

ANEJO 03
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1. INTRODUCCIÓN

Para la definición de las soluciones adoptadas y recogidas en el Proyecto Constructivo de la EDAR de Mercagranada, se han estudiado una serie de alternativas para diferentes aspectos.

En el presente anejo se describe el estudio de alternativas analizadas para determinar la solución más idónea, tanto desde un punto de vista estructural (materiales, forma, etc.), como funcional (explotación y mantenimiento), de los elementos que integran el citado proyecto.

Parte de los aspectos estudiados se basan en criterios de eficiencia energética. Se han comparado distintas soluciones técnicas enfrentando el precio de adquisición de equipos con el de mantenimiento y explotación, escogiendo aquellas soluciones que resultan más rentables durante la vida útil de la instalación.

Se han estudiado diferentes alternativas para los siguientes aspectos:

- Sistema de tratamiento.
- Deshidratación de fangos.
- Sistema de sustentación de viga carril para polipasto.
- Depósitos soterrados.
- Alumbrado.
- Línea de motores.

2. SISTEMA DE TRATAMIENTO

En función de las cargas contaminantes obtenidas tanto en la caracterización del influente seco, como en el estudio de viabilidad aportado por MERCAGRANADA y considerando que la zona de vertido NO es una zona sensible por lo tanto la Autorización de Vertidos no expresa ninguna limitación en los parámetros "Nitrógeno y fósforo", se adopta como línea de tratamiento de agua la siguiente.

Adecuación del pozo de bombeo existente, manteniendo las bombas actuales, incluyendo medidores de nivel y un agitador para homogeneizar el vertido en el mismo.

Se mantiene como pretratamiento el rototamiz existente, y se incluye un equipo separador de grasas para evitar el paso de las mismas al biológico ya que la presencia de las mismas dificulta la transferencia de oxígeno afectando al rendimiento de depuración.

Como sistema de tratamiento biológico se opta por el diseño de una planta compacta enterrada, que minimiza, olores, costes de mantenimiento y explotación

La misma se compone de un depósito compacto biológico +decantador secundario, con sistema de difusión de aire por difusores de burbuja fina, recirculación externa de fangos por bomba y extracción de fangos del decantador al espesador mediante bomba sumergibles (se describen los cálculos de la línea de agua, en el ANEJO 12 PROCESO BIOLÓGICO, cargas contaminantes, rendimientos esperados, Cm adoptada, necesidades de aire, cálculo de difusores, fangos recirculados, fangos en exceso, fangos espesados y centrifugados)

Se adopta sistema de fangos activos por aireación prolongada Edad del fango 11 -15 días, manteniendo Cm alrededor de 0,1 kg DBO/KG día, depósito horizontal de altura de lámina de agua de 3,5 -3,7 m favoreciendo la transferencia de oxígeno , los difusores adoptados tienen un 18% de SOTE.

Decantación Primaria	Tipo de proceso	Carga másica	Concentración de sólidos en suspensión en el Reactor Biológico	Carga volumétrica (Kg DBO /día·m3)	Rendimiento (%)
Obligatoria	Media carga	0,3	3,3	1	90
Optativa	Alta carga	1	2,5	----	80
Optativa	Aireación prolongada	0,1	4	----	96
Inexistente	Baja carga	0,05	5	----	----

La decantación secundaria tiene una altura de lámina de agua de 3,5 m y la recogida de sobrenandantes se llevará a cabecera de panta tanto del decantador como del espesador de fangos.

Se prevé una purga de fangos en exceso de uno 8-10 m3/día la cual se temporizará, para mantener un tiempo de residencia de fangos n el espesador no inferior a 72 h.

Medidas adoptadas para minimizar el consumo energético.

Soplantes de aireación

Con el fin de minimizar el consumo energético, se adoptan como soplantes para la aireación del biológico soplantes híbridas con un consumo del motor de 5,5 kw a diferencia del as soplantes de canal lateral cuyo consumo a 50 Hz es de 7,5 kw y a 60 Hz 8,6 Kw.

Medidores de oxigeno

Está previsto la instalación de medidor de oxígeno que comande el funcionamiento de la soplante en función de los niveles de oxígeno a la salida del reactor biológico, manteniendo niveles de 1,5 ppm , de esta manera se evita la temporización de la soplante y solo se pondrá en marcha cuando las necesidades de oxígeno para la síntesis y respiración bacteriana lo precisen

3. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

Se baraja la posibilidad de implantar centrifuga o tornillo de deshidratación (tornillo espesador), se adjunta cuadro comparativo

	DECANTER	FILTRO BANDA	FILTRO PRENSA	TORNILLO ESPEADOR
Inversión inicial	\$\$\$	\$\$	\$\$\$	\$\$
Instalación	\$\$	\$\$\$	\$\$\$\$\$\$	\$\$
Construcción local	●	●●	●●●	●
Manutención	○	○○○	○○○○○	○○○○○
% sequedad	◇◇	◇	◇◇◇	◇
Ventilación	*	***	**	*
Agua proceso	∞	∞∞∞∞∞	∞∞∞	∞
Personal	□	□□□	□□□□	□
Energía	△△	△	△△	△
Proceso cerrado	SI	NO	NO	SI
Consumo poli	@	@@	@	@@@

Se opta como sistema de secado la centrífuga o decanter ya que las unidades espesadores de tornillo (tornillos de deshidratación), tienen un mercado muy específico, plantas de gran tamaño, para reducir el volumen de tratamiento y plantas en las que los lodos o producto a secar tengan un muy alto grado de decantabilidad. Si no se dan uno o los dos casos, el coste en polielectrolito y la baja sequedad de los fangos obtenidos, no hacen de estos equipos una buena elección.

Se adjunta comparativa de consumos energéticos y de polielectrolito de ambos equipos

CENTRIFUGA		CENTRIFUGA	
Peso de fangos espesados a deshidratar:	48,58 kg/d	Consumo energético	5,5 kw/h
. Reactivo:	Polielectrolito	caudal a centrifuga	0,17 m3/h
. Dosis media:	5 kg/tn	caudal diario	4,08 m3/dia
. Dosis máxima:	7 kg/tn	Consumo energético	4015 kw/h/año
. Peso diario máximo:	0,34 kg/d		0,116 euros kw
. Dilución de la preparación:	0,5 %		euros 465,74 /año

Caudal a dosificar a centrífugas:	9,72 m ³ /d
consumo de polielectrolito diario	2,4 kg/día
precio estimado polielectrolito	2,8 euros/kg
consumo de polielectrolito año	869 kg /año
	2.433 € EUROS

TORNILLO DESHIDRATADOR

TORNILLO DESHIDRATADOR

Peso de fangos espesados a deshidratar:	48,58 kg/d	Consumo energetico	0,37 kw/h
Reactivo:	Polielectrolito	caudal a centrifuga	0,17 m ³ /h
Dosis media:	10 kg/tn	caudal diario	4,08 m ³ /día
Dosis máxima:	12 kg/tn	Consumo energético	270,1 kw/h/año
Peso diario máximo:	0,58 kg/d		0,116 euros kw
Dilución de la preparación:	0,5 %		euros 31 /año
Caudal a dosificar a centrífugas:	9,72 m ³ /d		
consumo de polielectrolito diario	7 kg/día		
precio estimado polielectrolito	2,8 euros/kg		
consumo de polielectrolito año	2553 kg /año		
	7.150 € EUROS		

Se opta por tanto como sistema de deshidratación centrífuga, de mayor consumo energético , pero mucho menos consumo de polielectrolito.

4. VIGA CARRIL POLIPASTO

Para facilitar las tareas de mantenimiento y reparación, se instalará un polipasto en la caseta de equipos. De esta forma se facilita tanto la primera instalación de los equipos como su retirada para labores de mantenimiento y reparación, en caso de necesidad.

El peso de los equipos que se prevé pueden ser instalados en el interior de la caseta son:

- Tornillo deshidratador: 385 kg.
- Centrifugadora: 500 kg.
- Equipo de soplante: 100 kg.
- Preparador epoli (peso en vacío): 145 kg.

Tal y como se indica, los equipos a elevar no resultan especialmente pesados. Sin embargo, en previsión de que con posterioridad deban ser sustituidos por otros más grandes, se ha considerado un peso a elevar de 750 kg.

La viga carril del polipasto discurre de forma paralela a la fachada mayor de la caseta por el centro de la misma. Esta disposición permite elevar los 3 equipos con un solo polipasto y trasladarlos hasta la frontal de las puertas de acceso por donde se realizaría la extracción.

Para fijar el carril del polipasto se han barajado tres alternativas:

- Alternativa 1: viga carril autoportante de 9,00 metros de longitud apoyada en la viga de coronación de los propios muros de la caseta. Con esta solución, la viga carril no transmite esfuerzos a la cubierta que puede ser resuelta mediante panel sándwich.
- Alternativa 2: viga carril con un apoyo intermedio, materializado por otra viga en disposición perpendicular, apoyando las 2 vigas en la viga de coronación de los muros de la caseta. Con esta solución, la viga carril no transmite esfuerzos a la cubierta que puede ser resuelta mediante panel sándwich
- Alternativa 3: viga carril con dos apoyos transversales con la misma configuración que en el Alternativa 2.
- Alternativa 4: viga carril fijada a placas alveolares prefabricadas que conformarían la cubierta de la caseta.

Para establecer la mejor solución, se han predimensionado los elementos estructurales de las 4 alternativas para estimar de esta forma el coste de las mismas.

A continuación se recogen los cálculos estructurales realizados para las 4 alternativas.

Cargas e hipótesis

Tal y como se ha adelantado, las cargas consideradas en las 4 alternativas son:

- Peso propio de los elementos estructurales
- Carga puntual móvil de 750 kg

La carga puntual de 750 se ha dispuesto en las posiciones más desfavorables, punto central de cada tramo de viga carril entre apoyos y en el punto central de la viga carril completa.

Criterios de diseño

Para el dimensionamiento de los elementos estructurales se ha recurrido a la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación
- EAE-11

Como condición más restrictiva de aceptación se ha adoptado la de ELS de deformación, limitando la flecha máxima en el caso más desfavorable a $1/1000$ la longitud de las barras. De esta forma se garantiza que la viga en equilibrio en suposición deformada no adopta una geometría incompatible con el funcionamiento del polipasto.

Con esta limitación, no se produce plastificación de los elementos estructurales en ningún momento.

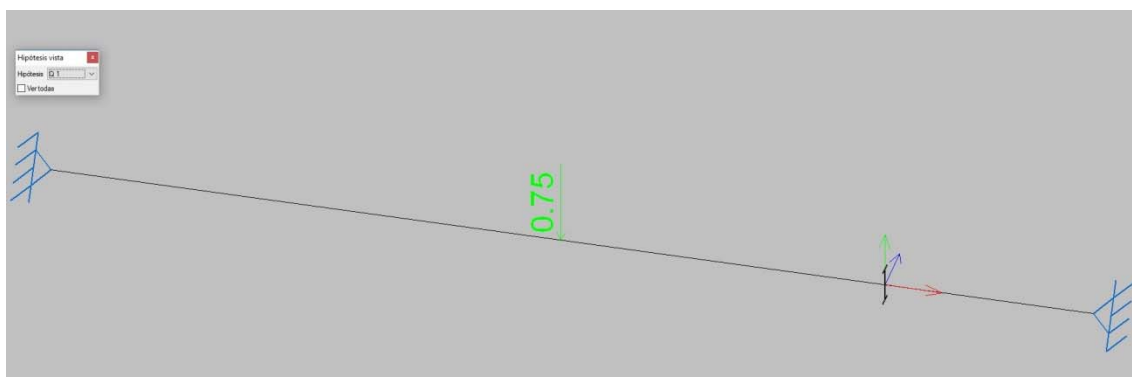
En todos los casos los encuentros de las vigas y placas con la viga de cabeza de los muros se han establecido como apoyos simples para no transmitir momentos a los muros.

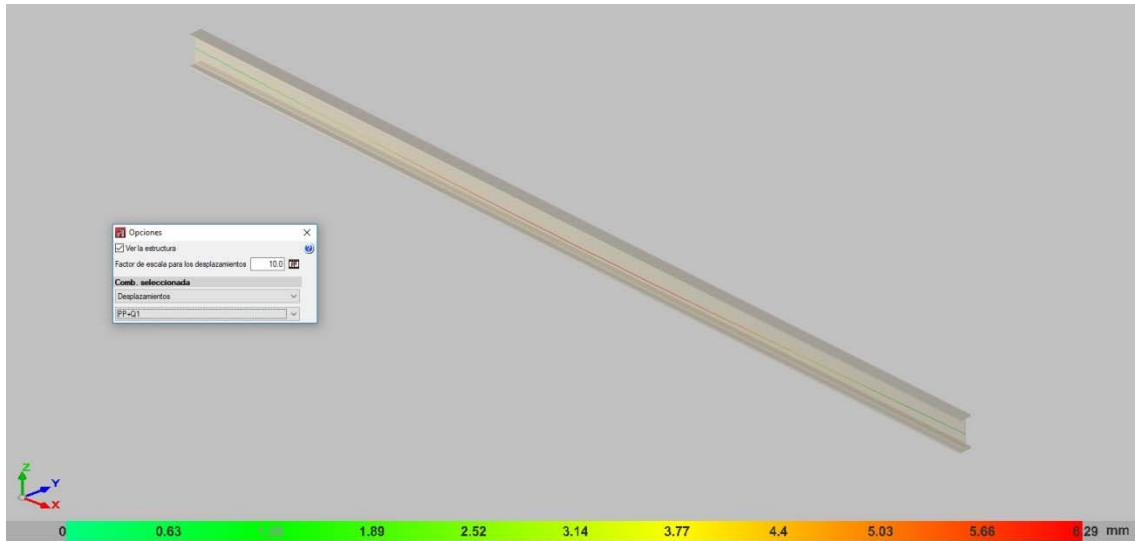
No se han considerado acciones de viento y nieve en las vigas metálicas, por ser una instalación interior. Sí se han considerado en la Alternativa 4, por ser las placas elementos estructurales de la edificación. Ocurre igual con las acciones por sismo, no habiéndose considerado en el caso de las vigas metálicas y sí en el caso de las placas alveolares.

Resultados del cálculo estructural

Alternativa 1

Se resuelve mediante una viga carril con perfil IPN 320 o similar en características resistentes. Aplicando la citada carga puntual más su peso propio, se obtiene un desplazamiento máximo de 6,29 mm. Menor que $1/1000$ la luz de la viga (9000mm).

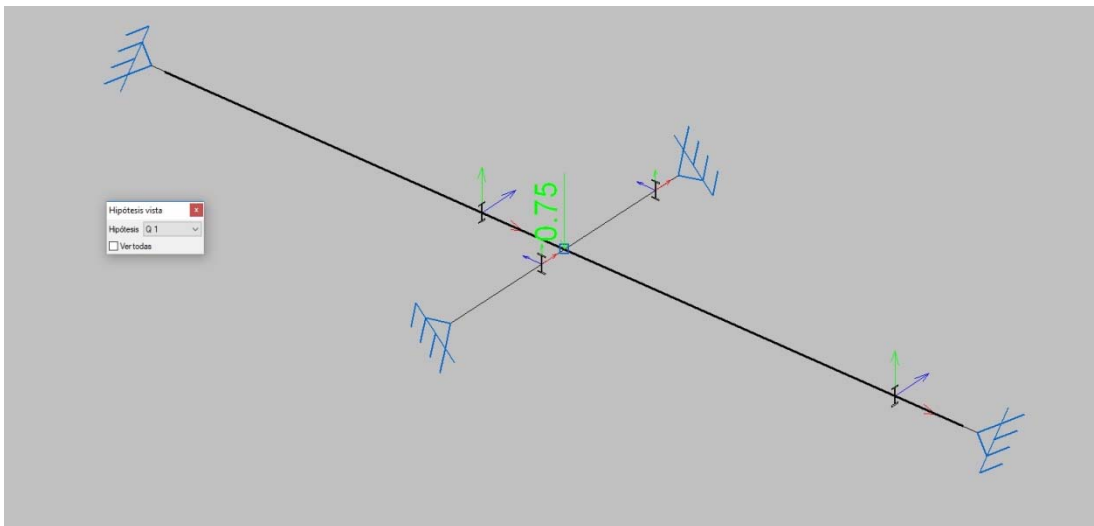


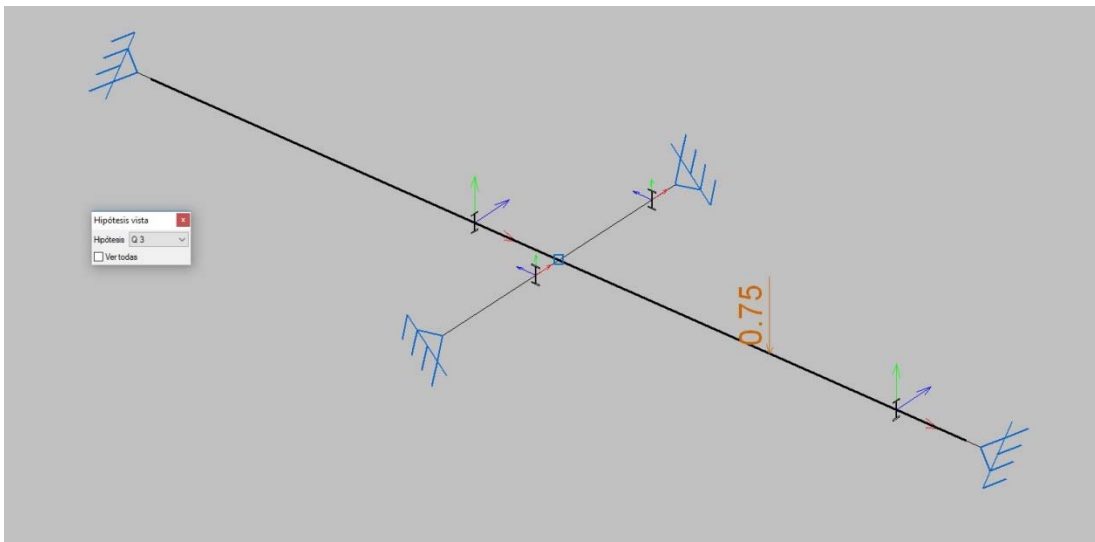
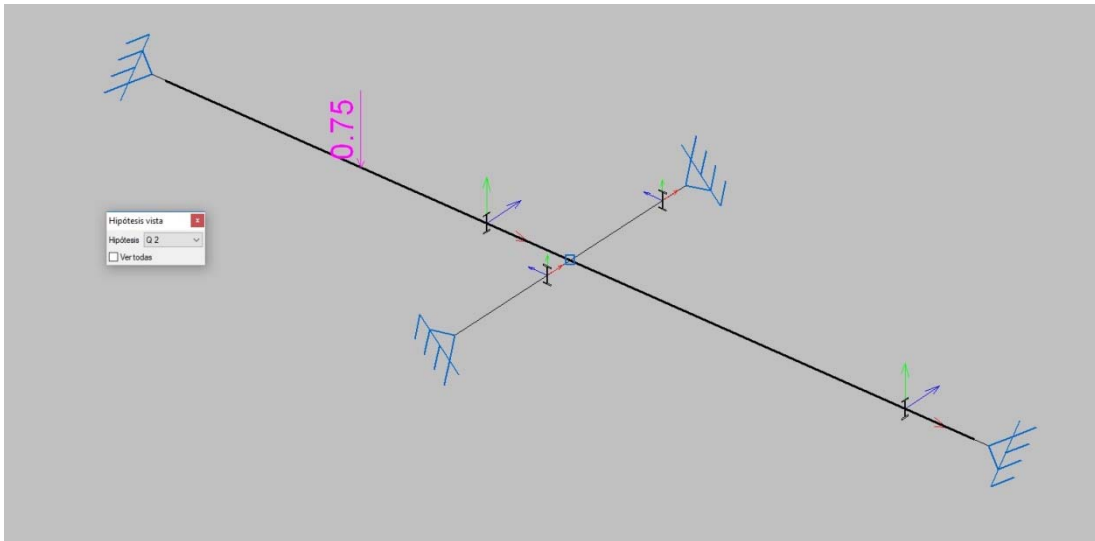


Alternativa 2

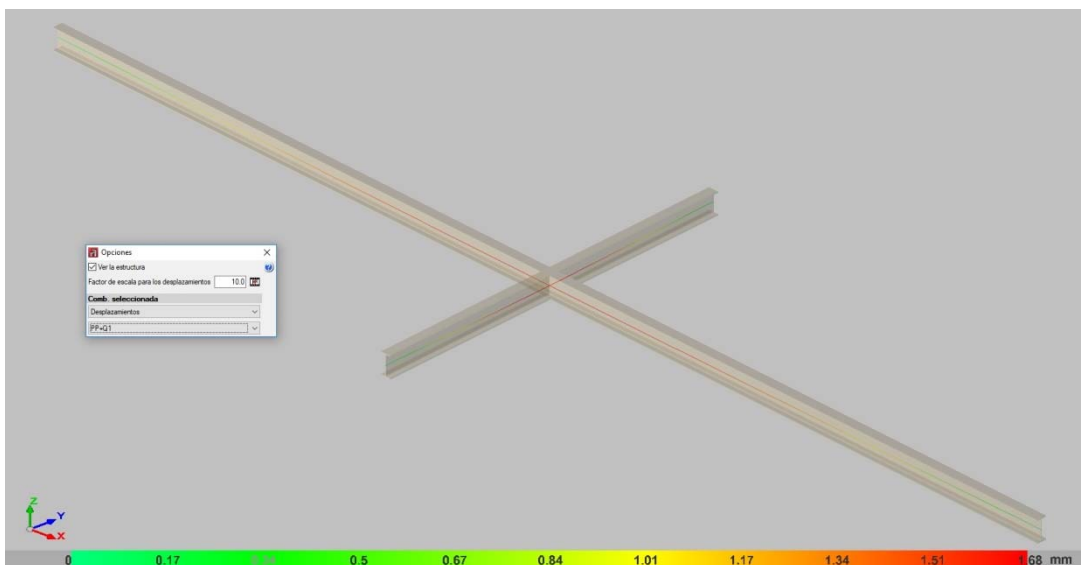
Se resuelve mediante una viga carril con perfil IPN 180 o similar en características resistentes, junto a dos vigas transversales tipo IPN180. Aplicando la citada carga puntual, en distintas posiciones, más su peso propio, se obtiene el desplazamiento máximo que se indica en las siguientes figuras.

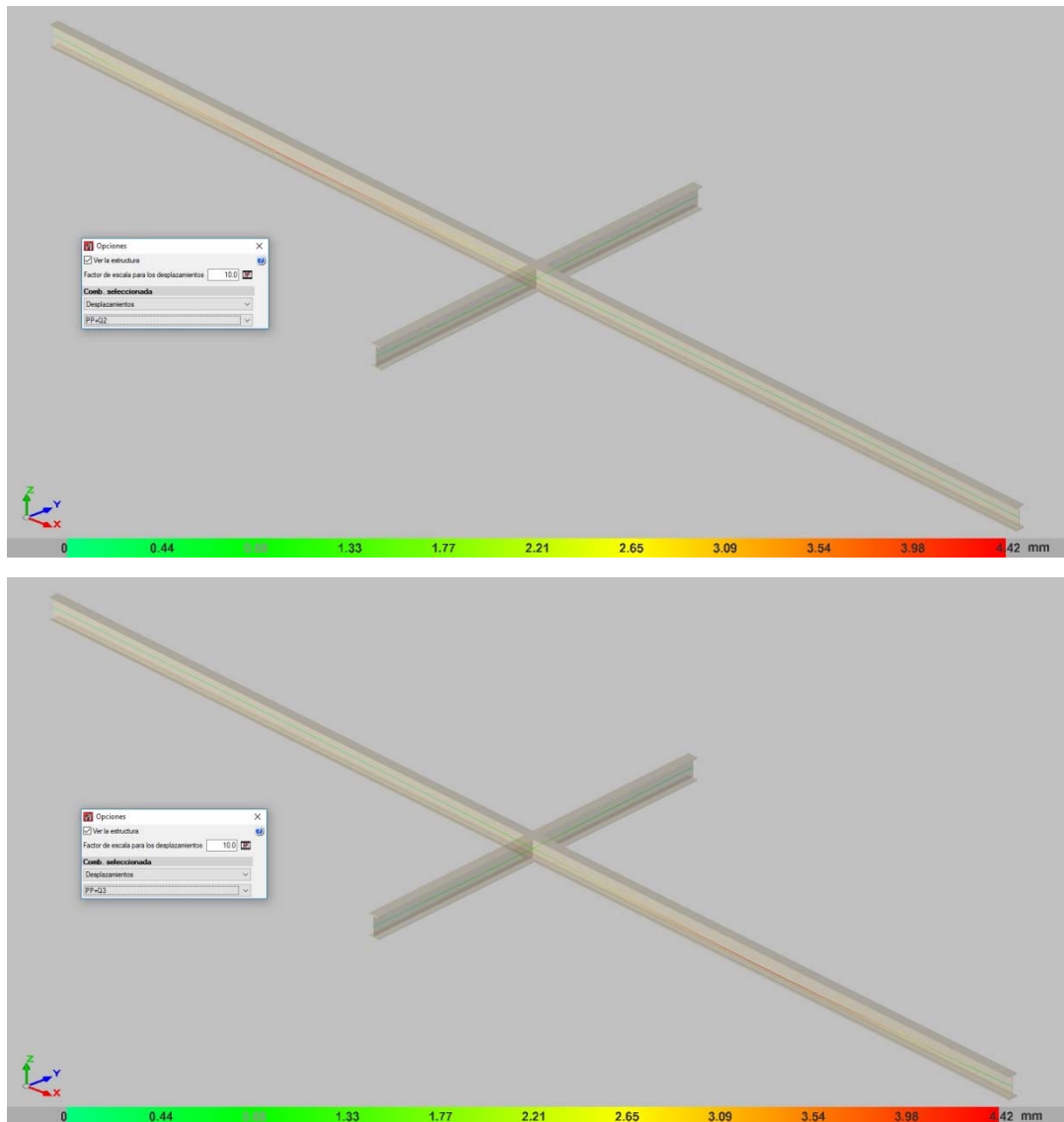
Cargas:





Desplazamientos:

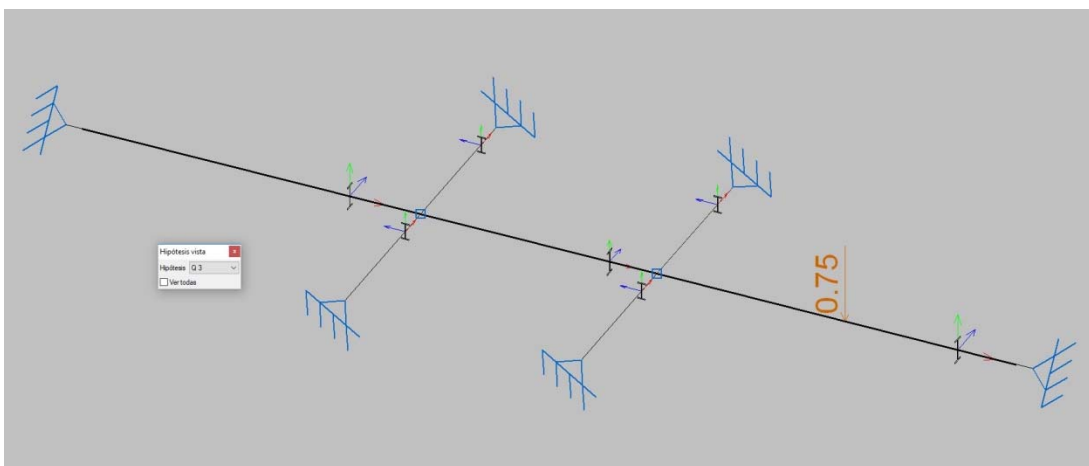
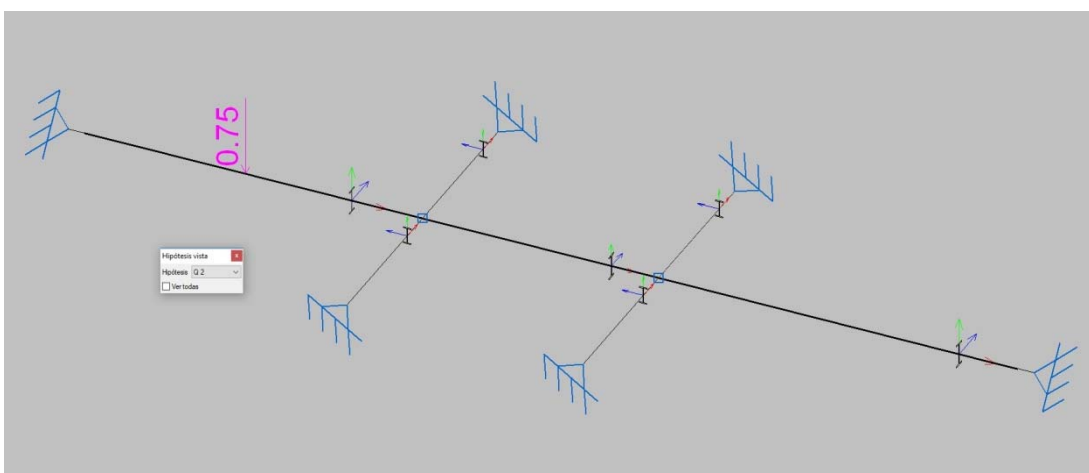
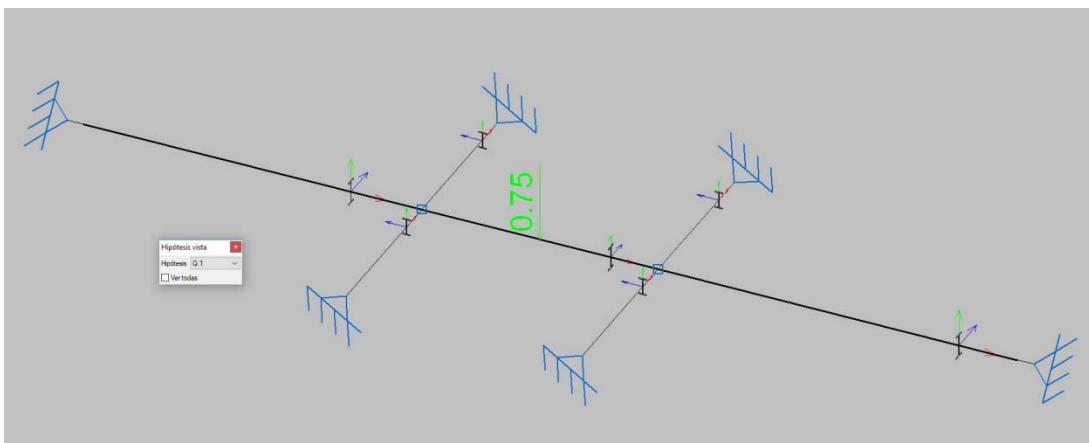




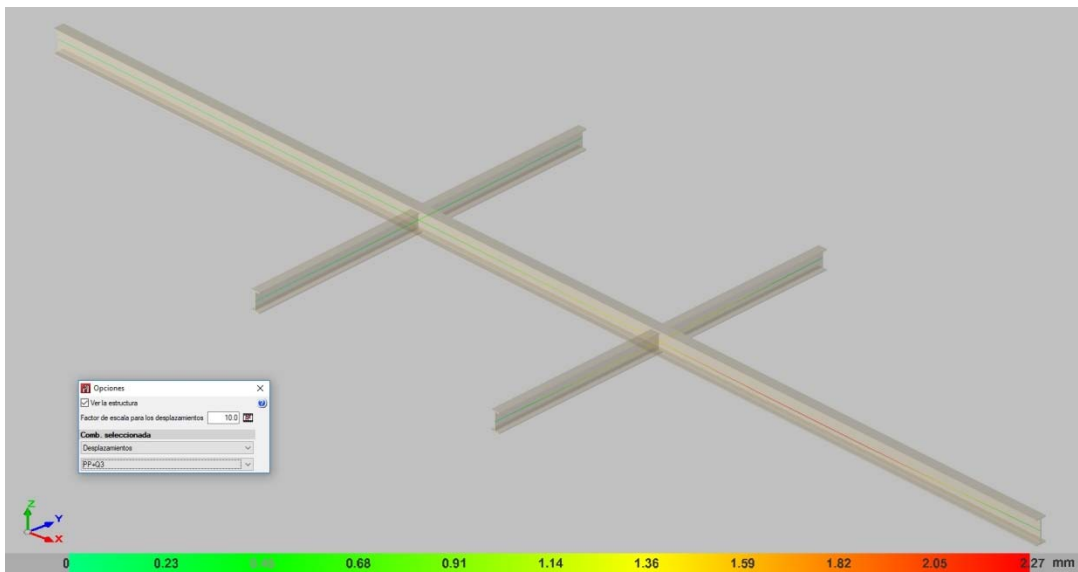
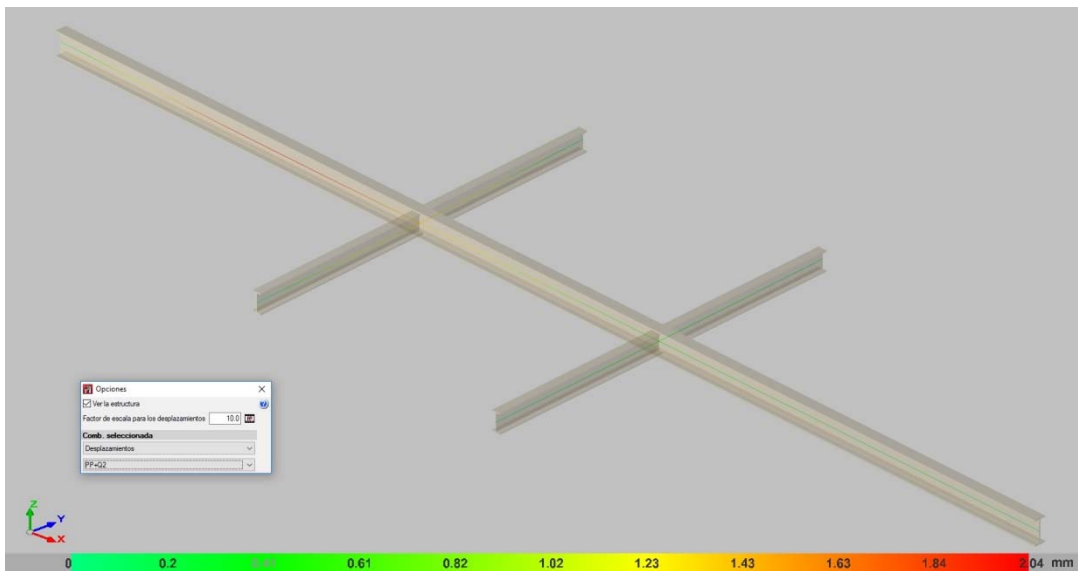
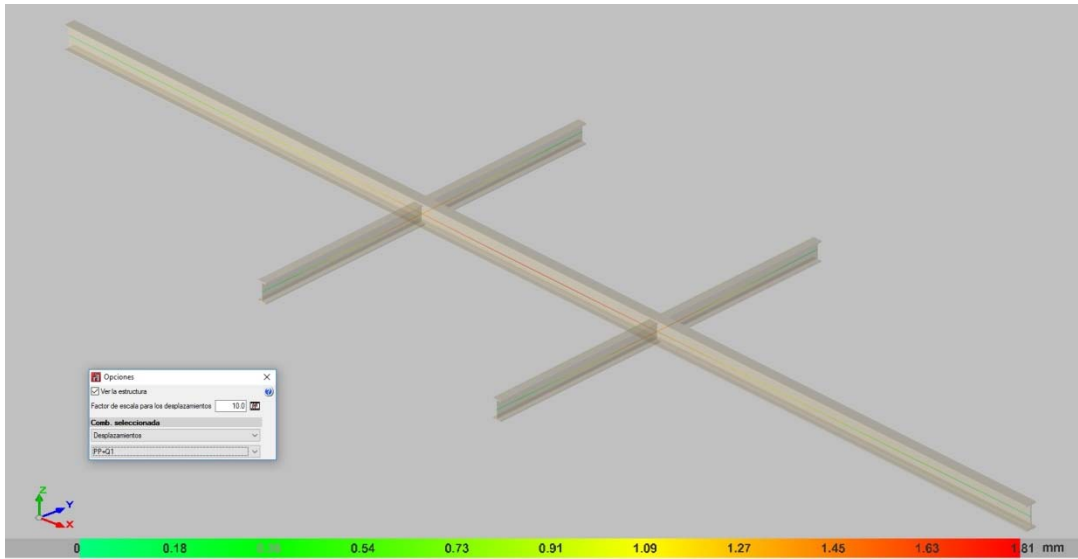
Alternativa 3:

Se resuelve mediante una viga carril con perfil IPN 200 o similar en características resistentes, junto a dos vigas transversales tipo IPN160. Aplicando la citada carga puntual, en distintas posiciones, más su peso propio, se obtiene el desplazamiento máximo que se indica en la siguientes figuras.

Cargas:



Desplazamientos:

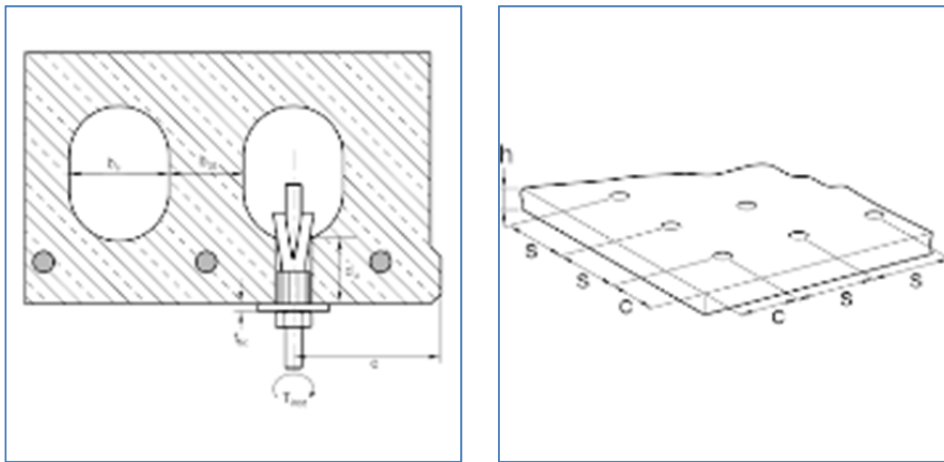


Alternativa 4

La solución consiste en la fijación de la viga carril, materializada por un perfil IPN 120, a las placas alveolares que formarán la cubierta de la caseta.

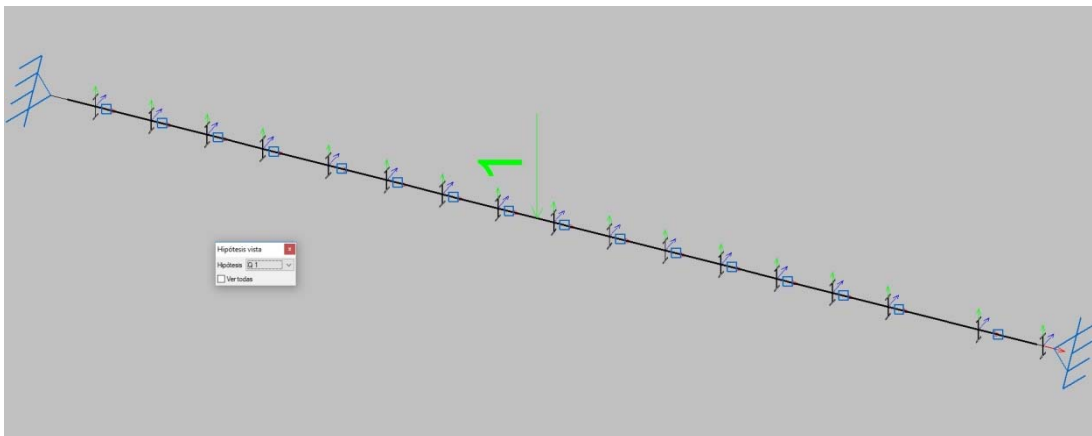
Los anclajes de la viga carril con las placas alveolares se realizarán mediante anclajes de rosca tipo SIKA AN Easy M8 o similar. Efectuándose dos de dichos anclajes cada 50 cm. Se deberá tener la precaución de que las perforaciones de los anclajes coincidan con los alveolos de las placas.

Los anclajes se instalarán empleando 2 perforaciones efectuadas sobre el patín de la viga.

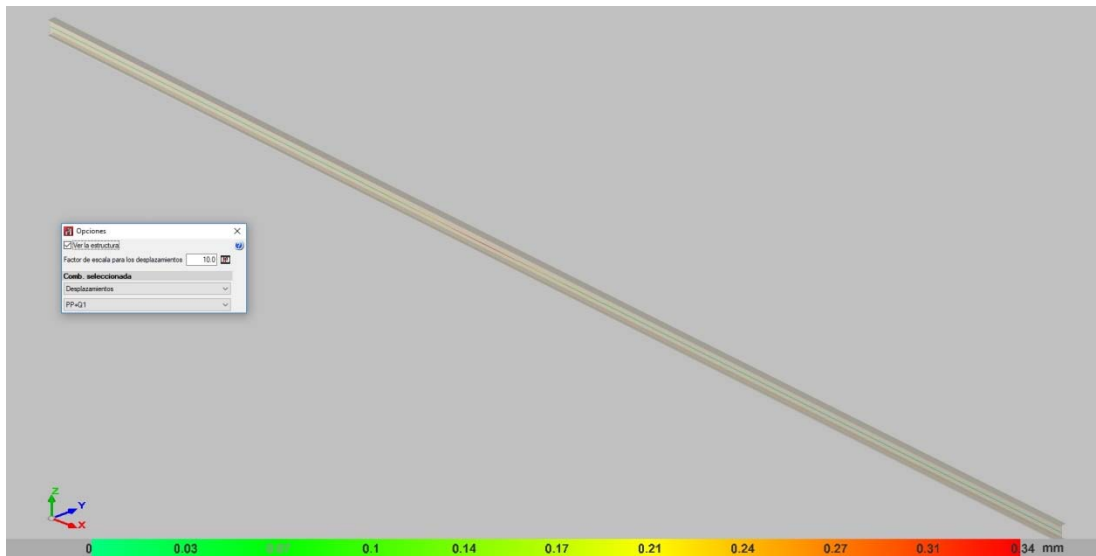


Cargas:

Las cargas que suponen tanto el peso propio de la viga como del polipasto y sobrecarga de uso, se han tenido en consideración en los cálculos estructurales de la caseta y de las propias placas alveolares.



Desplazamientos:



Selección de anclajes

La resistencia a tracción del anclaje viene determinada por la resistencia del propio anclaje y por las características resistentes del puentecillo del alveolo de la placa.

Adoptando un espesor de puentecillo de 3 cm y una resistencia al fuego R60, valores que se justifican en el Anejo Cálculo Estructural, la resistencia a extracción de cada anclaje es de 800 kgf. Por lo que para cada par de anclajes situados cada 50 cm, la resistencia a extracción es de 1.600 kgf.

Tamaño de anclaje	M8	M8	M8	M8	M10	M10	M10	M10
Espesor del puentecillo $d_u \geq$ [mm]	25	30	40	50	25	30	40	50
Carga adm. ¹⁾ para $c \geq c_{cr}$ [kN]	0,7	0,9	2,0	3,6	0,9	1,2	3,0	3,6
Carga adm. ¹⁾ para c_{min} [kN]	0,35	0,8	1,8	3,0	0,8	1,0	2,7	3,0
Carga adm. a tracción bajo exposición al fuego.								
Carga adm. tracción R 30 F [kN]		0,9	0,9	0,9		1,2	1,5	1,5
Carga adm. tracción R 60 F [kN]		0,9	0,9	0,9		1,2	1,5	1,5
Carga adm. tracción R 90 F [kN]		0,7	0,7	0,7		1,2	1,2	1,2
Carga adm. tracción R 120 F [kN]		0,4	0,4	0,4		1,0	1,0	1,0

La densidad lineal de la viga es de 11kg/m, lo que supone un peso de 5,55 kgf. Además se considera la carga que supone el polipasto y el peso a elevar, 750 kg.

Considerando cargas y resistencias, se obtiene un coeficiente de seguridad de dos. Se han adoptado dos anclajes cada 50 cm. para evitar la aparición de esfuerzos torsores inducidos en la viga carril.

Selección adoptada

El criterio de selección se ha basado en la alternativa más económica y de mejor funcionamiento.

Tablero de placa alveolar: 33,07 €/m²

Panel sándwich: 38,96 €/m²

Acero laminado S-275/S-235: 2,68 €/kg

La opción más ventajosa resulta ser la Alternativa 4, pues emplea una cubierta más económica y además requiere menos cantidad de acero.

Por otro lado, al fijar la viga carril a las placas alveolares, esta contribuye al arriostramiento horizontal de las mismas, mejorando su estabilidad antes esfuerzos horizontales como los ocasionados por sismo.

5. TIPOLOGÍA DEPÓSITO

Una vez se ha establecido el tratamiento más adecuado y viable para las condiciones del influente y considerando los condicionantes particulares del proyecto, se ha establecido la adopción de depósitos soterrados como la alternativa más viable.

Estos condicionantes son:

- Espacio limitado
- Reducción del impacto visual
- Control de olores
- Contención del coste de implantación

Para estudiar la tipología de depósitos soterrados más viable se ha partido de las dimensiones y cota de lámina de agua establecidos en el cálculo del proceso biológico y que se recoge en el Anejo 12. Proceso Biológico.

Los datos de partida son:

- Decantador primario: 10,00 m³
- Reactor/zona óxica: 114,25 m³
- Decantador secundario: 30,72 m³

Con estos volúmenes y una cota de línea de agua superior o igual o superior a 3,5 metros, se han estudiado tres tipologías de depósitos soterrados:

- Alternativa 1: Prefabricado de PRFV.
- Alternativa 2: Prefabricados de hormigón armado.
- Alternativa 3: elaborados in situ.

Para estudiar la alternativa más adecuada se han estudiado los costes de ejecución de cada una de ellas. Para ello, se ha recurrido a la base de precios de Diputación de Granada.

Los costes de cada una de las alternativas incluyen las tuberías de entrada y salida, las bocas de hombre, estructura y separaciones interiores, tuberías de interconexión... Quedando fuera de los costes aquí recogidos los siguientes elementos que resultan equivalentes para las 3 alternativas:

- Colectores para distribución de aire en el interior del biológico.
- Difusores para la transferencia de oxígeno.
- Soplante para inyección de aire.
- Tubería de aire desde soplante al interior de biológico.

- Bomba de recirculación de fangos.
- Bomba de fangos en exceso.
- Tubería de recirculación desde el decantador hasta biológico.
- Lamelas del decantador.
- Medidor de oxígeno para control del mismo.
- SCADA de control con pantalla táctil y CCM.

3.1. Alternativa 1: Prefabricados de PRFV

Se trata de un depósito de material plástico que agrupa en un solo cuerpo los tres volúmenes necesarios para el tratamiento biológico. Presenta la ventaja de, debido a su peso contenido, con una sola operación es posible colocar los tres volúmenes pues vienen juntos de fábrica.

Además, debido a su forma circular, los empujes de tierras son soportados por compresión al funcionar como un arco de 360º.

También aporta la ventaja de, al venir en una sola pieza desde fábrica, toda la fontanería interior para conectar los distintos volúmenes llega montada de fábrica por lo que se reduce la posibilidad de errores en el montaje en obra. Así como las bocas de hombre.

Al venir en un solo cuerpo, el volumen de la excavación se reduce respecto a la necesidad de enterrar tres depósitos aislados.

El coste estimado de suministro y montaje del depósito es el siguiente:

Alternativa 1: depósito de PRFV				
Partida	UD.	Med.	C. Unit	Precio
Trabajos previos	-	-	-	-
Excavación	m3	356,00	2,21	786,76 €
Solera hormigón 15 cm.	m2	65,25	12,80	835,20 €
Suministro e instalación				
Depósito PRFV en obra	ud	1,00	29.000,00	29.000,00 €
Grúa autopropulsada 20-40 tn	h	3,00	73,30	219,90 €
Cuadrilla descarga y colocación	h	3,00	36,40	109,20 €
Fontanería				
Cuadrilla fontanería	h	3,00	36,40	109,20 €
Rellenos				
Relleno arena	m3	21,75	26,46	575,51 €
Relleno localizado zanja s. sin clas.	m3	103,64	3,46	358,59 €
TOTAL				31.994,35 €

3.2. Alternativa 2: Prefabricados de hormigón armado

Para establecer el coste de esta alternativa se ha solicitado precio de suministro a fabricantes de depósitos prefabricados de hormigón armado con experiencia en fabricación de elementos para el tratamiento de aguas residuales.

La solución propuesta consiste en 3 depósitos circulares en vertical con una cota de agua de 4,5 m. adaptando el volumen mediante el aumento del diámetro de los depósitos.

Esta alternativa presenta la ventaja de un mayor control en la fabricación en fábrica. Además, el relleno es menos exigente que la solución de PRVF.

Respecto a la solución de un único depósito de PRFV, presenta el inconveniente de necesitar la instalación adicional en obra de la fontanería necesaria para conectar entre sí los distintos volúmenes. Además, requiere impermeabilizar las juntas que se forman entre los anillos que conforman cada volumen.

El coste estimado de esta solución es:

Alternativa 2: depósitos prefabricados de hormigón armado				
Partida	UD.	Med.	C. Unit	Precio
Trabajos previos	-	-	-	-
Excavación	m3	557,67	2,21	1.232,45 €
Solera hormigón 15 cm.	m2	74,13	12,80	948,81 €
Suministro e instalación				
Depósito primario dim. 200cm / h. 405	ud	1,00	1.660,00	1.660,00 €
Zona óxica dim. 650cm / h. 400 int.	ud	1,00	11.280,00	11.280,00 €
Depósito primario dim. 350cm / h. 360 int.	ud	1,00	4.380,00	4.380,00 €
Tte. a obra sobre trailer	PA	1,00	3.600,00	3.600,00 €
Grúa autopropulsada 20-40 tn	h	8,00	73,30	586,40 €
Cuadrilla descarga y colocación	h	8,00	36,40	291,20 €
Formación de boca de hombre i. tapa	ud	3,00	264,79	794,37 €
Impermeab. Filtraciones juntas muros	ml	160,66	23,97	3.851,12 €
Prueba de estanqueidad	ud	1,00	300,00	300,00 €
Fontanería				
Material fontanería	ud	1,00	2.350,00	2.350,00 €
Cuadrilla fontanería	h	18,00	36,40	655,20 €
Rellenos				
Relleno arena	m3	0,00	26,46	- €
Relleno localizado zanja s. sin clas.	m3	235,53	3,46	814,92 €
TOTAL				32.744,47 €

3.3. Alternativa 3: Depósito de hormigón armado in situ

La solución estudiada consiste en la ejecución de un depósito con tres volúmenes de hormigón armado. El depósito cuenta con muros perimetrales de 30 cm. de espesor y muros interiores de 15 cm. El depósito cuenta con unas dimensiones de 14,00 * 4,00 m. La altura del depósito es de 4,00 m.

Esta solución requiere una impermeabilización del depósito y la realización de una prueba de estanqueidad para asegurar la ausencia de filtraciones y vertidos involuntarios.

El coste de esta solución es el siguiente.

Alternativa 3: depósito de hormigón armado in situ				
<u>Partida</u>	<u>UD.</u>	<u>Med.</u>	<u>C. Unit</u>	<u>Precio</u>
Trabajos previos	-	-	-	-
Excavación	m3	418,50	2,21	924,89 €
Ejecución				
H. limpieza HL-150	m3	6,53	19,68	128,41 €
Acero B-500 S/SD	kg	4.548,38	1,44	6.549,66 €
Encofrado oculto	m2	405,00	16,03	6.492,15 €
Encofrado de madera en forjados	m2	56,00	3,40	190,40 €
HA-30 Solera	m3	19,58	82,91	1.622,96 €
HA-30 Muros	m3	50,40	85,33	4.300,63 €
Cimbra metálica	m3	224,00	15,37	3.442,88 €
Formación de boca de hombre i. tapa	ud	3,00	264,79	794,37 €
Impermeabilización de muros	m2	272,00	16,27	4.425,44 €
Prueba de estanqueidad	ud	1,00	300,00	300,00 €
Fontanería				
Material fontanería	ud	1,00	2.350,00	2.350,00 €
Cuadrilla fontanería	h	18,00	36,40	655,20 €
Rellenos				
Relleno arena	m3	0,00	26,46	- €
Relleno localizado zanja s. sin clas.	m3	96,36	3,46	333,40 €
TOTAL				32.510,39 €

3.4. Alternativa seleccionada

Tal y como se observa el precio de ejecución de cada una de las alternativas es similar, resultando la más favorable la alternativa 1, único depósito de PRFV. Además, resulta la alternativa que permite un mayor control en la fabricación y requiere un menor mantenimiento, debido a que no existe riesgo de corrosión de armaduras.

Por tanto, se adopta la solución de un único depósito de PRFV con 3 volúmenes interiores.

6. ALUMBRADO CON TECNOLOGÍA LED

Tanto para la iluminación de la zona interior de la caseta de equipos, como para el exterior y adaptación del alumbrado existente en el Punto Límpio, se han utilizado luminarias con tecnología LED cuyas ventajas en cuanto a eficiencia energética se presentan a continuación:

- La iluminación LED consume un 80-90% menos de electricidad que una bombilla convencional de similares características.
- La vida útil del LED oscila entre 30.000 y 100.000 horas dependiendo del tipo de tecnología. Es hasta 11 veces superior si lo comparamos con las 2.000 horas de una lámpara incandescente o las 10.000 de una bombilla de bajo consumo actual.

Una bombilla LED tiene una vida útil de 25 años con una utilización media de 5 horas diarias.

Los LEDs no se “funden” como los sistemas convencionales, si no que van reduciendo su capacidad lumínica en función de la calidad del semiconductor, la disipación, la temperatura ambiente, el punto de polarización en voltaje e intensidad del LED, el equipo de transformación y tiempo de uso.

- La vida útil de las bombilla LED no se ve afectada por el efecto de la conmutación, es decir podemos encender y apagar tantas veces como sea necesario sin deteriorarla.
- La luz emitida por las luminarias LED no contiene radiación ultravioleta (UV) lo que nos evita estar bajo la exposición de estas radiaciones dañinas para la salud. También está libre de parpadeos o zumbidos molestos.
- No contienen tungsteno como las bombillas convencionales, ni mercurio como la iluminación fluorescente, tampoco incorporan metales pesados, son reciclables y cumplen con la normativa europea de sustancias contaminantes RoHS. El ahorro energético repercute directamente en el medio ambiente ya que gran cantidad de la energía que consumimos es producida en centrales altamente contaminantes. Esto unido al hecho de que tener mayor vida útil representa generar menos residuos.
- Las luminarias LED alcanzan una temperatura templada, no desperdician energía en crear calor, por lo que también no deterioran los materiales colindantes y evitan riesgos de incendio. Esto las hace aptas para aplicaciones de frío industrial ya que no disipan calor dentro de las cámaras frigoríficas.

Por todos estos motivos, se han adoptado luminarias de tecnología LED para todos los aspectos de la iluminación del proyecto.

7. ESTUDIO DE LÍNEAS DE MOTORES CON MAYOR EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para mejorar el rendimiento de los equipos eléctricos proyectados, especialmente aquellos de potencias elevadas (motores de bombas, agitador...), se ha realizado un estudio de distintas líneas de motores, siendo éstas:

- Motores síncronos de imanes permanentes con variador integrado.

- Motores asíncronos con variador con calificación IE3.

Según la Norma Internacional IEC / TS 60034-30 (Hasta 1000 V /375 Kw) los motores eléctricos pueden clasificarse en:

- IE 1: Eficiencia ESTANDAR.
- IE 2: Eficiencia ALTA.
- IE 3: Eficiencia PREMIUM.
- IE 4: Eficiencia SUPER PREMIUM.
- IE 5: Eficiencia ULTRA PREMIUM.

Los motores de baja tensión de la clase de eficiencia energética IE5 se estima que registran pérdidas un 20% más bajas que las de los motores IE4 Super Premium. Los motores de imanes permanentes son de los primeros en calificarse con la distinción IE5 Eficiencia Ultra Premium, lo que convierte este tipo de motor en uno de los motores eléctricos más eficientes que existen actualmente en el mundo. Además, gestionados por variadores de frecuencia, da por resultado un sistema de accionamiento muy eficiente, capaz de proporcionar un par constante en todas las condiciones de funcionamiento.

No obstante, debido al elevado precio de estos motores de imanes permanentes en comparación con motores IE3, y añadido a la incertidumbre del funcionamiento final que tendrá el sistema de desodorización, se ha considerado que esta inversión tiene un retorno demasiado alto como para plantearse su elección.

A modo informativo, en trabajos similares, el incremento de coste entre un motor IE3 y un motor de imanes permanentes variaba desde un 12,1 % hasta un 30,5 %.

Realmente el mayor ahorro energético se consigue con la instalación de un variador de frecuencia que permite al motor, sea o no de imanes permanentes, trabajar siempre en su régimen óptimo consiguiendo:

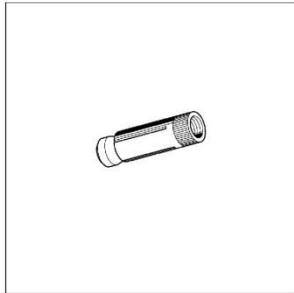
- Ahorros de energía.
- Eliminación de componentes de accionamiento mecánico de altos precios.
- Aumento de vida del motor.
- Reducción en el nivel de alteraciones en las líneas de energía.
- Reducción de riesgo de daños en el motor durante el encendido y el apagado.

Por ello se ha adoptado la inclusión de variadores en los motores de las bombas que se instalarán en la EDAR.

8. ANEJO 1. ANCLAJES

sikla

Anclajes y accesorios de soportación



Anclaje placas alveolares AN Easy

Grupo: 1412

Aplicación

Anclaje de rosca interior para uso en placas de hormigón alveolar y hormigón pretensado. Adecuado para la soportación de líneas de tubería, Carriles de montaje, etc. teniendo en cuenta las solicitaciones admisibles de varilla roscada o tornillo. Este elemento se usa solo en instalaciones interiores bajo condiciones de secado determinadas. El anclaje puede utilizarse también, cumpliendo la homologación, en la parte que no coincide con el alveolo.

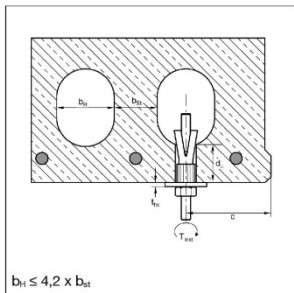
Montaje

Al apretar el tornillo o tuerca, el cono se separa del casquillo, éste se retrae y expansiona el anclaje. De esta manera se abre el anclaje en el hueco formando una Y; al aplicar el par de apriete se consigue una fijación por forma segura.

Datos técnicos

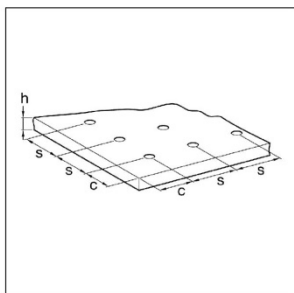
Datos de montaje generales:

Tamaño del anclaje	M8	M10	M12
Diámetro del taladro d_0 [mm]	12	16	18
Profundidad del taladro h_0 [mm]	55	60	70
Perforación en elemento a fijar $d_i \leq$ [mm]	9	12	14
Longitud min. del tornillo $l_s^{(3)}$ [mm]	47	55	61
Longitud min. del perno $l_p^{(3)}$ [mm]	53	63	71
Par de apriete T_{inst} [Nm]	20	30	40
Clase de resistencia del acero/Tornillo o perno	5.8	5.8	5.8
Separación característica s_{cr} [mm]	300	300	300
Distancia a borde característica c_{cr} [mm]	150	150	150
Distancia a borde min. c_{min} [mm]	100	100	100



Condiciones de la homologación para anclaje aislado en placa alveolar pretensada \geq C45/55:

Tamaño de anclaje	M8 25	M8 30	M8 40	M8 50	M10 25	M10 30	M10 40	M10 50
Esesor del puentecillo $d_u \geq$ [mm]								
Carga adm. ¹⁾ para $c \geq c_{cr}$ [kN]	0,7	0,9	2,0	3,6	0,9	1,2	3,0	3,6
Carga adm. ¹⁾ para c_{min} [kN]	0,35	0,8	1,8	3,0	0,8	1,0	2,7	3,0
Carga adm. a tracción bajo exposición al fuego.								
Carga adm. tracción R 30 F [kN]		0,9	0,9	0,9		1,2	1,5	1,5
Carga adm. tracción R 60 F [kN]		0,9	0,9	0,9		1,2	1,5	1,5
Carga adm. tracción R 90 F [kN]		0,7	0,7	0,7		1,2	1,2	1,2
Carga adm. tracción R 120 F [kN]		0,4	0,4	0,4		1,0	1,0	1,0



Tamaño del anclaje	M12 25	M12 30	M12 40	M12 50
Esesor del puentecillo $d_u \geq$ [mm]				
Carga adm. ¹⁾ para $c \geq c_{cr}$ [kN]	1,0	1,2	3,0	4,3
Carga adm. ¹⁾ para c_{min} [kN]	0,8	1,0	2,7	3,6
Carga adm. a tracción bajo exposición al fuego.				
Carga adm. tracción R 30 F [kN]		1,2	1,5	1,5
Carga adm. tracción R 60 F [kN]		1,2	1,5	1,5
Carga adm. tracción R 90 F [kN]		1,2	1,5	1,5
Carga adm. tracción R 120 F [kN]		1,2	1,2	1,2

Condiciones de homologación ⁴⁾ para par de anclaje \geq C45/55 :

Anclajes y accesorios de soportación

Tamaño del anclaje Espesor del puentecillo $d_u \geq$ [mm]	M8 25	M8 30	M8 40	M8 50	M10 25	M10 30	M10 40	M10 50
Carga adm. ¹⁾ para $c \geq c_{cr}$ [kN]	0,7	1,4	2,6	4,8	1,1	2,0	4,8	4,8
Carga adm. ¹⁾ para c_{min} [kN]	0,35	1,25	2,35	4,0	0,9	1,8	4,3	4,3
Separación min. entre anclajes s_{min} [mm]	70	80	100	100	70	80	100	100
Carga adm. momento flector (Acero 5.8) ²⁾ [Nm]	10,7	10,7	10,7	10,7	21,4	21,4	21,4	21,4
Carga adm. momento flector (Acero 8.8) [Nm]	17,1	17,1	17,1	17,1	34,2	34,2	34,2	34,2
Carga adm. a tracción bajo exposición al fuego.								
Carga adm. tracción R 30 F [kN]		1,25	1,25	1,25		1,8	3,0	3,0
Carga adm. tracción R 60 F [kN]		1,25	1,25	1,25		1,8	3,0	3,0
Carga adm. tracción R 90 F [kN]		1,25	1,25	1,25		1,8	2,4	2,4
Carga adm. tracción R 120 F [kN]		0,8	0,8	0,8		1,8	2,0	2,0

Tamaño del anclaje Espesor del puentecillo $d_u \geq$ [mm]	M12 25	M12 30	M12 40	M12 50
Carga adm. ¹⁾ para $c \geq c_{cr}$ [kN]	1,2	2,0	4,8	5,7
Carga adm. ¹⁾ para c_{min} [kN]	1,0	1,8	4,3	4,8
Separación min. entre anclajes s_{min} [mm]	70	80	100	100
Carga adm. momento flector (Acero 5.8) ²⁾ [Nm]	37,4	37,4	37,4	37,4
Carga adm. momento flector (Acero 8.8) [Nm]	59,8	59,8	59,8	59,8
Carga adm. a tracción bajo exposición al fuego				
Carga adm. tracción R 30 F [kN]		1,8	3,0	3,0
Carga adm. tracción R 60 F [kN]		1,8	3,0	3,0
Carga adm. tracción R 90 F [kN]		1,8	3,0	3,0
Carga adm. tracción R 120 F [kN]		1,8	2,4	2,4

- ¹⁾ Las distancias a los bordes $c_{min} < c \leq c_{cr}$ se pueden determinar por extrapolación lineal de los valores recomendados.
- ²⁾ Para la aplicación de resistencias menores se debe reducir el valor mencionado.
- ³⁾ Para hallar la longitud total se debe sumar el espesor del elemento a fijar. (Longitud total = $l_e + t_{fix}$)
- ⁴⁾ Las cargas recomendadas son válidas para el anclaje doble. La carga recomendada para el anclaje con más carga no debe superar los valores recomendados para el anclaje único. Para anclajes dobles con distancias a los ejes $s_{min} < s \leq s_{cr}$ la carga recomendada se puede determinar por extrapolación, asumiendo que el valor límite $s = s_{cr}$ para el anclaje doble expuesto a la tensión de carga es el doble de la carga recomendada para el anclaje único.

Material: Acero, cincado galvanizado

Homologaciones / Conformidad

Homologación: Z-21.1-1785, Cargas comprobadas bajo exposición al fuego, Certificado VdS



Anclajes y accesorios de soportación

sikla

Tipo	Longitud total [mm]	Longitud de la funda [mm]	Peso [kg]	Embalaje [pieza]	Código artículo
AN Easy M8	45	35	0,01	50	110463
AN Easy M10	53	40	0,03	50	110465
AN Easy M12	58	45	0,04	25	110466