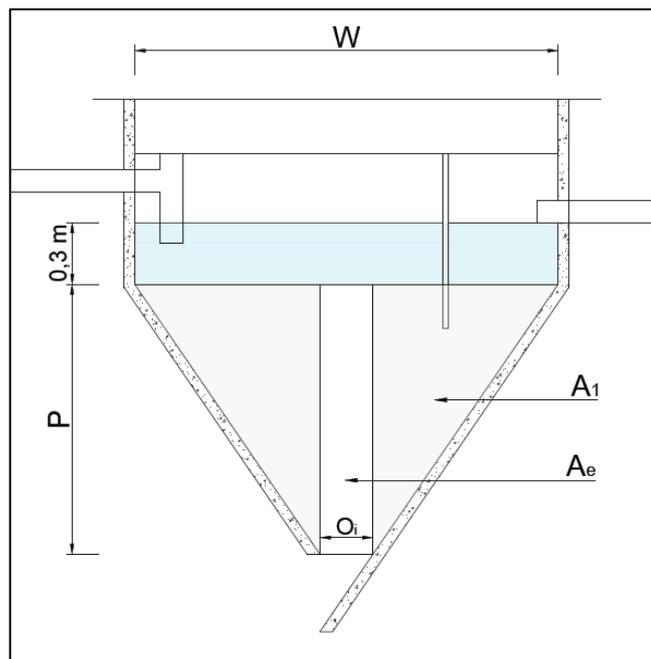


Figura 9. Esquema de la zona de decantación de un Tanque Imhoff (Fuente: Elaboración propia).

Se establece una altura del deflector debajo de la superficie de 0,3 m, un talud de las paredes de la zona de decantación de 1,5:1 y una abertura inferior de 0,25 m (García Serrano, J. et al. 2008), se emplean las ecuaciones [3.2] a [3.5] para obtener la profundidad y las superficies A<sub>1</sub>, A<sub>e</sub> y A<sub>t</sub>:

$$P = \left[ \frac{W - O_i}{2} \right] \cdot p \tag{3.2}$$

$$A_1 = \left[ \frac{W - O_i}{2} \right] \cdot \frac{P}{2} \tag{3.3}$$

$$A_e = O_i \cdot P \tag{3.4}$$

$$A_t = 2 \cdot A_1 + A_e \tag{3.5}$$

Siendo,

P: profundidad de la zona de decantación (m).

O<sub>i</sub>: longitud de la abertura inferior (m).

p: pendiente de la zona de decantación (m/m).

A<sub>1</sub>, A<sub>e</sub> y A<sub>t</sub>: superficie del triángulo, rectángulo y la total en m<sup>2</sup> (Ver Figura 8).

$$P = \left[ \frac{2 - 0,25}{2} \right] \cdot \left( \frac{1,5}{1} \right) = 1,3 \text{ m}$$

$$A_1 = \left[ \frac{2 - 0,25}{2} \right] \cdot \frac{1,3}{2} = 0,57 \text{ m}^2$$

$$A_e = 0,25 \cdot 1,3 = 0,325 \text{ m}^2$$

$$A_t = 2 \cdot 0,57 + 0,325 = 1,47 \text{ m}^2$$

A continuación, se calcula el volumen de la zona de decantación mediante la siguiente ecuación:

$$V_{dec} = (h_{deflector} \cdot S) + (A_t \cdot L) \quad [3.6]$$

Siendo,

V<sub>dec</sub>: volumen de la zona de decantación (m<sup>3</sup>).

h<sub>deflector</sub>: altura de la zona sumergida del deflector (m).

Par una altura de la zona sumergida del deflector de 0,3 m:

$$V_{dec} = (0,3 \cdot 10) + (1,47 \cdot 5) = 10,35 \text{ m}^3$$

Finalmente se realizan una serie de comprobaciones a partir de las siguientes ecuaciones:

$$v_{MAX} = \frac{Q_{MAX}}{A_t \cdot 60} < 0,3 \quad [3.7]$$

$$2 < T_H = V_{dec} \cdot \frac{24}{Q_{MED}} < 4 \quad [3.8]$$

Siendo,

v<sub>MAX</sub>: velocidad horizontal máxima (m/min).

Q<sub>MAX</sub>: caudal máximo horario del período 1, el más desfavorable (m<sup>3</sup>/h).

$T_H$ : tiempo de retención medio (h).

$Q_{MED}$ : caudal medio del período 1 ( $m^3/día$ ).

$$v_{punta,h} = \frac{15}{1,47 \cdot 60} = 0,17 < 0,3 \quad , \text{cumple la condición}$$

$$2 < T_H = 10,35 \cdot \frac{24}{144} = 1,72 < 4 \quad , \text{cumple la condición}$$

#### 4.1.2 Diseño de la zona de digestión:

La superficie de la zona de digestión corresponde con la superficie total del tanque, siendo ésta última a su vez igual a la suma de la superficie de la zona de escape de gases más la zona de decantación:

$$S_t = (1 + \%S_{gases}) \cdot S_{dec} \quad [3.9]$$

Siendo,

$S_t$ : superficie total del tanque ( $m^2$ ).

$\% S_{gases}$ : porcentaje de la zona de escape de gases respecto la superficie total (en tanto por uno).

$S_{dec}$ : superficie de la zona de decantación ( $m^2$ ).

Considerando que el área de la zona de escape de gases es igual al 20% de la superficie total del tanque:

$$S_t = (1 + 0,2) \cdot 10 = 12 m^2$$

El cálculo del ancho total corresponde a la suma del ancho de la zona de decantación más el ancho de la zona de escape de gases, por lo que el cálculo de la longitud total es inmediato:

Siendo,

$W_t$ : ancho total del tanque (m).

$W_{dec}$ : ancho de la zona de decantación (m).

$W_{gas}$ : ancho de la zona de escape de gases (m).

$L_t$ : longitud total del tanque (m).

$S_t$ : superficie total del tanque ( $m^2$ ).

$$W_t = W_{dec} + W_{gases} = 2 + 0,4 = 2,4 \text{ m} \quad [3.10]$$

$$L_t = \frac{S_t}{W_t} = \frac{12}{2,4} = 5 \text{ m} \quad [3.11]$$

Obteniéndose de esta forma una longitud total del tanque necesaria de 5 metros. Por lo que es válido nuestro diseño de la zona de decantación.

A continuación, se determina el volumen necesario para almacenar los lodos, a partir de la siguiente ecuación:

$$V_{lodos} = \frac{VEU \cdot T_d \cdot N}{1000} \quad [3.12]$$

Siendo,

$V_{lodos}$ : volumen ocupado por los lodos ( $m^3$ ).

VEU: velocidad de emisión unitaria de lodos (L/hab·año).

$T_d$ : tiempo de digestión (años).

N: número de habitantes equivalentes

Para una velocidad de emisión unitaria de lodos de 100 litros/h-e y año (García Serrano, J. 2008) y un tiempo de digestión de lodos de 6 meses, el volumen de la zona de digestión de lodos será el siguiente:

$$V_{lodos} = \frac{100 \cdot 0,5 \text{ años} \cdot 720 \text{ h-e}}{1000} = 36 \text{ m}^3$$

Para dos puntos de extracción de fangos, se calcula a continuación la altura del fondo con una inclinación de las paredes de 30°, mediante la siguiente ecuación (Ver Figura 9):

$$h_3 = [(L_t/n)/2] \cdot tg \alpha \quad [3.13]$$

Siendo,

$h_3$ : altura del fondo (m).

n: número de puntos de recogida de lodos.

$\alpha$ : inclinación de las paredes del fondo.

$$h_3 = [(5/2)/2] \cdot tg 30^\circ = 0,72 \text{ m}$$

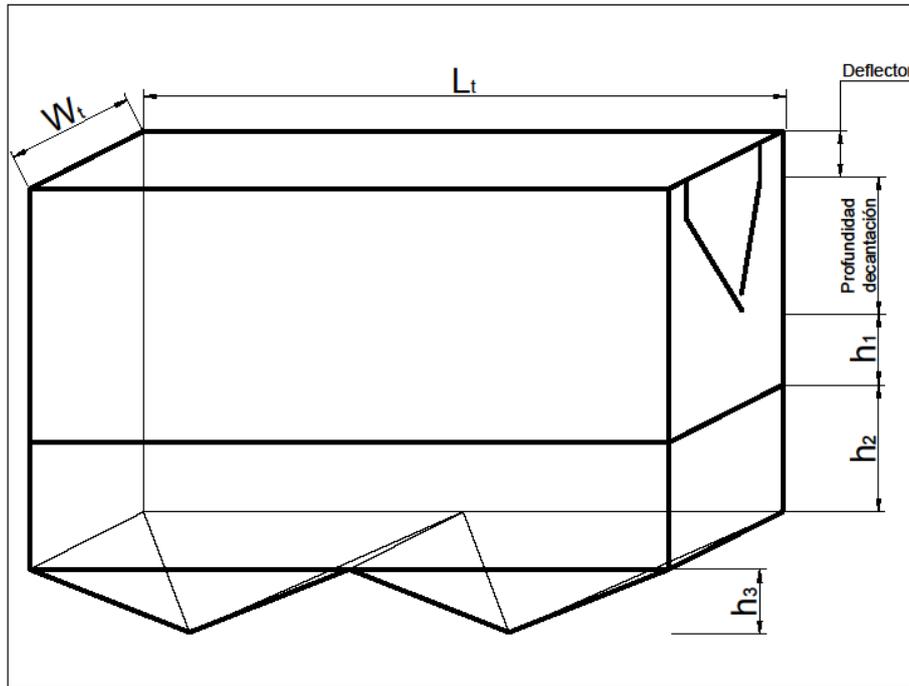


Figura 10. Esquema de un Tanque Imhoff rectangular con dos puntos de recogida de fangos.  
Fuente:(García Serrano, J. et al. 2008).

A continuación, calculamos la profundidad de la zona de digestión, a partir de la expresión del cálculo del volumen de digestión de lodos:

$$V_{lodos} = (h_2 \cdot L_t \cdot W_t) + \left(\frac{1}{3} \cdot L_t \cdot W_t \cdot h_3\right) \quad [3.14]$$

De donde despejamos  $h_2$ :

$$h_2 = \frac{V_{lodos} - \left(\frac{1}{3} \cdot L_t \cdot W_t \cdot h_3\right)}{L_t \cdot W_t} \quad [3.15]$$

$$h_2 = \frac{36 - \left(\frac{1}{3} \cdot 5 \cdot 2,4 \cdot 0,72\right)}{5 \cdot 2,4} = 2,76 \text{ m}$$

A continuación, se determina la profundidad total y el volumen del tanque a partir de las siguientes ecuaciones:

$$h_t = h_{resguardo} + h_{deflector} + P + h_1 + h_2 + h_3 \quad [3.16]$$

$$V = V_{resguardo} + V_{dec} + V_{lodos} + [h_1 \cdot L_t \cdot W_t] \quad [3.17]$$

Siendo,

$h_t$ : la profundidad total (m).

$h_{\text{resguardo}}$ : profundidad de la zona de resguardo (m).

$h_1$ : distancia entre la obertura inferior y la superficie del lodo acumulado (m).

$V$ : volumen total del tanque ( $m^3$ ).

$V_{\text{resguardo}}$ : volumen correspondiente al resguardo ( $m^3$ ).

Tomando los valores recomendados para la distancia entre la obertura inferior de la zona de decantación y la superficie del lodo acumulado”  $h_1$ ” de 0,6 m y el resguardo de 0,3 m (Crites, R. 2000), calculamos la profundidad total y el volumen del tanque:

$$h_t = 0,3 + 0,3 + 1,3 + 0,6 + 2,76 + 0,72 = 5,98 \text{ m} \approx 6 \text{ m}$$

$$V = [0,3 \cdot 5 \cdot 2,4] + 10,35 + 36 + [0,6 \cdot 5 \cdot 2,4] = 57,4 \text{ m}^3$$

Dado que en el presente proyecto no se realiza el diseño y cálculo estructural de un Tanque Imhoff, se contempla la posibilidad de instalarlo en forma de módulo prefabricado de hormigón o plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), de dimensiones similares a las obtenidas en los cálculos anteriores.

Como las dimensiones necesarias son relativamente grandes y no están disponibles en el mercado, se podría optar por la instalación de dos tanques decantadores digestores conectados en paralelo, de aproximadamente  $28 \text{ m}^3$  de capacidad cada uno.

## 5 TRATAMIENTO SECUNDARIO

De acuerdo a lo expuesto en el Análisis de alternativas de la memoria del presente proyecto (Apartado nº5), el tratamiento secundario de la EDAR de Carcelén (Albacete) constará de un sistema híbrido basado en la combinación de Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV) y Subsuperficial Horizontal (HFSH). En la siguiente figura puede observarse el esquema en planta de la disposición de los humedales:

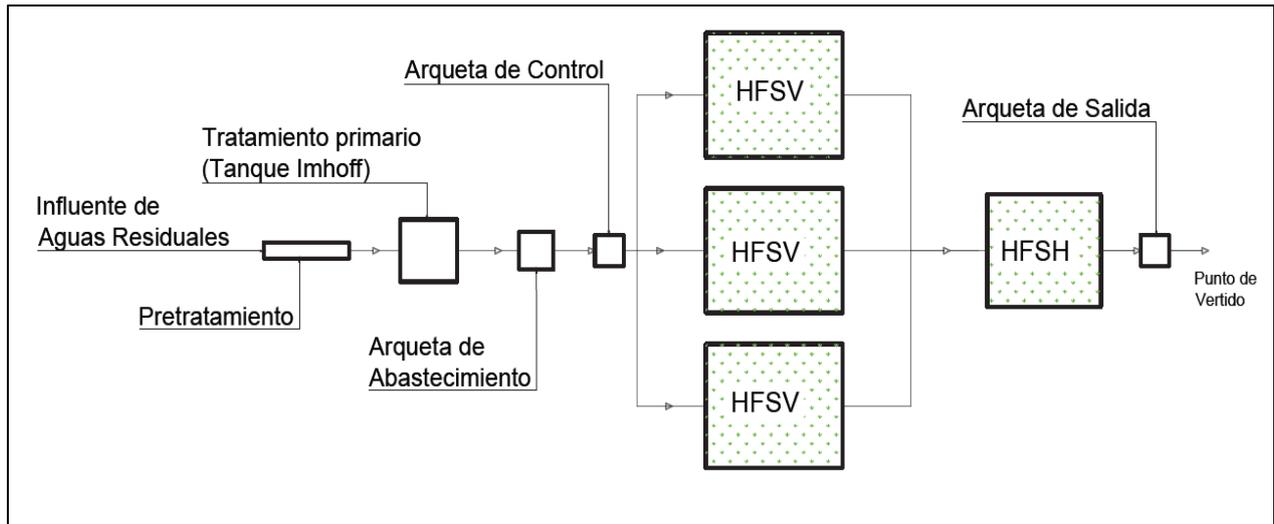


Figura 71. Esquema en planta de la disposición de los humedales en la línea de tratamiento.

La selección del modelo híbrido se corresponde con los objetivos de calidad establecidos en la autorización de vertido, de forma que la instalación debe ser capaz de eliminar tanto la materia orgánica como el nitrógeno. Así pues, el modelo realizará tanto los procesos de eliminación de la materia orgánica carbonosa, como la nitrificación y la desnitrificación.

En cuanto a la materia orgánica carbonosa y la nitrificación, debido a los rendimientos obtenidos, desde mediados de 1990 ha habido un importante incremento en el número de instalaciones basadas en los HFSV. Son su flexibilidad en la explotación (se alimenta una unidad y se deja un tiempo de drenaje, mientras se dosifica agua residual en otra) y su capacidad de aireación, las que garantizan los altos rendimientos que se persiguen (90-95% y 60-70%, respectivamente). Para cerrar el ciclo de eliminación del nitrógeno (ver figura n°12), es necesario crear un ambiente anóxico en el que se desarrollen las bacterias desnitrificantes de forma efectiva, consiguiéndose ésto mediante el HFSH.

Con estas premisas se define la instalación objeto del presente proyecto, compuesta por tres Humedales Verticales dispuestos en paralelo, seguidos en serie por un Humedal Horizontal, conocido como Sistema Seidel desarrollado por el Max Planck Institute Process (MPIP).

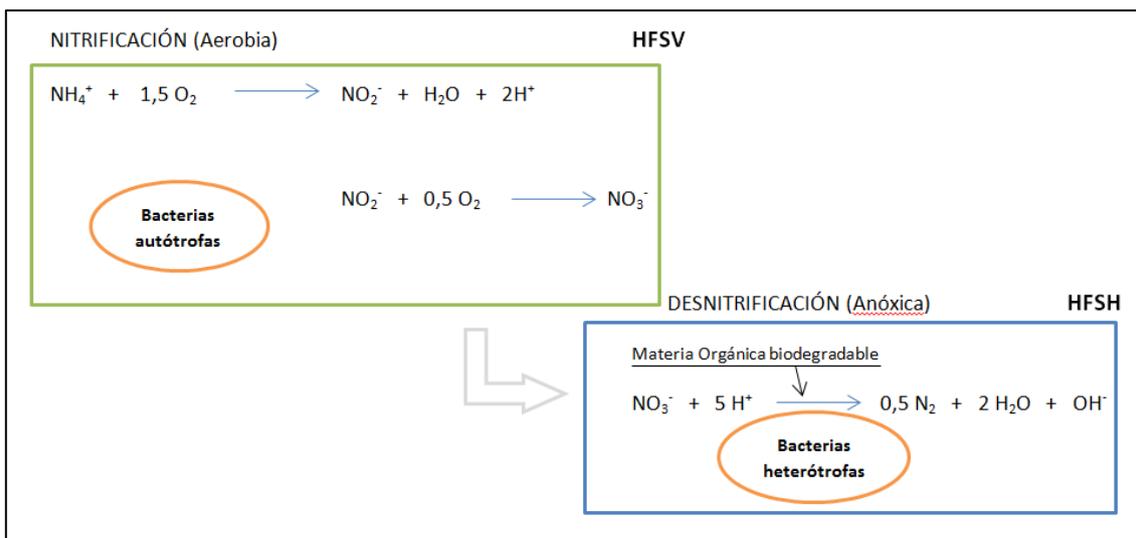


Figura 12. Procesos de nitrificación y desnitrificación que tendrían lugar en cada uno de los humedales.

La nitrificación es el proceso a través del cual las bacterias nitrificantes transforman el amonio en nitrato. Se necesitan dos pasos distintos para que esto suceda; en el primero de ellos las Nitrosomonas oxidan el amonio ( $NH_4^+$ ) en un producto intermedio, el nitrito ( $NO_2^-$ ). En el segundo, las Nitrobacter transforman el nitrito en nitrato ( $NO_3^-$ ).

En cuanto a la desnitrificación biológica, es una reacción de respiración anóxica, en la que se elimina el nitrato ( $NO_3^-$ ) y tiene como resultado la liberación de gas nitrógeno de la columna de agua.

Desde el punto de vista del diseño de ambos tipos de humedales, se establecen las siguientes consideraciones:

- Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV)

Como se ha comentado anteriormente, el hecho de tratarse de una tecnología bastante reciente hace que, aunque se estén realizando esfuerzos por conseguir modelos robustos útiles para su diseño, actualmente los avances se encuentran en fase experimental (Kadlec, R. et al., 2009).

Este hecho hace que las bases para su diseño se sustenten en el empleo de “factores de escala” que relacionan la superficie del humedal con la carga aplicada expresada en términos de habitantes equivalentes. Cooper (2005) resumió los distintos criterios de diseño mediante la siguiente expresión general:

$$A = mP^b \quad [5.1]$$

Siendo,

A: área de humedal requerida (m<sup>2</sup>).

b: exponente.

P: habitantes equivalentes de diseño (h-e).

m: factor de escala.

Tabla 5.1. Factores de escala para el tratamiento de aguas residuales con Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical.

Fuente	País	m	b	Consideraciones
Cooper et al. (1996)	U.K.	1	1	Solo DBO
Cooper et al. (1996)	U.K.	2	1	DBO y NH <sub>4</sub> -N
Weendon (2003)	U.K.	5,4	0,60	PE<25
Weendon (2003)	U.K.	2,4	0,85	PE<25
Boutin and Liénard (2003)	France	2,5	1	Two stages
Fehr et al. (2003)	Germany	4	1	-
Brix and Johansen (2004)	Denmark	3	1	Reducción 95% DBO
Molle et al. (2005a)	France	2	1	1,2 en la 1ª etapa; 0,8 en la 2ª etapa; DQO<60
ÖNORM (2005)	Austria	4	1	-
DWA (2006)	Germany	4	1	-
Langergraber et al. (2006a)	Austria	4	1	-

A partir de esta tabla se observa que para los objetivos que se persiguen en este humedal, los coeficientes m y b adoptan los valores de 2 y 1 respectivamente, con lo que quedarían justificados los valores adoptados posteriormente en el cálculo.

En relación a esto último, la bibliografía consultada establece que cuando se precisa este tipo de combinación (HFSV+ HFSH) para mejorar el rendimiento de eliminación de nitrógeno, se aconseja dimensionar considerando una superficie total unitaria necesaria de 2,5 m<sup>2</sup>/h-e. La primera etapa de humedal vertical con 2 m<sup>2</sup>/h-e y la segunda de humedal horizontal con 0,5 m<sup>2</sup>/h-e (García Serrano, J. et al. 2008).

- Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal (HFSH)

El hecho de tratarse del primer tipo de sistema de humedal desarrollado a escala real, ha permitido que los métodos de dimensionamiento disponibles hayan sido contrastados en múltiples experiencias. De acuerdo con numerosos estudios realizados por diversos autores (Vymazal, 2008) sobre la eficacia en la eliminación de distintos contaminantes en este tipo de humedales, se ha constatado que la tasa de eliminación puede ser descrita empíricamente mediante la siguiente expresión:

$$\frac{C_s}{C_e} = \exp [-K_t \times t]$$

Evidenciándose que se produce un descenso exponencial en la concentración del contaminante con la distancia entre la entrada y la salida del humedal.

Siendo,

$C_s$ : concentración a la salida (mg/l).

$C_e$ : concentración a la entrada (mg/l).

$K_t$ : tasa volumétrica de reacción ( $d^{-1}$ ).

$T$ : tiempo de retención hidráulico (d);  $t = V \times \varphi_s / Q = S \times h \times \varphi_s / Q$

$V$ : volumen del humedal ( $m^3$ ).

$\varphi_s$ : porosidad (fracción decimal).

$Q$ : caudal medio ( $m^3/d$ ).

$S$ : área longitudinal del humedal ( $m^2$ ).

$h$ : profundidad saturada del humedal (m).

Combinando ambas expresiones se obtiene la siguiente ecuación a partir de la cual poder calcular el área del humedal:

$$S = \frac{Q \cdot \ln \left( \frac{C_e}{C_s} \right)}{K_T \cdot h \cdot \varphi_s} \quad [6.1]$$

## 5.1 Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical

### 5.1.1 Dimensionamiento y configuración:

Se dimensiona el Humedal de Flujo Subsuperficial Vertical a razón de 2 m<sup>2</sup>/h-e, por lo que la superficie necesaria para 720 h-e de diseño será de:

$$S = 2 \text{ m}^2/\text{h-e} \cdot 720 \text{ h-e} = 1440 \text{ m}^2$$

Será necesario implantar un total de 1440 m<sup>2</sup> de humedal vertical en la primera etapa del tratamiento secundario.

La superficie total necesaria se repartirá en tres celdas, para lograr una mejor distribución de las aguas a tratar, y para dotar al sistema de flexibilidad en su operación. Cada humedal se someterá de forma alternativa a dos fases, una primera de alimentación seguida de otra fase de reposo. Siendo las fases de alimentación de 3-4 días y las de reposo de una duración dos veces superior a la fase de alimentación (6-8 días). Esta alternancia entre las fases de alimentación y reposo es fundamental para regular la biomasa adherida al sustrato, mantener las condiciones aerobias y mineralizar los depósitos orgánicos procedentes de las materias en suspensión presentes en las aguas (Ortega de Miguel, E. et al. 2010). Por lo tanto, se construirán tres HFSV de las siguientes características:

$$S_i = \frac{1440 \text{ m}^2}{3 \text{ celdas}} = 480 \frac{\text{m}^2}{\text{celda}}$$

Las celdas serán de 20 metros de ancho por 24 metros de largo, formando un área superficial por celda de 480 m<sup>2</sup>. Tal y como puede observarse en la siguiente figura:

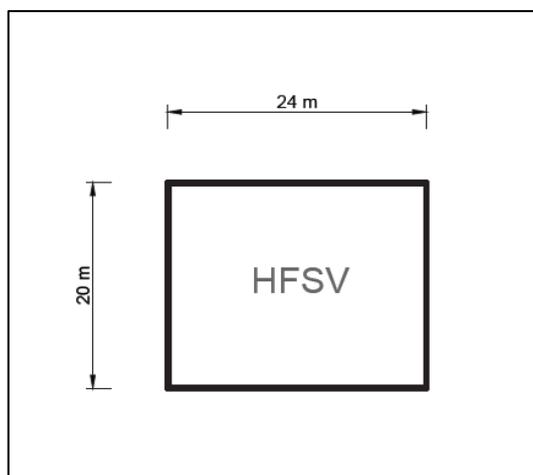


Figura 13. Medidas de longitud y anchura de la celda en metros.

Así pues, en cada celda entrará el caudal correspondiente a cada periodo con una concentración de 210 mg/l de DBO<sub>5</sub> y 100 mg/l de SS debido a la reducción aproximada del 30% y 60% respectivamente, en el Tanque Imhoff. Y saldrá de los HFSV a una concentración aproximada de 25 mg/l de DBO<sub>5</sub> y 20 mg/l de SS, considerando unos rendimientos de eliminación del 90% y 80% respectivamente. A continuación pasará al HFHS para su afinado final antes del vertido.

#### 5.1.2 Sustrato filtrante:

La profundidad en el humedal vertical será de 0,8 m con un resguardo de 0,5 m (Ortega de Miguel, E., et al. 2010), empleando una capa de sustrato filtrante adecuada para aguas residuales que han pasado previamente por un tratamiento primario, de las características que se detallan a continuación:

Arena gruesa con un  $d_{10}$  comprendido entre 0,25 y 1,2 mm (tamaño de partícula para el cual el 10% en peso seco del suelo se encuentra en los límites establecidos), y con un  $d_{60}$  entre 1 y 4 mm. El Coeficiente de Uniformidad ( $d_{60}/d_{10}$ ), que sirve para medir y calificar el grado de distribución de tamaños de las partículas de un suelo, debe ser inferior a 3,5 (a menor  $C_u$  mayor similitud en tamaño de las partículas de un suelo). En cuanto a los contenidos en arcilla y finos, deben limitarse a menos del 0,5% (Brix, 2004). Además, las tuberías de drenaje irán embutidas al fondo de la celda en una capa de 0,20 m de gravas de 20-40 mm de diámetro.

El sistema de impermeabilización de la celda, estará formado por una lámina plástica de PEAD con espesor de al menos 1mm y recubierta (por debajo y por encima) con láminas de geotextil de 150-300 g/cm<sup>2</sup>. El confinamiento deberá quedar totalmente estanco, por lo que será necesario comprobar las soldaduras entre las láminas y su anclaje al terreno.

La pendiente en la superficie del humedal será plana (0%) y en el fondo del mismo será del 1%, en la dirección entrada-salida. Con objeto de facilitar la evacuación de agua filtrada.

#### 5.1.3 Sistema de distribución y recogida:

El sistema de distribución del agua en los humedales estará formado por una terciaria asentada sobre el medio granular de la que derivan un total de 8 laterales perforados a cada lado. Estas tuberías laterales serán de PE (polietileno) PN4 (presión nominal 4 bares) con un DN (diámetro nominal) de 75 mm y una longitud de 9 metros y estarán conectadas a una terciaria de PE40 PN4 de DN 90 mm y 22,50 metros de longitud, situada en posición longitudinal al humedal y

que estará conectada a su vez, a la arqueta de distribución a través de la tubería primaria, también de PE 90 mm DN (Ver Plano n°9).

La evacuación del efluente en estos humedales se realizará mediante un sistema de 4 tuberías laterales de drenaje de PE 110 mm DN ranurado a 220° separadas entre sí 5,2 m y con una longitud de 21,6 m. Estas, conectarán con el sistema principal de drenaje formado por una tubería ranurada a 220° de PE 160 mm DN y 17,6 m de longitud. Estarán dispuestas en el fondo del humedal y, como se ha comentado anteriormente, embutidas en una capa de 20 cm de gravas de 20-40 mm de diámetro (O'Hogain, 2004).

Para favorecer la oxigenación del sustrato se instalarán un total de 40 chimeneas verticales de aireación, lo que supone 12 ud./m<sup>2</sup>, conectadas a las tuberías de drenaje en profundidad. Serán tuberías de saneamiento de PE 110 mm DN y sobresaldrán una altura de 0,60 metros por encima del medio granular. Irán provistas de un deflector para evitar la entrada de sólidos.

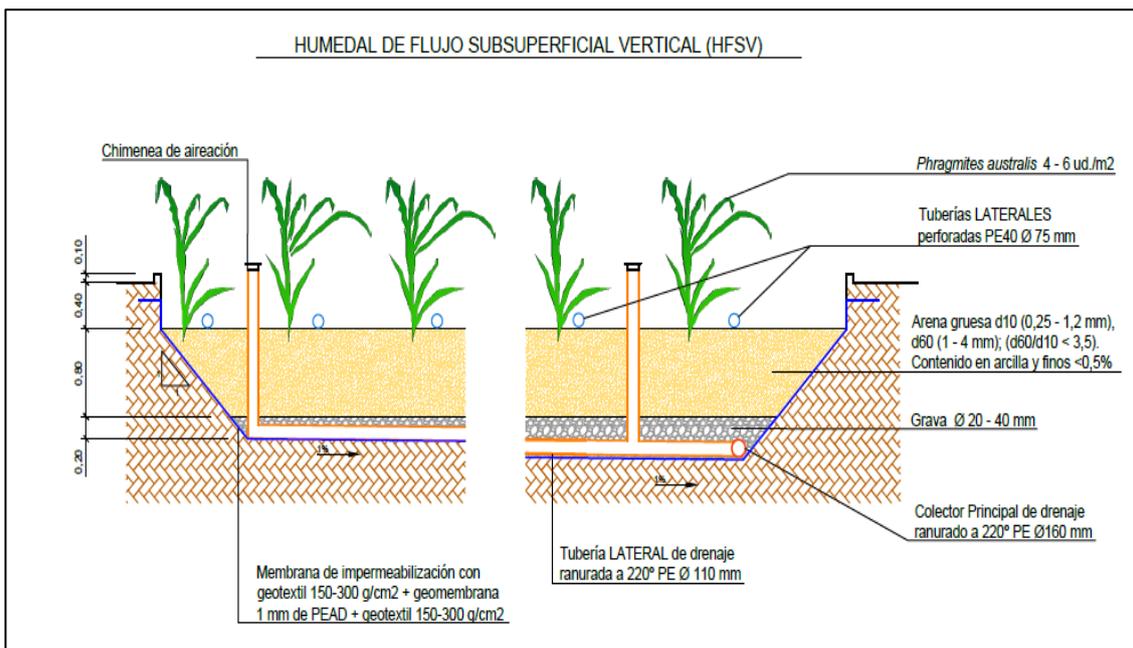


Figura 14. Esquema de la sección de un HFSV con sus diferentes elementos (Fuente: elaboración propia).

#### 5.1.4 Vegetación en los HFSV

Se implantará una cobertura vegetal de *Phragmites australis* (comúnmente llamado Carrizo) formada por 4 a 6 unidades cada m<sup>2</sup> de humedal. Ha sido seleccionada por su mayor producción de biomasa, la profundidad de sus raíces (60 cm) adecuada para esta profundidad de sustrato y

además porque se trata de una especie ampliamente implantada en humedales de toda Europa y de la que se ha obtenido buenos resultados.

Su propagación podrá realizarse a través de rizomas o pequeñas plántulas, procedentes de poblaciones naturales de la zona o viveros cercanos (Ver Anejo nº3).

## 5.2 Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal

### 5.2.1 Dimensionamiento y configuración:

Se dimensiona el Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal a razón de 0,5 m<sup>2</sup>/h-e, por lo que la superficie necesaria para 720 h-e de diseño será de:

$$S = 0,5 \text{ m}^2/\text{h-e} \cdot 720 \text{ h-e} = 360 \text{ m}^2$$

Por lo que será necesario instalar un Humedal Horizontal de 360 m<sup>2</sup> en la segunda etapa.

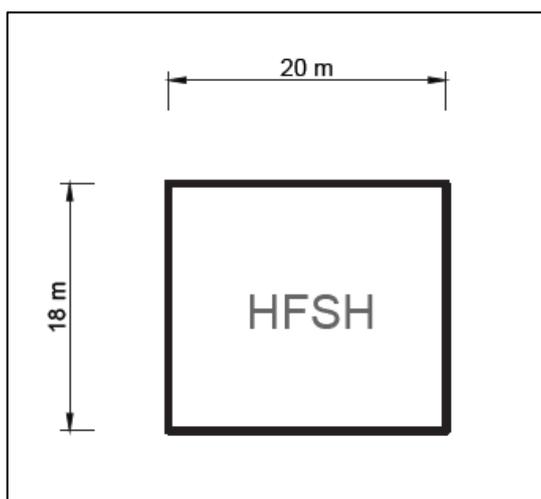


Figura 85. Medidas de longitud y anchura de la celda en metros (cálculos al final de este apartado).

A continuación se detallan una serie de comprobaciones realizadas para la validación de la superficie de humedal estimada:

El objetivo de este humedal es reducir la concentración de nitrógeno entrante (16,5 mg/l) hasta valores adecuados a la autorización del organismo de cuenca (15 mg/l). Teniendo en cuenta los elevados rendimientos de DBO y SS que se obtienen en el HFSV, así como el hecho de que las bacterias desnitrificantes necesitan materia orgánica para su desarrollo, en ocasiones resulta

conveniente derivar en torno a un 15% de la DBO hasta este segundo humedal. Esto se realizará mediante una tubería de PE40 de 75 mm DN conectada al colector principal de abastecimiento a los humedales, que abocará el agua residual en la arqueta de salida del primer humedal (sin ser filtrada por ningún HFSV), y estará controlada por una válvula manual situada en la arqueta de válvulas.

La concentración de nitrógeno en el agua residual a la entrada del humedal horizontal se estima considerando un porcentaje de eliminación en el humedal vertical del 60% respecto del valor de entrada a la EDAR (55 mg/l de nitrógeno total). Porcentaje extraído de tablas recogidas en el “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones (2010)”:

Tabla 5.2. Rendimientos de Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial Vertical para un agua residual tipo (Ortega de Miguel, E. et al. 2010).

Parámetro	% Reducción
Sólidos en suspensión	90-95
DBO <sub>5</sub>	90-95
DQO	80-90
N <sub>TOTAL</sub>	60-70
P <sub>TOTAL</sub>	20-30
Coliformes fecales (UFC/100 ml)	1-2 u log

Para constatar que con la superficie estimada para el humedal horizontal se logran los objetivos citados tras su paso por el humedal vertical, se realiza una comprobación mediante la ecuación cinética de primer orden [6.1], expuesta anteriormente, basada en la teoría del humedal como reactor químico de flujo en pistón (Kadlec y Knight, 1996):

$$S = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{C_E}{C_S}\right)}{K_T \cdot h \cdot \varphi_S}$$

De esta forma la concentración de entrada a considerar será de:

$$C_E = 0,35 \cdot 55 \frac{mg}{l} = 19,25 \text{ mg/l}$$

En cuanto a la porosidad del sustrato filtrante (ver apartado 5.2.2), empleamos el valor de  $\phi_s = 0,35$ , extraído de la siguiente tabla:

Tabla 5.3. Valores de la porosidad para distintos tipos de sustrato (Reed et al., 1995)

Tipo de medio	Tamaño efectivo $d_{10}$ (mm)	Porosidad ( $\phi_s$ )
Arena gruesa	2	0,28-0,32
Arena-grava	8	0,30-0,35
Grava fina	16	0,35-0,38

Para el empleo de forma adecuada de la anterior expresión, resulta necesario hacer un ajuste de la tasa de reacción. Así pues, la nueva constante de reacción ajustada  $K_T$  viene dada por la siguiente expresión de Van't Hoff Arrhenius:

$$K_T = K_R \cdot \theta_R^{(T_w - T_r)} \tag{6.2}$$

Siendo,

$K_R$ : constante de reacción a la temperatura de referencia ( $d^{-1}$ ).

$T_w$ : temperatura del agua considerada en el diseño ( $^{\circ}C$ ).

$T_r$ : temperatura de referencia ( $20^{\circ}C$ ).

$\theta_R$ : coeficiente de temperatura (adimensional).

Extraemos los valores de  $K_R$  y  $\theta_R$  de la siguiente tabla:

Tabla 5.4. Valores de  $K_R$  y  $\theta_R$ , para cada tipo de contaminante (Ortega de Miguel, E. et al., 2010).

Contaminación a eliminar		$DBO_5$	$NH_4^+$ nitrificación	$NO_3^-$ desnitrificación
Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial Horizontal	$K_R$	1,104	$0,01854 + 0,3922 (h_r)^{2,6077}$	1
	$\theta_R$	1,06	1,048	1,15

Se realiza el cálculo tanto para el “período 1” como va el “período 2”, y se considera el valor más desfavorable, que corresponde con el más elevado.

Período 1;  $Q_{MED}$ : 144 m<sup>3</sup>/día,  $T^a$  del agua: 20  $^{\circ}C$ .

Sustituimos en la ecuación [6.2] para el período 1, donde el caudal medio es más elevado y suponiendo una temperatura media del agua de 20 $^{\circ}C$ :

$$K_T = K_R \cdot \theta_R^{(T_w - T_r)} = 1 \cdot 1,15^{(20 - 20)} = 1$$

Una vez tenemos la constante de reacción, procedemos al cálculo de la superficie necesaria de humedal aplicando la ecuación [6.1], para el caudal medio del período 1 (144 m<sup>3</sup>/día), considerando una profundidad de la lámina de agua de 0,35 m y una concentración de nitrógeno total en el efluente de salida de 15 mg/l:

$$S = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{C_E}{C_S}\right)}{K_T \cdot h \cdot \varphi_S} = \frac{144 \cdot \ln\left(\frac{19,25}{15}\right)}{1 \cdot 0,35 \cdot 0,35} = 293 \text{ m}^2$$

Período 2; Q<sub>MED</sub>: 78 m<sup>3</sup>/día, T<sup>a</sup> del agua: 15 °C.

Procediendo de igual manera para el período 2:

$$K_T = K_R \cdot \theta_R^{(T_w - T_r)} = 1 \cdot 1,15^{(15 - 20)} = 0,497$$

$$S = \frac{Q \cdot \ln\left(\frac{C_E}{C_S}\right)}{K_T \cdot h \cdot \varphi_S} = \frac{78 \cdot \ln\left(\frac{19,25}{15}\right)}{0,497 \cdot 0,35 \cdot 0,35} = 320 \text{ m}^2$$

Siendo el valor obtenido de mayor superficie el que se considera, debido a que se obtiene una superficie de humedal horizontal en coherencia con la consideración que se había realizado en un principio de 360 m<sup>2</sup>, se da por bueno el dimensionamiento, y se opta por la implantación de una celda de tales dimensiones.

Una vez se fija la superficie necesaria de humedal, se realiza el dimensionamiento hidráulico para calcular su longitud y anchura, y verificar que esta relación (L:W) sea superior a 1:1. Este dimensionado se lleva a cabo aplicando la Ley de Darcy, que describe el régimen de flujo en un medio poroso mediante la siguiente expresión:

$$Q_{MAX} = K_s \cdot A_s \cdot s \quad [6.3]$$

Siendo,

$Q_{MAX}$ : caudal máximo diario de alimentación ( $m^3/d$ ).

$K_s$ : conductividad hidráulica del medio filtrante en una sección perpendicular al flujo ( $m/d$ ).

$A_s$ : sección del humedal perpendicular a la dirección del flujo ( $m^2$ ).

$s$ : pendiente del fondo del humedal ( $m/m$ ).

Siendo el caudal máximo diario de  $360 m^3/d$  ( $15 m^3/h$ ) y la pendiente en el fondo del humedal del 1%, faltaría conocer el valor de la conductividad hidráulica del sustrato filtrante (gravilla 6-12 mm). Éste dato se toma de la siguiente tabla:

Tabla 5.5. Valores de la conductividad hidráulica para distintos tipos de sustrato.

Tipo de medio	Tamaño efectivo (mm)	Conductividad hidráulica (m/d)
Arena gruesa	2	100-1000
Arena-grava	8	500-5000
Grava fina	16	1000-10000

Por lo que escogemos un valor aproximado de 5000 m/d. Sustituyendo en la ecuación [6.3] calculamos el área transversal del humedal:

$$A_s = \frac{Q_{MAX}}{K_s \cdot s} = \frac{360}{5000 \cdot 0,01} = 7,2 m^2$$

Calculada la superficie transversal, para una profundidad de sustrato filtrante de 0,4 m, se determina la anchura del humedal con la siguiente expresión:

$$W = \frac{A_s}{h} = \frac{7,2 m^2}{0,4 m} = 18 m$$

Por último se determina la longitud del humedal, a partir de la anchura y el área superficial necesaria, mediante la siguiente expresión:

$$L = \frac{S}{W} = \frac{360 m^2}{18 m} = 20 m$$

Se acepta como bueno el dimensionado ya que la relación longitud y anchura es mayor del 1:1 y por lo tanto cumple con el parámetro establecido inicialmente.

### 5.2.2 Sustrato Filtrante:

Investigaciones recientes indican que humedales con espesores del sustrato filtrante de 0,35-0,40 m y profundidades medias de agua de 0,3 m ofrecen muy buenos resultados. (García, J. et al. 2004). Por lo que se establecerá un espesor de sustrato filtrante en la zona de entrada de 0,4 m. formado por un medio granular de gravilla con diámetro de 6-12 mm.

El fondo presentará una pendiente del 1 % en la dirección entrada-salida. Con un talud de paredes de 45° y un resguardo por encima del medio granular de 0,5 m. Facilitando de esta manera la adecuada colocación de un sistema de impermeabilización de la celda, formado por una lámina plástica de PEAD con espesor de al menos 1mm recubierta (por debajo y por encima) con láminas de geotextil de 150-300 g/cm<sup>2</sup>. El confinamiento deberá quedar totalmente estanco, por lo que será necesario comprobar las soldaduras entre las láminas y su anclaje al terreno.

Las paredes de la celda estarán provistas de bolos gruesos (50-100 mm), sin vegetación, para que el agua se reparta de manera uniforme en cabecera de la celda. Esta franja se construirá en el primer metro del humedal.

### 5.2.3 Sistemas de distribución y recogida:

Los elementos de entrada se diseñan de forma que la distribución del agua residual en el humedal horizontal sea lo más homogénea posible. Para ello se instalará una tubería de PE con DN 160 mm y perforada a 220° con el objetivo de distribuir el agua de la forma más homogénea posible, funcionando ésta de forma similar a un canal Thompson. La descarga de agua se realizará sobre una zona de bolos gruesos (50-100 mm) sin vegetación, dispuesta en el primer metro de cabecera del humedal.

La recogida se efectuará a partir de una tubería de drenaje de PE 160 mm DN perforado a 360°, dispuesta de forma perpendicular al flujo del agua y en el extremo contrario a la tubería de distribución. Ésta se conectará a un tubo con las mismas características pero sin perforaciones, que atraviese el talud y llegue a una arqueta donde la conducción termina en forma de “L” invertida. Regulando de esta forma la altura del agua en el humedal horizontal, 5 cm por debajo del material granular (García Serrano, J et al. 2008). Es decir, manteniendo una altura del nivel del agua de 0,35 m aproximadamente.

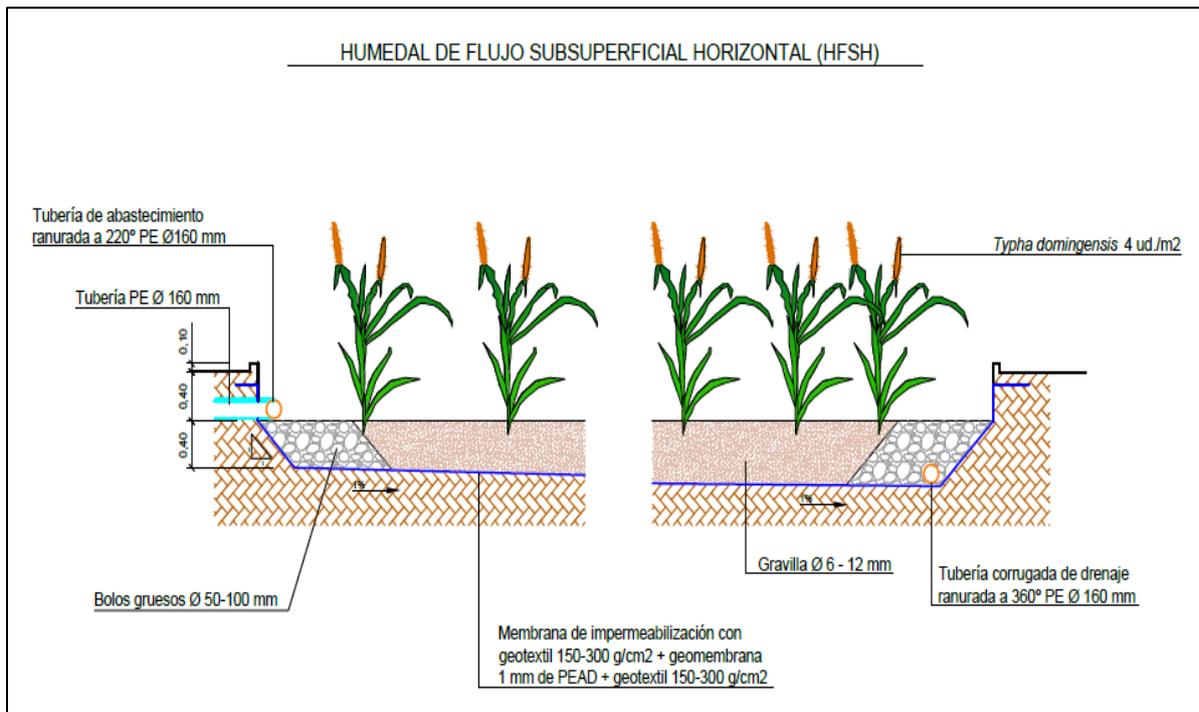


Figura 16. Esquema de la sección de un HFSV con sus diferentes elementos (Fuente: elaboración propia).

#### 5.2.4 Vegetación en el HFSH

Se implantará una cobertura vegetal de *Typha domingensis* (comúnmente llamada Enea) formada por 4 unidades cada  $m^2$  de humedal. Ha sido seleccionada por su alta producción de biomasa, la profundidad de sus raíces (30 cm) adecuada para una profundidad de humedal de 40 cm y sobre todo por el hecho de encontrarse presente en zonas húmedas cercanas al punto donde está proyectada la depuradora. (Ver Anejo nº3). Su propagación podrá realizarse a través de rizomas o pequeñas plántulas (20-30 cm de altura), procedentes de poblaciones naturales de la zona o viveros cercanos.

## 6 ELEMENTOS SINGULARES DE LA INSTALACIÓN

### 6.1 Arquetas

#### 6.1.1 Arqueta de Abastecimiento

La arqueta de abastecimiento tendrá la función de acumular el agua residual influente a la misma. Dispondrá de una planta cuadrada de dimensiones interiores 1,10 x 1,10 metros y una profundidad de 1,15 m. Estará compuesta por un módulo de hormigón armado prefabricado formado por una losa base de apoyo de 150 mm y alzados de 100 mm. Dispondrá de una tapa metálica de 1,16 metros de lado a base de rejillas electrosoldadas con pletinas de 30 x 30 mm galvanizadas. (Ver Plano n°13).

#### 6.1.2 Arqueta de Control

Se trata de la arqueta donde se encontrará el mecanismo de derivación del agua residual hacia cada uno de los tres humedales verticales, mediante las válvulas automáticas y programables. Será de planta cuadrada y tendrá unas dimensiones de 0,80 m de lado y 0,55 m de profundidad, construida en hormigón armado prefabricado de alzados con espesor de 100 mm y solera de 150 mm. La tapa de la misma será de fundición.

#### 6.1.3 Arquetas de Salida de los HFSV

Tendrán la función de recibir el agua filtrada procedente de los Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical y permitir su derivación hacia el colector común de derivación hacia el humedal horizontal. Se dispondrán tres arquetas de salida, una para cada humedal vertical, de idénticas características. Estarán constituidas por módulos prefabricados de polietileno de dimensiones 0,60 m de diámetro interior y profundidad de 1,60 metros.

#### 6.1.4 Arqueta de Salida del HFSH

En la arqueta de salida del Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal se encontrará la tubería acabada en "L" invertida para la regulación de la lámina de agua en el humedal horizontal. Tendrá planta cuadrada de dimensiones interiores 0,60 metros de lado y 1 metro de profundidad, construida en hormigón armada prefabricado de alzados de 100 mm y base de solera de 150 mm de espesor. Dispondrá de una tapa metálica de 0,66 metros de lado a base de rejillas electrosoldadas con pletinas de 30 x 30 mm galvanizadas. En caso de resultar necesario se anclará la tubería de salida en forma de "L" a las paredes de la arqueta para su correcta sujeción.

6.1.5 Arqueta de Toma de Muestras

El agua tratada procedente Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal llegará a la Arqueta de Toma de Muestras, donde además se instalará un medidor de caudal Parshall por efecto Venturi. Es por ello, que esta arqueta estará formada por una primera cámara con un vertedero de 0,15 m de altura, para mantener un nivel de agua en la arqueta que permita la toma de muestras para su análisis. Una vez el agua rebose por este vertedero, será conducida a través de un canal tipo parshall instalado en el interior de la arqueta, para la medida de caudal. La arqueta será de planta rectangular construida en hormigón armado prefabricado con espesores de alzados 100 mm y base de la solera de 150 mm. Las dimensiones interiores 1,80 x 0,60 metros y 1,20 m de profundidad en la zona de entrada y 1,25 m de profundidad a la salida del efluente hacia punto de vertido (Ver plano n°13).

6.2 Caudalímetro

Como se ha comentado anteriormente, se instalará un caudalímetro en el interior de la arqueta de toma de muestras para la medida de caudales de agua tratada vertidos a dominio público hidráulico. De acuerdo con la orden ARM/1312/2009, que regula los sistemas de medición y control de vertidos a dominio público hidráulico:

Tabla 6.1. Sistemas de medición y control de vertidos a instalar en las EDAR de tratamiento de aguas residuales de naturaleza doméstica, en función de los habitantes equivalentes.

Vertido inferior a 2.000 habitantes equivalentes	Vertido entre 2.000 y 15.000 habitantes equivalentes	Vertido igual o superior a 15.000 habitantes equivalentes
Instalación de un tramo revestido para efectuar comprobaciones.	Instalación de un aforador.	Instalación de un aforador y un sistema de archivo de las mediciones
Estimación anual por medición periódica de alturas.	Estimación anual del volumen circulante por medición mensual del nivel alcanzado.	Estimación anual del volumen circulante por medición semanal del nivel alcanzado.
Comprobación aleatoria de las estimaciones por el organismo de cuenca.	Comprobación periódica de las estimaciones por el organismo de cuenca.	Verificación anual de las estimaciones por el organismo de cuenca.
Exención del registro anual del vertido en un libro de control.	Exención del registro anual del vertido en un libro de control.	Inscripción anual del volumen vertido en el libro de control.

Puesto que la instalación se encuentra en el rango de vertidos inferiores a 2000 habitantes equivalentes, será de obligada implantación un sistema de medición periódica de alturas.

Éste consistirá en un canal parshall de acero inoxidable tipo AISI 316 o similar para caudales máximos de 55,8 m<sup>3</sup>/h y mínimos de 0,792 m<sup>3</sup>/h. La medida del caudal podrá realizarse por regleta, como marca la legislación aplicable, pese a que se recomienda la instalación de un medidor o sensor por ultrasonidos en la parte superior, para una mayor precisión y registro de datos. En la siguiente figura se muestra un esquema del caudalímetro:

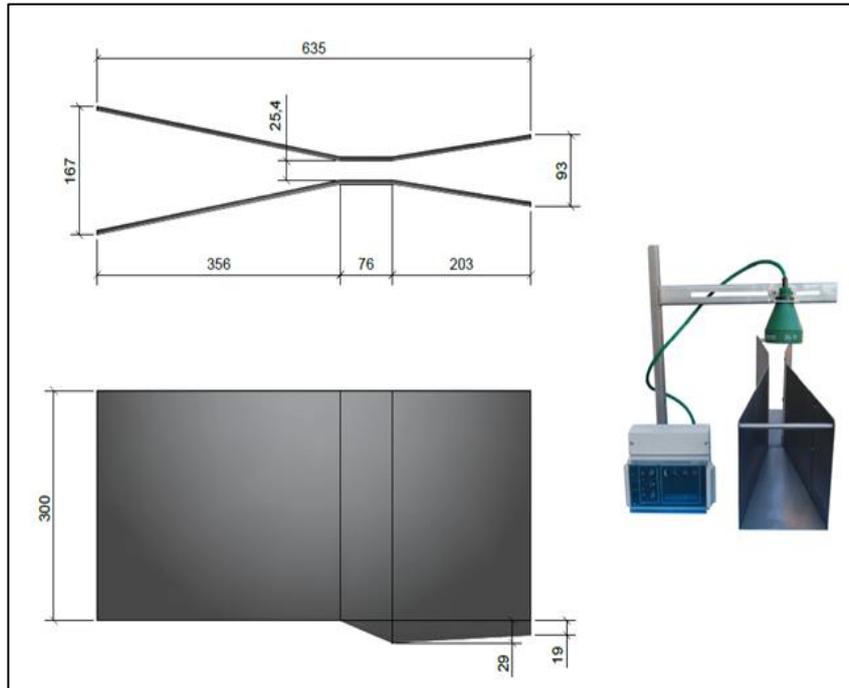


Figura 17. Esquema de la canaleta tipo Parshall y medidor por ultrasonidos (Fuente: FILTEC).

### 6.3 Elementos de control

#### 6.3.1 Compuertas de tajadera

El pretratamiento estará dotado de un total de 9 compuertas de tajadera de apertura manual para el control del agua residual a través del mismo. Cuatro de ellas tendrán una anchura de 0,21 m y las otras cinco de 0,30 m. Todas serán de chapa de acero inoxidable tipo AISI 304 -316 o similar y tendrán una altura de 0,50 metros. A continuación, se detalla un esquema del tipo de compuerta:

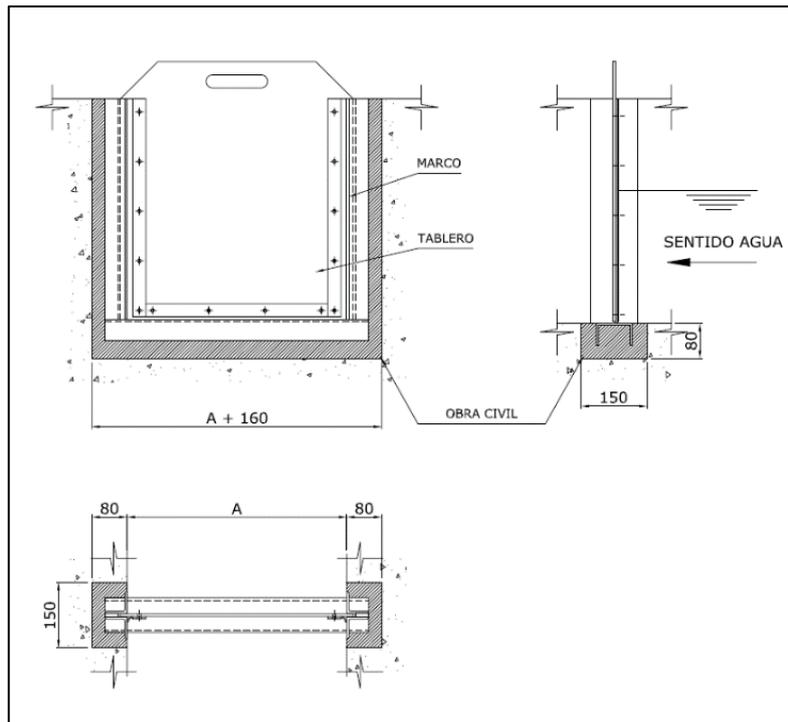


Figura 18. Esquema de la compuerta de tajadera (Fuente: TECMONCADE).

### 6.3.2 Válvulas automáticas y programables

A la salida de la arqueta de abastecimiento, en la tubería de PE40 90 mm DN, se instalará una válvula automática que permita el paso del agua hacia los humedales. Ésta estará conectada a un transductor de presión, para mantener una altura de la lámina libre del agua en la arqueta de 0,60 m. En la arqueta de control se instalarán tres válvulas automáticas y programables para la regulación de la dosificación por fases del agua a cada uno de los humedales verticales.

## **ANEJO N°2:**

---

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA

---

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN .....2

2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA.....2

2.1 Colectores en lámina libre .....2

2.1.1 Tramo 1: Bypass (Obra de llegada – Punto de Vertido) .....6

2.1.2 Tramo 2: Salida del Desarenador – Entrada Tanque Imhoff.....6

2.1.3 Tramo 3: Salida Tanque Imhoff - Entrada Arqueta de abastecimiento .....8

2.1.4 Tramo 4: Colector arquetas HFSV - Entrada HFSH.....9

2.1.5 Tramo 5: Salida HFSH – Entrada Arqueta HFSH..... 11

2.1.6 Tramo 6: Salida Arqueta HFSH – Arqueta Tomamuestras..... 13

2.1.7 Tramo 7: Arqueta Tomamuestras – Punto de vertido..... 13

2.2 Tuberías en carga..... 14

2.3 Tuberías de drenaje..... 19

2.3.1 Sistema de drenaje HFSV ..... 19

2.3.2 Sistema de drenaje HFSH ..... 21

3 RESUMEN DE COTAS.....22

4 APÉNDICE 1 .....23

## 1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo se detallan los cálculos realizados para el dimensionamiento hidráulico de los diferentes tipos de conducciones que conectan los tratamientos que componen la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Carcelén (Albacete). Éstas se dividen en conducciones en lámina libre, conducciones mediante tuberías en carga y redes de drenaje.

## 2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA

### 2.1 Colectores en lámina libre

En el dimensionado de las conducciones en lámina libre se considera que el movimiento del agua residual por el interior de las tuberías será de régimen permanente y caudal uniforme.

Para la determinación del diámetro de tubería a instalar se selecciona un diámetro comercial y se parte de la hipótesis de diferentes porcentajes de llenado de la tubería. Comprobándose a continuación que cumplen las siguientes restricciones:

- La velocidad del agua por las tuberías debe ser  $\leq 3$  m/s a caudal máximo, para evitar la abrasión, y  $\geq 0.3$  m/s a caudal mínimo de diseño.
- El porcentaje de llenado no debe superar el 75% de la sección hidráulica de la tubería.

De forma aleatoria se selecciona una tubería de saneamiento corrugada de PE (Polietileno) de 110 mm DN (diámetro nominal), siendo el valor del coeficiente de rugosidad de Manning de 0,008. A continuación se calcula la velocidad de paso del agua residual por la misma a caudal máximo y mínimo de ambos períodos (Ver Anejo nº1) para diferentes porcentajes de llenado de la tubería. Con el dato de las velocidades podemos establecer la inclinación máxima y mínima con que se puede instalar la misma para asegurar su correcto funcionamiento.

Se emplea la ecuación de Manning para conducciones en lámina libre:

$$Q = V \cdot S = S \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad [1.4]$$

Siendo,

Q: Caudal de circulación (m<sup>3</sup>/s).

V: velocidad del agua residual por la tubería (m/s).

S: sección mojada (m<sup>2</sup>).

n: coeficiente de rugosidad de Manning (PE: n=0,008).

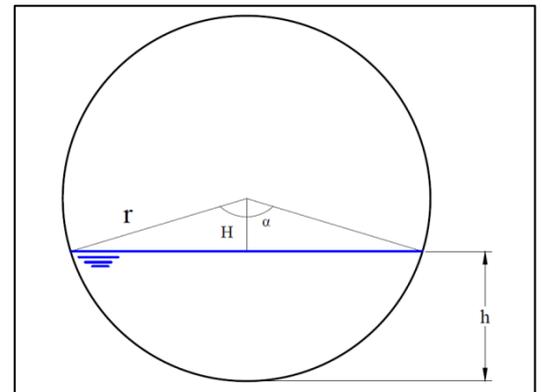
R: radio hidráulico.

I: inclinación de la tubería (tanto por uno).

Para el cálculo del radio hidráulico y de la sección mojada (segmento circular) empleamos las siguientes expresiones:

Radio hidráulico  $R = \frac{P_m}{S_m} = \left(\frac{r}{2}\right) \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\alpha}{\alpha}\right) \quad [1.1]$

Segmento circular  $S = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\alpha - \text{sen}\alpha) \quad [1.2]$



$$\left. \begin{array}{l} H = r - h \\ H = r \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \end{array} \right\} \longrightarrow r - h = r \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \longrightarrow \alpha = \left(\arccos\left(\frac{r-h}{r}\right)\right) \cdot 2 \quad [1.3]$$

Siendo,

R: radio hidráulico, formado por el cociente entre el perímetro mojado y la sección mojada.

S: segmento circular o sección mojada (m<sup>2</sup>).

r: radio interior de la tubería (m).

α: ángulo que forma el vértice del sector circular (rad).

H: distancia mínima entre la lámina de agua y el centro de geométrico de la tubería (m).

h: calado del agua en el interior de la tubería (m).

Para un llenado de la tubería del 25% (seleccionado aleatoriamente) para la tubería de saneamiento de PE 110 mm DN anteriormente mencionada, de 4,2 mm de espesor. Se calcula el calado del agua por la misma para dicho porcentaje de llenado, conocido su diámetro interior:

$$h = 0,25 \cdot ((110 - 2 \cdot 4,2)/1000) = 0,0254 \text{ metros}$$

Una vez que tenemos el calado podemos calcular el ángulo que forma el sector circular sustituyendo en la ecuación [1.3], para un radio interior de la tubería de  $r = 0,0508$  m:

$$\alpha = \left( \arccos\left(\frac{r-h}{r}\right) \right) \cdot 2 = \left( \arccos\left(\frac{0,0508 - 0,0254}{0,0508}\right) \right) \cdot 2 = \frac{2}{3}\pi = 2,094395 \text{ rad.}$$

Una vez que tenemos el ángulo ( $\alpha$ ), en radianes, calculamos el valor del radio hidráulico y de la sección mojada (segmento circular) aplicando las ecuaciones [1.1] y [1.2]:

$$R = \left(\frac{r}{2}\right) \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\alpha}{\alpha}\right) = \left(\frac{0,0508}{2}\right) \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\alpha}{\alpha}\right) = 0,014897$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\alpha - \text{sen}\alpha) = \frac{1}{2} \cdot 0,0508^2 \cdot (\alpha - \text{sen}\alpha) = 0,001585 \text{ m}^2$$

A partir del valor de la sección mojada calculamos la velocidad de paso del agua a caudal máximo (período 1), para un calado del 25% en el interior de la tubería:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,00417 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,001585 \text{ m}^2} = 2,63 \text{ m/s}$$

Como se puede observar, la velocidad no excede los 3 m/s máximos admisibles, por lo que despejando en la ecuación de Manning [1.4] se obtiene una inclinación a la que si se podría instalar la tubería:

$$I = \left( \frac{n \cdot V}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = \left( \frac{0,008 \cdot 2,63}{0,014897^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 0,12 = 12 \% \text{ de pendiente.}$$

Calculando la velocidad y la inclinación para diferentes porcentajes de llenado de la tubería (Ver Apéndice 1) se obtienen los límites exactos de máxima y mínima inclinación a la que deben ser instaladas para que la velocidad del flujo del agua no exceda los 3 m/s a Q<sub>MAX</sub> y no baje de 0,3 m/s a Q<sub>MIN</sub> (Ver Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Pendientes y velocidades límite para las conducciones en lámina libre con DN 110 mm.

Caudal	Mínima I (%)	Máxima I (%)	V(m/s)
Q <sub>MAX</sub>	-	23	2,95
Q <sub>MIN</sub>	0,27 (0,50)	-	0,307

Por lo que se establecen los límites en cuanto a la inclinación se refiere de la instalación de las conducciones en lámina libre de: un 23 % de máxima inclinación y un 0,5 % de mínima.

De esta misma forma, se realiza el cálculo para las conducciones en lámina libre con un diámetro nominal de tubería de 160 mm. Obteniéndose la siguiente tabla:

Tabla 2.2. Pendientes y velocidades límite para las conducciones en lámina libre con DN 160 mm.

Caudal	Mínima I (%)	Máxima I (%)	V(m/s)
Q <sub>MAX</sub>	-	19	2,98
Q <sub>MIN</sub>	0,3 (0,50)	-	0,30

Una vez determinada la inclinación máxima y mínima con la que se puede instalar las conducciones en lámina libre, se realiza un estudio detallado para cada uno de los tramos.

2.1.1 Tramo 1: Bypass (Obra de llegada – Punto de Vertido)

Mediante este tramo se derivará hacia punto de vertido los caudales excesivos de agua residual, evacuados por el aliviadero de entrada, provocados por los episodios de lluvia intensa. Es por ello que se implantará una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 200 mm DN con una longitud de 2 metros y una inclinación en dirección entrada-salida del 12,50%.

Material	PE
DN	200 mm
Longitud Tubería	2 m
Diferencia de cota (entrada-salida)	0,25 m
Inclinación tubería	12,50 %
Caudal para 75% de llenado	500 m <sup>3</sup> /h

Para un 75 % de llenado de la tubería, podría evacuar un total de 500 m<sup>3</sup>/h, valor más que suficiente para la función que desempeña. Pero debido a que se evacuarán residuos sólidos conjuntamente con el agua, se da por adecuado el dimensionado.

2.1.2 Tramo 2: Salida del Desarenador – Entrada Tanque Imhoff

Para este tramo se selecciona una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 160 mm DN que se instalará enterrada con una inclinación del 7,00% desde la salida del pretratamiento hasta la entrada del Tanque Imhoff:

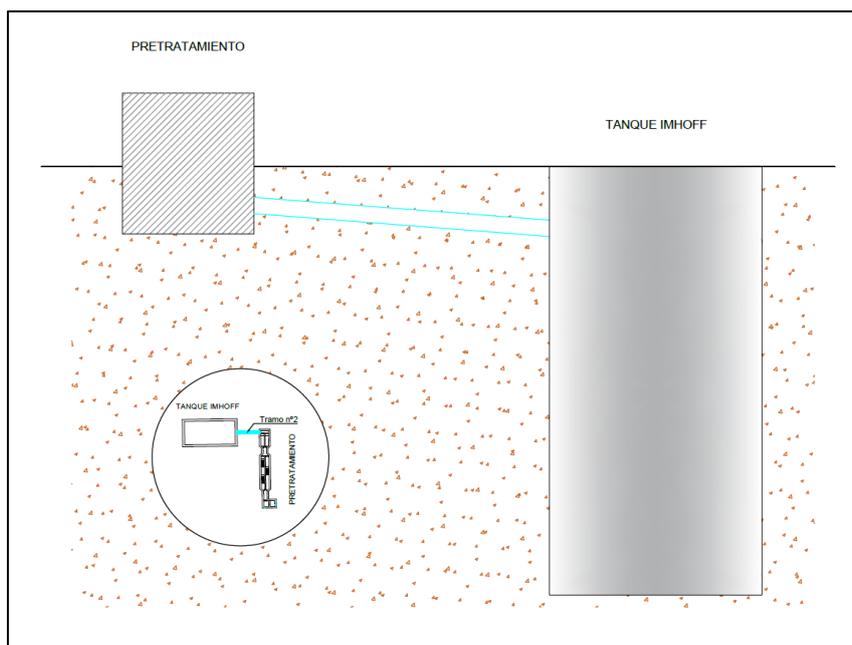


Figura 1. Representación en planta y sección del Tramo 2.

Material	PE
DN	160 mm
Longitud Tubería	2 m
Diferencia de cota (entrada-salida)	0,14 m
Inclinación tubería	7,00 %
Velocidad a QMIN (PERIODO 2)	0,90 m/s
Velocidad a QMAX (PERIODO 1)	2,08 m/s
Caudal para 75% de llenado	205 m <sup>3</sup> /h

Una vez determinadas las dimensiones de la tubería y la inclinación con la que se instalará, se procede al cálculo del caudal circulante para las condiciones de 75% de llenado de la misma. En primer lugar, se calcula el calado de agua por la tubería para dicho porcentaje máximo admisible de llenado:

$$h = 0,75 \cdot ((160 - 2 \cdot 6,2)/1000) = 0,1107 \text{ metros}$$

Una vez determinado el calado, calculamos el ángulo ( $\alpha$ ), siendo el radio interior de la tubería de 0,08 m y el calado ya calculado. Sustituimos en la ecuación [1.3]:

$$\alpha = \left( \arccos\left(\frac{r-h}{r}\right) \right) \cdot 2 = \left( \arccos\left(\frac{0,0738 - 0,1107}{0,0738}\right) \right) \cdot 2 = \frac{4}{3} \pi = 4,18879 \text{ rad.}$$

Calculado el ángulo ( $\alpha$ ), en radianes, determinamos el valor del radio hidráulico y de la sección mojada (segmento circular) aplicando las ecuaciones [1.1] y [1.2]:

$$R = \left(\frac{r}{2}\right) \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\alpha}{\alpha}\right) = \left(\frac{0,0738}{2}\right) \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\alpha}{\alpha}\right) = 0,044529$$

A continuación, calculamos la velocidad de paso del agua mediante la ecuación de Manning, para una inclinación de la tubería del 7,00%, un radio hidráulico R de 0,044529 y un coeficiente de rugosidad de Manning para de  $n = 0,008$ :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,008} \cdot (0,044529)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,07)^{\frac{1}{2}} = 4,15 \text{ m/s}$$

Con el dato de la velocidad de paso del agua para las condiciones descritas, podemos conocer el caudal de agua que tiene que pasar para que se de esta situación:

$$Q = V \cdot S \quad [1.5]$$

Se calcula la sección mediante la ecuación [1.2]:

$$S = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\alpha - \text{sen}\alpha) = \frac{1}{2} \cdot 0,0738^2 \cdot (\alpha - \text{sen}\alpha) = 0,013765 \text{ m}^2$$

Despejando en [1.5]:

$$Q = V \cdot S = 4,15 \cdot 0,013765 = 0,0571 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 205 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Pese a que se trata de caudales muy elevados que no llegarán a circular por las instalaciones (205 m<sup>3</sup>/h) se da por bueno el dimensionado, ya que se trata de un tramo de tubería previo al Tanque Imhoff, en el que se prevé la presencia de sólidos conjuntamente con el agua residual.

### 2.1.3 Tramo 3: Salida Tanque Imhoff - Entrada Arqueta de abastecimiento

En este tramo se instalará una tubería enterrada de saneamiento corrugada de PE SN8 160 mm DN y 1,5 metros de longitud, con una inclinación del 2,67%.

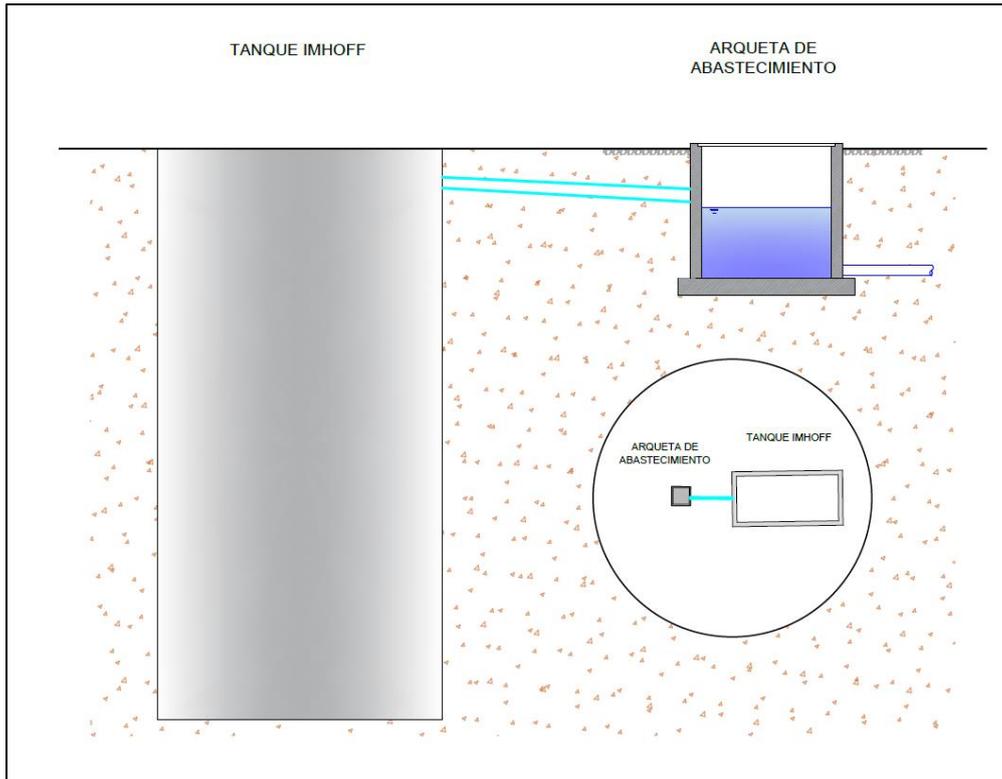


Figura 2. Representación en planta y sección del tramo n°2.

Material	PE
DN	160 mm
Longitud Tubería	1,5 m
Diferencia de cota (entrada-salida)	0,04 m
Inclinación tubería	2,67 %
Velocidad a QMIN (PERIODO 2)	0,65 m/s
Velocidad a QMAX (PERIODO 1)	1,48 m/s
Caudal para 75% de llenado	127 m <sup>3</sup> /h

#### 2.1.4 Tramo 4: Colector arquetas HFSV - Entrada HFSH

El tramo 4 consta de una tubería común a los tres humedales verticales (Ver Figura 3) a través del cual se conducirá el efluente de salida de los HFSV hasta el HFSH.

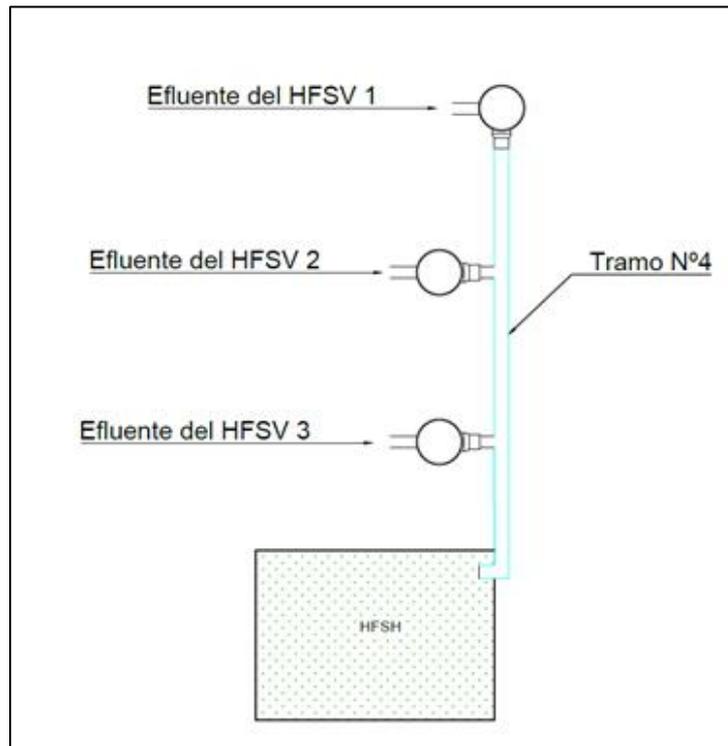


Figura 3. Representación en planta del tramo nº4

El dimensionado de este tramo se lleva a cabo para la situación más desfavorable posible, en la que coincidan en el tiempo las siguientes situaciones:

- Precipitaciones máximas registradas en 2h, para un período de retorno de 50 años.
- Caudal máximo del período 2, que corresponde al período en el que suelen tener lugar estas precipitaciones ( $Q_{MAX}$ : 9,75 m<sup>3</sup>/h).

Los datos de precipitaciones máximas en la localidad son de 80 mm en 2 horas (Datos aportados por el Ayuntamiento de Carcelén), por lo que para conocer el caudal que podrá filtrarse hasta el colector debido a unas precipitaciones de estas características, hay que tener en cuenta la superficie de los tres humedales:

$$\text{Caudal de lluvia} = \frac{80 \text{ l/m}^2}{2\text{h}} \cdot 480 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ celdas} = 57600 \text{ l/h} = 57,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como la estimación se realiza para la situación más desfavorable, se considera que estas precipitaciones tienen lugar durante la situación más desfavorable del período 2 de diseño ( $Q_{\text{MAX}} = 9.75 \text{ m}^3/\text{h}$ ), que corresponde con la época de lluvias:

$$\text{Caudal de dimensionado} = 57,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} + 9,75 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 67,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por lo que se decide instalar una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 160 mm DN y 55 metros de longitud, con una pendiente del 1%. Ya que se alcanzarán unas condiciones de 75% de llenado de la misma para caudales de  $78 \text{ m}^3/\text{h}$ , asegurando así el correcto funcionamiento de la misma.

<b>Material</b>	PE
<b>DN</b>	160 mm
<b>Longitud Tubería</b>	55 m
<b>Diferencia de cota (entrada-salida)</b>	0,55 m
<b>Inclinación tubería</b>	1 %
<b>Velocidad a QMIN (PERIODO 2)</b>	0,46 m/s
<b>Velocidad a QMAX (PERIODO 1)</b>	1,04 m/s
<b>Caudal para 75% de llenado</b>	78 m <sup>3</sup> /h

#### 2.1.5 Tramo 5: Salida HFSH – Entrada Arqueta HFSH

Este tramo de tubería deberá cumplir la función de evacuar el efluente de salida del HFSH, así como, de regular la altura de la lámina del agua en el humedal.

Se implantará una tubería de saneamiento de PE SN8 160 mm DN que atraviese el talud y llegue a una arqueta donde la conducción termina en forma de “L” invertida. Regulando de esta forma la altura del agua en el humedal horizontal, 5 cm por debajo del material granular.

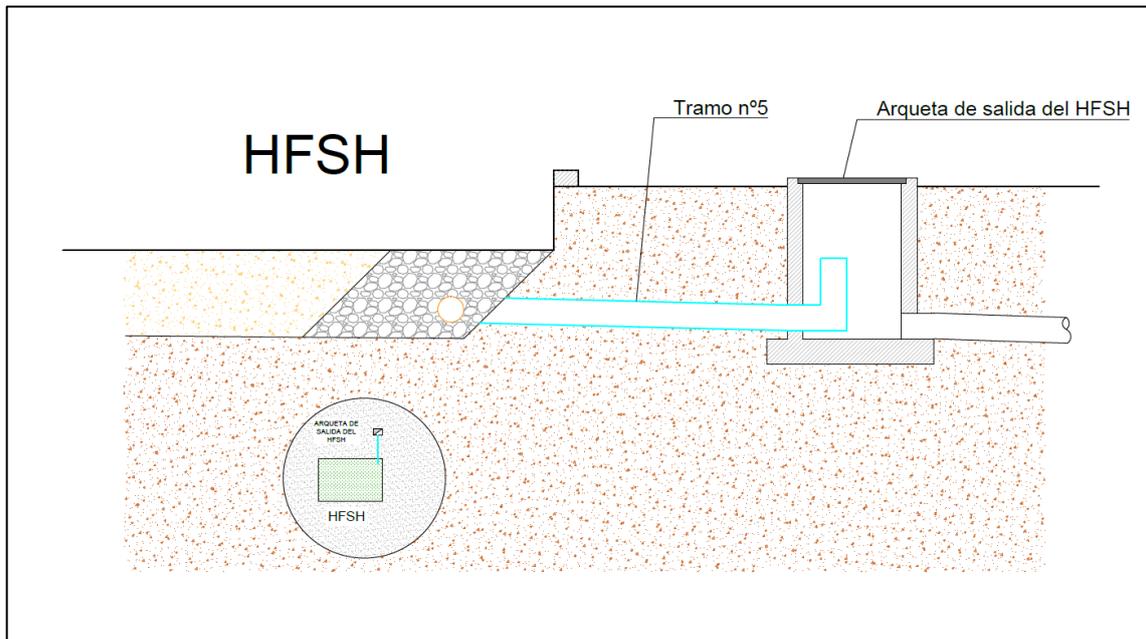


Figura 4. Esquema de la conducción de salida del agua del HFSH.

En caso de resultar necesario se anclará la tubería de salida en forma de” L” a las paredes de la arqueta para su correcta sujeción.

<b>Material</b>	PE
<b>DN</b>	160 mm
<b>Longitud Tubería</b>	4 m
<b>Diferencia de cota (entrada-salida)</b>	+0,40 m
<b>Inclinación tubería</b>	-

2.1.6 Tramo 6: Salida Arqueta HFSH – Arqueta Tomamuestras

En este tramo se instalará una tubería de saneamiento corrugada de PE 160 mm DN y 1,50 metros de longitud, con una inclinación del 3%.

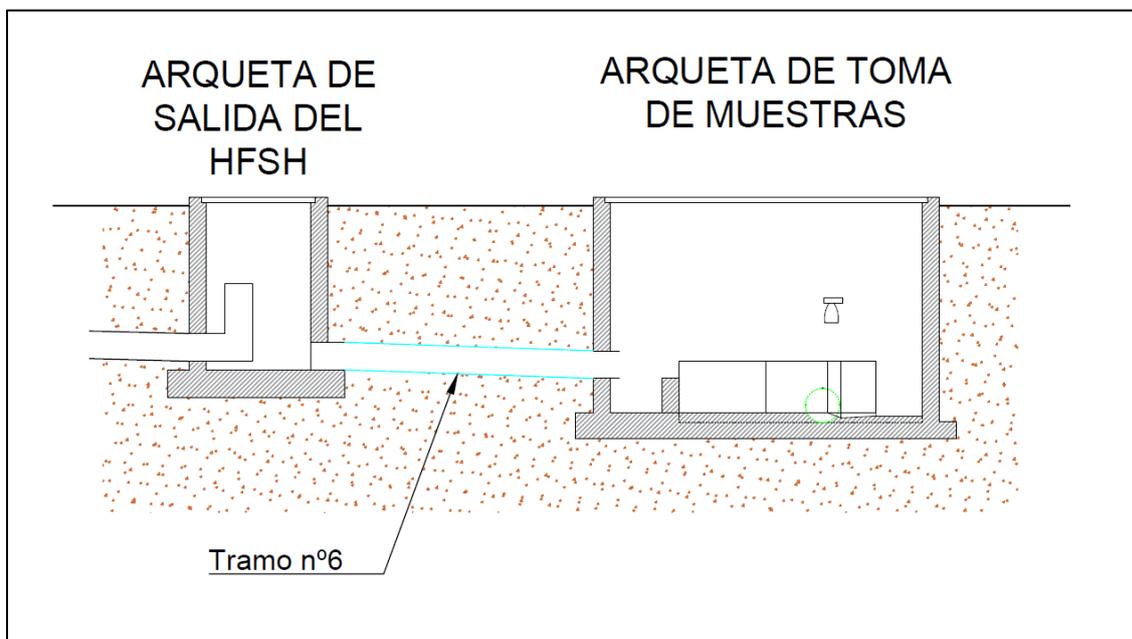


Figura 5. Esquema de la sección tipo del tramo nº6.

<b>Material</b>	PE
<b>DN</b>	160 mm
<b>Longitud Tubería</b>	1,5 m
<b>Diferencia de cota (entrada-salida)</b>	0.05 m
<b>Inclinación tubería</b>	3 %
<b>Velocidad a QMIN (PERIODO 2)</b>	0,70 m/s
<b>Velocidad a QMAX (PERIODO 1)</b>	1,60 m/s
<b>Caudal para 75% de llenado</b>	142 m <sup>3</sup> /h

2.1.7 Tramo 7: Arqueta Tomamuestras – Punto de vertido

El tramo de salida hacia punto de vertido estará compuesto por una tubería de saneamiento corrugada de PE SN8 200 mm de DN y 1,5 metros de longitud, instalada con una pendiente en dirección entrada-salida del -1%.

## 2.2 Tuberías en carga

El sistema de tuberías en carga tendrá la función de abastecer de agua residual a los tres humedales de flujo vertical, aprovechando la diferencia de cotas existente entre la altura de la lámina de agua en la arqueta de abastecimiento y la superficie de los humedales.

Este sistema estará compuesto por una tubería primaria, que conecte la arqueta de abastecimiento con una arqueta de control, situada en una cota inferior a ésta, y en la que se encontrarán las derivaciones hacia tuberías secundarias para cada uno de los tres humedales de flujo vertical. La alimentación en las diferentes celdas se realizará por medio de una terciaria colocada de forma longitudinal y de la cual deriven hacia cada lado los laterales perforados para la distribución del agua residual (Ver Figura x).

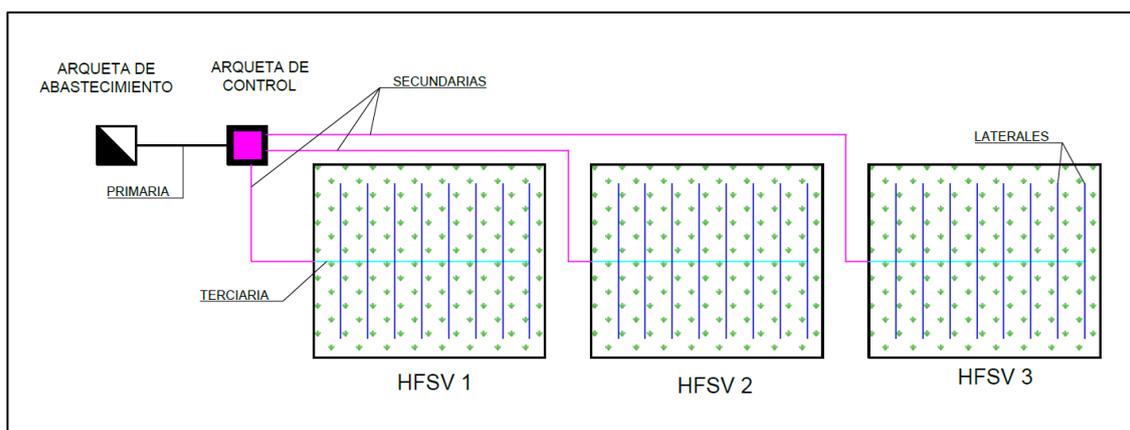


Figura 6. Esquema del sistema de distribución del agua en los tres humedales verticales, mediante tuberías en carga.

En la tubería principal se instalará una válvula automática conectada a un transductor de presión, el cual estará sumergido en la solera de la arqueta de abastecimiento y tendrá la función de permitir la apertura de la válvula siempre y cuando el nivel de la lámina de agua en la misma supere los 0,60 m.

Por otro lado, a la entrada de cada tubería secundaria se instalará una válvula automática y programable, para regular así los períodos de alimentación y descanso necesarios en cada humedal vertical.

Para el dimensionado del sistema de distribución se localiza en primer lugar el punto o nudo más desfavorable de la instalación. Debido a que los diferentes puntos se encuentran a una misma cota, el más desfavorable será el que se localice en la posición más alejada y por lo tanto con una mayor longitud de tubería. Es por ello que el dimensionado se realizará a partir del sistema de abastecimiento al HFSV nº3y para el caudal máximo de diseño, 15 m<sup>3</sup>/h.

Como restricción se establece que; será necesario que la presión mínima en los puntos de salida del agua por los laterales sea de al menos 0,50 mca, para garantizar su correcto funcionamiento.

Puesto que se sabe que la longitud total del tramo más desfavorable es de 107 metros, y habrá una diferencia de cotas entre la lámina libre del agua en la arqueta de abastecimiento y la superficie del humedal de 1,90 metros. Aplicamos Bernoulli entre el punto 1 y 2:

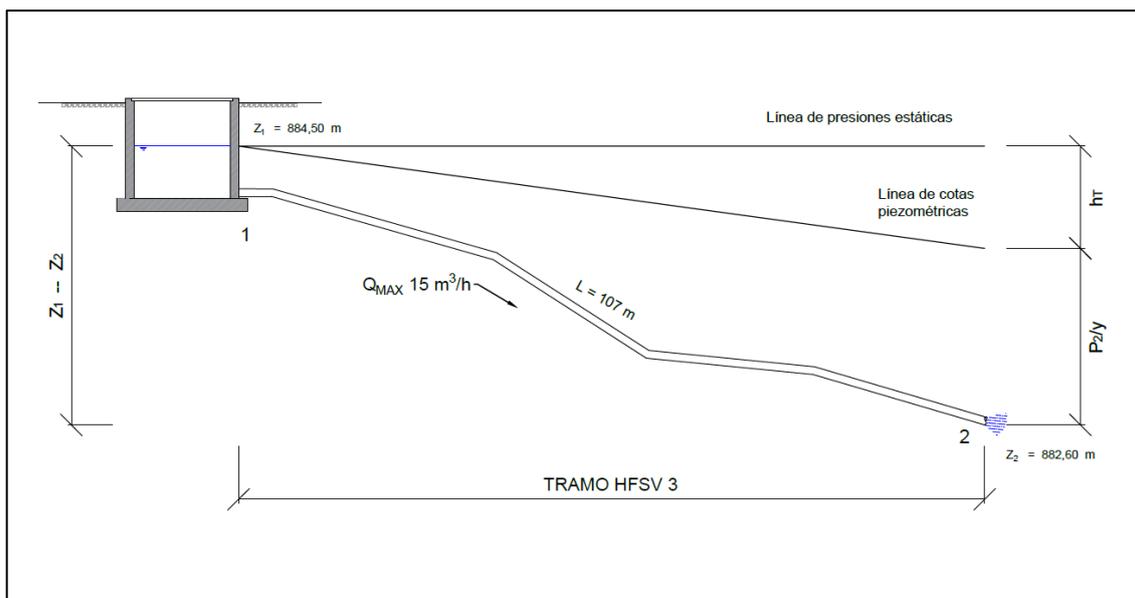


Figura 7. Esquema de líneas de presiones del tramo de abastecimiento al humedal vertical nº3.

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta h$$

Despejando de la ecuación anterior tenemos:

$$\frac{P_2}{\gamma} = z_1 - z_2 - \Delta h = 884,50 - 882,60 - \Delta h$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 1,90 - \Delta h \geq 0,50 \text{ m}$$

Siendo las pérdidas de carga, la suma de las pérdidas continuas más las singulares:

$$\Delta h_T = h_r + \sum h_s \quad [1.2]$$

A partir de las pérdidas de carga continuas calculamos de forma aproximada el diámetro mínimo necesario para asegurar la presión de 0,50 mca a la salida. Para ello empleamos la *fórmula de Hazen – Williams*, que se expresaría de la siguiente manera:

$$h_r = 10,62 \cdot C^{-1,85} \cdot L \cdot k_m \cdot \left( \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \right) \quad [1.2]$$

Siendo,

Q: caudal que circula por el interior de la tubería (m<sup>3</sup>/s).

D: diámetro interior de la tubería (m).

L: longitud de la tubería (m).

C: coeficiente rugosidad del tubo (PE: C=150).

Km : coeficiente mayorante.

La ecuación [1.1] quedaría:

$$\Delta h_T = h_r + h_s = \left( 10,62 \cdot C^{-1,85} \cdot L \cdot k_m \cdot \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \right) + \sum K_s \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Determinamos el diámetro mínimo de tubería aplicando Bernoulli para estas condiciones, considerando únicamente las pérdidas de carga continuas y aplicando un coeficiente mayorante, k<sub>m</sub> = 1,1:

$$\frac{P_2}{\gamma} = z_1 - z_2 - \Delta h = (884,50 - 882,60) - h_r$$

$$0,50 = (1,90) - 10,62 \cdot 1,1 \cdot 150^{-1,85} \cdot 107 \cdot \left( \frac{0,004167^{1,85}}{D^{4,87}} \right)$$

Despejamos el diámetro:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 107 \cdot 1,1 \cdot 0,004167^{1,85}}{1,4}} = 0,075 \text{ m} = 75 \text{ mm}$$

A falta de considerar las pérdidas de carga localizadas, escogemos un diámetro nominal de 90 mm DN, con espesor de 5,4 mm, lo que equivale a un diámetro interior de 79,2 mm y calculamos las pérdidas totales en el tramo con la ecuación [1.1].

Como pérdidas de carga localizadas consideramos:

- La salida de depósito sin saliente, con unión en ángulos vivos,  $K_S: 0,5$ .
- Pérdidas en válvulas,  $K_S: 0,14$ . (2 válvulas en el tramo).
- Pérdidas en codos de  $90^\circ$ ,  $K_S: 0,90$  (6 codos de  $90^\circ$  en el tramo).

Tabla 1. Coeficientes  $K_S$  de pérdidas singulares en tuberías.

Localización	$K_S$	En el tramo nº3
Salida de depósito sin saliente, con unión en Ángulos vivos	0,50	1 salida de depósito
Pérdidas en válvulas	0,14	2 válvulas en el tramo
Pérdidas en codo de $90^\circ$	0,90	6 codos de $90^\circ$ en el tramo

La velocidad del término cinético se calcula:

$$V = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{0,004167 \cdot 4}{\pi \cdot 0,0792^2} = 0,84 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_T = \left( 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 107 \cdot 1,1 \cdot \frac{0,004167^{1,85}}{0,0792^{4,87}} \right) + (0,5 + (0,14 \cdot 2) + (0,90 \cdot 6)) \cdot \frac{0,84^2}{19,62}$$

$$\Delta h_T = 1,07 \text{ m} + 0,22 \text{ m} = 1,29 \text{ m}$$

Por lo que el dimensionado es correcto:

$$1,90 - 1,29 = 0,60 \text{ m} \geq 0,50$$

Realizando diferentes comprobaciones se llega a la conclusión de instalar la tubería primaria, la secundaria y terciaria con tubería de PE40 de 90 mm DN y los laterales de abastecimiento, de 9 m de longitud cada uno, con tubería de PE40 de 75 mm DN y espesor de 4,5 mm, que corresponde con un diámetro interior de 66 mm.

A continuación, se comprueba en la situación más desfavorable ( $Q_{MAX}$  Período 1, sistema de abastecimiento HFSV 3), que las pérdidas de carga a través de la tubería telescópica no excedan de 1,4 m. Aplicamos la ecuación [1.1]:

$$\Delta h = 10,62 \cdot 150^{-1,85} \cdot 1,1 \cdot \left( 98 \cdot \left( \frac{0,004167^{1,85}}{0,0792^{4,87}} \right) + 9 \cdot \left( \frac{0,004167^{1,85}}{0,066^{4,87}} \right) \right) + 0,22$$

$$\Delta h = 1,17 + 0,22 = 1,39 \text{ m}$$

$$1,90 - 1,39 = 0,51 \text{ m} \geq 0,50$$

Por lo que se considera como adecuado el dimensionado.

A continuación, se detallan los datos de pérdida de carga obtenida en cada tramo de abastecimiento de los diferentes HFSV. Para la situación más desfavorable de 15 m<sup>3</sup>/h:

Tabla 2.2. Pérdidas de carga en el tramo de abastecimiento al HFSV 3, para el caudal máximo de diseño.

Sistema de abastecimiento al HFSV nº3						
TRAMO	LONGITUD (m)	DN (mm)	Dint (mm)	Q(m3/h)	Q(m3/s)	h <sub>R</sub> (m)
PRIMARIA	3,5	90	79,6	15	0,00417	0,03
SECUNDARIA	72	90	79,6	15	0,00417	0,71
TERCIARIA	22,5	90	79,6	15	0,00417	0,22
LATERAL	9	75	66,6	15	0,00417	0,21
PÉRDIDAS LOCALIZADAS (m)			0,22	h <sub>T</sub> (m)		1,39

Tabla 2.4. Pérdidas de carga en el tramo de abastecimiento al HFSV 1, para el caudal máximo de diseño.

Sistema de abastecimiento al HFSV nº1						
TRAMO	LONGITUD (m)	DN (mm)	Dint (mm)	Q(m3/h)	Q(m3/s)	h <sub>R</sub> (m)
PRIMARIA	3,5	90	79,6	15	0,00417	0,03
SECUNDARIA	2,5	90	79,6	15	0,00417	0,02
TERCIARIA	22,5	90	79,6	15	0,00417	0,22
LATERAL	9	75	66,6	15	0,00417	0,21
PÉRDIDAS LOCALIZADAS (m)			0,1		h <sub>T</sub> (m)	0,58

Tabla 2.5. Pérdidas de carga en el tramo de abastecimiento al HFSV 2, para el caudal máximo de diseño.

Sistema de abastecimiento al HFSV nº2						
TRAMO	LONGITUD (m)	DN (mm)	Dint (mm)	Q(m3/h)	Q(m3/s)	h <sub>R</sub> (m)
PRIMARIA	3,5	90	79,6	15	0,00417	0,03
SECUNDARIA	46	90	79,6	15	0,00417	0,45
TERCIARIA	22,5	90	79,6	15	0,00417	0,22
LATERAL	9	75	66,6	15	0,00417	0,21
PÉRDIDAS LOCALIZADAS (m)			0,13		h <sub>T</sub> (m)	1,04

### 2.3 Tuberías de drenaje

Diferenciamos entre dos tipos de sistemas de drenaje:

- Sistema de drenaje HFSV
- Sistema de drenaje HFSH

#### 2.3.1 Sistema de drenaje HFSV

El sistema de drenaje en los Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical consistirá en una red lateral de drenaje, que facilite la captación del agua, conectada a un colector de drenaje principal, cuya función es la de evacuar el agua drenada hacia la arqueta de salida.

El sistema de drenaje lateral estará formado por 4 tuberías de drenaje corrugadas de PE con ranurado a 220 ° con un DN de 110 mm. Separadas entre sí 5,2 m y con una longitud por tubería

de 22,5 m. Estarán dispuestas con pendiente del 1,00% y conectadas en su extremo más bajo con el colector de drenaje principal.

El colector de drenaje principal estará formado por una tubería de drenaje corrugada de PE 160 mm DN con ranurado a 220°, la longitud de la misma será de 19 metros. Estará dispuesta con una inclinación del -1,00 % en dirección a la arqueta.

A continuación, se comprueba el funcionamiento del colector de drenaje principal ante la situación más desfavorable:

- Precipitaciones máximas registradas en 2h, para un período de retorno de 50 años.
- Caudal máximo del período 2, que corresponde al período en el que suelen tener lugar estas precipitaciones ( $Q_{MAX}$ : 9,75 m<sup>3</sup>/h).

El dato de máximas precipitaciones registradas para un período de retorno de 50 años y un tiempo de precipitación de 2 h es de 80 l/m<sup>2</sup>. Siendo un caudal para un área de celda de 480 m<sup>2</sup>:

$$Q = \frac{480m^2 \cdot 80 l/m^2}{2h} = 19200 l/h = 19,2 m^3/h$$

Sumándole el caudal máximo del “PERIODO 2”, correspondiente a la época de lluvias, se obtiene un caudal de drenaje necesario de 29 m<sup>3</sup>/h o lo que es lo mismo 8 l/s.

Según el fabricante, la tubería de drenaje de 160 mm DN dispuesta con una pendiente del 1% admite drenes de hasta 9,04 l/s. Por lo que se da por adecuado el dimensionado.

Las tuberías de drenaje seleccionadas están diseñadas para condiciones de enterramiento situadas 0,80 y 2,50 m de profundidad (medidos desde la superficie del terreno hasta la clave del tubo) y sin soportar cargas de tráfico rodado. Tubos con rigidez anular = 2,0 kN/m<sup>2</sup>.

### 2.3.2 Sistema de drenaje HFSH

El sistema de drenaje del Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal consistirá en una tubería de drenaje de 17 m de longitud situada en el extremo más profundo de la celda. Ésta conectará directamente con el colector de salida, el cual se encargará de mantener el nivel del agua en la celda 5 cm por debajo de la superficie del sustrato filtrante.

Para la evacuación del agua del humedal se empleará una tubería de drenaje corrugada de PE con ranurado a 360 ° y DN de 160 mm.

Estará diseñada para condiciones de enterramiento entre 0,80 y 2,50 m de profundidad (medidos desde la superficie del terreno hasta la clave del tubo) y sin soportar cargas de tráfico rodado. Tubos con rigidez anular = 2,0 kN/m<sup>2</sup>.

### 3 RESUMEN DE COTAS

Punto de localización	Cota
Colector de entrada	885 m
Aliviadero de la obra de llegada	885,4 m
Inicio del canal de desbaste	884,97 m
Final del canal de desbaste	884,91 m
Principio del desarenador	884,89 m
Tubería de salida del desarenador	884,79 m
Entrada al Tanque Imhoff	884,65 m
Salida del Tanque Imhoff	884,51 m
Entrada a la Arqueta de abastecimiento	884,55 m

Punto de localización	Cota
Salida de Arqueta de abastecimiento	883,90 m
Válvulas de Control en Arqueta	882,65 m
Superficie en los HFSV	882,60 m
Superficie en el HFSH	880,80 m

Punto de localización	Cota
Entrada tubería de drenaje de los HFSV en Arqueta	881,40 m
Tubería de abastecimiento a HFSH	880,85 m
Extremo de la tubería en la arqueta del HFSH	880,75 m
Salida Arqueta HFSH	880,25 m
Entrada Arqueta Toma-muestras	880,20 m
Salida Arqueta Toma-muestras	879,96 m
Punto de Vertido	879,92 m

#### 4 APÉNDICE 1

( $Q_{MAX}$  PERÍODO 1)

<b>DN</b>	160 mm
<b>Dint</b>	147,6 mm
<b>r</b>	73,8 mm
<b>e</b>	6,2 mm
<b>n (Manning)</b>	0,008

<b><math>Q_{MAX}</math> (PERÍODO 1)</b>
15 m <sup>3</sup> /h
0,00416667 m <sup>3</sup> /s
4,17 l/s

% Llenado	h (m)	$\alpha$ (rad)	$\alpha$ (°)	S (m <sup>2</sup> )	R	V (m/s)	I(%)
5,00%	0,0074	0,902054	51,683866	0,000320	0,004805	13,03	1339,68%
8,00%	0,0118	1,147026	65,719761	0,000641	0,007575	6,50	181,61%
9,00%	0,0133	1,218771	69,830412	0,000763	0,008480	5,46	110,43%
10,00%	0,0148	1,287002	73,739795	0,000890	0,009376	4,68	70,88%
12,00%	0,0177	1,414966	81,071604	0,001163	0,011138	3,58	33,03%
13,60%	0,0202	1,516618	86,895801	0,001411	0,012605	2,98	19,03%
15,00%	0,0221	1,590798	91,145992	0,001609	0,013709	2,59	13,07%
20,00%	0,0295	1,854590	106,260205	0,002436	0,017799	1,71	4,03%
75,00%	0,1107	4,188790	240,000000	0,013765	0,044529	0,30	0,04%
100,00%	0,1476	6,283185	360,000000	0,017110	0,036900	0,24	0,03%

R: radio hidráulico, formado por el cociente entre el perímetro mojado y la sección mojada.

S: segmento circular o sección mojada (m<sup>2</sup>).

r: radio interior de la tubería (m).

$\alpha$ : ángulo que forma el vértice del sector circular (rad).

h: calado del agua en el interior de la tubería (m).

( $Q_{MIN}$  PERÍODO 2)

<b>DN</b>	160 mm
<b>Dint</b>	147,6 mm
<b>r</b>	73,8 mm
<b>e</b>	6,2 mm
<b>n (Manning)</b>	0,008

<b><math>Q_{MIN}</math> (PERÍODO 2)</b>
0,97 m <sup>3</sup> /h
0,000269444 m <sup>3</sup> /s
0,27 l/s

% Llenado	h (m)	$\alpha$ (rad)	$\alpha$ (°)	S (m <sup>2</sup> )	R	V (m/s)	I(%)
1,00%	0,0015	0,400670	22,956682	0,000029	0,000979	9,30	5695,89%
2,00%	0,0030	0,567588	32,520409	0,000082	0,001950	3,30	286,06%
3,00%	0,0044	0,696332	39,896887	0,000150	0,002911	1,80	49,98%
4,00%	0,0059	0,805432	46,147836	0,000230	0,003862	1,17	14,55%
5,00%	0,0074	0,902054	51,683866	0,000320	0,004805	0,84	5,60%
10,00%	0,0148	1,287002	73,739795	0,000890	0,009376	0,30	0,30%
15,00%	0,0221	1,590798	91,145992	0,001609	0,013709	0,17	0,05%
20,00%	0,0295	1,854590	106,260205	0,002436	0,017799	0,11	0,02%
75,00%	0,1107	4,188790	240,000000	0,013765	0,044529	0,02	0,00%
100,00%	0,1476	6,283185	360,000000	0,017110	0,036900	0,02	0,00%

R: radio hidráulico, formado por el cociente entre el perímetro mojado y la sección mojada.

S: segmento circular o sección mojada (m<sup>2</sup>).

r: radio interior de la tubería (m).

$\alpha$ : ángulo que forma el vértice del sector circular (rad).

h: calado del agua en el interior de la tubería (m).



## **ANEJO N°3:**

---

VEGETACIÓN EN LOS HUMEDALES ARTIFICIALES

---

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE INTERÉS .....	2
2.1	<i>Typha</i> spp. (Familia <i>Typhaceae</i> ).....	2
2.1.1	<i>Typha latifolia</i> L.....	3
2.1.2	<i>Typha angustifolia</i> L.....	3
2.1.3	<i>T. domingensis</i> (Pers.).....	4
2.2	<i>Phragmites australis</i> (Familia <i>Poaceae</i> ).....	5
2.3	<i>Scirpus</i> spp. (Familia <i>Cyperaceae</i> ).....	6
2.3.1	<i>Scirpus lacustris</i> L. (Junco de laguna).....	6
2.3.2	<i>Scirpus holoschoenus</i> L. (Junco de bolas) .....	7
3	SELECCIÓN DE LA VEGETACIÓN A IMPLANTAR.....	8
3.1	Vegetación en los Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV) .....	9
3.2	Vegetación en el Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal (HFSH) .....	10
4	MANEJO DE LAS PLANTAS EN LOS HUMEDALES .....	10
4.1	Implantación .....	10
4.2	Siega de la parte aérea.....	11

## 1 INTRODUCCIÓN

A través del presente anejo se pretende justificar la elección de las especies de plantas que van a implantarse en los diferentes humedales de los que se compone el sistema de depuración de la EDAR de Carcelén (Albacete).

A continuación, se resumen algunos de los efectos de la vegetación sobre el funcionamiento de los humedales (García, J., et al. 2008):

- Las raíces y rizomas proporcionan una superficie adecuada para el crecimiento de la biopelícula microbiana. Esta biopelícula crece adherida a las partes subterráneas de las plantas y sobre el medio granular.
- Provocan un efecto de amortiguación de las variaciones ambientales. La vegetación evita altos gradientes de temperatura y en climas fríos protege de la congelación.
- Contribuyen a la eliminación de contaminantes. Ya que las plantas asimilan nutrientes.
- Contribuyen a la oxigenación del sustrato.

El conjunto de especies que se utilizan en fitodepuración, y más concretamente en sistemas de flujo subsuperficial es bastante reducido y se restringe a especies helófitas o emergentes como las eneas (*Typha spp.*), el carrizo (*Phragmites australis*) y los juncos (*Scirpus spp.*). Los helófitos son muy cosmopolitas, por lo que pueden encontrarse en todo el mundo.

## 2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE INTERÉS

### 2.1 *Typha* spp. (Familia *Typhaceae*)

En España el género *Typha* está representado únicamente por tres especies: *T. latifolia* L., *T. angustifolia* L., y *T. domingensis* (Pers.). Comúnmente son llamadas Eneas o Espadaña y su rango de temperaturas en el que se desarrollan es de 10 a unos 30°C.

Existen numerosos trabajos sobre la productividad de las eneas, en medios naturales y en humedales artificiales, que documentan que es una especie altamente productiva. En

fitodepuración se indica una productividad anual de 13 kg/m<sup>2</sup> de materia seca repartida entre la parte aérea y la sumergida (Fernández, J et al. 2000).

Los resultados de diferentes experiencias indican que, en comparación con otras plantas utilizadas como tratamiento de aguas (*Scirpus* spp.), las eneas son las plantas más eficaces para la fitodepuración. Pudiendo ser utilizadas para la eliminación de materia orgánica como de nitrógeno, siendo más indicadas en los Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal debido a que la penetración de sus raíces es relativamente pequeña, de unos 30 cm.

A continuación, se detalla brevemente algunas características más importantes de cada una de ellas. Las diferencias principales vienen determinadas por su talla, la preferencia de temperaturas y el diferente grado de tolerancia a la contaminación.

#### 2.1.1 Typha latifolia L.

Planta robusta que alcanza más de 2 m de altura, de requerimientos térmicos parecidos a la *T. domingensis*, aunque tiende a ser desplazada por esta en condiciones de agua de baja calidad.



Figura 2.1. Imagen de *Typha latifolia* L. (Fuente: Universidad Pública de Navarra).

#### 2.1.2 Typha angustifolia L.

Planta más esbelta y por lo tanto menos robusta que la especie anterior, que no suele sobrepasar de los 2 m de altura. El área de distribución natural es de temperaturas más frescas que la de los hábitats de las otras dos especies, por lo que en España es bastante menos frecuente que *T. domingensis* o *T. latifolia* (Ver Figura 2.2).



Figura 2.2. Imagen de *Typha angustifolia* L. (Fuente: commons.org).

### 2.1.3 *Typha. domingensis* (Pers.)

Planta mucho más robusta que puede alcanzar más de 3 m de altura. En condiciones de aguas de baja calidad, si hubiera coexistencia con *T. latifolia*, *T. domingensis* iría desplazándola ya que desarrolla mayor talla y tiene menor exigencia de calidad del agua.

Las imágenes que se muestran a continuación han sido tomadas en una fuente natural cercana a la población donde está proyectada la depuradora. Concretamente en la balsa de la Fuente de Pinilla en Carcelén (Albacete):



Figura 2.3. Foto tomada en una balsa cercana al punto donde está proyectada la depuradora, en la que se observan ejemplares de *Typha domingensis* (Pers.).

## 2.2 *Phragmites australis* (Familia *Poaceae*)

Se trata de una planta acuática helófito que pertenece a la familia de las Poaceas, se le conoce comúnmente como carrizo y es una de las especies vegetales de mayor distribución a nivel mundial.

A simple vista se aprecia una planta muy robusta, que puede alcanzar más de 3 m de altura y que se desarrolla de manera adecuada en aguas contaminadas (naturaleza orgánica, alcalina o salina).

El carrizo se utiliza como helófito en humedales de flujo subsuperficial de manera prácticamente generalizada. Los rizomas penetran profundamente (40-60 cm) en el sustrato del humedal provocando un efecto oxigenador potencialmente mayor, siendo adecuadas para sistemas verticales. En cuanto a su productividad, destaca por su elevada generación de biomasa, ya que se indican valores superiores a 5 kg de masa seca por m<sup>2</sup> y año (el 44% corresponde a la biomasa aérea).



Figura 2.4. Detalle de *Phragmites australis* L. en un humedal artificial en la Planta Experimental de Carrión de Céspedes (Sevilla).

### 2.3 *Scirpus* spp. (Familia *Cyperaceae*)

El género *Scirpus* tiene una distribución prácticamente cosmopolita y algunas especies son de aplicación para el tratamiento de aguas residuales en humedales artificiales. En España destacan: *Scirpus lacustris* L. (junco de laguna) y *Scirpus holoschoenus* L. (junco de bolas). Comúnmente son llamadas juncos y su rango de temperaturas en el que se desarrollan es de 16 a unos 27°C.

Su productividad es baja en relación con las eneas o los carrizos; aproximadamente es de 0,5 a 1,2 kg de materia seca por m<sup>2</sup> y año (50% de biomasa aérea). La penetración de las raíces en la grava es de 60 cm aproximadamente, por lo que es recomendable para sistemas de flujo subsuperficial vertical.

Más que la eliminación de nutrientes (N y P), el papel principal de los *Scirpus* en los humedales es el de actuar de filtro, potenciando los mecanismos de sedimentación y separación. A continuación, se detallan brevemente algunas características más importantes de cada una de ellas.

#### 2.3.1 *Scirpus lacustris* L. (Junco de laguna)

Planta de tallos simples, erectos, que pueden alcanzar los 3 m de altura. En su hábitat natural se comporta principalmente como acuática helófito.





Figura 1.5. Imágenes de *Scirpus lacustris* L. (Fuente: commons.org)

### 2.3.2 *Scirpus holoschoenus* L. (Junco de bolas)

Se trata de una planta robusta que puede alcanzar 2 m de altura. Se distinguen respecto a los juncos de lagunas porque estas presentan cabezuelas (espiguillas de forma globosa).



Figura 2.6. Imágenes de *Scirpus holoschoenus* L. (Fuente: Albufera.com).



Figura 2.7. Foto tomada en una fuente natural cercana al punto donde está proyectada la depuradora, donde se observan ejemplares de *Scirpus holoschoenus* L. o Junco de bolas.

### 3 SELECCIÓN DE LA VEGETACIÓN A IMPLANTAR

La selección de la vegetación que se va a emplear en los humedales se realiza teniendo en cuenta una serie de recomendaciones (García, J., et al. 2008):

- Se deben utilizar especies propias de la flora local y que puedan crecer fácilmente en las condiciones ambientales del sistema proyectado.
- Las especies deben tolerar los contaminantes presentes en las aguas residuales.
- Debe tratarse de especies con elevada productividad, que alcancen una biomasa considerable por unidad de superficie para conseguir la máxima asimilación de nutrientes.
- La biomasa subterránea debe poseer una gran superficie específica para potenciar el crecimiento de la biopelícula.
- Las especies deben ser colonizadoras activas, con eficaz extensión del sistema de rizomas.

### 3.1 Vegetación en los Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV)

Para la elección de la vegetación a implantar en los tres HFSV tenemos en primera instancia la consideración de dos aspectos principales que son: La configuración de este tipo de humedal, con una profundidad del lecho filtrante de 0,8 m, por lo que serán necesarias especies la máxima longitud vertical de raíces posible, y la utilización de especies propias de la flora local, suponiendo su total adaptación a la climatología de la zona.

De esta forma, se va a llevar a cabo el análisis únicamente con dos especies: *Phragmites australis* L., por la longitud vertical de sus raíces (40-60 cm), y *Scirpus holoschoenus* L., por la profundidad vertical de sus raíces (60 cm) y por ser una especie adaptada a la flora local. Descartando así las Eneas debido a que no presentan una profundidad de rizomas adecuada.

Tabla 3.1. Comparación de los aspectos de mayor importancia entre *Phragmites australis* L. y *Scirpus holoschoenus* L.

	<i>Phragmites australis</i> L.	<i>Scirpus holoschoenus</i> L.
<b>Profundidad de las raíces</b>	40-60 cm	60 cm
<b>Producción de biomasa</b>	Alta	Baja
<b>Resistencia plagas y enfermedades</b>	Alta	Muy alta
<b>Adaptación a la flora local</b>	-	Si

Analizando de forma detallada estas dos especies, se llega a la conclusión de que la más adecuada para su implantación en los tres HFSV de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Carcelén (Albacete) es el carrizo o *Phragmites australis* L., debido principalmente a que produce una mayor cantidad de biomasa que el junco de bolas o *Scirpus holoschoenus* L.

Además, se ha dado mucha importancia en esta elección, al hecho de tratarse de una planta ampliamente utilizada e implantada en numerosos sistemas de depuración por toda Europa, obteniendo muy buenos resultados.

### 3.2 Vegetación en el Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal (HFSH)

Para la elección de la vegetación a implantar en el HFSH se tiene en consideración que la profundidad del sustrato en este tipo de humedal es de 0,4 m. De las especies estudiadas en este anejo las más indicadas son del género *Typha*, ya que sus raíces suelen alcanzar una profundidad de 30 cm.

De éste género se selecciona la *Typha domingensis* (pers.) principalmente por haberse observado en zonas húmedas cercanas al punto donde está proyectada la depuradora, garantizando de esta forma la adaptabilidad de la misma. Además, y tiene una menor exigencia de la calidad del agua y presenta una mayor talla que *T. latifolia* y *T. angustifolia*, lo que se traduce en una mayor producción de biomasa.

## 4 MANEJO DE LAS PLANTAS EN LOS HUMEDALES

### 4.1 Implantación

#### 4.1.1 *Typha domingensis* (Enea):

La implantación de las eneas se puede realizar a partir de pequeñas plantas previamente desarrolladas en vivero (20-30 cm de altura) o directamente mediante rizomas, en función del material vegetal disponible y la época en la que se desee realizar la plantación.

Las plantas pueden implantarse prácticamente en cualquier época del año, mientras que para la implantación de rizomas el momento óptimo es a principios de la primavera.

El marco de plantación adecuado en eneas es de 4 plantas/m<sup>2</sup>, de esta forma se consigue una buena cobertura vegetal en 3 meses de desarrollo.

#### 4.1.2 *Phragmites australis* (Carrizo):

Se recomienda que la implantación del carrizo en los humedales artificiales se efectúe mediante la plantación de material vegetal procedente de vivero o poblaciones naturales de la zona con el fin de asegurar su adaptación al lugar.

En el caso de la implantación por rizomas, estos deben ser fraccionados adecuadamente (que contengan varias yemas), realizándose su plantación en primavera. El marco de plantación adecuado del carrizo es de 4 a 6 unidades/m<sup>2</sup>

## 4.2 Siega de la parte aérea

Debido a que el ciclo de desarrollo de ambas especies anual, es imprescindible la cosecha periódica de la parte emergente, además de su retirada de los humedales para que la eliminación de carga contaminante sea eficaz.

El corte debe efectuarse una vez al año cuando las plantas se encuentren en reposo vegetativo y antes de que comience la nueva brotación. Siendo conveniente realizar la siega, en este caso, hacia finales del otoño (noviembre-diciembre).

Teniendo en consideración que la biomasa seca extraída al año de la depuradora sería aproximadamente de 5-6 toneladas al año, se proponen diferentes formas de valorizarla en la misma localidad:

- **Compostaje:** para su uso en campos de cultivo propios de la zona: olivos, almendros, cereales, hortícolas, etc. Siempre y cuando se compruebe la ausencia de metales pesados.
- **Valorización energética local:** ya que el medio de calefacción más ampliamente utilizado en la localidad es la estufa de leña y calderas de leña y/o pellets.

Documento nº2

---

## **PLANOS**

PROYECTO DE ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.)  
EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

Guillermo López Gómez

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

## ÍNDICE DE PLANOS

1. PLANO DE SITUACIÓN
2. PLANO DE EMPLAZAMIENTO
3. PLANO CATASTRAL
4. ESTADO ACTUAL
5. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA
6. PLANTA GENERAL. REPLANTEO
7. SECCIÓN EN PLANTA. DETALLE DE HUMEDALES
8. PLANTA GENERAL DE CONDUCCIONES
9. PRETRATAMIENTO. PLANTA Y SECCIÓN TIPO
10. TANQUE IMHOFF. PLANTA, SECCIÓN Y PERFIL
11. CANALIZACIONES. SECCIONES TIPO Y DETALLES
12. ARQUETAS. PLANTA Y SECCIÓN
13. PERFIL HIDRÁULICO DE LA EDAR
14. URBANIZACIÓN



COMUNIDAD DE CASTILLA LA MANCHA



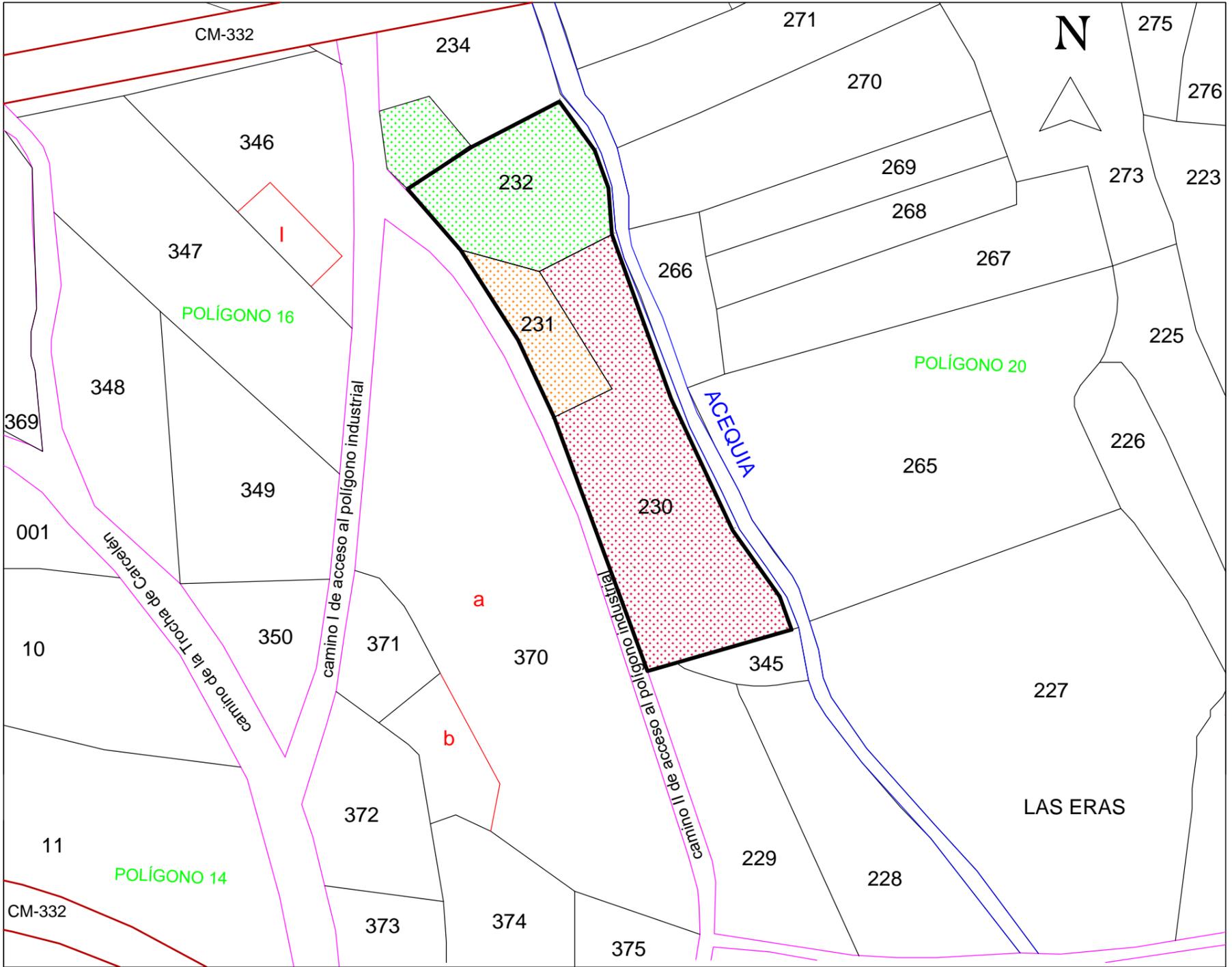
	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural		
	ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)		
TÍTULO:	PLANO DE SITUACIÓN	Nº PLANO:	<b>1</b>
AUTOR:	GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ	FIRMA:	ESCALA: 1:150000
			FECHA: Oct. 15



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y  
 del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN  
 EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

TÍTULO: PLANO DE EMPLAZAMIENTO	Nº PLANO: <b>2</b>
AUTOR: GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ	FIRMA:
	ESCALA: 1:3000
	FECHA: Oct. 15



ÁMBITO DE ACTUACIÓN					
Parcela	Polígono	Referencia Catastral	Superficie (m <sup>2</sup> )	Uso Actual	Superficie Afectada (m <sup>2</sup> )
230	20	02020A020002300000AH	1933	AM - Almendros seco	1933
231	20	02020A020002310000AW	402	E - Pasto arbustivo	402
232	20	02020A020002320000AA	1099	EDAR Actual	876
<b>SUPERFICIE TOTAL AFECTADA</b>					<b>3211</b>

LEYENDA	
	Superficie total afectada
	Camino
	Carretera CM-332
	Acequia/barranco de vertido
	PARCELA 230
	PARCELA 231
	PARCELA 232



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

**ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)**

TÍTULO:  
PLANO CATASTRAL

Nº PLANO:

**3**

AUTOR:  
GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ

FIRMA:

ESCALA: 1:1000

FECHA: Oct. 15



LEYENDA

--- PARCELA DE LOCALIZACIÓN DE LA EDAR ACTUAL

- - - PARCELAS OBJETO DE AMPLIACIÓN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

TÍTULO:

ESTADO ACTUAL

Nº PLANO:

4

AUTOR:

GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ

FIRMA:

ESCALA: 1:1000

FECHA: Oct. 15

N



LEYENDA

- ① PRETRATAMIENTO. OBRA DE LLEGADA, CANAL DE DESBASTE Y DESARENADO.
- ② TANQUE IMHOFF
- ③ ARQUETA DE ABASTECIMIENTO
- ④ HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL VERTICAL
- ⑤ HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL
- ⑥ CASETA DE CONTROL
- ARQUETA DE SALIDA HFSV
- ARQUETA DE CONTROL
- ARQUETA DE SALIDA HFSH
- ARQUETA TOMAMUESTRAS
- PUNTO DE VERTIDO Coordenadas UTM 30 ETRS89  
X: 646.260  
Y: 4.330237

ACEQUIA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL  
MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

TÍTULO:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Nº PLANO:

5

AUTOR:

GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ

FIRMA:

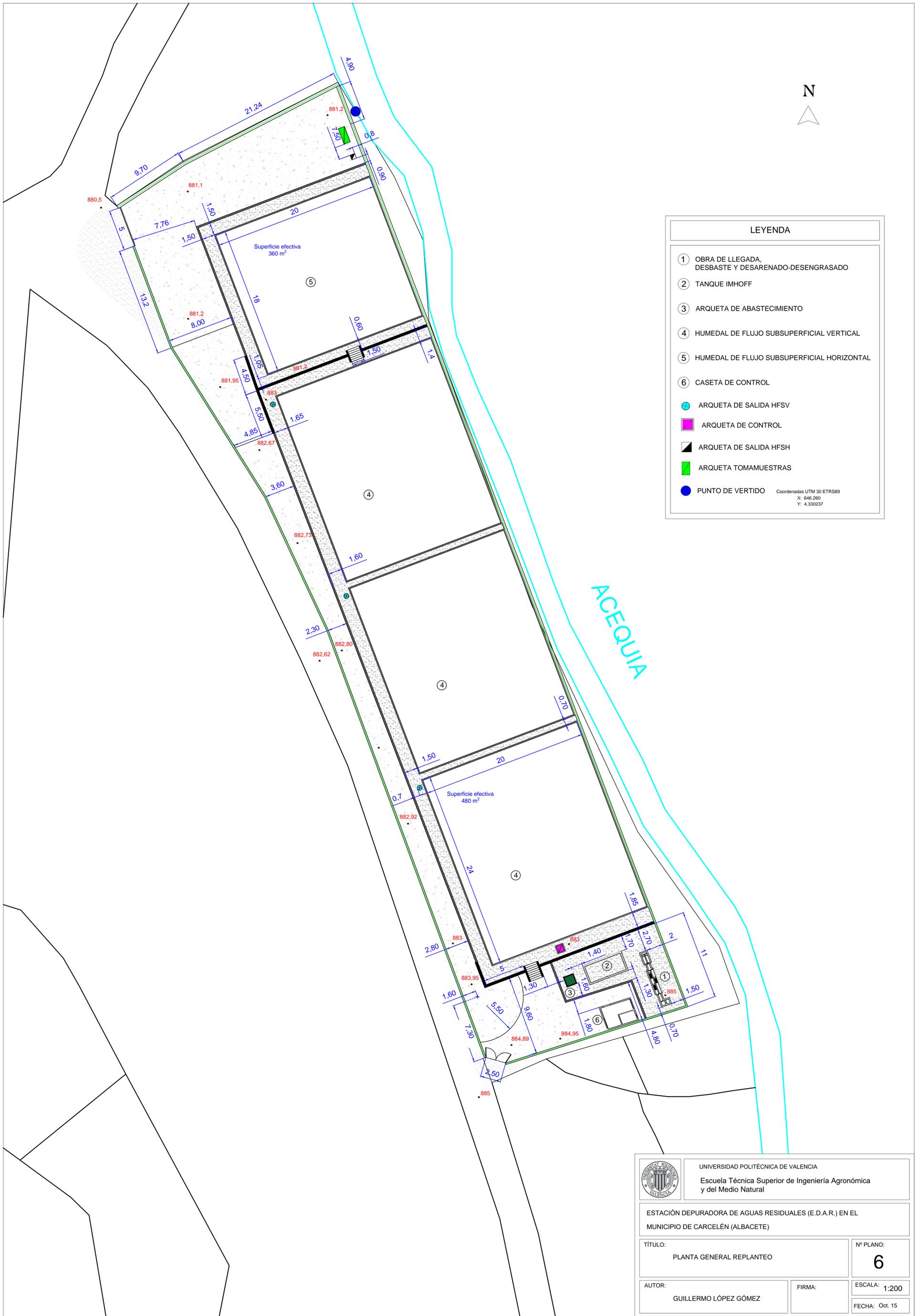
ESCALA: 1:200

FECHA: Oct. 15



LEYENDA

- ① OBRA DE LLEGADA, DESBASTE Y DESARENADO-DESENGRASADO
  - ② TANQUE IMHOFF
  - ③ ARQUETA DE ABASTECIMIENTO
  - ④ HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL VERTICAL
  - ⑤ HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL
  - ⑥ CASETA DE CONTROL
  -  ARQUETA DE SALIDA HFSV
  -  ARQUETA DE CONTROL
  -  ARQUETA DE SALIDA HFSSH
  -  ARQUETA TOMAMUESTRAS
  -  PUNTO DE VERTIDO
- Coordenadas UTM 30 ETRS89  
X: 646.260  
Y: 4.330237



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL  
MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

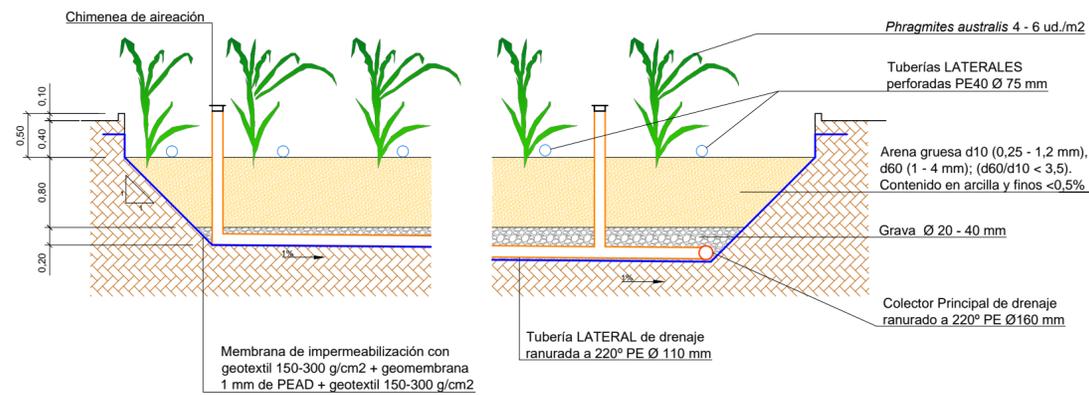
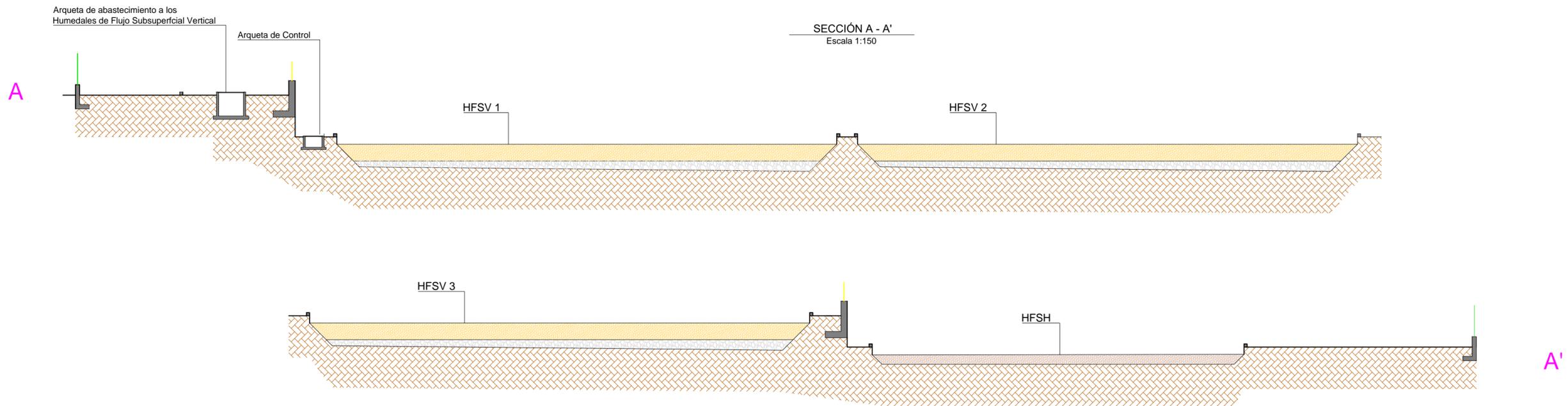
TÍTULO:  
PLANTA GENERAL REPLANTEO

Nº PLANO:  
**6**

AUTOR:  
GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ

FIRMA:

ESCALA: 1:200  
FECHA: Oct. 15



HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL VERTICAL (HFSV)

Escala: S/E

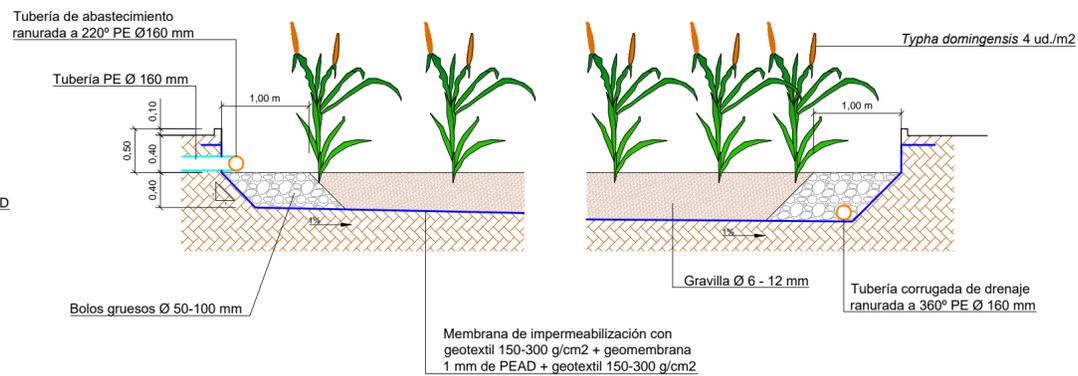
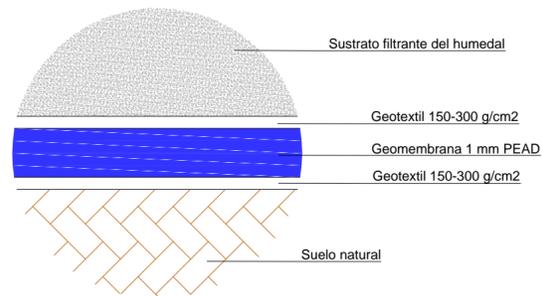
SECCIÓN EN PLANTA

Escala 1:1500



SECCIÓN MEMBRANA IMPERMEABLE

Escala: 10:1



HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL (HFSH)

Escala: S/E



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

TÍTULO:  
SECCIÓN EN PLANTA. DETALLE DE HUMEDALES

Nº PLANO:  
**7**

AUTOR:  
GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ

FIRMA:

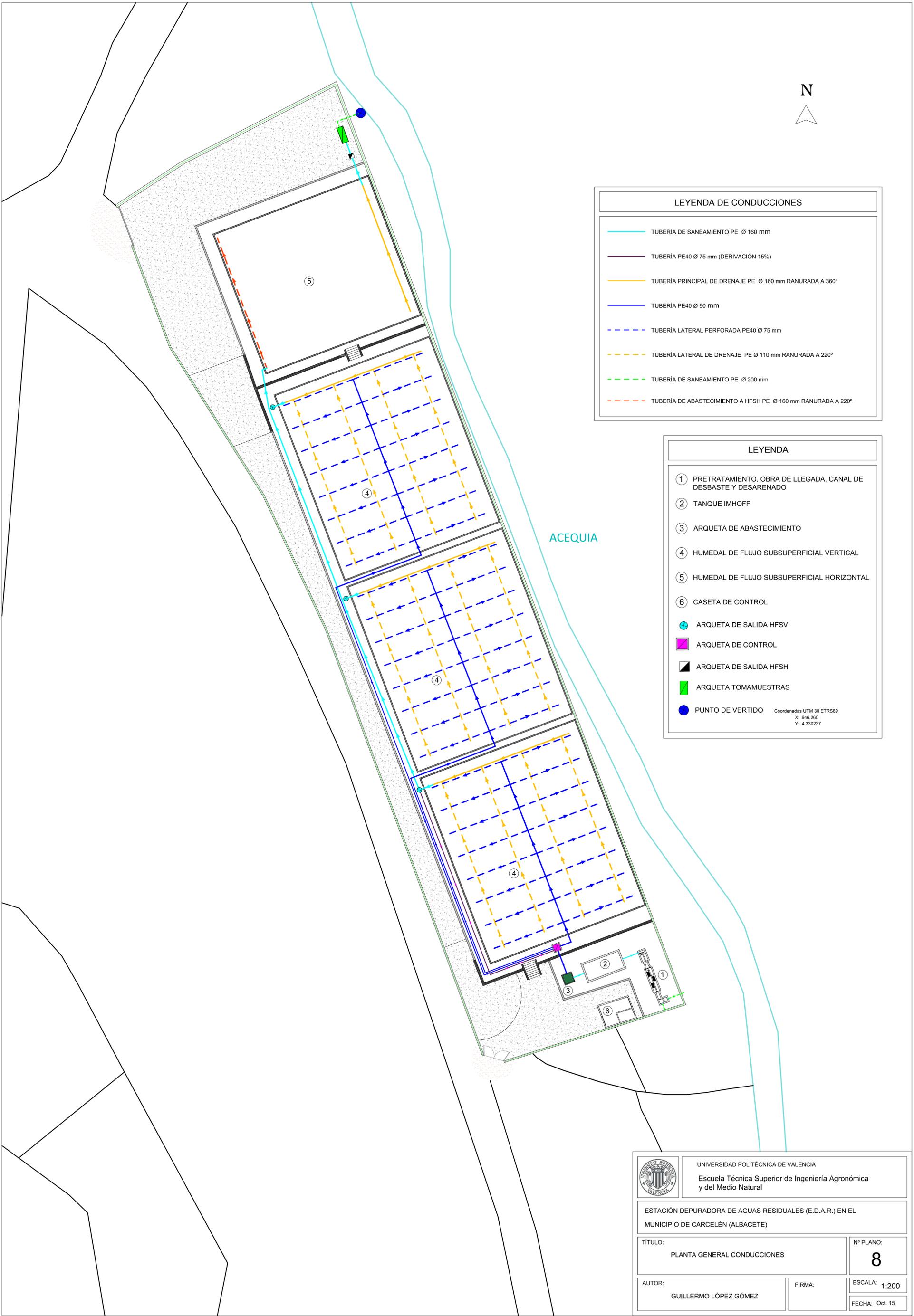
ESCALA: VARIAS

FECHA: Oct. 15



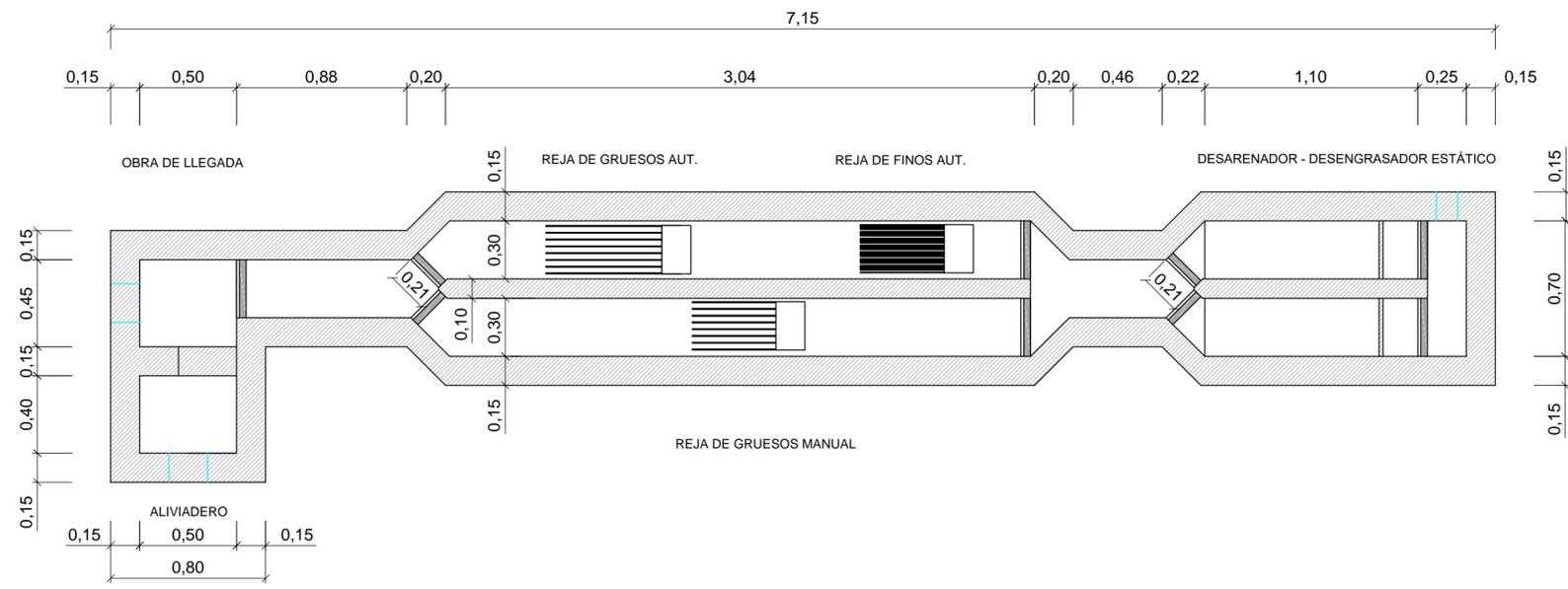
LEYENDA DE CONDUCCIONES	
	TUBERÍA DE SANEAMIENTO PE Ø 160 mm
	TUBERÍA PE40 Ø 75 mm (DERIVACIÓN 15%)
	TUBERÍA PRINCIPAL DE DRENAJE PE Ø 160 mm RANURADA A 360°
	TUBERÍA PE40 Ø 90 mm
	TUBERÍA LATERAL PERFORADA PE40 Ø 75 mm
	TUBERÍA LATERAL DE DRENAJE PE Ø 110 mm RANURADA A 220°
	TUBERÍA DE SANEAMIENTO PE Ø 200 mm
	TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HFSH PE Ø 160 mm RANURADA A 220°

LEYENDA	
①	PRETRATAMIENTO. OBRA DE LLEGADA, CANAL DE DESBASTE Y DESARENADO
②	TANQUE IMHOFF
③	ARQUETA DE ABASTECIMIENTO
④	HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL VERTICAL
⑤	HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL
⑥	CASETA DE CONTROL
	ARQUETA DE SALIDA HFSV
	ARQUETA DE CONTROL
	ARQUETA DE SALIDA HFSH
	ARQUETA TOMAMUESTRAS
	PUNTO DE VERTIDO
Coordenadas UTM 30 ETRS89 X: 648.260 Y: 4.330237	

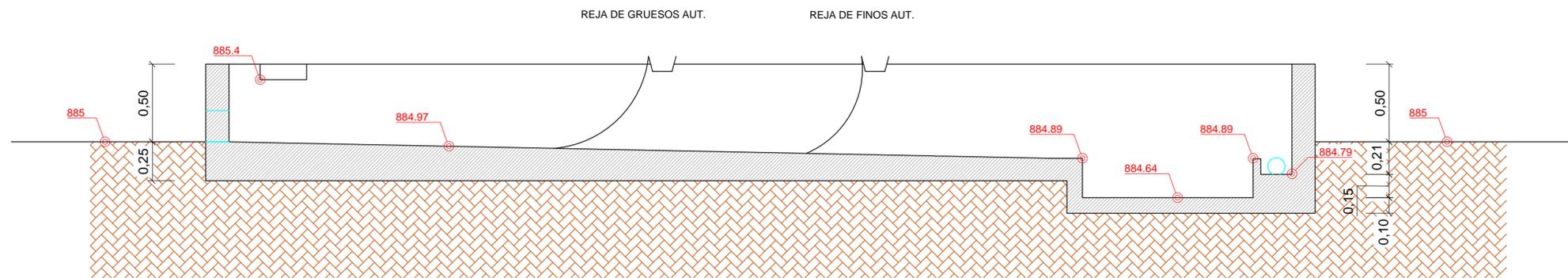


	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA	
	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	
ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)		
TÍTULO:	PLANTA GENERAL CONDUCCIONES	Nº PLANO: <b>8</b>
AUTOR:	GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ	ESCALA: 1:200
		FECHA: Oct. 15

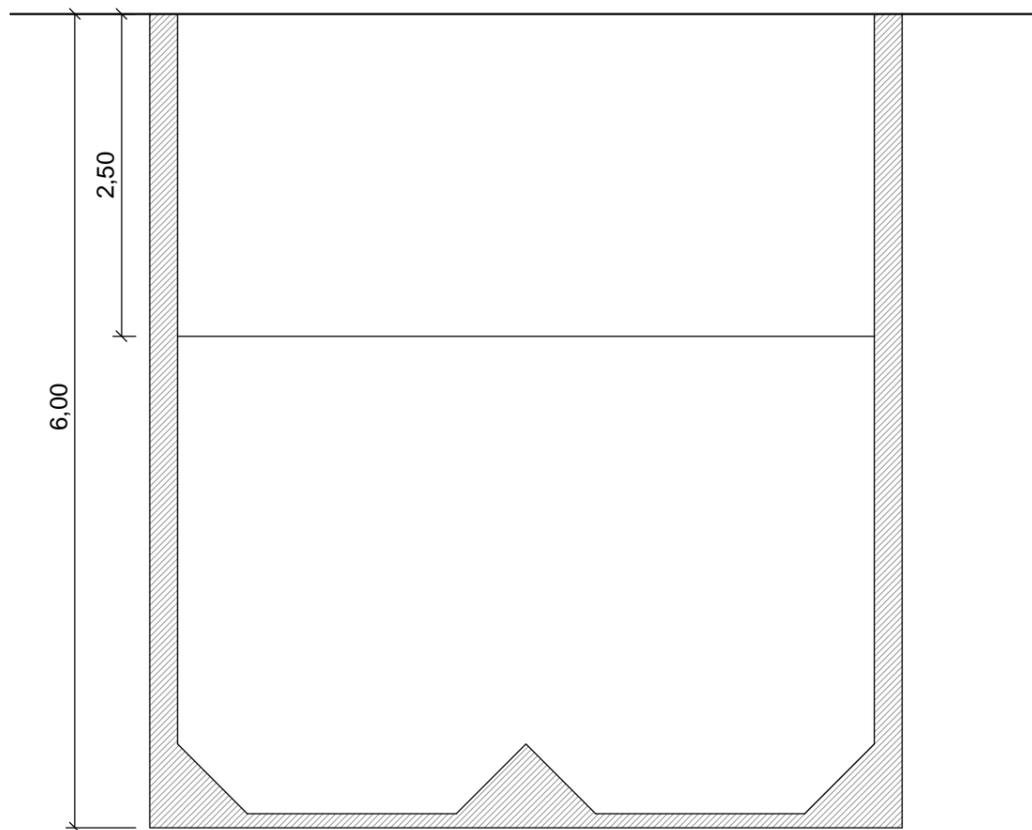
### PLANTA



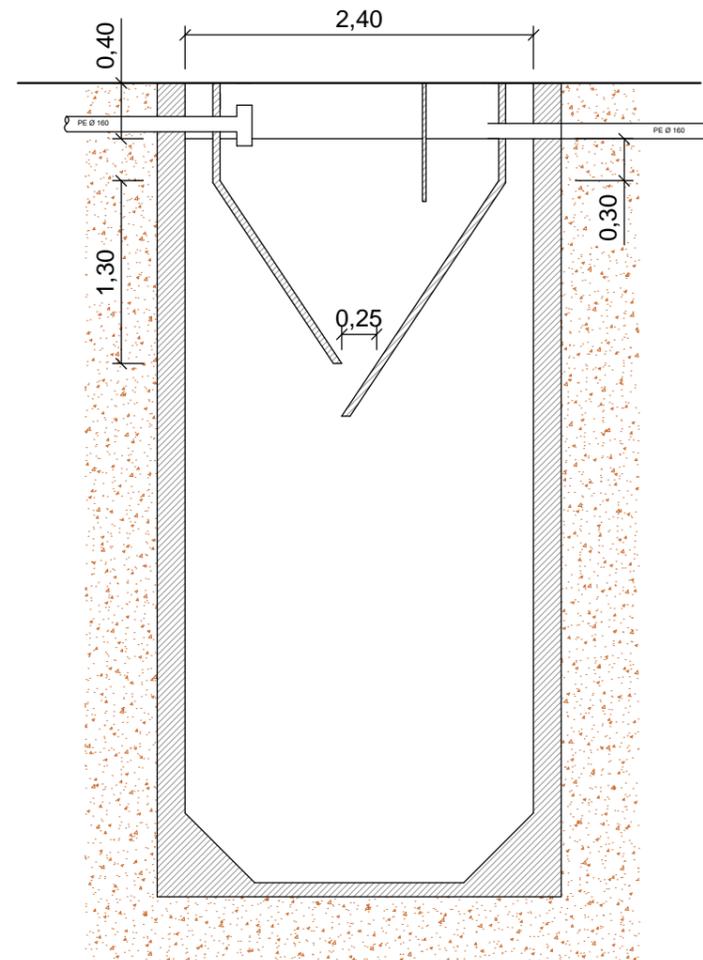
### SECCIÓN TIPO



	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	
	ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)	
TÍTULO: PRETRATAMIENTO. PLANTA Y SECCIÓN TIPO	Nº PLANO: <b>9</b>	
AUTOR: GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ	FIRMA:	ESCALA: 1:25
		FECHA: Oct. 15



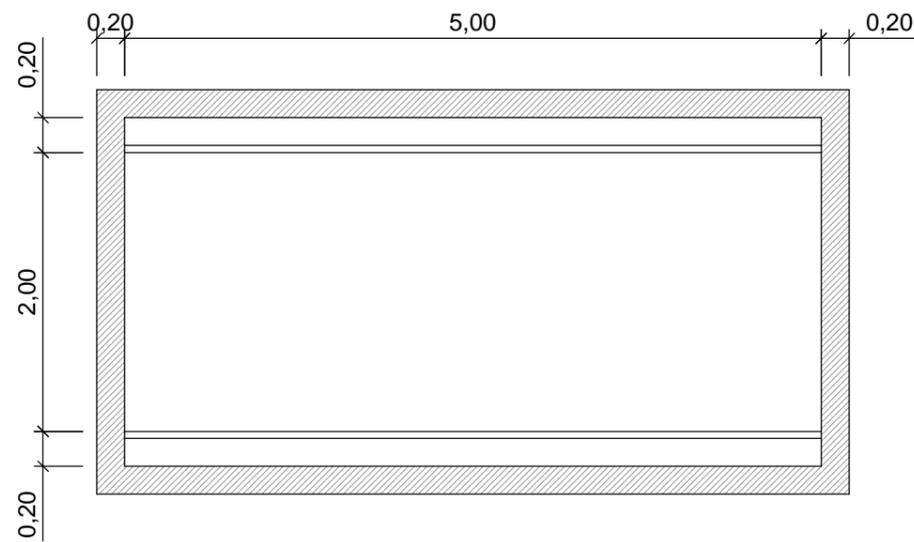
PERFIL TIPO



SECCIÓN TIPO

ESTE PLANO ES UN ESQUEMA DEL TANQUE IMHOFF CALCULADO EN EL ANEJO Nº1 DEL PRESENTE PROYECTO.

SE CONTEMPLA LA POSIBILIDAD DE INSTALAR DOS MÓDULOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN O PRFV CONECTADOS EN PARALELO APROXIMADAMENTE DE 28 m<sup>3</sup> DE CAPACIDAD CADA UNO.



PLANTA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL  
MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

TÍTULO:

TANQUE IMHOFF. PLANTA, SECCIÓN Y PERFIL

Nº PLANO:

10

AUTOR:

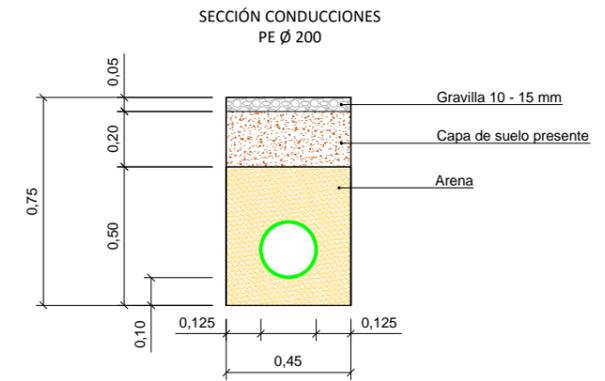
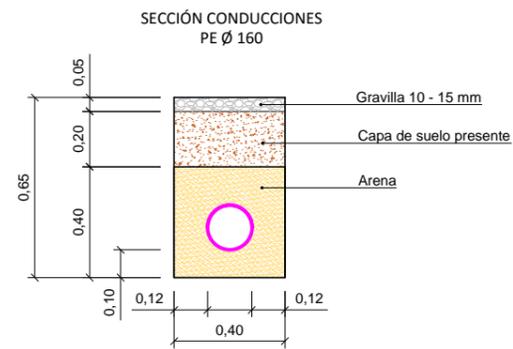
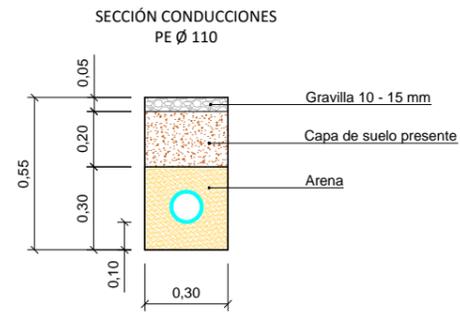
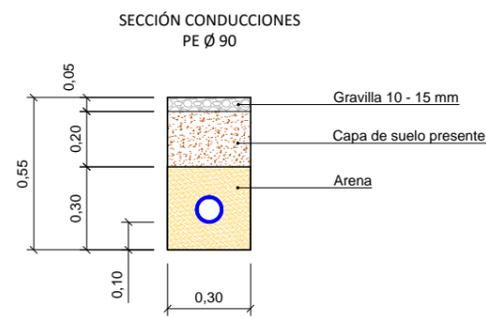
GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ

FIRMA:

ESCALA: 1:50

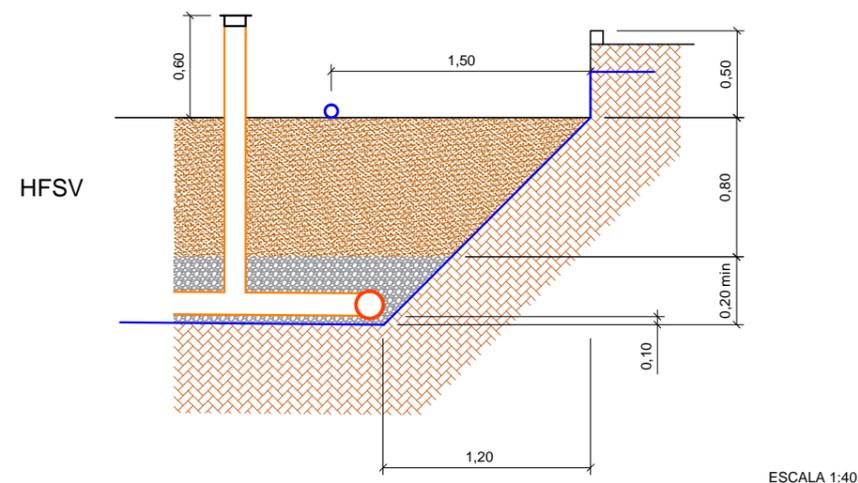
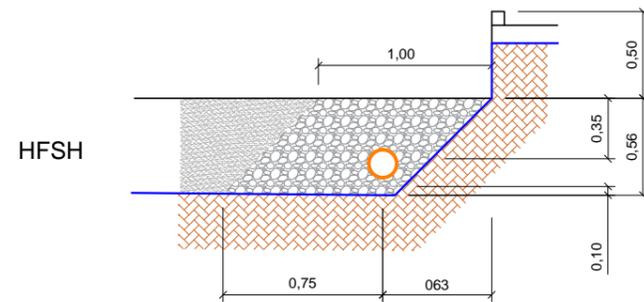
FECHA: Oct. 15

CONDUCCIONES EN LA ZONA DE PAVIMENTO  
CON GRAVILLA 10-15 mm



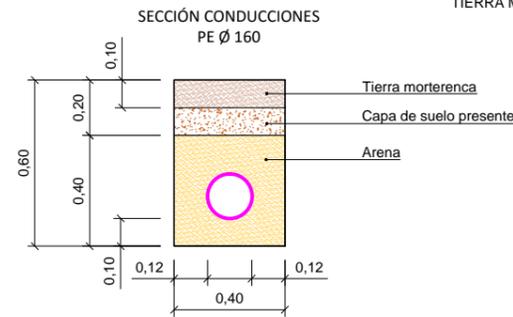
ESCALA 1:25

CONDUCCIONES EN  
LOS HUMEDALES ARTIFICIALES



ESCALA 1:40

CONDUCCIONES EN LA ZONA DE PAVIMENTO DE  
TIERRA MORTERENCA



ESCALA 1:25



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL  
MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

TÍTULO:  
CANALIZACIONES. SECCIONES TIPO Y DETALLES

Nº PLANO:  
**11**

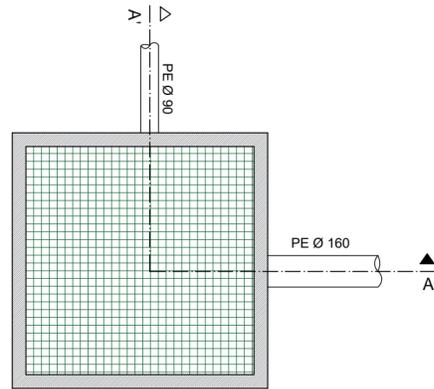
AUTOR:  
GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ

FIRMA:

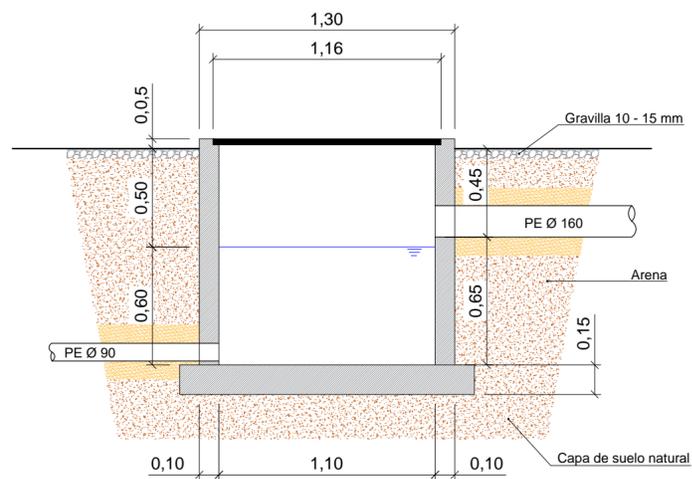
ESCALA: VARIAS

FECHA: Oct. 15

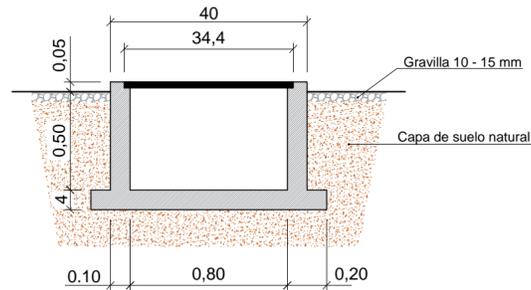
PLANTA ARQUETA DE ABASTECIMIENTO



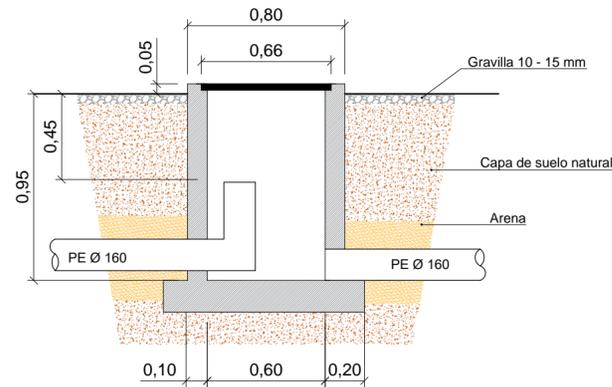
SECCIÓN A-A



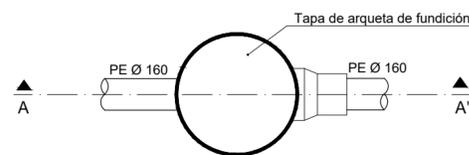
ARQUETA DE CONTROL



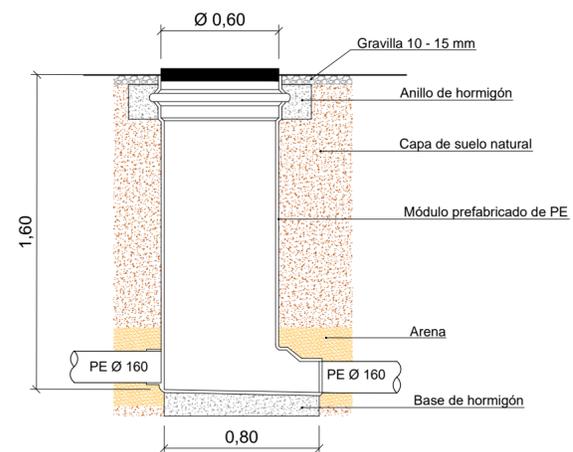
PLANTA ARQUETA DE SALIDA HFSH



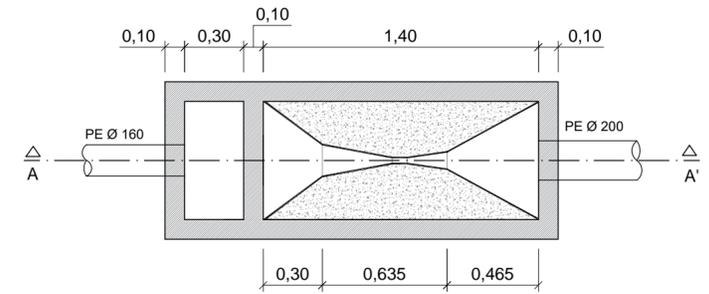
PLANTA ARQUETA DE SALIDA HFSV



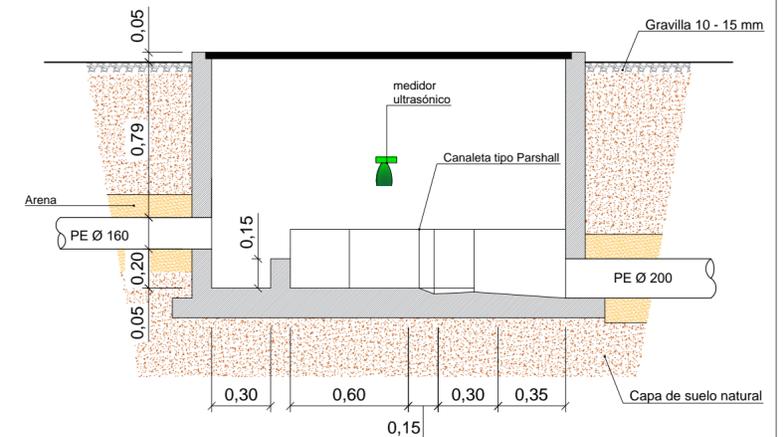
SECCIÓN A-A'



PLANTA ARQUETA TOMAMUESTRAS



SECCIÓN A-A'



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

TÍTULO:  
ARQUETAS. PLANTA Y SECCIÓN

Nº PLANO:  
**12**

AUTOR:  
GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ

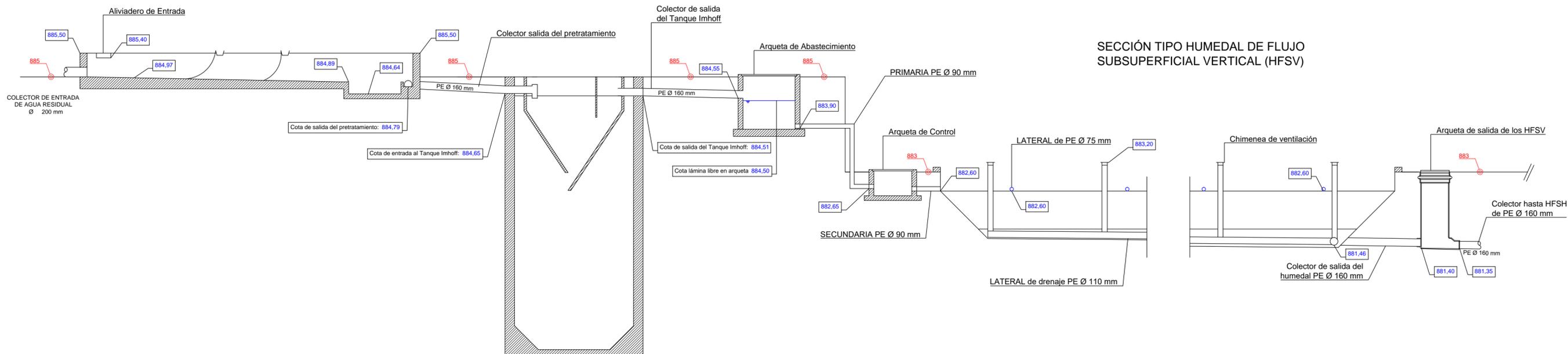
FIRMA:

ESCALA: 1:25

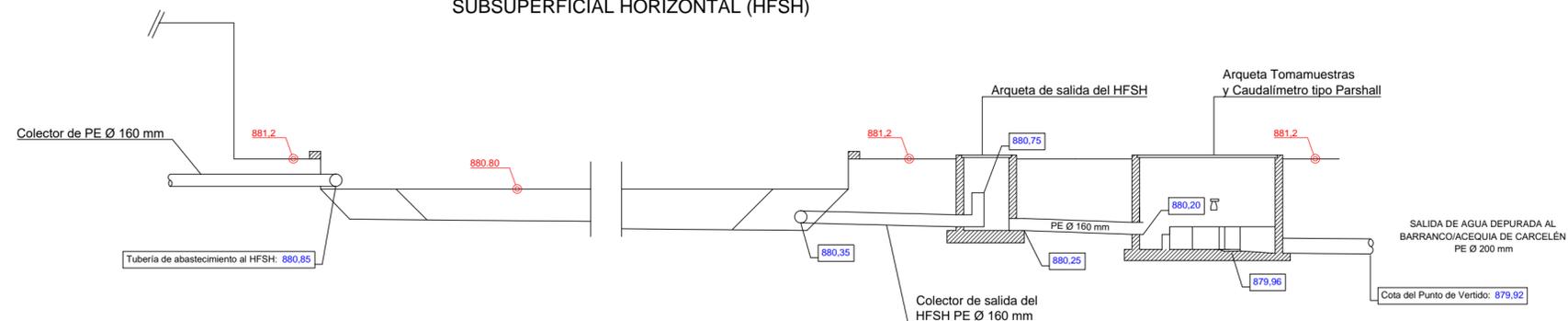
FECHA: Oct. 15

PRETRATAMIENTO: OBRA DE LLEGADA,  
DESABASTE Y DESARENADOR

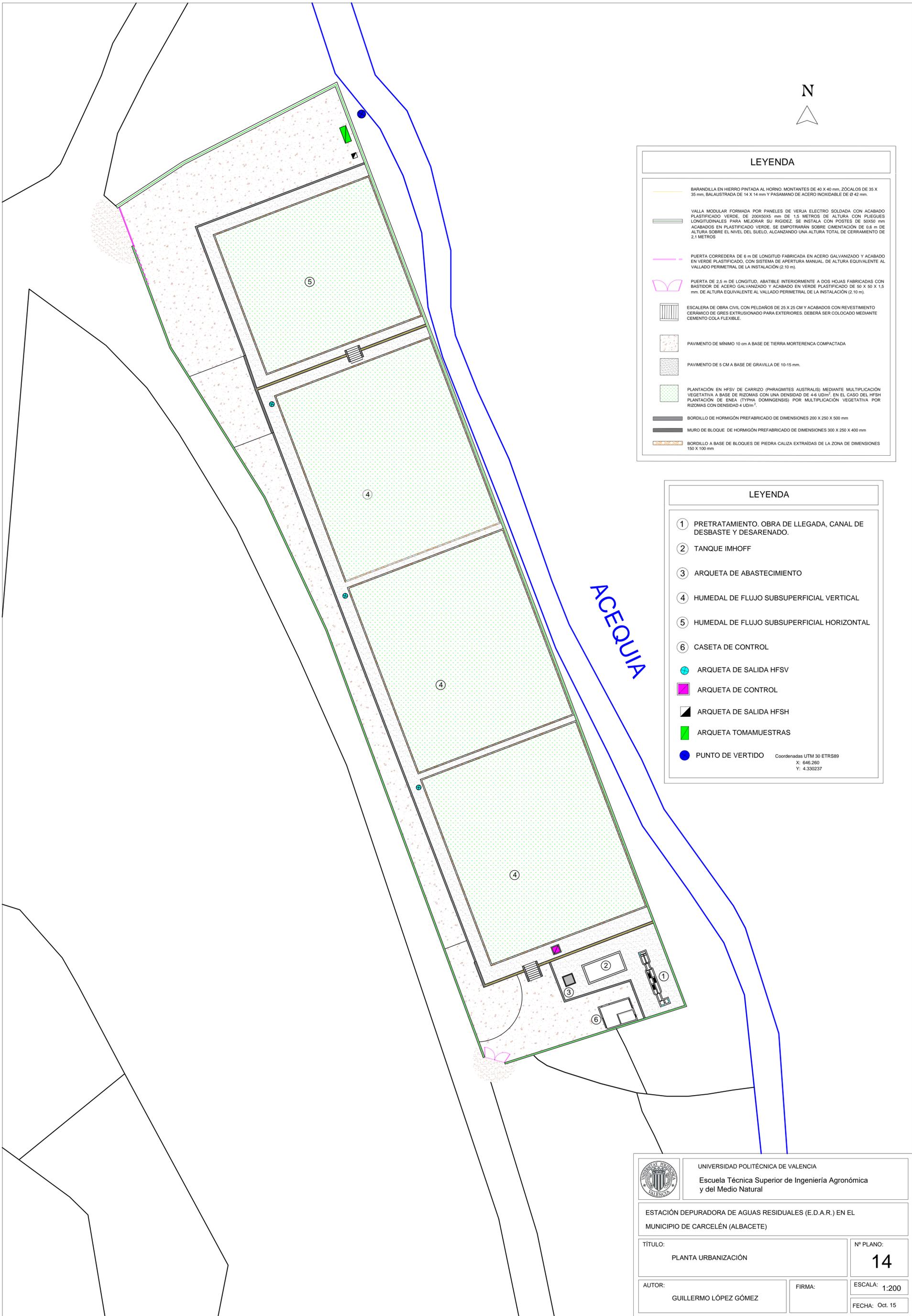
TRATAMIENTO PRIMARIO:  
TANQUE IMHOFF



SECCIÓN TIPO DEL HUMEDAL DE FLUJO  
SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL (HFSH)



	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural	
	ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)	
TÍTULO: PERFIL HIDRÁULICO DE LA E.D.A.R.	Nº PLANO: <b>13</b>	
AUTOR: GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ	FIRMA:	ESCALA: 1:60
FECHA: Oct. 15		



N



LEYENDA

- BARANDILLA EN HIERRO PINTADA AL HORNO. MONTANTES DE 40 X 40 mm. ZÓCALOS DE 35 X 35 mm. BALAUSTRADA DE 14 X 14 mm Y PASAMANO DE ACERO INOXIDABLE DE Ø 42 mm.
- VALLA MODULAR FORMADA POR PANELES DE VERJA ELECTRO SOLDADA CON ACABADO PLASTIFICADO VERDE, DE 200X50X5 mm DE 1,5 METROS DE ALTURA CON PLEGUES LONGITUDINALES PARA MEJORAR SU RIGIDEZ. SE INSTALA CON POSTES DE 50X50 mm ACABADOS EN PLASTIFICADO VERDE. SE EMPOTRARÁN SOBRE CIMENTACIÓN DE 0,6 m DE ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL SUELO, ALCANZANDO UNA ALTURA TOTAL DE CERRAMIENTO DE 2,1 METROS
- PUERTA CORREDERA DE 6 m DE LONGITUD FABRICADA EN ACERO GALVANIZADO Y ACABADO EN VERDE PLASTIFICADO, CON SISTEMA DE APERTURA MANUAL. DE ALTURA EQUIVALENTE AL VALLADO PERIMETRAL DE LA INSTALACIÓN (2,10 m).
- PUERTA DE 2,5 m DE LONGITUD, ABATIBLE INTERIORMENTE A DOS HOJAS FABRICADAS CON BASTIDOR DE ACERO GALVANIZADO Y ACABADO EN VERDE PLASTIFICADO DE 50 X 50 X 1,5 mm. DE ALTURA EQUIVALENTE AL VALLADO PERIMETRAL DE LA INSTALACIÓN (2,10 m).
- ESCALERA DE OBRA CIVIL CON Peldaños de 25 X 25 cm y acabados con revestimiento cerámico de gres extrusionado para exteriores. Deberá ser colocado mediante cemento cola flexible.
- PAVIMENTO DE MÍNIMO 10 cm A BASE DE TIERRA MORTERERENA COMPACTADA
- PAVIMENTO DE 5 CM A BASE DE GRAVILLA DE 10-15 mm.
- PLANTACIÓN EN HFSV DE CARRIZO (PHRAGMITES AUSTRALIS) MEDIANTE MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA A BASE DE RIZOMAS CON UNA DENSIDAD DE 4-6 UDM<sup>2</sup>. EN EL CASO DEL HFSH PLANTACIÓN DE ENEA (TYPHA DOMINGENSIS) POR MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA POR RIZOMAS CON DENSIDAD 4 UDM<sup>2</sup>.
- BORDILLO DE HORMIGÓN PREFABRICADO DE DIMENSIONES 200 X 250 X 500 mm
- MURO DE BLOQUE DE HORMIGÓN PREFABRICADO DE DIMENSIONES 300 X 250 X 400 mm
- BORDILLO A BASE DE BLOQUES DE PIEDRA CALIZA EXTRAÍDAS DE LA ZONA DE DIMENSIONES 150 X 100 mm

LEYENDA

- ① PRETRATAMIENTO. OBRA DE LLEGADA, CANAL DE DESBASTE Y DESARENADO.
- ② TANQUE IMHOFF
- ③ ARQUETA DE ABASTECIMIENTO
- ④ HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL VERTICAL
- ⑤ HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL
- ⑥ CASETA DE CONTROL
- ARQUETA DE SALIDA HFSV
- ARQUETA DE CONTROL
- ARQUETA DE SALIDA HFSH
- ARQUETA TOMAMUESTRAS
- PUNTO DE VERTIDO Coordenadas UTM 30 ETRS89  
X: 646.260  
Y: 4.330237

ACEQUIA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.) EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

TÍTULO: PLANTA URBANIZACIÓN	Nº PLANO: <b>14</b>
AUTOR: GUILLERMO LÓPEZ GÓMEZ	ESCALA: 1:200
FIRMA:	FECHA: Oct. 15

Documento nº3

---

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

PROYECTO DE ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.)

EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

Guillermo López Gómez

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

## 1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

<b>1.1.-</b>	<b>Disposiciones Generales</b>	<b>7</b>
1.1.1.-	Disposiciones de carácter general	7
1.1.1.1.-	<i>Objeto del Pliego de Condiciones</i>	7
1.1.1.2.-	<i>Contrato de obra</i>	7
1.1.1.3.-	<i>Documentación del contrato de obra</i>	7
1.1.1.4.-	<i>Proyecto Arquitectónico</i>	7
1.1.1.5.-	<i>Reglamentación urbanística</i>	8
1.1.1.6.-	<i>Formalización del Contrato de Obra</i>	8
1.1.1.7.-	<i>Jurisdicción competente</i>	9
1.1.1.8.-	<i>Responsabilidad del Contratista</i>	9
1.1.1.9.-	<i>Accidentes de trabajo</i>	9
1.1.1.10.-	<i>Daños y perjuicios a terceros</i>	9
1.1.1.11.-	<i>Anuncios y carteles</i>	10
1.1.1.12.-	<i>Copia de documentos</i>	10
1.1.1.13.-	<i>Suministro de materiales</i>	10
1.1.1.14.-	<i>Hallazgos</i>	10
1.1.1.15.-	<i>Causas de rescisión del contrato de obra</i>	10
1.1.1.16.-	<i>Omisiones: Buena fe</i>	11
1.1.2.-	Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares	11
1.1.2.1.-	<i>Accesos y vallados</i>	11
1.1.2.2.-	<i>Replanteo</i>	11
1.1.2.3.-	<i>Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos</i>	12
1.1.2.4.-	<i>Orden de los trabajos</i>	12
1.1.2.5.-	<i>Facilidades para otros contratistas</i>	13
1.1.2.6.-	<i>Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor</i>	13
1.1.2.7.-	<i>Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto</i>	13
1.1.2.8.-	<i>Prórroga por causa de fuerza mayor</i>	13

## ÍNDICE

1.1.2.9.-	<i>Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra</i>	14
1.1.2.10.-	<i>Trabajos defectuosos</i>	14
1.1.2.11.-	<i>Vicios ocultos</i>	14
1.1.2.12.-	<i>Procedencia de materiales, aparatos y equipos</i>	15
1.1.2.13.-	<i>Presentación de muestras</i>	15
1.1.2.14.-	<i>Materiales, aparatos y equipos defectuosos</i>	15
1.1.2.15.-	<i>Gastos ocasionados por pruebas y ensayos</i>	15
1.1.2.16.-	<i>Limpieza de las obras</i>	16
1.1.2.17.-	<i>Obras sin prescripciones explícitas</i>	16
1.1.3.-	Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas	16
1.1.3.1.-	<i>Consideraciones de carácter general</i>	16
1.1.3.2.-	<i>Recepción provisional</i>	17
1.1.3.3.-	<i>Documentación final de la obra</i>	17
1.1.3.4.-	<i>Medición definitiva y liquidación provisional de la obra</i>	18
1.1.3.5.-	<i>Plazo de garantía</i>	18
1.1.3.6.-	<i>Conservación de las obras recibidas provisionalmente</i>	18
1.1.3.7.-	<i>Recepción definitiva</i>	18
1.1.3.8.-	<i>Prórroga del plazo de garantía</i>	18
1.1.3.9.-	<i>Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida</i>	18
<b>1.2.-</b>	<b>Disposiciones Facultativas</b>	19
1.2.1.-	Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación	19
1.2.1.1.-	<i>El Promotor</i>	19
1.2.1.2.-	<i>El Projectista</i>	20
1.2.1.3.-	<i>El Constructor o Contratista</i>	20
1.2.1.4.-	<i>El Director de Obra</i>	20
1.2.1.5.-	<i>El Director de la Ejecución de la Obra</i>	20
1.2.1.6.-	<i>Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación</i>	20
1.2.1.7.-	<i>Los suministradores de productos</i>	21
1.2.2.-	Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/1999 (L.O.E.)	21
1.2.3.-	Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/1997	21
1.2.4.-	Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/2008	21

## ÍNDICE

1.2.5.-	La Dirección Facultativa	21
1.2.6.-	Visitas facultativas	22
1.2.7.-	Obligaciones de los agentes intervinientes	22
1.2.7.1.-	<i>El Promotor</i>	22
1.2.7.2.-	<i>El Proyectista</i>	23
1.2.7.3.-	<i>El Constructor o Contratista</i>	24
1.2.7.4.-	<i>El Director de Obra</i>	26
1.2.7.5.-	<i>El Director de la Ejecución de la Obra</i>	27
1.2.7.6.-	<i>Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación</i>	29
1.2.7.7.-	<i>Los suministradores de productos</i>	29
1.2.7.8.-	<i>Los propietarios y los usuarios</i>	30
1.2.8.-	Documentación final de obra: Libro del Edificio	30
1.2.8.1.-	<i>Los propietarios y los usuarios</i>	30
<b>1.3.-</b>	<b>Disposiciones Económicas</b>	30
1.3.1.-	Definición	30
1.3.2.-	Contrato de obra	31
1.3.3.-	Criterio General	31
1.3.4.-	Fianzas	32
1.3.4.1.-	<i>Ejecución de trabajos con cargo a la fianza</i>	32
1.3.4.2.-	<i>Devolución de las fianzas</i>	32
1.3.4.3.-	<i>Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales</i>	32
1.3.5.-	De los precios	32
1.3.5.1.-	<i>Precio básico</i>	32
1.3.5.2.-	<i>Precio unitario</i>	33
1.3.5.3.-	<i>Presupuesto de Ejecución Material (PEM)</i>	34
1.3.5.4.-	<i>Precios contradictorios</i>	34
1.3.5.5.-	<i>Reclamación de aumento de precios</i>	35
1.3.5.6.-	<i>Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios</i>	35
1.3.5.7.-	<i>De la revisión de los precios contratados</i>	35
1.3.5.8.-	<i>Acopio de materiales</i>	35
1.3.6.-	Obras por administración	35

## ÍNDICE

1.3.7.-	Valoración y abono de los trabajos	36
1.3.7.1.-	<i>Forma y plazos de abono de las obras</i>	36
1.3.7.2.-	<i>Relaciones valoradas y certificaciones</i>	36
1.3.7.3.-	<i>Mejora de obras libremente ejecutadas</i>	37
1.3.7.4.-	<i>Abono de trabajos presupuestados con partida alzada</i>	37
1.3.7.5.-	<i>Abono de trabajos especiales no contratados</i>	37
1.3.7.6.-	<i>Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía</i>	37
1.3.8.-	Indemnizaciones Mutuas	38
1.3.8.1.-	<i>Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras</i>	38
1.3.8.2.-	<i>Demora de los pagos por parte del Promotor</i>	38
1.3.9.-	Varios	38
1.3.9.1.-	<i>Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra</i>	38
1.3.9.2.-	<i>Unidades de obra defectuosas</i>	38
1.3.9.3.-	<i>Seguro de las obras</i>	39
1.3.9.4.-	<i>Conservación de la obra</i>	39
1.3.9.5.-	<i>Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor</i>	39
1.3.9.6.-	<i>Pago de arbitrios</i>	39
1.3.10.-	Retenciones en concepto de garantía	39
1.3.11.-	Plazos de ejecución: Planning de obra	40
1.3.12.-	Liquidación económica de las obras	40
1.3.13.-	Liquidación final de la obra	40
<b>2.-</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES</b>	<b>41</b>
<b>2.1.-</b>	<b>Prescripciones sobre los materiales</b>	<b>42</b>
2.1.1.-	Garantías de calidad (Marcado CE)	43
<b>2.2.-</b>	<b>Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra</b>	<b>45</b>
<b>2.3.-</b>	<b>Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado</b>	<b>51</b>
<b>2.4.-</b>	<b>Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición</b>	<b>51</b>

## **1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS**

### **1.1.- Disposiciones Generales**

#### **1.1.1.- Disposiciones de carácter general**

##### ***1.1.1.1.- 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 realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

##### ***1.1.1.2.- Contrato de obra***

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.

##### ***1.1.1.3.- 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 el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

##### ***1.1.1.4.- 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 de Seguridad y Salud o 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.

#### ***1.1.1.5.- 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 Planeamiento Vigente.

#### ***1.1.1.6.- 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.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

#### ***1.1.1.7.- 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.

#### ***1.1.1.8.- 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 visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### ***1.1.1.9.- Accidentes de trabajo***

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 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 la 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 Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

#### ***1.1.1.10.- Daños y perjuicios a terceros***

El Contratista será 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 la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora

con la suficiente solvencia para la 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.

#### ***1.1.1.11.- 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.

#### ***1.1.1.12.- Copia de documentos***

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

#### ***1.1.1.13.- Suministro de materiales***

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

#### ***1.1.1.14.- 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.

#### ***1.1.1.15.- Causas de rescisión del contrato de obra***

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacidad del Contratista.
- b) La quiebra del Contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
  - a. 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%.
  - b. 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.

- d) 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.
- e) Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- f) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- g) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- h) El abandono de la obra sin causas justificadas.
- i) La mala fe en la ejecución de la obra.

#### ***1.1.1.16.- 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 puedan 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.

#### **1.1.2.- 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 anejas.

##### ***1.1.2.1.- 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.

### ***1.1.2.2.- 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.

### ***1.1.2.3.- 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, Anejos 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.
- 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.

### ***1.1.2.4.- 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.

#### ***1.1.2.5.- 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.

#### ***1.1.2.6.- 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.

#### ***1.1.2.7.- 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.

#### ***1.1.2.8.- Prórroga por causa de fuerza mayor***

Si, 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.

#### ***1.1.2.9.- 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.

#### ***1.1.2.10.- 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 del edificio, 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 un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan 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 mediará para resolverla.

#### ***1.1.2.11.- 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 periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., 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 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 del 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.

#### ***1.1.2.12.- 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 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.

#### ***1.1.2.13.- 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.

#### ***1.1.2.14.- 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 estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de 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.

#### ***1.1.2.15.- 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.

#### ***1.1.2.16.- 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 que la obra presente buen aspecto.

#### ***1.1.2.17.- 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, en 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.

### **1.1.3.- Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas**

#### ***1.1.3.1.- 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 deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá 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 establecidos en la L.O.E., 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.

#### ***1.1.3.2.- 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.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos 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.

#### ***1.1.3.3.- Documentación final de la obra***

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren 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 en los

párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

#### ***1.1.3.4.- 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 medición 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.

#### ***1.1.3.5.- Plazo de garantía***

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

#### ***1.1.3.6.- 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 el edificio fuese ocupado o utilizado 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.

#### ***1.1.3.7.- 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 los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

#### ***1.1.3.8.- 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.

### ***1.1.3.9.- 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.

## **1.2.- Disposiciones Facultativas**

### **1.2.1.- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación**

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 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 L.O.E. 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 edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

#### ***1.2.1.1.- El 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 de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, 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 edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

### ***1.2.1.2.- El Proyectista***

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 L.O.E., cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

### ***1.2.1.3.- El Constructor o 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.

### ***1.2.1.4.- 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.

### ***1.2.1.5.- 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 edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

#### ***1.2.1.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación***

Son entidades de control de calidad de la edificación aquellas capacitadas para prestar 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 edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

#### ***1.2.1.7.- Los suministradores de productos***

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

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.

#### **1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/1999 (L.O.E.)**

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

#### **1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/1997**

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

#### **1.2.4.- Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/2008**

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

#### **1.2.5.- 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.

### **1.2.6.- 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.

### **1.2.7.- Obligaciones de los agentes intervinientes**

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

#### ***1.2.7.1.- El Promotor***

Ostentar sobre el solar 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, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio 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.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

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 denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

#### ***1.2.7.2.- El Projectista***

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y 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 del edificio, en especial la cimentación y la estructura. 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 el edificio 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 edificatorio, 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 Arquitecto 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 Arquitecto 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.

### ***1.2.7.3.- El Constructor o 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.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

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 RD 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.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

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 Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

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 *lex artis*, aún cuando éstos 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.

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 Arquitecto Técnico o Aparejador, 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 el edificio una vez finalizado.

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 los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de 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 del edificio).

#### ***1.2.7.4.- 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 Ordenes 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 y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, 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 Ordenes 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 las viviendas.

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 del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

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.

#### ***1.2.7.5.- El Director de la Ejecución de la Obra***

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales 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 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.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al 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 (*lex artis*) 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 Ordenes 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 la 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 Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos 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, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos 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 relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

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 Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara 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.

#### ***1.2.7.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación***

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al 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.

#### ***1.2.7.7.- 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.

#### ***1.2.7.8.- Los propietarios y los usuarios***

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación 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.

#### **1.2.8.- Documentación final de obra: Libro del Edificio**

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, 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 del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el **Libro del Edificio**, será entregada a los usuarios finales del edificio.

#### ***1.2.8.1.- Los propietarios y los usuarios***

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación 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.

### **1.3.- Disposiciones Económicas**

### **1.3.1.- 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.

### **1.3.2.- 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 solar 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.

### **1.3.3.- 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.

### **1.3.4.- Fianzas**

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

#### ***1.3.4.1.- 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.

#### ***1.3.4.2.- 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.

#### ***1.3.4.3.- 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.

### **1.3.5.- 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.

### ***1.3.5.1.- 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.

### ***1.3.5.2.- 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.

#### ***1.3.5.3.- 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.

#### ***1.3.5.4.- 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.

#### ***1.3.5.5.- 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.

#### ***1.3.5.6.- 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.

#### ***1.3.5.7.- 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.

#### ***1.3.5.8.- 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.

### **1.3.6.- 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.

### **1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos**

#### ***1.3.7.1.- 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 en 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.

#### ***1.3.7.2.- 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, tales como excavaciones y hormigones, 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.

#### ***1.3.7.3.- 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.

#### ***1.3.7.4.- Abono de trabajos presupuestados con partida alzada***

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada 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.

#### ***1.3.7.5.- Abono de trabajos especiales no contratados***

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.

#### ***1.3.7.6.- 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 del edificio, 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.

### **1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas**

#### ***1.3.8.1.- 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.

#### ***1.3.8.2.- Demora de los pagos por parte del Promotor***

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

### **1.3.9.- Varios**

#### ***1.3.9.1.- 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.

### ***1.3.9.2.- Unidades de obra defectuosas***

Las obras defectuosas no se valorarán.

### ***1.3.9.3.- 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.

### ***1.3.9.4.- 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.

### ***1.3.9.5.- 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 el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

### ***1.3.9.6.- Pago de arbitrios***

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

### **1.3.10.- 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.

#### **1.3.11.- 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.

#### **1.3.12.- 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, las llaves, 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.

#### **1.3.13.- Liquidación final de la obra**

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.



## **2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **2.1.- Prescripciones sobre los materiales**

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus cualidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

#### **2.1.1.- Garantías de calidad (Marcado CE)**

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se

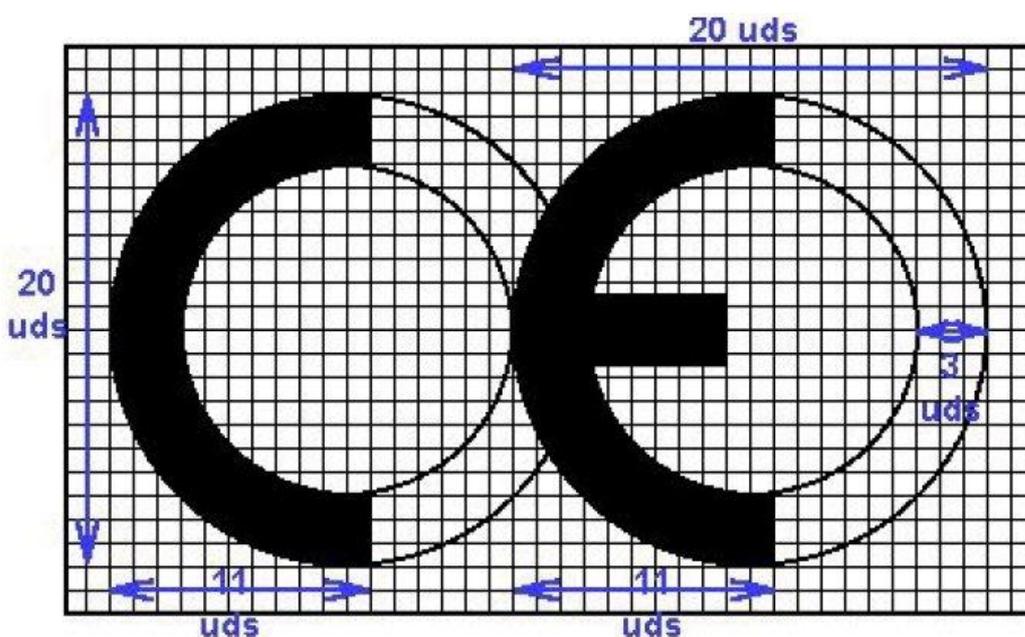
cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo “CE” acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.



Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas

- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Ejemplo de marcado CE:

	Símbolo
0123	Nº de organismo notificado
Empresa	Nombre del fabricante
Dirección registrada	Dirección del fabricante
Fábrica	Nombre de la fábrica
Año	Dos últimas cifras del año
0123-CPD-0456	Nº del certificado de conformidad CE
EN 197-1	Norma armonizada
CEM I 42,5 R	Designación normalizada
Límite de cloruros (%)	Información adicional
Límite de pérdida por calcinación de cenizas (%)	
Nomenclatura normalizada de aditivos	

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

## 2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

## **MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.**

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

## **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

### **DEL SOPORTE**

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

### **AMBIENTALES**

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

### **DEL CONTRATISTA**

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación, o la de la

empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

### **FASES DE EJECUCIÓN**

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

### **PRUEBAS DE SERVICIO**

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio Contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Por ejemplo, esto es lo que ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

## **TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.**

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

### **ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que

resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

### **CIMENTACIONES**

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

### **ESTRUCTURAS**

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

### **ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

### **ESTRUCTURAS (FORJADOS)**

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ .

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

## **ESTRUCTURAS (MUROS)**

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m<sup>2</sup>. Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

## **FACHADAS Y PARTICIONES**

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m<sup>2</sup>. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de X m<sup>2</sup>, lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de X m<sup>2</sup> se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de X m<sup>2</sup>, se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

## **INSTALACIONES**

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

## **REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOCADOS DE CEMENTO)**

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de X m<sup>2</sup>, el exceso sobre los X m<sup>2</sup>. Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a X m<sup>2</sup>. Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de

mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

### **2.3.- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

### **2.4.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición**

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra:

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Documento nº4

---

## **PRESUPUESTO**

PROYECTO DE ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (E.D.A.R.)  
EN EL MUNICIPIO DE CARCELÉN (ALBACETE)

Guillermo López Gómez

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

## ÍNDICE

1. MEDICIONES
2. CUADRO DE PRECIOS
  - Cuadro de precios N°1.- Precios de mano de obra
  - Cuadro de precios N°2.- Precios de materiales y maquinaria
  - Cuadro de precios N°3.- Precios unitarios en letra
  - Cuadro de precios N°4.- Precios unitarios descompuestos
3. PRESUPUESTOS GENERALES
  - Presupuestos Parciales
  - Presupuesto de Ejecución Material
  - Presupuesto de Ejecución por Contrata
4. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

## **1. MEDICIONES**

**ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

Clave	ud	Descripción	Medición
<b><i>1.1.- Eliminación de la EDAR existente</i></b>			
1.1.1	m3	Levantado por medios mecánicos de firme con base granular, medido sobre perfil, i/retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.	
			<b>Total m3 .....: 300,00</b>
<b><i>1.2.- Transporte de residuos a vertedero</i></b>			
1.2.1	m3	Transporte de escombros al vertedero, en camiones basculantes de hasta 15 t. de peso a una distancia menor de 10 km, considerando ida y vuelta incluso canon de vertedero y sin incluir la carga.	
			<b>Total m3 .....: 10,00</b>
<b><i>1.3.- mejoras del terreno</i></b>			
1.3.1	ud	Destoconado de árboles de diámetro 10/30 cm., incluso carga y transporte a vertedero del tocón y relleno de tierra compactada del hueco resultante.	
			<b>Total ud .....: 45,00</b>
1.3.2	m2	Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 10 cm., con carga sobre camión de los productos resultantes.	
			<b>Total m2 .....: 3.211,00</b>

**MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS**

Clave	ud	Descripción	Medición
<b><i>2.1.- Desmonte y terraplenado de la parcela</i></b>			
2.1.1	m3	Desmonte en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	
			<b>Total m3 .....: 2.484,00</b>
2.1.2	m3	Terraplén de coronación en ensanches con productos procedentes de la excavación y/o de préstamos, extendido en tongadas de 30 cms. de espesor, humectación y compactación hasta el 95% del proctor modificado, incluso perfilado de taludes y rasanteo de la superficie de coronación, totalmente	
			<b>Total m3 .....: 365,00</b>

**2.2.- Explanación de la parcela**

2.2.1 m<sup>3</sup> Ejecución de los trabajos necesarios para obtener la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación superficial proyectada, mediante el relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 98% del Proctor modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos. Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra. Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

**Total m<sup>3</sup> .....: 50,00**

**2.3.- Transporte de escombros**

2.3.1 m<sup>3</sup> Transporte de tierras al lugar de empleo, a una distancia menor de 3 km, considerando ida y vuelta, con camión basculante y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.

**Total m<sup>3</sup> .....: 2.169,00**

**OBRA CIVIL**

<b>Clave</b>	<b>ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>
<b>3.1.- Arquetas</b>			
3.1.1	ud	Arqueta prefabricada registrable de hormigón armado, de 110x110x100 cm. de medidas interiores, completa, incluso con tapa, colocada sobre solera de hormigón en masa Hm-15/B/40, de 15 cm. de espesor, incluso p.p. de formación de agujeros para conexionado de tubos, y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	
			<b>Total ud .....: 1,00</b>
3.1.2	ud	Arqueta prefabricada registrable de hormigón armado, de 80x80x55 cm. de medidas interiores, completa, incluso con tapa, colocada sobre solera de hormigón en masa Hm-15/B/40, de 15 cm. de espesor, incluso p.p. de formación de agujeros para conexionado de tubos, y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	
			<b>Total ud .....: 1,00</b>

MEDICIONES

3.1.3	ud	Suministro y montaje de pozo drenante prefabricado de polietileno de alta densidad, de 1,60 m de altura y 0,70 m de diámetro exterior, con dos acometidas de 250 mm de diámetro, con cierre de marco y tapa de fundición clase B-125 según UNE-EN 124, instalado en aceras, zonas peatonales o aparcamientos comunitarios; sobre solera de 25 cm de espesor de hormigón armado HA-30/B/20/IIb+Qb ligeramente armada con malla electrosoldada mE 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso recorte y ajuste de las piezas, anillado superior, p/p de material para conexiones y remates, recibido de marco y ajuste entre tapa y marco con material elastómero. Totalmente montado, conexionado y probado, sin incluir la excavación ni el posterior relleno perimetral. Incluye: Replanteo y trazado del pozo en planta y alzado. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Colocación de la malla electrosoldada. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. montaje del pozo. Conexionado de los colectores al pozo. Colocación de marco, tapa de registro y accesorios. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
<b>Total ud .....:</b>			<b>3,00</b>
3.1.4	ud	Suministro y montaje de arqueta de paso enterrada, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 60x100 cm, sobre solera de hormigón en masa Hm-20/B/20/I de 15 cm de espesor, con marco y tapa prefabricados de hormigón armado y cierre hermético al paso de los olores méfíticos. Incluso conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio), sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós. Incluye: Replanteo de la arqueta. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Formación de agujeros para conexionado de tubos. Empalme y rejuntado de los colectores a la arqueta. Colocación de la tapa y los accesorios. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros. Carga de escombros sobre camión o contenedor. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
<b>Total ud .....:</b>			<b>1,00</b>

**OBRAS EDAR**

Clave	ud	Descripción	Medición
<b>4.1.- movimientos detierra</b>			
4.1.1	m3	Desmante en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	
<b>Total m3 .....:</b>			<b>75,00</b>
4.1.2	m3	Transporte de tierras al lugar de empleo, a una distancia menor de 3 km, considerando ida y vuelta, con camión basculante y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.	
<b>Total m3 .....:</b>			<b>75,00</b>
<b>4.2.- Obra de llegada</b>			
4.2.1	m2	Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x10 cm. de 1 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEm II/B-m 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, p.p. de enjarjes, mermas, roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	
<b>Total m2 .....:</b>			<b>2,00</b>

MEDICIONES

4.2.2	m2	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA - 25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	<b>Total m2 .....</b>	<b>1,50</b>
-------	----	--	-----------------------	-------------

**4.3.- Pretratamiento**

**4.3.1.- Canal de desbaste**

4.3.1.1	m2	Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x10 cm. de 1 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEm II/B-m 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, p.p. de enjarjes, mermas, roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	<b>Total m2 .....</b>	<b>8,00</b>
---------	----	---	-----------------------	-------------

4.3.1.2	m2	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA - 25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	<b>Total m2 .....</b>	<b>4,00</b>
---------	----	--	-----------------------	-------------

**4.3.2.- Desarenador - desengrasador**

4.3.2.1	m2	Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x10 cm. de 1 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEm II/B-m 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, p.p. de enjarjes, mermas, roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	<b>Total m2 .....</b>	<b>4,00</b>
---------	----	---	-----------------------	-------------

4.3.2.2	m2	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA - 25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	<b>Total m2 .....</b>	<b>2,00</b>
---------	----	--	-----------------------	-------------

**4.4.- Tratamiento primario. Tanque Imhoff**

4.4.1	ud	Tanque depuración anaeróbico por digestión de polietileno de alta densidad en cuyo interior se separan dos cámaras una de sedimentación y otra de digestión, cuyo diámetro de entrada es de 110 mm y el de salida es de 110 mm El diámetro del tanque es de 300 cm. y su altura es de 480 cm., con un volumen de 28m3 colocada sobre lecho de arena de río de 10 cm. de espesor, instalada y lista para funcionar, sin incluir la excavación para su alojamiento, ni el relleno perimetral posterior, y con p.p. de medios auxiliares, ayudas de albañilería y solera de hormigón en masa Hm-20/P/40/I	<b>Total ud .....</b>	<b>2,00</b>
-------	----	--	-----------------------	-------------

**4.5.- Excavación taludes de celdas para humedales**

4.5.1	m3	Desmante en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	<b>Total m3 .....</b>	<b>2.520,00</b>
-------	----	--	-----------------------	-----------------

4.5.2	m3	Transporte de tierras al lugar de empleo, a una distancia menor de 3 km, considerando ida y vuelta, con camión basculante y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.	<b>Total m3 .....</b>	<b>2.520,00</b>
-------	----	--	-----------------------	-----------------

**4.6.- Zanjas para conducciones**

4.6.1	m3	Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	<b>Total m3 .....</b>	<b>50,00</b>
-------	----	--	-----------------------	--------------

**4.7.-Impermeabilizaciones**

4.7.1	m2	Geotextil para separación de capas y con función filtrante, no tejido, formado por filamentos continuos de polipropileno estabilizado a los rayos U.V., unidos mecánicamente por un proceso de agujado o agujeteado con resistencia a la perforación y peso 150-300 g/m2. Incluso parte proporcional de fijaciones y solapes.		
			<b>Total m2 .....</b>	<b>2.000,00</b>
4.7.2	m2	Geomembrana impermeable fabricada con resinas de polietileno de alta densidad (PEAD) de espesor no inferior a 1 mm Totalmente colocada y anclada.		
			<b>Total m2 .....</b>	<b>2.000,00</b>

**4.8.- Elementos de control**

4.8.1	ud	Tajadera manual, en acero inoxidable AISI-304, instalada en canal de 0,30 m de ancho.		
			<b>Total ud .....</b>	<b>5,00</b>
4.8.2	ud	Tajadera manual, en acero inoxidable AISI-304, instalada en canal de 0,21 m de ancho.		
			<b>Total ud .....</b>	<b>4,00</b>

**4.9.- Elementos del desbaste**

4.9.1	ud	Reja manual de gruesos, en acero inoxidable AISI-304, construida con barras de 5 mm, de espesor separadas 20 mm, instalada en canal de 0,30 m de ancho		
			<b>Total ud .....</b>	<b>1,00</b>
4.9.2	ud	Cesta de recogida, en acero inoxidable AISI-304, instalada en canal de 0,30 m de ancho.		
			<b>Total ud .....</b>	<b>3,00</b>
4.9.3	ud	Rastrillo, en acero inoxidable AISI-304, instalada en canal de 0,30 m de ancho		
			<b>Total ud .....</b>	<b>1,00</b>
4.9.4	ud	Reja circular automática para desbaste y separación de sólidos gruesos de las siguientes características: marca:TECMONCADE o similar; Dimensiones del canal: Ancho: 0,30 m; Altura canal: 0,50 m; Separación entre barrotes: 30 mm; tamaño barrotes: 5 mm; Accionamiento: motorreductor; Potencia: 0,18 CV; materiales: Reja y peine: acero inox. AISI-316 ; Estructura: acero inoxidable AISI-316L.		
			<b>Total ud .....</b>	<b>1,00</b>
4.9.5	ud	Reja de finos circular de limpieza automática, paso de malla de 3 mm de luz. Fabricada en acero inoxidable AISI 316 o similar. Sistema de limpieza accionado por motorreductor de 0,18 kW. Instalada en canal de 0,30 m		
			<b>Total ud .....</b>	<b>1,00</b>

**INSTALACIÓN HIDRÁULICA**

Clave	ud	Descripción	Medición
<b>5.1.- Caudalímetro</b>			
5.1.1	ud	Canaleta caudalímetro PARSHALL 1" en AISI-316 o similar para medida de caudales máximos de 55,8 m <sup>3</sup> /h y mínimos de 0,792 m <sup>3</sup> /h. Con medidas 167 mm de anchura máxima, 25,4 mm de garganta, 635 de longitud total y 300 mm de altura. Con regleta para medida de caudales, totalmente colocado y probado.	
			<b>Total ud .....: 1,00</b>
5.1.2	ud	Caudalímetro FLOW CONVERTER 713 o similar de software versión 833042 o superior, para medición de caudal en canal abierto. Incluye sensor ultrasónico 7005-1013 o similar para rango de 30 cm a 100 cm de altura. Soporte del medidor incluido, regulable en altura y fabricado en acero AISI 316 o similar. Display para indicación de caudal instantáneo y totalizado, colocado sobre canal. Totalmente instalado y probado	
			<b>Total ud .....: 1,00</b>
<b>5.2.- Redes de drenaje</b>			
5.2.1	ud	Chimenea de aireación con rejilla anit-intrusión conectada a la red de drenaje del fondo del humedal para la ventilación, consistente en una base de corona circular, un tubo cilíndrico de 110 mm de diámetro y un sombrerete perforado. Totalmente colocado sobre la base del humedal.	
			<b>Total ud .....: 120,00</b>
5.2.2	m	Tubería de drenaje de PE de DN 160 ranurada corrugada circular de doble pared en v uelta en grav a y geotextil, según planos incluso piezas de enganche a tubería lisa , tapada y compactada.	
			<b>Total m .....: 82,60</b>
5.2.3	m	Tubería de drenaje de PE de DN 110 ranurada corrugada circular de doble pared en v uelta en grav a y geotextil, según planos incluso piezas de enganche a tubería lisa , tapada y compactada.	
			<b>Total m .....: 259,20</b>
<b>5.3.- Conducciones en lámina libre</b>			
5.3.1	m	Tubería de saneamiento corrugada de PE con rigidez circunf. SN8 KN/m <sup>2</sup> , de 160 mm. de diámetro nominal, suministrada en barras, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	
			<b>Total m .....: 4,00</b>
5.3.2	m	Tubería de saneamiento corrugada de PE con rigidez circunf. SN8 KN/m <sup>2</sup> , de 160 mm. de diámetro nominal, suministrada en barras, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	
			<b>Total m .....: 65,00</b>
5.3.3	m	Tubería de saneamiento corrugada de PE con rigidez circunf. SN8 KN/m <sup>2</sup> , de 200 mm. de diámetro nominal, suministrada en barras, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	
			<b>Total m .....: 5,00</b>
<b>5.4.- Tuberías en carga</b>			
5.4.1	m	Tubería de polietileno baja densidad PE40, de 75 mm de diámetro nominal y una presión nominal de 4 bar, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	

		<b>Total m .....</b>	<b>432,00</b>
5.4.2	m	Tubería de polietileno baja densidad PE40, de 90 mm de diámetro nominal y una presión nominal de 4 bar, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada	
		<b>Total m .....</b>	<b>190,00</b>
<b>5.5.- Valvulería y automatismos</b>			
5.5.1	ud	Suministro e instalación de válvula reguladora de presión diferencial, con cuerpo de latón, presión máxima 10 bar, presión de tarado entre 50 y 500 mbar, temperatura máxima 120°C, conexiones hembra-hembra de 3/4" de diámetro; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
		<b>Total ud .....</b>	<b>1,00</b>
5.5.2	ud	Suministro e instalación de programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 220/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave. Incluso programación. Totalmente montado y conexionado. Incluye: Instalación en pared. Conexionado eléctrico con las electroválvulas. Conexionado eléctrico con el transformador. Programación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
		<b>Total ud .....</b>	<b>1,00</b>
5.5.3	ud	Suministro e instalación de electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada. Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
		<b>Total ud .....</b>	<b>3,00</b>

**RELLENOS**

Clave	ud	Descripción	Medición
<b>6.1.- Sustrato filtrante de humedales</b>			
6.1.1	m3	m3 Filtro de basalto limpio, tamaño 20/40 mm, donde se embuten la tuberías de drenaje. Incluso extendido, nivelado y retacado como capa filtrante de	
			<b>Total m3 .....: 288,00</b>
6.1.2	m3	Filtro de gravilla limpia, tamaño 6/12 mm, incluso extendido, nivelado y retacado como capa filtrante de humedal horizontal	
			<b>Total m3 .....: 140,00</b>
6.1.3	m3	Arena gruesa con un d10 comprendido entre 0,25 y 1,2 mm (tamaño de partícula para el cual el 10% en peso seco del suelo se encuentra en los límites establecidos), y con un d60 entre 1 y 4 mm El Coeficiente de Uniformidad (d60/d10), que sirve para medir y calificar el grado de distribución de tamaños de las partículas de un suelo, debe ser inferior a 3,5 (a menor Cu mayor similitud en tamaño de las partículas de un suelo). En cuanto a los contenidos en arcilla y finos, deben limitarse a menos del 0,5% . Extendido, nivelado y retacado	
			<b>Total m3 .....: 1.000,00</b>
6.1.4	m3	material granular de gran tamaño formado por bolos gruesos de 50-100 mm, incluso extendido, nivelado y retacado.	
			<b>Total m3 .....: 15,00</b>

**PLANTACIÓN**

Clave	ud	Descripción	Medición
7.1	m2	Plantación de carrizo ( <i>Phragmites australis</i> ) mediante multiplicación vegetativa a partir de los rizomas, consistente en el troceado de los mismos en frangmentos de unos 5 cm de longitud, que se plantan en el sustrato con una densidad de 5 trozos/m2. Incluso ayudas y material necesario.	
			<b>Total m2 .....: 1.440,00</b>
7.2	m2	Plantación de carrizo ( <i>Phragmites sp</i> ) mediante multiplicación vegetativa a partir de los rizomas, consistente en el troceado de los mismos en frangmentos de unos 5 cm de longitud, que se plantan en el sustrato con una densidad de 5 trozos/m2. Incluso ayudas y material necesario.	
			<b>Total m2 .....: 360,00</b>

---

**URBANIZACIÓN**

Clave	ud	Descripción	Medición
-------	----	-------------	----------

**8.1.- Vallado perimetral**

8.1.1	m	Formación de cerramiento de parcela mediante panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,50 m, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 y postes de perfil hueco de sección rectangular, de 60x40 mm, empotrados en dados de hormigón o muretes de fábrica u hormigón. Incluso p/p de replanteo, apertura de huecos, relleno de mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, m-10 para recibido de los montantes, colocación de la malla y accesorios de montaje. Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles. marcado de la situación de los postes. Apertura de huecos para colocación de los montantes. Colocación de los postes. Vertido del hormigón. Aplomado y alineación de los postes. Colocación de accesorios. Colocación de la malla y atirantado del conjunto. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m	
-------	---	---	--

**Total m .....: 280,00**

**8.2.- Puertas de acceso**

8.2.1	ud	Suministro y colocación de puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 500x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso de vehículos. Apertura manual. Incluso p/p de pórtico lateral de sustentación y tope de cierre, guía inferior con UPN 100 y cuadradillo macizo de 25x25 mm sentados con hormigón Hm-25/B/20/I y recibidos a obra; ruedas para deslizamiento, con rodamiento de engrase permanente, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios. Totalmente montada y en funcionamiento. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los perfiles guía. Instalación de la puerta. Vertido del hormigón. montaje del sistema de apertura. montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos y guías. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
-------	----	---	--

**Total ud .....: 1,00**

MEDICIONES

8.2.2	ud	Suministro y colocación de puerta cancela metálica de carpintería metálica, de una hoja abatible, dimensiones 250x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso de vehículos. Apertura manual. Incluso p/p de bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores sentados con hormigón Hm-25/B/20/I, armadura portante de la cancela y recibidos a obra, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios. Totalmente montada y en funcionamiento. Incluye: Replanteo. Colocación y montaje del poste de fijación. Instalación de la puerta. Vertido del hormigón. montaje del sistema de apertura. montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
			<b>Total ud .....</b>	<b>1,00</b>
<b>8.3.- Pavimentos</b>				
8.3.1	m2	Suministro, ex tensión y compactación de arena de machaqueo clasificada y seleccionada 0-6, respectivamente, sobre gravilla apisonada a base de arido calizo 25-40, en zonas ajardinadas.		
			<b>Total m2 .....</b>	<b>764,20</b>
8.3.2	m	Bordillo de hormigón prefabricado 12x25x50 cm rejuntado con mortero de cemento m-5, sobre base de hormigón Hm-20/B/20/I de 25x20 cm.		
			<b>Total m .....</b>	<b>120,00</b>
8.3.3	m2	Gravilla artificial de tamaño 10/15 mm, empleada en obra para pavimento zona elementos de depuración		
			<b>Total m2 .....</b>	<b>420,00</b>

**SEGURIDAD Y SALUD**

<b>Clave</b>	<b>ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	
10.1	ud	Suministro y colocación de botiquín de urgencia para caseta de obra, provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas y guantes desechables, instalado en el vestuario. Incluye: Replanteo y trazado en el paramento. Colocación y fijación mediante tornillos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.		
			<b>Total ud .....</b>	<b>1,00</b>
10.2	ud	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y demolición o retirada.		

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

			<b>Total ud .....:</b>	<b>1,00</b>
10.3	ud	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.		
			<b>Total ud .....:</b>	<b>1,00</b>

### GESTIÓN DE RESIDUOS

Clave	ud	Descripción	Medición
11.1	ud	Canon de vertido por entrega de contenedor de 7 m <sup>3</sup> con residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir servicio de entrega, alquiler, recogida en obra del contenedor y transporte. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente entregadas según especificaciones de Proyecto.	
			<b>Total ud .....:</b>
			<b>1,00</b>
11.2	m <sup>3</sup>	Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, para su carga en el camión o contenedor correspondiente. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente clasificado según especificaciones de Proyecto.	
			<b>Total m<sup>3</sup> .....:</b>
			<b>50,00</b>

Guillermo López Gómez

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

## **2. CUADRO DE PRECIOS**

## Cuadro de precios N°1.- Precios de mano de obra

Num.	Código	Denominación de la mano de obra	Precio	Horas	Total
1	mo011	Oficial 1ª montador.	17,820	25,480 h	454,05
2	mo008	Oficial 1ª fontanero.	17,820	0,645 h	11,49
3	mo004	Oficial 1ª calefactor.	17,820	0,100 h	1,78
4	mo003	Oficial 1ª electricista.	17,820	1,395 h	24,86
5	mo018	Oficial 1ª cerrajero.	17,520	2,925 h	51,25
6	mo041	Oficial 1ª construcción de obra civil.	17,240	8,319 h	143,42
7	mo020	Oficial 1ª construcción.	17,240	32,333 h	557,42
8	mo059	Ayudante cerrajero.	16,190	2,925 h	47,36
9	mo087	Ayudante construcción de obra civil.	16,130	9,076 h	146,40
10	mo080	Ayudante montador.	16,130	25,480 h	410,99
11	mo103	Ayudante calefactor.	16,100	0,100 h	1,61
12	mo107	Ayudante fontanero.	16,100	0,645 h	10,38
13	mo102	Ayudante electricista.	16,100	1,074 h	17,29
14	O01BO	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	15,980	38,480 h	614,91
15	mo113	Peón ordinario construcción.	15,920	47,534 h	756,74
16	O01BO180	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	15,760	38,480 H	606,44
17	O01OA020	Capataz	10,840	78,606 h.	852,09
18	O01OB030	Oficial 1ª Ferrallista	10,710	0,137 h.	1,47
19	O01OA030	Oficial primera	10,710	248,514 h.	2.661,58
20	O01OB040	Ayudante- Ferrallista	10,400	0,137 h.	1,42
21	O01OA060	Peón especializado	10,320	95,200 h.	982,46
22	O01OA070	Peón ordinario	10,240	441,927 h.	4.525,33
<b>Total mano de obra:</b>					<b>12.880,74</b>

## Cuadro de precios N°2.- Precios de maquinaria

N°	Código	Designación	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
1	FLOWCON	Caudalímetro FLOW CONVERTER 713 o similar	331,870	1,000 Ud	331,87
2	KHAFA	Canaleta parshall AISI 316 25,4 mm	647,110	1,000 Ud	647,11
3	M03HH020	Hormigonera 200 l. gasolina	1,590	0,224 h.	0,36
4	M05DC040	Dozer cadenas D-9 460 CV	119,400	3,000 h.	358,20
5	M05EC040	Excav.hidr.cadenas 310 CV	73,800	76,18 5 h.	5.622,45
6	M05EN030	Excav.hidr.neumáticos 100 CV	39,650	1,570 h.	62,25
7	M05PC020	Pala carg.cadenas 130 CV/1,8m3	41,800	19,26 6 h.	805,32
8	M05PN010	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	33,610	2,250 h.	75,62
9	M05RN020	Retrocargadora neum. 75 CV	38,570	0,025 h	0,96
10	M07CB020	Camión basculante 4x4 14 t.	30,550	200,0 10 h.	6.110,31
11	M07N060	Canon de tierra a vertedero	0,260	10,00 0 m3	2,60
12	M07N100	Canon tocón/ramaje vert. pequeño	0,640	45,00 0 ud	28,80
13	M08CA110	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	25,400	7,300 h.	185,42
14	M08NM010	Motoniveladora de 135 CV	41,150	7,300 h.	300,40
15	M08RL010	Rodillo v.dúplex 55cm 800 kg.man	4,700	4,500 h.	21,15
16	M08RN040	Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t.	28,940	7,300 h.	211,26
17	M1018	Apisonadora estática	34,000	38,21 0 h	1.299,14
18	M10MM010	Motosierra gasolina l=40cm.1,8CV	1,930	4,500 h.	8,69
19	MQ001	Retroexcavadora	48,650	216,4 50 h	10.530,29
20	MQ001b2	Retroexcavadora	48,650	21,00 0 h	1.021,65
21	RECIRAUT	Reja circular automática de desbaste de gruesos 5 x 30 mm	3.165,900	1,000 Ud	3.165,90

22	TAMIZFIN	TAMIZ LIMPIEZA AUTOMÁTICA INOX. 3 mm	2.964,500	1,000	Ud	2.964,50
23	TRANS	Sensor ultrasónico 7005-1013 o similar	1.200,760	1,000	Ud	1.200,76
24	mq02cia020j	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	40,020	0,500	h	20,01
25	mq02rot030b	Compactador tándem autopulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura de trabajo 168 cm.	40,930	5,050	h	206,70
26	mq04dua020b	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	9,250	5,050	h	46,71
27	mq04res020bg	Canon de vertido por entrega de contenedor de 7 m³ con residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	44,910	1,007	Ud	45,22
			<b>Total Maquinaria</b>			<b>35.273,65</b>

## Cuadro de precios N°2.- Precios de materiales

Nº	Código	Designación	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
1	BOLOS	Bolos gruesos 50/100 mm	5,930	15,000 m3	88,95
2	BORDI15X25	Bordillo de hormigón prefabricado 12x25x50 cm	3,960	120,000 m	475,20
3	CESTA30	Cesta de recogida en A.I.O,30m.	90,260	3,000 Ud	270,78
4	CHIM	Tubo y rejilla 110 mm	13,050	120,000 Ud	1.566,00
5	DREN160	Tubo dren PE 160 mm corrugado doble pared	6,120	341,800 m	2.091,82
6	GR10/15	Gravilla artificial de tamaño 10/15	20,350	21,000 m3	427,35
7	Geotextil	m2 Geotextil separación de capas 150-300 g/m2	3,560	2.000,000 m2	7.120,00
8	IMOPE28m3	Módulo Tanque Imhoff PERV 28 m3	961,500	2,000 Ud	1.923,00
9	M5	Mortero de cemento M-5	38,070	0,240 m3	9,14
10	P01AA020	Arena de río 0/5 mm.	11,340	86,846 m3	984,83
11	P01CC020	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	90,330	0,140 t.	12,65
12	P01DW050	Agua	0,760	0,143 m3	0,11
13	P01HC400	Hormigón HA-25/B/20/Ila central	50,580	2,181 m3	110,31
14	P01HD090	Hormelem. no resist.HM-15/B/40 central	39,940	0,185 m3	7,39
15	P01LT010	Ladrillo perfora. tosco 25x12x10	0,120	1.008,000 ud	120,96
16	P02AH020	Arqueta pref.hgón. 80x80x55 cm.	10,690	1,000 ud	10,69
17	P02AH030	Arqueta pref.hgón. 110x110x115 cm.	79,140	1,000 ud	79,14
18	P03AM040	ME 15x15 A Ø 8-8 B500T 6x2.2 (4,735 kg/m2)	3,780	11,768 m2	44,48
19	P26CPA240	COND. SAN. CORRUG. PE SN8 DN=160 mm	6,830	4,000 m	27,32
20	P26CPA270	COND. SAN. CORRUG. PE SN8 DN=160 mm	14,480	65,000 m	941,20
21	P26CPA290	COND. SAN. CORRUG. PE SN8 DN=200 mm	22,340	5,000 m	111,70

22	P26CPB06	Tub.polietileno b.d. PE40 PN4 DN=75mm.	4,960	432,000	m	2.142,72
23	P26CPB070	Tub.polietileno b.d. PE40 PN4 DN=90mm.	7,080	190,000	m	1.345,20
24	PM0305b	Arido calizo 25-40	8,150	152,840	m3	1.245,65
25	RAST30	Rastrillo en ac.inox. 0,30m.	52,640	1,000	Ud	52,64
26	REJAMAN	Reja manual gruesos A.I.0,30 m.	132,610	1,000	Ud	132,61
27	SUSTR	Arena gruesa con un d10 comprendido entre 0,25 y 1,2 mm (tamaño de partícula para el cual el 10% en peso seco del suelo se encuentra en los límites establecidos), y con un d60 entre 1 y 4 mm. El Coeficiente de Uniformidad (d60/d10), que sirve para medir y calificar el grado de distribución de tamaños de las partículas de un suelo, debe ser inferior a 3,5 (a menor Cu mayor similitud en tamaño de las partículas de un suelo). En cuanto a los contenidos en arcilla y finos, deben limitarse a menos del 0,5%	2,540	1.000,000	m3	2.540,00
28	UFA0107	Basalto limpio de 20/40 mm	7,220	288,000	m3	2.079,36
29	UFH	Hormigón HM-20 fabricado en central	46,250	1,200	m3	55,50
30	mt01zah010a	Zahorra natural caliza.	8,660	110,000	t	952,60
31	mt08aaa010a	Agua.	1,500	1,731	m³	2,60
32	mt09mif010ca	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	32,250	0,282	t	9,09
33	mt09mif010ka	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, con aditivo hidrófugo, categoría M-10 (resistencia a compresión 10 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	38,050	5,320	t	202,43
34	mt10haf010pnc	Hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	0,450	1,800	m³	0,81
35	mt10hmf010Mm	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central.	73,130	0,074	m³	5,41

36	mt10hmf010Nm	Hormigón HM-25/B/20/I, fabricado en central.	74,870	0,225	m³	16,85
37	mt11arh010b	Arqueta con fondo, registrable, prefabricada de hormigón fck=25 MPa, de 40x40x50 cm de medidas interiores, para saneamiento.	36,440	1,000	Ud	36,44
38	mt11arh020b	Marco y tapa prefabricados de hormigón armado fck=25 MPa, para arquetas de saneamiento de 40x40 cm, espesor de la tapa 4 cm.	12,430	1,000	Ud	12,43
39	mt26vpc010a	Puerta cancela metálica en valla exterior, para acceso de vehículos, una hoja abatible, carpintería metálica con p/p de bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores, armadura portante de la cancela, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios. Según UNE-EN 13241-1.	358,510	5,000	m²	1.792,55
40	mt26vpc010f	Puerta cancela metálica en valla exterior, para acceso de vehículos, hoja corredera, carpintería metálica con p/p de pórtico lateral de sustentación y tope de cierre, guía inferior con UPN 100 y cuadradillo macizo de 25x25 mm, ruedas de deslizamiento de 20 mm con rodamiento de engrase permanente, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios. Según UNE-EN 13241-1.	275,620	10,000	m²	2.756,20
41	mt38alb765a	Válvula reguladora de presión diferencial, con cuerpo de latón, presión máxima 10 bar, presión de tarado entre 50 y 500 mbar, temperatura máxima 120°C, conexiones hembra-hembra de 3/4" de diámetro.	49,250	1,000	Ud	49,25
42	mt38www012	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	2,100	0,100	Ud	0,21
43	mt46pdp010p	Pozo drenante prefabricado de polietileno de alta densidad, de 1,60 m de altura total, compuesto por base plana; cuerpo de tubo ranurado corrugado de doble pared, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m² y 0,80 mm de diámetro exterior; cono de reducción; escalera de pates y dos	1.211,780	3,000	Ud	3.635,34

44	mt46tpr010a	acometidas de 250 mm de diámetro soldadas al cuerpo del pozo. Tapa circular y marco de fundición dúctil de 660 mm de diámetro exterior y 40 mm de altura, paso libre de 550 mm, para pozo, clase B-125 según UNE-EN 124. Tapa revestida con pintura bituminosa y marco sin cierre ni junta.	47,000	3,000	Ud	141,00
45	mt48ele040d	Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar.	16,190	3,000	Ud	48,57
46	mt48pro040b	Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 220/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave.	205,000	1,000	Ud	205,00
47	mt48wwg010a	Arqueta de plástico, con tapa y sin fondo, de 30x30x30 cm, para alojamiento de válvulas en sistemas de riego.	30,710	3,000	Ud	92,13
48	mt50eca010	Botiquín de urgencia provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas y guantes desechables.	96,160	1,000	Ud	96,16
49	mt52vpm030e	Poste de perfil hueco de acero de sección rectangular 60x40x2 mm, de 1,5 m de altura, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015.	19,910	56,000	Ud	1.114,96
50	mt52vpm050	Accesorios de fijación de los paneles de malla electrosoldada modular a los postes metálicos	2,380	448,000	Ud	1.066,24
51	mt52vsm010e	Panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,50 m, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015.	77,830	280,000	m	21.792,40
<b>Total Materiales</b>						<b>60.045,37</b>

## Cuadro de precios N°3-. Precios unitarios en letra

<b>ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>			
1.1	<b>1.1 Eliminación de la EDAR existente</b> m3 LEVANTADO A MÁQ. FIRME BASE GR.	<b>4,60 €</b>	CUATRO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
1.2	<b>1.2 Transporte de residuos a vertedero</b> m3 TRANS.ESCOM.VERT.<10 km.S/CAM	<b>2,78 €</b>	DOS EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.3	<b>1.3 Mejoras del terreno</b> ud DESTOCONADO ÁRBOL D=10-30 cm.	<b>7,27 €</b>	SIETE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
1.4	m2 DESBROCE DE TERRENO DESARBOLADO	<b>0,33 €</b>	TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS</b>			
2.1	<b>2.1 Desmonte y terraplenado de la parcela</b> m3 DESMONTE TIERRA A CIELO ABIERTO	<b>1,58 €</b>	UN EURO CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.2	m3 TERRAP. CORONACION ENSANCHES	<b>2,32 €</b>	DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
2.3	<b>2.2 Explanación de la parcela</b> m³ Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 98% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.	<b>26,31 €</b>	VEINTISEIS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
2.4	<b>2.3 Transporte de escombros</b> m3 TRAN. TIERRA LUGAR EMPLEO <3km.	<b>0,95 €</b>	NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>OBRA CIVIL</b>			
3.1	<b>3.1 Arquetas</b> ud ARQUETA PREFAB. HGÓN. 110x110x115	<b>105,41 €</b>	CIENTO CINCO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
3.2	ud ARQUETA PREFAB. HGÓN. 80x80x55	<b>30,25 €</b>	TREINTA EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
3.3	Ud Pozo drenante prefabricado de polietileno de alta densidad, de 1,60 m de altura y 0,70 m de diámetro exterior, con dispositivos de cubrición y cierre, instalado en aceras, zonas peatonales o aparcamientos comunitarios.	<b>1.362,18 €</b>	MIL TRESCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
3.4	Ud Arqueta de paso, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 60x60x100 cm, sobre solera de hormigón en masa.	<b>72,36 €</b>	SETENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
<b>OBRAS EDAR</b>			

<b>4.1 Movimientos de tierra</b>			
4.1	m3 DESMONTE TIERRA A CIELO ABIERTO	1,58 €	UN EURO CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
4.2	m3 TRAN. TIERRA LUGAR EMPLEO <3km.	0,95 €	NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>4.2 Obra de llegada</b>			
4.3	m2 FÁB LADR PERF.REV.10cm 1 pie	26,75 €	VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4.4	m2 SOLER.HA-25/B/20/IIa 15cm.#15x15/8	16,66 €	DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
<b>4.3 Pretratamiento</b>			
<b>4.3.1 Canal de desbaste</b>			
4.5	m2 FÁB LADR PERF.REV.10cm 1 pie	26,75 €	VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4.6	m2 SOLER.HA-25/B/20/IIa 15cm.#15x15/8	16,66 €	DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
<b>4.3.2 Desarenador - desengrasador</b>			
4.7	m2 FÁB LADR PERF.REV.10cm 1 pie	26,75 €	VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4.8	m2 SOLER.HA-25/B/20/IIa 15cm.#15x15/8	16,66 €	DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
<b>4.4 Tratamiento primario. Tanque Imhoff</b>			
4.9	Ud TANQUE IMHOFF PERV 28 m3 o similar	1.057,52 €	MIL CINCUENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
<b>4.5 Excavación y taludes de celdas para humedales</b>			
4.10	m3 DESMONTE TIERRA A CIELO ABIERTO	1,58 €	UN EURO CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
4.11	m3 TRAN. TIERRA LUGAR EMPLEO <3km.	0,95 €	NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>4.6 Zanjas para conducciones</b>			
4.12	m3 EXC. ZANJA Y/O POZO EN TIERRA	1,93 €	UN EURO CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>4.7 Impermeabilizaciones</b>			
4.13	m2 Geotextil separación de capas 150-300 g/m2	3,74 €	TRES EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
4.14	m2 Geomembrana impermeable PEAD e>1 mm	7,43 €	SIETE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>4.8 Elementos de control</b>			
4.15	Ud TAJADERA MANUAL A.INOX. 0,30m.	215,74 €	DOSCIENTOS QUINCE EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

4.16	Ud TAJADERA MANUAL A.INOX. 0,21 m.	175,52 €	CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
<b>4.9 Elementos del desbaste</b>			
4.17	Ud REJA MANUAL GRUESOS A.I. 0,30 m.	157,68 €	CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
4.18	Ud CESTA DE RECOGIDA A.INOX. 0,30m.	99,29 €	NOVENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
4.19	Ud RASTRILLO EN ACERO INOX. 0,30m.	56,33 €	CINCUENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
4.20	Ud REJACIRCULAR AUTO INOX. 30 x 5 mm	3.282,14 €	TRES MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
4.21	Ud REJA FINOS AUTO INOX. 3 mm	3.074,69 €	TRES MIL SETENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
<b>INSTALACIÓN HIDRÁULICA</b>			
<b>5.1 Caudalímetro</b>			
5.1	Ud CANALETA PARSHALL 1" INOX.	874,40 €	OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
5.2	Ud Caudalímetro FLOW CONVERTER 713 o similar	1.666,25 €	MIL SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
<b>5.2 Redes de drenaje</b>			
5.3	Ud Chimenea de aireación HFSV	13,51 €	TRECE EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
5.4	m TUBO DE DRENAJE DE PE DN 160mm	10,84 €	DIEZ EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
5.5	m TUBO DE DRENAJE DE PE DN 110mm	10,84 €	DIEZ EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>5.3 Conducciones en lámina libre</b>			
5.6	m COND.SAN.CORRUG. PE SN8 DN=160mm	11,42 €	ONCE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
5.7	m COND.SAN.CORRUG. PE SN8 DN=160mm	20,40 €	VEINTE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
5.8	m COND.SAN.CORRUG. PE SN8 DN=200mm	29,69 €	VEINTINUEVE EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
<b>5.4 Tuberías en carga</b>			
5.9	m CONDUC.POLIET.PE 40 PN 4 DN=75mm.	7,91 €	SIETE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

5.10	m CONduc.POLIET.PE 40 PN 4 DN=90mm.	10,68 €	DIEZ EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
<b>5.5 Valvulería y automatismos</b>			
5.11	Ud Válvula reguladora de presión diferencial, con cuerpo de latón, presión máxima 10 bar, presión de tarado entre 50 y 500 mbar, temperatura máxima 120°C, conexiones hembra-hembra de 3/4" de diámetro.	55,53 €	CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
5.12	Ud Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 220/24 V interno.	253,65 €	DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
5.13	Ud Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa.	58,94 €	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>RELLENOS</b>			
<b>6.1 Sustrato filtrante de humedales</b>			
6.1	m3 Filtro basalto 20/40 mm	17,78 €	DIECISIETE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
6.2	m3 Filtro gravilla 6/12 mm	16,93 €	DIECISEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
6.3	m3 Sustrato filtrante de HFSV	12,29 €	DOCE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
6.4	m3 Bolos gruesos 50/100 mm	15,78 €	QUINCE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
<b>PLANTACIÓN</b>			
7.1	m2 Plantación Carrizo (Phragmites australis) 4 ud/m2	1,99 €	UN EURO CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
7.2	m2 Plantación Enea (Typha domingensis) 4-6 ud/m2	3,20 €	TRES EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
<b>URBANIZACIÓN</b>			
<b>8.1 Vallado perimetral</b>			
8.1	m Cerramiento de parcela formado por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,50 m, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 y postes de perfil hueco de sección rectangular de 60x40x2 mm, empotrados en el soporte.	97,44 €	NOVENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>8.2 Puertas de acceso</b>			
8.2	Ud Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 500x200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.	3.188,31 €	TRES MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
8.3	Ud Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de una hoja abatible, dimensiones 250x200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.	2.026,02 €	DOS MIL VEINTISEIS EUROS CON DOS CÉNTIMOS
<b>8.3 Pavimentos</b>			

8.4	m2 Pavimento de tierra morterenga	<b>5,16 €</b>	CINCO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
8.5	m Bordillo de hormigón prefabricado 15x25x50 cm	<b>6,79 €</b>	SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
8.6	m2 Pavimento gravilla 10/15 mm	<b>4,08 €</b>	CUATRO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>			
10.1	Ud Botiquín de urgencia en caseta de obra.	<b>104,41 €</b>	CIENTO CUATRO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
10.2	Ud Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	<b>1.030,00 €</b>	MIL TREINTA EUROS
10.3	Ud Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	<b>1.030,00 €</b>	MIL TREINTA EUROS
<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b>			
11.1	Ud Canon de vertido por entrega de contenedor de 7 m <sup>3</sup> con residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	<b>176,25 €</b>	CIENTO SETENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
11.2	m <sup>3</sup> Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en fracciones (hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos), dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales.	<b>2,58 €</b>	DOS EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

## Cuadro de precios N°4.- Precios unitarios descompuestos

Código	ud	Descripción	
<b>1.1.1</b>	<b>m3</b>	Levantado por medios mecánicos de firme con base granular, medido sobre perfil, i/retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.	
		Mano de obra	3,28 €
		Maquinaria	1,19 €
		3 % Costes indirectos	0,13 €
		Total por m3	4,60
		Son CUATRO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS por m3	
<b>1.2.1</b>	<b>m3</b>	Transporte de escombros al vertedero, en camiones basculantes de hasta 15 t. de peso a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta incluso canon de vertedero y sin incluir la carga.	
		Maquinaria	2,70 €
		3 % Costes indirectos	0,08 €
		Total por m3	2,78
			Son DOS EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m3
<b>1.3.1</b>	<b>ud</b>	Destoconado de árboles de diámetro 10/30 cm., incluso carga y transporte a vertedero del tocón y relleno de tierra compactada del hueco resultante.	
		Mano de obra	1,02 €
		Maquinaria	6,04 €
		3 % Costes indirectos	0,21 €
		Total por ud	7,27
		Son SIETE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS por ud	
<b>1.3.2</b>	<b>m2</b>	Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 10 cm., con carga sobre camión de los productos resultantes.	
		Mano de obra	0,07 €
		Maquinaria	0,25 €
		3 % Costes indirectos	0,01 €
		Total por m2	0,33
		Son TREINTA Y TRES CÉNTIMOS por m2	
<b>2.1.1</b>	<b>m3</b>	Desmorte en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	
		Mano de obra	0,11 €
		Maquinaria	1,42 €
		3 % Costes indirectos	0,05 €

		Total por m3	1,58
		Son UN EURO CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m3	
<b>2.1.2</b>	<b>m3</b>	Terraplén de coronación en ensanches con productos procedentes de la excavación y/o de prestamos, extendido en tongadas de 30 cms. de espesor, humectación y compactación hasta el 95% del proctor modificado, incluso perfilado de taludes y rasanteo de la superficie de coronación, totalmente terminado.	
		Mano de obra	0,34 €
		Maquinaria	1,91 €
		3 % Costes indirectos	0,07 €
		Total por m3	2,32
		Son DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS por m3	
<b>2.2.1</b>	<b>m3</b>	Ejecución de los trabajos necesarios para obtener la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación superficial proyectada, mediante el relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 98% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos. Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra. Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	
		Mano de obra	0,53 €
		Maquinaria	5,46 €
		Materiales	19,05 €
		Medios auxiliares	0,50 €
		3 % Costes indirectos	0,77 €
		Total por m3	26,31
		Son VEINTISEIS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS por m3	
<b>2.3.1</b>	<b>m3</b>	Transporte de tierras al lugar de empleo, a una distancia menor de 3 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.	
		Maquinaria	0,92 €
		3 % Costes indirectos	0,03 €
		Total por m3	0,95
		Son NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m3	
<b>3.1.1</b>	<b>ud</b>	Arqueta prefabricada registrable de hormigón armado, de 110x110x100 cm. de medidas interiores, completa, incluso con tapa, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-15/B/40, de 15 cm. de espesor, incluso p.p. de formación de agujeros para conexionado de tubos, y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	

	Mano de obra	18,81 €
	Materiales	83,53 €
	3 % Costes indirectos	3,07 €
	Total por ud	105,41
	Son CIENTO CINCO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS por ud	
<b>3.1.2</b>	<b>ud</b> Arqueta prefabricada registrable de hormigón armado, de 80x80x55 cm. de medidas interiores, completa, incluso con tapa, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-15/B/40, de 15 cm. de espesor, incluso p.p. de formación de agujeros para conexionado de tubos, y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	
	Mano de obra	15,68 €
	Materiales	13,69 €
	3 % Costes indirectos	0,88 €
	Total por ud	30,25
	Son TREINTA EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS por ud	
<b>3.1.3</b>	<b>Ud</b> Suministro y montaje de pozo drenante prefabricado de polietileno de alta densidad, de 1,60 m de altura y 0,70 m de diámetro exterior, con dos acometidas de 250 mm de diámetro, con cierre de marco y tapa de fundición clase B-125 según UNE-EN 124, instalado en aceras, zonas peatonales o aparcamientos comunitarios; sobre solera de 25 cm de espesor de hormigón armado HA-30/B/20/IIb+Qb ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso recorte y ajuste de las piezas, anillado superior, p/p de material para conexiones y remates, recibido de marco y ajuste entre tapa y marco con material elastómero. Totalmente montado, conexionado y probado, sin incluir la excavación ni el posterior relleno perimetral. Incluye: Replanteo y trazado del pozo en planta y alzado. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Colocación de la malla electrosoldada. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Montaje del pozo. Conexionado de los colectores al pozo. Colocación de marco, tapa de registro y accesorios. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
	Mano de obra	33,49 €
	Materiales	1.259,05 €
	Resto de Obra	4,03 €
	Medios auxiliares	25,93 €
	3 % Costes indirectos	39,68 €
	Total por Ud	1.362,18
	Son MIL TRESCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS por Ud	

3.1.4	<p><b>Ud</b> Suministro y montaje de arqueta de paso enterrada, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 60x60x100 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 15 cm de espesor, con marco y tapa prefabricados de hormigón armado y cierre hermético al paso de los olores méfíticos. Incluso conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio), sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.</p> <p>Incluye: Replanteo de la arqueta. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Formación de agujeros para conexionado de tubos. Empalme y rejuntado de los colectores a la arqueta. Colocación de la tapa y los accesorios. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros. Carga de escombros sobre camión o contenedor. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Mano de obra 14,59 €</p> <p>Materiales 54,28 €</p> <p>Medios auxiliares 1,38 €</p> <p>3 % Costes indirectos 2,11 €</p> <p style="text-align: right;">Total por Ud 72,36</p> <p>Son SETENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS por Ud</p>
4.1.1	<p><b>m3</b> Desmante en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.</p> <p>Mano de obra 0,11 €</p> <p>Maquinaria 1,42 €</p> <p>3 % Costes indirectos 0,05 €</p> <p style="text-align: right;">Total por m3 1,58</p> <p>Son UN EURO CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m3</p>
4.1.2	<p><b>m3</b> Transporte de tierras al lugar de empleo, a una distancia menor de 3 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.</p> <p>Maquinaria 0,92 €</p> <p>3 % Costes indirectos 0,03 €</p> <p style="text-align: right;">Total por m3 0,95</p> <p>Son NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m3</p>
4.2.1	<p><b>m2</b> Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x10 cm. de 1 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, p.p. de enjarjes, mermas, roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.</p> <p>Mano de obra 15,90 €</p> <p>Maquinaria 0,03 €</p> <p>Materiales 10,05 €</p>

		Por redondeo	-0,01 €
		3 % Costes indirectos	0,78 €
		Total por m2	26,75
		Son VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m2	
<b>4.2.2</b>	<b>m2</b>	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	
		Mano de obra	2,28 €
		Materiales	13,90 €
		Por redondeo	-0,01 €
		3 % Costes indirectos	0,49 €
		Total por m2	16,66
		Son DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m2	
<b>4.3.1.1</b>	<b>m2</b>	Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x10 cm. de 1 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, p.p. de enjarjes, mermas, roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	
		Mano de obra	15,90 €
		Maquinaria	0,03 €
		Materiales	10,05 €
		Por redondeo	-0,01 €
		3 % Costes indirectos	0,78 €
		Total por m2	26,75
		Son VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m2	
<b>4.3.1.2</b>	<b>m2</b>	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	
		Mano de obra	2,28 €
		Materiales	13,90 €
		Por redondeo	-0,01 €
		3 % Costes indirectos	0,49 €
		Total por m2	16,66
		Son DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m2	
<b>4.3.2.1</b>	<b>m2</b>	Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x10 cm. de 1 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, p.p. de enjarjes, mermas, roturas, humedecido de las piezas, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	
		Mano de obra	15,90 €

		Maquinaria	0,03 €
		Materiales	10,05 €
		Por redondeo	-0,01 €
		3 % Costes indirectos	0,78 €
		Total por m2	26,75
		Son VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m2	
<b>4.3.2.2</b>	<b>m2</b>	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	
		Mano de obra	2,28 €
		Materiales	13,90 €
		Por redondeo	-0,01 €
		3 % Costes indirectos	0,49 €
		Total por m2	16,66
		Son DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m2	
<b>4.4.1</b>	<b>Ud</b>	Tanque depuración anaeróbico por digestión de polietileno de alta densidad en cuyo interior se separan dos cámaras una de sedimentación y otra de digestión, cuyo diámetro de entrada es de 110 mm. y el de salida es de 110 mm. El diámetro del tanque es de 300 cm. y su altura es de 480 cm., con un volumen de 28m3 colocada sobre lecho de arena de río de 10 cm. de espesor, instalada y lista para funcionar, sin incluir la excavación para su alojamiento, ni el relleno perimetral posterior, y con p.p. de medios auxiliares, ayudas de albañilería y solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I	
		Mano de obra	31,55 €
		Maquinaria	6,34 €
		Materiales	988,83 €
		3 % Costes indirectos	30,80 €
		Total por Ud	1.057,52
		Son MIL CINCUENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS por Ud	
<b>4.5.1</b>	<b>m3</b>	Desmote en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	
		Mano de obra	0,11 €
		Maquinaria	1,42 €
		3 % Costes indirectos	0,05 €
		Total por m3	1,58
		Son UN EURO CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m3	
<b>4.5.2</b>	<b>m3</b>	Transporte de tierras al lugar de empleo, a una distancia menor de 3 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.	
		Maquinaria	0,92 €

		3 % Costes indirectos	0,03 €
		Total por m3	0,95
		Son NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m3	
<b>4.6.1</b>	<b>m3</b>	Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	
		Mano de obra	0,27 €
		Maquinaria	1,60 €
		3 % Costes indirectos	0,06 €
		Total por m3	1,93
		Son UN EURO CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS por m3	
<b>4.7.1</b>	<b>m2</b>	Geotextil para separación de capas y con función filtrante, no tejido, formado por filamentos continuos de polipropileno estabilizado a los rayos U.V., unidos mecánicamente por un proceso de agujado o agujeteado con resistencia a la perforación y peso 150-300 g/m2. Incluso parte proporcional de fijaciones y solapes.	
		Mano de obra	0,07 €
		Materiales	3,56 €
		3 % Costes indirectos	0,11 €
		Total por m2	3,74
		Son TRES EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m2	
<b>4.7.2</b>	<b>m2</b>	Geomembrana impermeable fabricada con resinas de polietileno de alta densidad (PEAD) de espesor no inferior a 1 mm. Totalmente colocada y anclada.	
		Sin descomposición	7,21 €
		3 % Costes indirectos	0,22 €
		Total por m2	7,43
		Son SIETE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS por m2	
<b>4.8.1</b>	<b>Ud</b>	Tajadera manual, en acero inoxidable AISI-304, instalada en canal de 0,30 m. de ancho.	
		Mano de obra	19,46 €
		Resto de Obra	190,00 €
		3 % Costes indirectos	6,28 €
		Total por Ud	215,74
		Son DOSCIENTOS QUINCE EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por Ud	
<b>4.8.2</b>	<b>Ud</b>	Tajadera manual, en acero inoxidable AISI-304, instalada en canal de 0,21 m. de ancho.	
		Mano de obra	19,46 €
		Resto de Obra	150,95 €

		3 % Costes indirectos	5,11 €
		Total por Ud	175,52
		Son CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS por Ud	
<b>4.9.1</b>	<b>Ud</b>	Reja manual de gruesos, en acero inoxidable AISI-304, construida con barras de 5 mm., de espesor separadas 20 mm., instalada en canal de 0,30 m. de ancho	
		Mano de obra	20,48 €
		Materiales	132,61 €
		3 % Costes indirectos	4,59 €
		Total por Ud	157,68
		Son CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS por Ud	
<b>4.9.2</b>	<b>Ud</b>	Cesta de recogida, en acero inoxidable AISI-304, instalada en canal de 0,30 m. de ancho.	
		Mano de obra	6,14 €
		Materiales	90,26 €
		3 % Costes indirectos	2,89 €
		Total por Ud	99,29
		Son NOVENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS por Ud	
<b>4.9.3</b>	<b>Ud</b>	Rastrillo, en acero inoxidable AISI-304, instalada en canal de 0,30 m. de ancho	
		Mano de obra	2,05 €
		Materiales	52,64 €
		3 % Costes indirectos	1,64 €
		Total por Ud	56,33
		Son CINCUENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS por Ud	
<b>4.9.4</b>	<b>Ud</b>	Reja circular automática para desbaste y separación de sólidos gruesos de las siguientes características: Marca:TECMONCADE o similar; Dimensiones del canal: Ancho: 0,30 m; Altura canal: 0,50 m; Separación entre barrotes: 30 mm; tamaño barrotes: 5 mm; Accionamiento: motorreductor; Potencia: 0,18 CV; Materiales: Reja y peine: acero inox. AISI-316 ; Estructura: acero inoxidable AISI-316L.	
		Mano de obra	20,64 €
		Maquinaria	3.165,90 €
		3 % Costes indirectos	95,60 €
		Total por Ud	3.282,14
		Son TRES MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS por Ud	
<b>4.9.5</b>	<b>Ud</b>	Reja de finos circular de limpieza automática, paso de malla de 3 mm de luz. Fabricada en acero inoxidable AISI 316 o similar. Sistema de limpieza accionado por motorreductor de 0,18 kW. Instalada en canal de 0,30 m	

		Mano de obra	20,64 €
		Maquinaria	2.964,50 €
		3 % Costes indirectos	89,55 €
		Total por Ud	3.074,69
		Son TRES MIL SETENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por Ud	
<b>5.1.1</b>	<b>Ud</b>	Canaleta caudalímetro PARSHALL 1" en AISI-316 o similar para medida de caudales máximos de 55,8 m <sup>3</sup> /h y mínimos de 0,792 m <sup>3</sup> /h. Con medidas 167 mm de anchura máxima, 25,4 mm de garganta, 635 de longitud total y 300 mm de altura. Con regleta para medida de caudales, totalmente colocado y probado.	
		Mano de obra	104,75 €
		Maquinaria	647,11 €
		Medios auxiliares	97,07 €
		3 % Costes indirectos	25,47 €
		Total por Ud	874,40
		Son OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS por Ud	
<b>5.1.2</b>	<b>Ud</b>	Caudalímetro FLOW CONVERTER 713 o similar de software versión 833042 o superior, para medición de caudal en canal abierto. Incluye sensor ultrasónico 7005-1013 o similar para rango de 30 cm a 100 cm de altura. Soporte del medidor incluido, regulable en altura y fabricado en acero AISI 316 o similar. Display para indicación de caudal instantáneo y totalizado, colocado sobre canal. Totalmente instalado y probado	
		Mano de obra	16,76 €
		Maquinaria	1.532,63 €
		Medios auxiliares	68,33 €
		3 % Costes indirectos	48,53 €
		Total por Ud	1.666,25
		Son MIL SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS por Ud	
<b>5.2.1</b>	<b>Ud</b>	Chimenea de aireación con rejilla anit-intrusión conectada a la red de drenaje del fondo del humedal para la ventilación, consistente en una base de corona circular, un tubo cilíndrico de 110 mm de diámetro y un sombrerete perforado. Totalmente colocado sobre la base del humedal.	
		Mano de obra	0,07 €
		Materiales	13,05 €
		3 % Costes indirectos	0,39 €
		Total por Ud	13,51
		Son TRECE EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS por Ud	
<b>5.2.2</b>	<b>m</b>	Tubería de drenaje de PE de DN 160 ranurada corrugada circular de doble pared en v uelta en grav a y geotextil, según planos incluso piezas de enganche a tubería lisa , tapada y compactada.	

		Mano de obra	4,40 €
		Materiales	6,12 €
		3 % Costes indirectos	0,32 €
		Total por m	10,84
		Son DIEZ EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m	
<b>5.2.3</b>	<b>m</b>	Tubería de drenaje de PE de DN 110 ranurada corrugada circular de doble pared en vuelta en grava y geotextil, según planos incluso piezas de enganche a tubería lisa, tapada y compactada.	
		Mano de obra	4,40 €
		Materiales	6,12 €
		3 % Costes indirectos	0,32 €
		Total por m	10,84
		Son DIEZ EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m	
<b>5.3.1</b>	<b>m</b>	Tubería de saneamiento corrugada de PE con rigidez circunf. SN8 KN/m <sup>2</sup> , de 160 mm. de diámetro nominal, suministrada en barras, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	
		Mano de obra	2,22 €
		Materiales	8,87 €
		3 % Costes indirectos	0,33 €
		Total por m	11,42
		Son ONCE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS por m	
<b>5.3.2</b>	<b>m</b>	Tubería de saneamiento corrugada de PE con rigidez circunf. SN8 KN/m <sup>2</sup> , de 160 mm. de diámetro nominal, suministrada en barras, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	
		Mano de obra	3,18 €
		Materiales	16,63 €
		3 % Costes indirectos	0,59 €
		Total por m	20,40
		Son VEINTE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS por m	
<b>5.3.3</b>	<b>m</b>	Tubería de saneamiento corrugada de PE con rigidez circunf. SN8 KN/m <sup>2</sup> , de 200 mm. de diámetro nominal, suministrada en barras, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	
		Mano de obra	3,81 €
		Maquinaria	0,19 €
		Materiales	24,83 €

		3 % Costes indirectos	0,86 €
		Total por m	29,69
		Son VEINTINUEVE EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por m	
<b>5.4.1</b>	<b>m</b>	Tubería de polietileno baja densidad PE40, de 75 mm. de diámetro nominal y una presión nominal de 4 bar, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada s/NTE-IFA-13.	
		Mano de obra	1,59 €
		Materiales	6,09 €
		3 % Costes indirectos	0,23 €
		Total por m	7,91
		Son SIETE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS por m	
<b>5.4.2</b>	<b>m</b>	Tubería de polietileno baja densidad PE40, de 90 mm. de diámetro nominal y una presión nominal de 4 bar, suministrada en rollos, colocada en zanja sobre cama de arena, relleno lateral y superior hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/p.p. de elementos de unión y medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada	
		Mano de obra	1,59 €
		Materiales	8,78 €
		3 % Costes indirectos	0,31 €
		Total por m	10,68
		Son DIEZ EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m	
<b>5.5.1</b>	<b>Ud</b>	Suministro e instalación de válvula reguladora de presión diferencial, con cuerpo de latón, presión máxima 10 bar, presión de tarado entre 50 y 500 mbar, temperatura máxima 120°C, conexiones hembra-hembra de 3/4" de diámetro; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
		Mano de obra	3,39 €
		Materiales	49,46 €
		Medios auxiliares	1,06 €
		3 % Costes indirectos	1,62 €
		Total por Ud	55,53
		Son CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS por Ud	

<b>5.5.2</b>	<p><b>Ud</b> Suministro e instalación de programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 220/24 V interno, con capacidad para poner en funcionamiento varias electroválvulas simultáneamente y colocación mural en exterior en armario estanco con llave. Incluso programación. Totalmente montado y conexionado. Incluye: Instalación en pared. Conexionado eléctrico con las electroválvulas. Conexionado eléctrico con el transformador. Programación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Mano de obra 36,43 €</p> <p>Materiales 205,00 €</p> <p>Medios auxiliares 4,83 €</p> <p>3 % Costes indirectos 7,39 €</p> <p style="text-align: right;">Total por Ud 253,65</p> <p>Son DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud</p>
<b>5.5.3</b>	<p><b>Ud</b> Suministro e instalación de electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa. Incluso accesorios de conexión a la tubería de abastecimiento y distribución, excavación y relleno posterior. Totalmente montada y conexionada.</p> <p>Incluye: Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Colocación de la arqueta prefabricada. Alojamiento de la electroválvula. Realización de conexiones hidráulicas de la electroválvula a la tubería de abastecimiento y distribución. Conexión eléctrica con el cable de alimentación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Mano de obra 9,20 €</p> <p>Materiales 46,90 €</p> <p>Medios auxiliares 1,12 €</p> <p>3 % Costes indirectos 1,72 €</p> <p style="text-align: right;">Total por Ud 58,94</p> <p>Son CINCUENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por Ud</p>
<b>6.1.1</b>	<p><b>m3</b> m3 Filtro de basalto limpio, tamaño 20/40 mm, donde se embuten la tuberías de drenaje. Incluso extendido, nivelado y retacado como capa filtrante de</p> <p>Mano de obra 2,74 €</p> <p>Maquinaria 7,30 €</p> <p>Materiales 7,22 €</p> <p>3 % Costes indirectos 0,52 €</p> <p style="text-align: right;">Total por m3 17,78</p> <p>Son DIECISIETE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m3</p>

<b>6.1.2</b>	<b>m3</b>	Filtro de gravilla limpia, tamaño 6/12 mm, incluso extendido, nivelado y retacado como capa filtrante de humedal horizontal	
		Mano de obra	2,09 €
		Maquinaria	7,30 €
		Resto de Obra	7,05 €
		3 % Costes indirectos	0,49 €
		Total por m3	16,93
		Son DIECISEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS por m3	
<b>6.1.3</b>	<b>m3</b>	Arena gruesa con un d10 comprendido entre 0,25 y 1,2 mm (tamaño de partícula para el cual el 10% en peso seco del suelo se encuentra en los límites establecidos), y con un d60 entre 1 y 4 mm. El Coeficiente de Uniformidad (d60/d10), que sirve para medir y calificar el grado de distribución de tamaños de las partículas de un suelo, debe ser inferior a 3,5 (a menor Cu mayor similitud en tamaño de las partículas de un suelo). En cuanto a los contenidos en arcilla y finos, deben limitarse a menos del 0,5% . Extendido, nivelado y retacado	
		Mano de obra	2,09 €
		Maquinaria	7,30 €
		Materiales	2,54 €
		3 % Costes indirectos	0,36 €
		Total por m3	12,29
		Son DOCE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS por m3	
<b>6.1.4</b>	<b>m3</b>	Material granular de gran tamaño formado por bolos gruesos de 50-100 mm, incluso extendido, nivelado y retacado.	
		Mano de obra	2,09 €
		Maquinaria	7,30 €
		Materiales	5,93 €
		3 % Costes indirectos	0,46 €
		Total por m3	15,78
		Son QUINCE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m3	
<b>7.1</b>	<b>m2</b>	Plantación de carrizo ( <i>Phragmites australis</i> ) mediante multiplicación vegetativa a partir de los rizomas, consistente en el troceado de los mismos en fragmentos de unos 5 cm de longitud, que se plantan en el sustrato con una densidad de 5 trozos/m2. Incluso ayudas y material necesario.	
		Mano de obra	0,41 €
		Resto de Obra	1,52 €
		3 % Costes indirectos	0,06 €
		Total por m2	1,99
		Son UN EURO CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por m2	

7.2	<p><b>m2</b> Plantación de carrizo (<i>Phragmites</i> sp) mediante multiplicación vegetativa a partir de los rizomas, consistente en el troceado de los mismos en fragmentos de unos 5 cm de longitud, que se plantan en el sustrato con una densidad de 5 trozos/m2. Incluso ayudas y material necesario.</p> <p>Mano de obra 0,41 €</p> <p>Resto de Obra 2,70 €</p> <p>3 % Costes indirectos 0,09 €</p> <p style="text-align: right;">Total por m2 3,20</p> <p>Son TRES EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS por m2</p>
8.1.1	<p><b>m</b> Formación de cerramiento de parcela mediante panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,50 m, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 y postes de perfil hueco de sección rectangular, de 60x40x2 mm, empotrados en dados de hormigón o muretes de fábrica u hormigón. Incluso p/p de replanteo, apertura de huecos, relleno de mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-10 para recibido de los montantes, colocación de la malla y accesorios de montaje.</p> <p>Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles. Marcado de la situación de los postes. Apertura de huecos para colocación de los montantes. Colocación de los postes. Vertido del hormigón. Aplomado y alineación de los postes. Colocación de accesorios. Colocación de la malla y atirantado del conjunto.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.</p> <p>Mano de obra 5,49 €</p> <p>Materiales 86,35 €</p> <p>Medios auxiliares 2,76 €</p> <p>3 % Costes indirectos 2,84 €</p> <p style="text-align: right;">Total por m 97,44</p> <p>Son NOVENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m</p>
8.2.1	<p><b>Ud</b> Suministro y colocación de puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 500x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso de vehículos. Apertura manual. Incluso p/p de pórtico lateral de sustentación y tope de cierre, guía inferior con UPN 100 y cuadradillo macizo de 25x25 mm sentados con hormigón HM-25/B/20/I y recibidos a obra; ruedas para deslizamiento, con rodamiento de engrase permanente, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios. Totalmente montada y en funcionamiento.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los perfiles guía. Instalación de la puerta. Vertido del hormigón. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos y guías.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Mano de obra 261,21 €</p>

		Materiales	2.773,54 €
		Medios auxiliares	60,70 €
		3 % Costes indirectos	92,86 €
		Total por Ud	3.188,31
		Son TRES MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS por Ud	
<b>8.2.2</b>	<b>Ud</b>	<p>Suministro y colocación de puerta cancela metálica de carpintería metálica, de una hoja abatible, dimensiones 250x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso de vehículos. Apertura manual. Incluso p/p de bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores sentados con hormigón HM-25/B/20/I, armadura portante de la cancela y recibidos a obra, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios. Totalmente montada y en funcionamiento.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y montaje del poste de fijación. Instalación de la puerta. Vertido del hormigón. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
		Mano de obra	127,21 €
		Materiales	1.801,23 €
		Medios auxiliares	38,57 €
		3 % Costes indirectos	59,01 €
		Total por Ud	2.026,02
		Son DOS MIL VEINTISEIS EUROS CON DOS CÉNTIMOS por Ud	
<b>8.3.1</b>	<b>m2</b>	<p>Suministro, ex tensión y compactación de arena de machaqueo clasificada y seleccionada 0-6, respectivamente, sobre gravilla apisonada a base de arido calizo 25-40, en zonas ajardinadas.</p>	
		Mano de obra	1,05 €
		Maquinaria	1,70 €
		Materiales	1,63 €
		Resto de Obra	0,63 €
		3 % Costes indirectos	0,15 €
		Total por m2	5,16
		Son CINCO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS por m2	
<b>8.3.2</b>	<b>m</b>	<p>Bordillo de hormigón prefabricado 12x25x50 cm rejuntado con mortero de cemento M-5, sobre base de hormigón HM-20/B/20/I de 25x20 cm.</p>	
		Mano de obra	2,09 €
		Materiales	4,50 €
		3 % Costes indirectos	0,20 €

		Total por m	6,79
		Son SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por m	
<b>8.3.3</b>	<b>m2</b>	Gravilla artificial de tamaño 10/15 mm., empleada en obra para pavimento zona elementos de depuración	
		Mano de obra	0,51 €
		Maquinaria	2,43 €
		Materiales	1,02 €
		3 % Costes indirectos	0,12 €
		Total por m2	4,08
		Son CUATRO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS por m2	
<b>10.1</b>	<b>Ud</b>	Suministro y colocación de botiquín de urgencia para caseta de obra, provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas y guantes desechables, instalado en el vestuario. Incluye: Replanteo y trazado en el paramento. Colocación y fijación mediante tornillos. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.	
		Mano de obra	3,22 €
		Materiales	96,16 €
		Medios auxiliares	1,99 €
		3 % Costes indirectos	3,04 €
		Total por Ud	104,41
		Son CIENTO CUATRO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS por Ud	
<b>10.2</b>	<b>Ud</b>	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y demolición o retirada. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.	
		Sin descomposición	1.000,00 €
		3 % Costes indirectos	30,00 €
		Total por Ud	1.030,00
		Son MIL TREINTA EUROS por Ud	
<b>10.3</b>	<b>Ud</b>	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.	
		Sin descomposición	1.000,00 €
		3 % Costes indirectos	30,00 €

		Total por Ud	1.030,00
		Son MIL TREINTA EUROS por Ud	
<b>11.1</b>	<b>Ud</b>	<p>Canon de vertido por entrega de contenedor de 7 m<sup>3</sup> con residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir servicio de entrega, alquiler, recogida en obra del contenedor y transporte.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente entregadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
		Maquinaria	45,22 €
		Resto de Obra	125,00 €
		Medios auxiliares	0,90 €
		3 % Costes indirectos	5,13 €
		Total por Ud	176,25
		Son CIENTO SETENTA Y SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS por Ud	
<b>11.2</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<p>Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, para su carga en el camión o contenedor correspondiente.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente clasificado según especificaciones de Proyecto.</p>	
		Sin descomposición	2,50 €
		3 % Costes indirectos	0,08 €
		Total por m <sup>3</sup>	2,58
		Son DOS EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m <sup>3</sup>	

### **3. PRESUPUESTOS GENERALES**

## **PRESUPUESTOS PARCIALES**

**ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>1.1 Eliminación de la EDAR existente</b>					
1.1.1	m3	LEVANTADO A MÁQ. FIRME BASE GR.			
		Total m3 :	300,00	4,60	<b>1.380,00</b>
<b>Total 1.1 Eliminación de la EDAR existente</b>					<b>1.380,00</b>
<b>1.2 Transporte de residuos a vertedero</b>					
1.2.1	m3	TRANS.ESCOM.VERT.<10 km.S/CAM			
		Total m3 :	10,00	2,78	<b>27,80</b>
<b>Total 1.2 Transporte de residuos a vertedero</b>					<b>27,80</b>
<b>1.3 Mejoras del terreno</b>					
1.3.1	Ud	DESTOCONADO ÁRBOL D=10-30 cm.			
		Total ud :	45,00	7,27	<b>327,15</b>
1.3.2	m2	DESBROCE DE TERRENO DESARBOLADO			
		Total m2 :	3.211,00	0,33	<b>1.059,63</b>
<b>Total 1.3 Mejoras del terreno</b>					<b>1.386,78</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO :</b>					<b>2.794,58</b>

**MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS**

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.1 Desmonte y terraplenado de la parcela</b>					
2.1.1	M3	DESMONTE TIERRA A CIELO ABIERTO			
		Total m3 :	2.484,00	1,58	<b>3.924,72</b>
2.1.2	M3	TERRAP. CORONACION ENSANCHES			
		Total m3 :	365,00	2,32	<b>846,80</b>
<b>Total 2.1 Desmonte y terraplenado de la parcela</b>					<b>4.771,52</b>
<b>2.2 Explanación de la parcela</b>					
2.2.1	M <sup>3</sup>	Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 98% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.			
		Total m <sup>3</sup> :	50,00	26,31	<b>1.315,50</b>
<b>Total 2.2 Explanación de la parcela</b>					<b>1.315,50</b>
<b>2.3 Transporte de escombros</b>					
2.3.1	M3	TRAN. TIERRA LUGAR EMPLEO <3km.			
		Total m3 :	2.169,00	0,95	<b>2.060,55</b>
<b>Total 2.3 Transporte de escombros</b>					<b>2.060,55</b>
<b>Total Presupuesto parcial n° 2 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS :</b>					<b>8.147,57</b>

**OBRA CIVIL**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>3.1 Arquetas</b>					
3.1.1	<b>Ud</b>	ARQUETA PREFAB. HGÓN. 110x110x115			
		Total ud :	1,00	105,41	<b>105,41</b>
3.1.2	<b>Ud</b>	ARQUETA PREFAB. HGÓN. 80x80x55			
		Total ud :	1,00	30,25	<b>30,25</b>
3.1.3	<b>Ud</b>	Pozo drenante prefabricado de polietileno de alta densidad, de 1,60 m de altura y 0,70 m de diámetro exterior, con dispositivos de cubrición y cierre, instalado en aceras, zonas peatonales o aparcamientos comunitarios.			
		Total Ud :	3,00	1.362,18	<b>4.086,54</b>
3.1.4	<b>Ud</b>	Arqueta de paso, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 60x60x100 cm, sobre solera de hormigón en masa.			
		Total Ud :	1,00	72,36	<b>72,36</b>
		<b>Total 3.1 Arquetas</b>			<b>4.294,56</b>
		<b>Total Presupuesto parcial nº 3 OBRA CIVIL :</b>			<b>4.294,56</b>

**OBRAS EDAR**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>4.1 Movimientos de tierra</b>					
4.1.1	M3	DESMONTE TIERRA A CIELO ABIERTO			
		Total m3 :	75,00	1,58	<b>118,50</b>
4.1.2	M3	TRAN. TIERRA LUGAR EMPLEO <3km.			
		Total m3 :	75,00	0,95	<b>71,25</b>
		<b>Total 4.1 Movimientos de tierra</b>			<b>189,75</b>
<b>4.2 Obra de llegada</b>					
4.2.1	M2	FÁB LADR PERF.REV.10cm 1 pie			
		Total m2 :	2,00	26,75	<b>53,50</b>
4.2.2	M2	SOLER.HA-25/B/20/IIa 15cm.#15x15/8			
		Total m2 :	1,50	16,66	<b>24,99</b>
		<b>Total 4.2 Obra de llegada</b>			<b>78,49</b>
<b>4.3 Pretratamiento</b>					
<b>4.3.1 Canal de desbaste</b>					
4.3.1.1	M2	FÁB LADR PERF.REV.10cm 1 pie			
		Total m2 :	8,00	26,75	<b>214,00</b>
4.3.1.2	M2	SOLER.HA-25/B/20/IIa 15cm.#15x15/8			
		Total m2 :	4,00	16,66	<b>66,64</b>
		<b>Total 4.3.1 Canal de desbaste</b>			<b>280,64</b>
<b>4.3.2 Desarenador - desengrasador</b>					
4.3.2.1	M2	FÁB LADR PERF.REV.10cm 1 pie			
		Total m2 :	4,00	26,75	<b>107,00</b>
4.3.2.2	M2	SOLER.HA-25/B/20/IIa 15cm.#15x15/8			
		Total m2 :	2,00	16,66	<b>33,32</b>
		<b>Total 4.3.2 Desarenador - desengrasador</b>			<b>140,32</b>
		<b>Total 4.3 Pretratamiento</b>			<b>420,96</b>
<b>4.4 Tratamiento primario. Tanque Imhoff</b>					
4.4.1	Ud	TANQUE IMHOFF PERV 28 m3 o similar			
		Total Ud :	2,00	1.057,52	<b>2.115,04</b>
		<b>Total 4.4 Tratamiento primario. Tanque Imhoff</b>			<b>2.115,04</b>
<b>4.5 Excavación y taludes de celdas para humedales</b>					

4.5.1	m <sup>3</sup>	DESMONTE TIERRA A CIELO ABIERTO			
		Total m3 :	2.520,00	1,58	<b>3.981,60</b>
4.5.2	m <sup>3</sup>	TRAN. TIERRA LUGAR EMPLEO <3km.			
		Total m3 :	2.520,00	0,95	<b>2.394,00</b>
<b>Total 4.5 Excavación y taludes de celdas para humedales</b>					<b>6.375,60</b>
<b>4.6 Zanjas para conducciones</b>					
4.6.1	m <sup>3</sup>	EXC. ZANJA Y/O POZO EN TIERRA			
		Total m3 :	50,00	1,93	<b>96,50</b>
<b>Total 4.6 Zanjas para conducciones</b>					<b>96,50</b>
<b>4.7 Impermeabilizaciones</b>					
4.7.1	m <sup>2</sup>	Geotextil separación de capas 150-300 g/m2			
		Total m2 :	2.000,00	3,74	<b>7.480,00</b>
4.7.2	m <sup>2</sup>	Geomembrana impermeable PEAD e>1 mm			
		Total m2 :	2.000,00	7,43	<b>14.860,00</b>
<b>Total 4.7 Impermeabilizaciones</b>					<b>22.340,00</b>
<b>4.8 Elementos de control</b>					
4.8.1	Ud	TAJADERA MANUAL A.INOX. 0,30m.			
		Total Ud :	5,00	215,74	<b>1.078,70</b>
4.8.2	Ud	TAJADERA MANUAL A.INOX. 0,21 m.			
		Total Ud :	4,00	175,52	<b>702,08</b>
<b>Total 4.8 Elementos de control</b>					<b>1.780,78</b>
<b>4.9 Elementos del desbaste</b>					
4.9.1	Ud	REJA MANUAL GRUESOS A.I. 0,30 m.			
		Total Ud :	1,00	157,68	<b>157,68</b>
4.9.2	Ud	CESTA DE RECOGIDA A.INOX. 0,30m.			
		Total Ud :	3,00	99,29	<b>297,87</b>
4.9.3	Ud	RASTRILLO EN ACERO INOX. 0,30m.			
		Total Ud :	1,00	56,33	<b>56,33</b>
4.9.4	Ud	REJACIRCULAR AUTO INOX. 30 x 5 mm			
		Total Ud :	1,00	3.282,14	<b>3.282,14</b>
4.9.5	Ud	REJA FINOS AUTO INOX. 3 mm			
		Total Ud :	1,00	3.074,69	<b>3.074,69</b>
<b>Total 4.9 Elementos del desbaste</b>					<b>6.868,71</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 4 OBRAS EDAR :</b>					<b>40.265,83</b>

## INSTALACIÓN HIDRÁULICA

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>5.1 Caudalímetro</b>					
5.1.1	Ud	CANALETA PARSHALL 1" INOX.			
		Total Ud :	1,00	874,40	<b>874,40</b>
5.1.2	Ud	Caudalímetro FLOW CONVERTER 713 o similar			
		Total Ud :	1,00	1.666,25	<b>1.666,25</b>
		<b>Total 5.1 Caudalímetro</b>			<b>2.540,65</b>
<b>5.2 Redes de drenaje</b>					
5.2.1	Ud	Chimenea de aireación HFSV			
		Total Ud :	120,00	13,51	<b>1.621,20</b>
5.2.2	m	TUBO DE DRENAJE DE PE DN 160mm			
		Total m :	82,60	10,84	<b>895,38</b>
5.2.3	m	TUBO DE DRENAJE DE PE DN 110mm			
		Total m :	259,20	10,84	<b>2.809,73</b>
		<b>Total 5.2 Redes de drenaje</b>			<b>5.326,31</b>
<b>5.3 Conducciones en lámina libre</b>					
5.3.1	m	COND. SAN. CORRUG. PE SN8 DN=160mm.			
		Total m :	4,00	11,42	<b>45,68</b>
5.3.2	m	COND. SAN. CORRUG. PE SN8 DN=160mm.			
		Total m :	65,00	20,40	<b>1.326,00</b>
5.3.3	m	COND. SAN. CORRUG. PE SN8 DN=200mm.			
		Total m :	5,00	29,69	<b>148,45</b>
		<b>Total 5.3 Conducciones en lámina libre</b>			<b>1.520,13</b>
<b>5.4 Tuberías en carga</b>					
5.4.1	m	CONDOC.POLIET.PE 40 PN 4 DN=75mm.			
		Total m :	432,00	7,91	<b>3.417,12</b>
5.4.2	m	CONDOC.POLIET.PE 40 PN 4 DN=90mm.			
		Total m :	190,00	10,68	<b>2.029,20</b>
		<b>Total 5.4 Tuberías en carga</b>			<b>5.446,32</b>
<b>5.5 Valvulería y automatismos</b>					
5.5.1	Ud	Válvula reguladora de presión diferencial, con cuerpo de latón, presión máxima 10 bar, presión de tarado entre 50 y 500 mbar, temperatura máxima 120°C, conexiones hembra-hembra de 3/4" de diámetro.			

		Total Ud :	1,00	55,53	<b>55,53</b>
5.5.2	<b>Ud</b>	Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, alimentación por transformador 220/24 V interno.			
		Total Ud :	1,00	253,65	<b>253,65</b>
5.5.3	<b>Ud</b>	Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, de 3/4" de diámetro, alimentación del solenoide a 24 Vca, presión máxima de 8 bar, con arqueta de plástico provista de tapa.			
		Total Ud :	3,00	58,94	<b>176,82</b>
		<b>Total 5.5 Valvulería y automatismos</b>			<b>486,00</b>
		<b>Total Presupuesto parcial nº 5 INSTALACIÓN HIDRÁULICA :</b>			<b>15.319,41</b>

**RELLENOS**

<b>N°</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>6.1 Sustrato filtrante de humedales</b>					
6.1.1	m <sup>3</sup>	Filtro basalto 20/40 mm			
			Total m3 :	288,00	17,78
					<b>5.120,64</b>
6.1.2	m <sup>3</sup>	Filtro gravilla 6/12 mm			
			Total m3 :	140,00	16,93
					<b>2.370,20</b>
6.1.3	m <sup>3</sup>	Sustrato filtrante de HFSV			
			Total m3 :	1.000,00	12,29
					<b>12.290,00</b>
6.1.4	m <sup>3</sup>	Bolos gruesos 50/100 mm			
			Total m3 :	15,00	15,78
					<b>236,70</b>
			<b>Total 6.1 Sustrato filtrante de humedales</b>		<b>20.017,54</b>
			<b>Total Presupuesto parcial n° 6 RELLENOS :</b>		<b>20.017,54</b>

<b>PLANTACIÓN</b>
-------------------

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
7.1	<b>M2</b>	Plantación Carrizo (Phragmites australis) 4 ud/m2			
		Total m2 :	1.440,00	1,99	<b>2.865,60</b>
7.2	<b>M2</b>	Plantación Enea (Typha domingensis) 4-6 ud/m2			
		Total m2 :	360,00	3,20	<b>1.152,00</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 7 PLANTACIÓN :</b>					<b>4.017,60</b>

**URBANIZACIÓN**

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>8.1 Vallado perimetral</b>					
8.1.1	M	Cerramiento de parcela formado por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,50 m, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 y postes de perfil hueco de sección rectangular de 60x40x2 mm, empotrados en el soporte.			
			Total m :	280,00      97,44	<b>27.283,20</b>
<b>Total 8.1 Vallado perimetral</b>					<b>27.283,20</b>
<b>8.2 Puertas de acceso</b>					
8.2.1	Ud	Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 500x200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.			
			Total Ud :	1,00      3.188,31	<b>3.188,31</b>
8.2.2	Ud	Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de una hoja abatible, dimensiones 250x200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.			
			Total Ud :	1,00      2.026,02	<b>2.026,02</b>
<b>Total 8.2 Puertas de acceso</b>					<b>5.214,33</b>
<b>8.3 Pavimentos</b>					
8.3.1	M2	Pavimento de tierra morterenga			
			Total m2 :	764,20      5,16	<b>3.943,27</b>
8.3.2	M	Bordillo de hormigón prefabricado 15x25x50 cm			
			Total m :	120,00      6,79	<b>814,80</b>
8.3.3	M2	Pavimento gravilla 10/15 mm			
			Total m2 :	420,00      4,08	<b>1.713,60</b>
<b>Total 8.3 Pavimentos</b>					<b>6.471,67</b>
<b>Total Presupuesto parcial n° 8 URBANIZACIÓN :</b>					<b>38.969,20</b>

SEGURIDAD Y SALUD
-------------------

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
10.1	Ud	Botiquín de urgencia en caseta de obra.			
		Total Ud :	1,00	104,41	<b>104,41</b>
10.2	Ud	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.			
		Total Ud :	1,00	1.030,00	<b>1.030,00</b>
10.3	Ud	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.			
		Total Ud :	1,00	1.030,00	<b>1.030,00</b>
<b>Total Presupuesto parcial n° 10 SEGURIDAD Y SALUD :</b>					<b>2.164,41</b>

GESTIÓN DE RESIDUOS
---------------------

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
11.1	<b>Ud</b>	Canon de vertido por entrega de contenedor de 7 m <sup>3</sup> con residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.			
		Total Ud :	1,00	176,25	<b>176,25</b>
11.2	<b>M<sup>3</sup></b>	Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en fracciones (hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos), dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales.			
		Total m <sup>3</sup> :	50,00	2,58	<b>129,00</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 11 GESTIÓN DE RESIDUOS :</b>					<b>305,25</b>

## PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Capítulo	Importe (€)
<b>1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>	
1.1 Eliminación de la EDAR existente .	1380.00
1.2 Transporte de residuos a vertedero .	27.80
1.3 Mejoras del terreno .	1386.78
<b>Total 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....</b>	<b>2794.58</b>
<b>2 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS</b>	
2.1 Desmote y terraplenado de la parcela .	4771.52
2.2 Explanación de la parcela .	1315.50
2.3 Transporte de escombros .	2060.55
<b>Total 2 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS .....</b>	<b>8147.57</b>
<b>3 OBRA CIVIL</b>	
3.1 Arquetas .	4294.56
<b>Total 3 OBRA CIVIL .....</b>	<b>4294.56</b>
<b>4 OBRAS EDAR</b>	
4.1 Movimientos de tierra .	189.75
4.2 Obra de llegada .	78.49
4.3 Pretratamiento	
4.3.1 Canal de desbaste .	280.64
4.3.2 Desarenador - desengrasador .	140.32
<b>Total 4.3 Pretratamiento .....</b>	<b>420.96</b>
4.4 Tratamiento primario. Tanque Imhoff .	2115.04
4.5 Excavación y taludes de celdas para humedales .	6375.60
4.6 Zanjas para conducciones .	96.50
4.7 Impermeabilizaciones .	22340.00
4.8 Elementos de control .	1780.78
4.9 Elementos del desbaste .	6868.71
<b>Total 4 OBRAS EDAR .....</b>	<b>40265.83</b>
<b>5 INSTALACIÓN HIDRÁULICA</b>	
5.1 Caudalímetro .	2540.65
5.2 Redes de drenaje .	5326.31

5.3 Conducciones en lámina libre .	1520.13
5.4 Tuberías en carga .	5446.32
5.5 Valvulería y automatismos .	486.00
<b>Total 5 INSTALACIÓN HIDRÁULICA .....</b>	<b>15319.41</b>
<b>6 RELLENOS</b>	
6.1 Sustrato filtrante de humedales .	20017.54
<b>Total 6 RELLENOS .....</b>	<b>20017.54</b>
<b>7 PLANTACIÓN .</b>	<b>4017.60</b>
<b>8 URBANIZACIÓN</b>	
8.1 Vallado perimetral .	27283.20
8.2 Puertas de acceso .	5214.33
8.3 Pavimentos .	6471.67
<b>Total 8 URBANIZACIÓN .....</b>	<b>38969.20</b>
<b>10 SEGURIDAD Y SALUD .</b>	<b>2164.41</b>
<b>11 GESTIÓN DE RESIDUOS .</b>	<b>305.25</b>
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>136295.95</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO TREINTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

Guillermo López Gómez

## PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Capítulo	Importe (€)
<b>1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>	
1.1 Eliminación de la EDAR existente .	1380.00
1.2 Transporte de residuos a vertedero .	27.80
1.3 Mejoras del terreno .	1386.78
<b>Total 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....</b>	<b>2794.58</b>
<b>2 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS</b>	
2.1 Desmonte y terraplenado de la parcela .	4771.52
2.2 Explanación de la parcela .	1315.50
2.3 Transporte de escombros .	2060.55
<b>Total 2 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS .....</b>	<b>8147.57</b>
<b>3 OBRA CIVIL</b>	
3.1 Arquetas .	4294.56
<b>Total 3 OBRA CIVIL .....</b>	<b>4294.56</b>
<b>4 OBRAS EDAR</b>	
4.1 Movimientos de tierra .	189.75
4.2 Obra de llegada .	78.49
4.3 Pretratamiento	
4.3.1 Canal de desbaste .	280.64
4.3.2 Desarenador - desengrasador .	140.32
<b>Total 4.3 Pretratamiento .....</b>	<b>420.96</b>
4.4 Tratamiento primario. Tanque Imhoff .	2115.04
4.5 Excavación y taludes de celdas para humedales .	6375.60
4.6 Zanjas para conducciones .	96.50
4.7 Impermeabilizaciones .	22340.00
4.8 Elementos de control .	1780.78
4.9 Elementos del desbaste .	6868.71
<b>Total 4 OBRAS EDAR .....</b>	<b>40265.83</b>

## 5 INSTALACIÓN HIDRÁULICA

5.1 Caudalímetro .	2540.65
5.2 Redes de drenaje .	5326.31
5.3 Conducciones en lámina libre .	1520.13
5.4 Tuberías en carga .	5446.32
5.5 Valvulería y automatismos .	486.00

**Total 5 INSTALACIÓN HIDRÁULICA .....: 15319.41**

## 6 RELLENOS

6.1 Sustrato filtrante de humedales .	20017.54
---------------------------------------	----------

**Total 6 RELLENOS .....: 20017.54**

## 7 PLANTACIÓN .

**4017.60**

## 8 URBANIZACIÓN

8.1 Vallado perimetral .	27283.20
8.2 Puertas de acceso .	5214.33
8.3 Pavimentos .	6471.67

**Total 8 URBANIZACIÓN .....: 38969.20**

## 10 SEGURIDAD Y SALUD .

**2164.41**

## 11 GESTIÓN DE RESIDUOS .

**305.25**

---

**Presupuesto de ejecución material (PEM) 136295.95**

13% de gastos generales 17718.47

6% de beneficio industrial 8177.76

---

**Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI) 162192.18**

21% 34060.36

---

**Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA) 196252.54**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

Guillermo López Gómez

#### **4. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO**

<b>Capítulo</b>	<b>Importe (€)</b>
1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	2.794,58
2 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS	8.147,57
3 OBRA CIVIL	4.294,56
4 OBRAS EDAR	40.265,83
5 INSTALACIÓN HIDRÁULICA	15.319,41
6 RELLENOS	20.017,54
7 PLANTACIÓN	4.017,60
8 URBANIZACIÓN	38.969,20
10 SEGURIDAD Y SALUD	2.164,41
11 GESTIÓN DE RESIDUOS	305,25
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>136.295,95</b>
13% de gastos generales	17.718,47
6% de beneficio industrial	8.177,76
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>162.192,18</b>
21%	34.060,36
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>196.252,54</b>

**Asciende el presupuesto de este proyecto a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.**

Carcelén (Albacete), noviembre 2015

Guillermo López Gómez

---

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

## **1. MEMORIA**

### **1.1. Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido**

1.1.1. Justificación

1.1.2. Objeto

1.1.3. Contenido del EBSS

### **1.2. Datos generales**

1.2.1. Agentes

1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución

1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno

1.2.4. Características generales de la obra

### **1.3. Medios de auxilio**

1.3.1. Medios de auxilio en obra

1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos

### **1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores**

1.4.1. Vestuarios

1.4.2. Aseos

1.4.3. Comedor

### **1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar**

1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra

1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra

1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares

1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas

### **1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables**

1.6.1. Caídas al mismo nivel

1.6.2. Caídas a distinto nivel

1.6.3. Polvo y partículas

1.6.4. Ruido

1.6.5. Esfuerzos

1.6.6. Incendios

## ÍNDICE

1.6.7. Intoxicación por emanaciones

### **1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse**

1.7.1. Caída de objetos

1.7.2. Dermatitis

1.7.3. Electrocutaciones

1.7.4. Quemaduras

1.7.5. Golpes y cortes en extremidades

### **1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento**

1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas

1.8.2. Trabajos en instalaciones

1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices

### **1.9. Trabajos que implican riesgos especiales**

### **1.10. Medidas en caso de emergencia**

### **1.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista**

## **2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES.**

## **3. PLIEGO**

### **3.1. Pliego de cláusulas administrativas**

3.1.1. Disposiciones generales

3.1.2. Disposiciones facultativas

3.1.3. Formación en Seguridad

3.1.4. Reconocimientos médicos

3.1.5. Salud e higiene en el trabajo

3.1.6. Documentación de obra

3.1.7. Disposiciones Económicas

### **3.2. Pliego de condiciones técnicas particulares**

3.2.1. Medios de protección colectiva

3.2.2. Medios de protección individual

3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort

## **1. MEMORIA**

## **1.1. Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido**

### **1.1.1. Justificación**

La obra proyectada requiere la redacción de un estudio básico de seguridad y salud, debido a su reducido volumen y a su relativa sencillez de ejecución, cumpliéndose el artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al verificarse que:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
- b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

### **1.1.2. Objeto**

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

### **1.1.3. Contenido del EBSS**

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## **1.2. Datos generales**

### **1.2.1. Agentes**

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

- Promotor:
- Autor del proyecto:
- Constructor - Jefe de obra:
- Coordinador de seguridad y salud:

### **1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución**

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) en el Municipio de Carcelén (Albacete)
- Plantas sobre rasante:
- Plantas bajo rasante:
- Presupuesto de ejecución material: 55.502,54€
- Plazo de ejecución: 6 meses
- Núm. máx. operarios: 2

### **1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno**

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- Dirección: Albacete (Albacete)
- Accesos a la obra:
- Topografía del terreno:
- Edificaciones colindantes:
- Servidumbres y condicionantes:
- Condiciones climáticas y ambientales:

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

Se conservarán los bordillos y el pavimento de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

### **1.2.4. Características generales de la obra**

Descripción de las características de las unidades de la obra que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales:

## **1.3. Medios de auxilio**

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

### 1.3.1. Medios de auxilio en obra

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado, según la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

Su contenido se limitará, como mínimo, al establecido en el anexo VI. A). 3 del Real Decreto 486/97, de 14 de abril:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

### 1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DISTANCIA APROX. (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (Urgencias)		5,00 km

La distancia al centro asistencial más próximo se estima en 15 minutos, en condiciones normales de tráfico.

## 1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

### 1.4.1. Vestuarios

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,0 m<sup>2</sup> por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

### 1.4.2. Aseos

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción

- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

### 1.4.3. Comedor

La zona destinada a comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, estará equipada con mesas y asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

### 1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar

A continuación se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por el Real Decreto 604/06 que exigen su presencia.
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra

- Casco de seguridad homologado
- Casco de seguridad con barboquejo
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma
- Guantes de cuero
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable
- Faja antilumbago
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos

### **1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra**

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

#### ***1.5.1.1. Instalación eléctrica provisional***

Riesgos más frecuentes

- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

- Ropa de trabajo impermeable
- Ropa de trabajo reflectante

### **1.5.1.2. Vallado de obra**

Riesgos más frecuentes

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo reflectante

## **1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra**

### **1.5.2.1. Acondicionamiento del terreno**

Riesgos más frecuentes

- Atropellos y colisiones en giros o movimientos inesperados de las máquinas, especialmente durante la operación de marcha atrás
- Circulación de camiones con el volquete levantado
- Fallo mecánico en vehículos y maquinaria, en especial de frenos y de sistema de dirección
- Caída de material desde la cuchara de la máquina
- Caída de tierra durante las maniobras de desplazamiento del camión
- Vuelco de máquinas por exceso de carga

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Antes de iniciar la excavación se verificará que no existen líneas o conducciones enterradas
- Los vehículos no circularán a distancia inferiores a 2,0 metros de los bordes de la excavación ni de los desniveles existentes
- Las vías de acceso y de circulación en el interior de la obra se mantendrán libres de montículos de tierra y de hoyos
- Todas las máquinas estarán provistas de dispositivos sonoros y luz blanca en marcha atrás
- La zona de tránsito quedará perfectamente señalizada y sin materiales acopiados
- Se realizarán entibaciones cuando exista peligro de desprendimiento de tierras

Equipos de protección individual (EPI)

- Auriculares antirruído
- Cinturón antivibratorio para el operador de la máquina

### **1.5.2.2. Cimentación**

Riesgos más frecuentes

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera

- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

### **1.5.2.3. Estructura**

Riesgos más frecuentes

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI)

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

### **1.5.2.4. Cerramientos y revestimientos exteriores**

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

Equipos de protección individual (EPI)

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

### **1.5.2.5. Cubiertas**

Riesgos más frecuentes

- Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado con suela antideslizante

- Ropa de trabajo impermeable
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída

#### ***1.5.2.6. Instalaciones en general***

Riesgos más frecuentes

- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

#### ***1.5.2.7. Revestimientos interiores y acabados***

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos o materiales desde el mismo nivel o desde distinto nivel
- Exposición a vibraciones y ruido
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas o pegamentos...
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Las pinturas se almacenarán en lugares que dispongan de ventilación suficiente, con el fin de minimizar los riesgos de incendio y de intoxicación
- Las operaciones de lijado se realizarán siempre en lugares ventilados, con corriente de aire
- En las estancias recién pintadas con productos que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos queda prohibido comer o fumar
- Se señalarán convenientemente las zonas destinadas a descarga y acopio de mobiliario de cocina y aparatos sanitarios, para no obstaculizar las zonas de paso y evitar tropiezos, caídas y accidentes
- Los restos de embalajes se acopiarán ordenadamente y se retirarán al finalizar cada jornada de trabajo

Equipos de protección individual (EPI)

- Casco de seguridad homologado
- Guantes de goma
- Guantes de cuero
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos

### **1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares**

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a las prescripciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y Cerámica (Orden de 28 de agosto de 1970), prestando especial atención a la Sección 3ª "Seguridad en el trabajo en las industrias de la Construcción y Obras Públicas" Subsección 2ª "Andamios en general".

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

#### **1.5.3.1. Puntales**

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados

#### **1.5.3.2. Torre de hormigonado**

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada"
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz

#### **1.5.3.3. Escalera de mano**

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares
- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída

#### ***1.5.3.4. Andamio de borriquetas***

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro

#### **1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas**

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.
- b) La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.
- c) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

##### ***1.5.4.1. Pala cargadora***

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente
- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala

##### ***1.5.4.2. Retroexcavadora***

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura
- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina

##### ***1.5.4.3. Camión de caja basculante***

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga
- No se circulará con la caja izada después de la descarga

#### ***1.5.4.4. Camión para transporte***

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina

#### ***1.5.4.5. Hormigonera***

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados

#### ***1.5.4.6. Vibrador***

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará 2,5 m/s<sup>2</sup>, siendo el valor límite de 5 m/s<sup>2</sup>

#### ***1.5.4.7. Martillo picador***

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo

#### ***1.5.4.8. Maquinillo***

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada

- El trabajador que utilice el maquinillo estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas
- Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma
- Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante
- Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar
- Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo
- Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total
- El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante
- El arriostamiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena u de otro material
- Se realizará el mantenimiento previsto por el fabricante

#### ***1.5.4.9. Sierra circular***

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra
- Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos
- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas

#### ***1.5.4.10. Sierra circular de mesa***

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada
- El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco
- La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas
- Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra

- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo

#### ***1.5.4.11. Cortadora de material cerámico***

- Se comprobará el estado del disco antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución
- la protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento
- No se presionará contra el disco la pieza a cortar para evitar el bloqueo

#### ***1.5.4.12. Equipo de soldadura***

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto

#### ***1.5.4.13. Herramientas manuales diversas***

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos

### **1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables**

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

### **1.6.1. Caídas al mismo nivel**

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales

### **1.6.2. Caídas a distinto nivel**

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles
- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas

### **1.6.3. Polvo y partículas**

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo
- Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas

### **1.6.4. Ruido**

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos

### **1.6.5. Esfuerzos**

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas

### **1.6.6. Incendios**

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio

### **1.6.7. Intoxicación por emanaciones**

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados

## **1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse**

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

### **1.7.1. Caída de objetos**

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se montarán marquesinas en los accesos
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios

Equipos de protección individual (EPI)

- Casco de seguridad homologado
- Guantes y botas de seguridad
- Uso de bolsa portaherramientas

### **1.7.2. Dermatitis**

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se evitará la generación de polvo de cemento

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes y ropa de trabajo adecuada

### **1.7.3. Electrocuciiones**

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes dieléctricos
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad

### **1.7.4. Quemaduras**

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes, polainas y mandiles de cuero

### **1.7.5. Golpes y cortes en extremidades**

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes y botas de seguridad

## **1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento**

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

### **1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas**

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente estudio básico de seguridad y salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

### **1.8.2. Trabajos en instalaciones**

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

### **1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices**

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

## **1.9. Trabajos que implican riesgos especiales**

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales referidos en los puntos 1, 2 y 10 incluidos en el Anexo II. "Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores" del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

Estos riesgos especiales suelen presentarse en la ejecución de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

## **1.10. Medidas en caso de emergencia**

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

### **1.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista**

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

## **2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES.**

## **2.1. Y. Seguridad y salud**

### **Ley de Prevención de Riesgos Laborales**

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

#### **Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo**

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

### **Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social**

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998

Completada por:

#### **Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal**

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

#### **Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

#### **Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico**

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completada por:

#### **Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo**

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de junio de 2003

Modificada por:

### **Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales**

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 13 de diciembre de 2003

Desarrollada por:

### **Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales**

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 2004

Completada por:

### **Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas**

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completada por:

### **Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completada por:

### **Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificada por:

### **Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio**

Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 23 de diciembre de 2009

### **Reglamento de los Servicios de Prevención**

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 1997

Completado por:

### **Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo**

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

**Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención**

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Completado por:

**Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

**Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico**

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas**

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

**Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción**

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

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

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración.

B.O.E.: 23 de marzo de 2010

### **Seguridad y Salud en los lugares de trabajo**

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

### **Manipulación de cargas**

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

### **Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo**

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

**Modificación del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos**

Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 5 de abril de 2003

Completado por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

### **Utilización de equipos de trabajo**

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Modificado por:

**Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura**

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

### **Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción**

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 25 de octubre de 1997

Completado por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

**Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción**

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

**Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción**

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

B.O.E.: 25 de agosto de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 12 de septiembre de 2007

**2.1.1. YC. Sistemas de protección colectiva**

**2.1.1.1. YCU. Protección contra incendios**

**Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión**

Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 31 de mayo de 1999

Completado por:

**Publicación de la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos a presión**

Resolución de 28 de octubre de 2002, de la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: 4 de diciembre de 2002

**Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias**

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de febrero de 2009

Corrección de errores:

**Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias**

B.O.E.: 28 de octubre de 2009

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio**

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

### **Señalización de seguridad y salud en el trabajo**

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

**Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

### **2.1.2. YI. Equipos de protección individual**

**Real Decreto por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual**

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, del Ministerio de Relaciones con la Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 28 de diciembre de 1992

Modificado por:

**Modificación del Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual**

Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 8 de marzo de 1995

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual**

B.O.E.: 22 de marzo de 1995

Completado por:

**Resolución por la que se publica, a título informativo, información complementaria establecida por el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual**

Resolución de 25 de abril de 1996 de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 28 de mayo de 1996

Modificado por:

**Modificación del anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual**

Orden de 20 de febrero de 1997, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 6 de marzo de 1997

Completado por:

**Resolución por la que se actualiza el anexo IV de la Resolución de 18 de marzo de 1998, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial**

Resolución de 29 de abril de 1999 del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 29 de junio de 1999

### **Utilización de equipos de protección individual**

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

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

Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

**2.1.3. YM. Medicina preventiva y primeros auxilios**

**2.1.3.1. YMM. Material médico**

**Orden por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social**

Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 11 de octubre de 2007

**2.1.4. YP. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar**

**DB HS Salubridad**

Código Técnico de la Edificación (CTE). Parte II. Documento Básico HS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de octubre de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 25 de enero de 2008

Modificado por:

**Modificación de determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre**

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de abril de 2009

**Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano**

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de febrero de 2003

**Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis**

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.

B.O.E.: 18 de julio de 2003

### **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51**

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Modificado por:

#### **Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03**

Sentencia de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo.

B.O.E.: 5 de abril de 2004

Completado por:

#### **Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico**

Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial.

B.O.E.: 19 de febrero de 1988

Modificado por:

#### **Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio**

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

### **Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones**

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 1 de abril de 2011

Desarrollado por:

#### **Orden por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo**

Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 16 de junio de 2011

## **2.1.5. YS. Señalización provisional de obras**

### **2.1.5.1. YSB. Balizamiento**

### **Instrucción 8.3-IC Señalización de obras**

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

### **Señalización de seguridad y salud en el trabajo**

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

#### **Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

#### **Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

#### ***2.1.5.2. YSH. Señalización horizontal***

### **Instrucción 8.3-IC Señalización de obras**

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

#### ***2.1.5.3. YSV. Señalización vertical***

### **Instrucción 8.3-IC Señalización de obras**

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

#### ***2.1.5.4. YSN. Señalización manual***

### **Instrucción 8.3-IC Señalización de obras**

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

#### ***2.1.5.5. YSS. Señalización de seguridad y salud***

### **Señalización de seguridad y salud en el trabajo**

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

**Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

**3. PLIEGO**

### **3.1. Pliego de cláusulas administrativas**

#### **3.1.1. Disposiciones generales**

##### ***3.1.1.1. Objeto del Pliego de condiciones***

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) en el Municipio de Carcelén (Albacete), situada en Albacete (Albacete), según el proyecto redactado por . Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido.

#### **3.1.2. Disposiciones facultativas**

##### ***3.1.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación***

Las atribuciones y las obligaciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas en sus aspectos generales por la Ley 38/99, de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Las garantías y responsabilidades de los agentes y trabajadores de la obra frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo en materia de seguridad y salud, son las establecidas por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 "Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

##### ***3.1.2.2. El 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 de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud - o Estudio Básico, en su caso - al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el Promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El Promotor tendrá la consideración de Contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma, excepto en los casos estipulados en el Real Decreto 1627/1997.

##### ***3.1.2.3. El Projectista***

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

##### ***3.1.2.4. El Contratista y Subcontratista***

Según define el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997:

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El Contratista comunicará 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.1627/1997, de 24 de octubre.

Adoptará 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 Básico de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

Supervisará 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.

Entregará la información suficiente al coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar las contenidas en el artículo 11 "Obligaciones de los contratistas y subcontratistas" del R.D. 1627/1997.

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en la Ley, durante la ejecución de la obra.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.

Atender las indicaciones y consignas del coordinador en materia de seguridad y salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del Promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### ***3.1.2.5. La Dirección Facultativa***

Según define el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997, se entiende como Dirección Facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y del Promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

### **3.1.2.6. Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto**

Es el técnico competente designado por el Promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

### **3.1.2.7. Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución**

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el Promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades asociadas a las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

### **3.1.2.8. Trabajadores Autónomos**

Es la persona física, distinta del contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

### **3.1.2.9. Trabajadores por cuenta ajena**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

### **3.1.2.10. Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción**

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

### **3.1.2.11. Recursos preventivos**

Con el fin de ejercer las labores de recurso preventivo, según lo establecido en la Ley 31/95, Ley 54/03 y Real Decreto 604/06, el empresario designará para la obra los recursos preventivos, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.

b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.

c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la Dirección Facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

### **3.1.3. Formación en Seguridad**

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

### **3.1.4. Reconocimientos médicos**

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.

Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

### **3.1.5. Salud e higiene en el trabajo**

#### ***3.1.5.1. Primeros auxilios***

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.

El Contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

#### ***3.1.5.2. Actuación en caso de accidente***

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

### **3.1.6. Documentación de obra**

#### ***3.1.6.1. Estudio Básico de Seguridad y Salud***

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el Promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

Incluye también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

#### ***3.1.6.2. Plan de seguridad y salud***

En aplicación del presente estudio básico de seguridad y salud, cada Contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la Dirección Facultativa.

#### ***3.1.6.3. Acta de aprobación del plan***

El plan de seguridad y salud elaborado por el Contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección Facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

#### ***3.1.6.4. Comunicación de apertura de centro de trabajo***

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

#### ***3.1.6.5. Libro de incidencias***

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los

técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al Contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

#### **3.1.6.6. Libro de órdenes**

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la Dirección Facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el Contratista de la obra.

#### **3.1.6.7. Libro de visitas**

El libro de visitas deberá estar en obra, a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

El primer libro lo habilitará el Jefe de la Inspección de la provincia en que se encuentre la obra. Para habilitar el segundo o los siguientes, será necesario presentar el anterior. En caso de pérdida o destrucción, el representante legal de la empresa deberá justificar por escrito los motivos y las pruebas. Una vez agotado un libro, se conservará durante 5 años, contados desde la última diligencia.

#### **3.1.6.8. Libro de subcontratación**

El contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

El libro de subcontratación cumplirá las prescripciones contenidas en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, en particular el artículo 15 "Contenido del Libro de Subcontratación" y el artículo 16 "Obligaciones y derechos relativos al Libro de Subcontratación".

Al libro de subcontratación tendrán acceso el Promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

### **3.1.7. Disposiciones Económicas**

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el Promotor y el contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas

- De los precios
  - Precio básico
  - Precio unitario
  - Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
  - Precios contradictorios
  - Reclamación de aumento de precios
  - Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
  - De la revisión de los precios contratados
  - Acopio de materiales
  - Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones Mutuas
- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

### **3.2. Pliego de condiciones técnicas particulares**

#### **3.2.1. Medios de protección colectiva**

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del plan de seguridad y salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

#### **3.2.2. Medios de protección individual**

Dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.

#### **3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort**

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El Contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotadas de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

#### **3.2.3.1. Vestuarios**

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Se dispondrá una superficie mínima de 2 m<sup>2</sup> por cada trabajador destinada a vestuario, con una altura mínima de 2,30 m.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

#### **3.2.3.2. Aseos y duchas**

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

Las cabinas tendrán una superficie mínima de 2 m<sup>2</sup> y una altura mínima de 2,30 m.

La dotación mínima prevista para los aseos será de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen en la misma jornada
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

#### **3.2.3.3. Retretes**

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas de dimensiones mínimas 1,2x1,0 m con altura de 2,30 m, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.

Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.

#### **3.2.3.4. Comedor y cocina**

Los locales destinados a comedor y cocina estarán equipados con mesas, sillas de material lavable y vajilla, y dispondrán de calefacción en invierno. Quedarán separados de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental.

En el caso de que los trabajadores lleven su propia comida, dispondrán de calentaplatos, prohibiéndose fuera de los lugares previstos la preparación de la comida mediante fuego, brasas o barbacoas.

La superficie destinada a la zona de comedor y cocina será como mínimo de 2 m<sup>2</sup> por cada operario que utilice dicha instalación.

