

## MEMORIA

### ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES, MARCO LEGAL Y OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
1.1 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS .....	4
1.2 MARCO LEGAL .....	4
1.3 OBJETO DEL PROYECTO.....	5
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....</b>	<b>5</b>
2.1 SITUACIÓN ACTUAL EDAR.....	5
2.2 SITUACIÓN ACTUAL EMISARIO .....	14
2.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	15
2.3.1 Objeto.....	15
2.3.2 Planteamiento de alternativas .....	16
2.3.3 Alternativa propuesta.....	20
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>21</b>
3.1 CAUDALES DE DISEÑO .....	21
3.2 ESTUDIOS DE CAMPO ASOCIADOS A LA GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	23
3.3 USOS DE LA ZONA .....	23
3.4 CUADRO RESUMEN DE VARIABLES Y ACTUACIONES.....	24
3.5 TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO .....	26
3.6 CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE, AGUAS RECEPTORAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS .....	27
3.7 CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....	27
3.7.1 Dispositivo difusor.....	28
3.7.2 Tubería principal. tramo apoyado en el lecho marino.....	28
3.7.3 Tubería principal. tramo enterrado en zanja marina.....	28

3.7.4 Tubería principal. Tramo terrestre hasta la EDAR.....	28
3.7.5 Cálculos hidráulicos.....	29
3.7.6 Pérdidas de carga totales para el caudal de diseño .....	30
<b>3.8 PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS.....</b>	<b>31</b>
<b>3.9 ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA DE LITORAL.....</b>	<b>31</b>
3.9.1 Profundidad de cierre .....	32
<b>3.10 CÁLCULOS DE DILUCIÓN.....</b>	<b>40</b>
<b>3.11 CÁLCULOS ESTRUCTURALES .....</b>	<b>45</b>
3.11.1 Tubería apoyada en el fondo marino. Lastrado proyectado a retirar.....	46
3.11.2 Tubería enterrada.....	48
3.11.3 Comprobación flotabilidad .....	48
3.11.4 Tabla resumen lastrado .....	50
<b>3.12 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....</b>	<b>50</b>
<b>3.13 IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>50</b>
<b>3.14 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL.....</b>	<b>51</b>
<b>3.15 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DEPURACIÓN-VERTIDO.....</b>	<b>52</b>
<b>3.16 EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS .....</b>	<b>52</b>
3.16.1 Expropiaciones .....	52
3.16.2 Servicios afectados .....	53
<b>3.17 OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE .....</b>	<b>53</b>
3.17.1 Vértices de deslinde del dominio público marítimo-terrestre.....	53
3.17.2 Ocupación temporal del DPMT.....	54
3.17.3 Concesión administrativa de ocupación .....	55
3.17.4 Relación de superficies ocupadas en el DPMT .....	55
<b>3.18 OCUPACIÓN DE LA ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN .....</b>	<b>56</b>



<b>3.19 OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO PORTUARIO .....</b>	<b>56</b>
3.19.1 Obras proyectadas en el dominio público portuario .....	57
3.19.2 Ocupación provisional del dominio público portuario .....	57
3.19.3 Concesión administrativa de ocupación .....	59
3.19.4 Relación de superficies ocupadas en el dominio público portuario .....	59
3.19.5 Presupuesto de las obras en zona de dominio público portuario .....	60
<b>3.20 No modificación de la actividad de la EDAR .....</b>	<b>60</b>
<b>3.21 DECLARACIÓN EXPRESA RELATIVA AL CUMPLIMIENTO DEL ARTÍCULO 97 DEL REGLAMENTO DE COSTAS .....</b>	<b>60</b>
<b>3.22 PLAZO DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>60</b>
<b>4. PRESUPUESTO .....</b>	<b>60</b>
<b>5. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>61</b>
<b>6. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS .....</b>	<b>62</b>
<b>7. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....</b>	<b>62</b>
<b>8. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>64</b>

## MEMORIA

### 1. ANTECEDENTES, MARCO LEGAL Y OBJETO DEL PROYECTO

#### 1.1 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

- El 12 de septiembre de 2006, ABAQUA solicitó concesión de ocupación del dominio público marítimo terrestre y autorización de uso de la zona de servidumbre de tránsito y protección para el “Proyecto de adecuación y legalización del emisario y vertido al mar de la depuradora de Formentera”.
- El 30 de abril de 2009 se alcanza el acuerdo por el Pleno de la Comissió de Medi Ambient de les Illes Balears, de informar favorablemente el “Proyecto de adecuación y legalización del emisario submarino y vertido al mar de la EDAR de Formentera”, con una serie de condiciones, en lo que respecta al emisario de La Savina, y desfavorablemente respecto al emisario des Pujols.
- El 15 de septiembre de 2017 ABAQUA recibió informe de Ports de Balears indicando que se debe solicitar nueva concesión de ocupación de los terrenos situados en el dominio público portuario del Puerto de La Savina.

Se incluyen como apéndice al *Anejo 1. Antecedentes* el acuerdo de la CMAIB.

#### 1.2 MARCO LEGAL

- Decreto 4/1986, de Implantación y Regulación de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental
- Decreto 85/2004, de 1 de octubre, por el que se modifica el Decreto 4/1986, de 23 de enero de implantación y regulación de los estudios de evaluación de impacto ambiental
- Orden de 15 de septiembre de 1986 por la que se aprueba el pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones
- Ley 22/1988, de Costas
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
- Orden de 13 de julio de 1993, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertido desde tierra al mar.
- Decreto 72/1994, sobre Planes de ordenación del litoral de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares.
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el cual se establecen medidas para garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y la flora y fauna silvestres.

- Directiva del Consejo 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres
- Real Decreto 51/2019, de 8 de febrero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears
- Decreto 49/2003, de 9 de mayo, por el que se declaran las zonas sensibles en las Islas Baleares.
- Decisión 99/800/CE del Consejo, de 22 de octubre, relativa a la conclusión del Protocolo sobre zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica del Mediterráneo, así como aceptación de los correspondientes anexos (Convenio de Barcelona)
- Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas
- Directiva 2006/11/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad
- Ley 1/2007, de 16 de marzo, contra la contaminación acústica en Baleares.
- Resolución de 18 de octubre de 2016 de la Dirección General de Empleo para trabajos subacuáticos.
- Ley 12/2016, de 17 de agosto, de evaluación ambiental de las Illes Balears.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 12/2017, de 29 de diciembre, de urbanismo de las Illes Balears.
- Decreto 25/2018 de 27 de julio, sobre la conservación de la Posidonia oceánica en las Illes Balears

### 1.3 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la adecuación y legalización del emisario submarino de Formentera incluyendo los resultados actualizados de las analíticas de la EDAR de Formentera y los condicionantes incluidos en el acuerdo del Pleno de la Comissió de Medi Ambient de les Illes Balears del 30 de abril de 2009.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### 2.1 SITUACIÓN ACTUAL EDAR

Según las analíticas aportadas, los caudales y las cargas de entrada y los valores de salida de la EDAR son los siguientes:

Según las analíticas aportadas, los caudales y las cargas de entrada y los valores de salida de la EDAR son los siguientes:



PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

AÑO	MES	CAUDAL MES (m³/mes)	AÑO	MES	CAUDAL MES (m³/mes)	AÑO	MES	CAUDAL MES (m³/mes)
<b>2010</b>	1	24793,8	<b>2011</b>	1	25423	<b>2012</b>	1	22525
	2	24581,2		2	31300		2	22102
	3	34980,4		3	33229		3	15363
	4	4281		4	34885		4	23483
	5	38052,5		5	37575		5	22427
	6	66192		6	58704		6	49795
	7	76852,1		7	66336		7	63844
	8	89946,5		8	78603		8	82506
	9	63069		9	55127		9	46098
	10	44286		10	35523		10	25774
	11	40557		11	36163		11	25459
	12	32193,5		12	17564		12	48408
<b>2013</b>	1	21304	<b>2014</b>	1	23089	<b>2015</b>	1	22848
	2	20579		2	18117		2	24522
	3	23897		3	21033		3	26517
	4	30778		4	29353		4	38895
	5	42142		5	42075		5	44137
	6	50393		6	54606		6	63866
	7	63451		7	76666		7	72658
	8	82834		8	77144		8	92656
	9	50342		9	71765		9	70923
	10	36905		10	32534		10	38298
	11	23048		11	25102		11	31601
	12	134		12	17429		12	23762
<b>2016</b>	1	33062	<b>2017</b>	1	27791	<b>2018</b>	1	
	2	20131		2	21010		2	20570,5
	3	23116		3	27605		3	25746
	4	33625		4	45148		4	33791,5
	5	49234		5	62785		5	47191
	6	70964		6	91884		6	66875
	7	88778		7	92270		7	90331
	8	87003		8	73040		8	89444
	9	76430		9	41714		9	74735
	10	49937		10	28870		10	45826
	11	31949		11	23215		11	30182
	12	32124		12	23215		12	27846
<b>2019</b>	1	30481	<b>2020</b>	1	28650,5			
	2	20790,5		2	20681			
	3	20791		3	26211			
	4	33875		4	33833,5			
	5	46169,5		5	36680,5			
	6	64830		6	38718			
	7	91107,5		7	64362			

AÑO	MES	CAUDAL MES (m³/mes)		AÑO	MES	CAUDAL MES (m³/mes)		AÑO	MES	CAUDAL MES (m³/mes)
	8	90857			8	81912				
	9	75527			9	58487				
	10	35146			10	42698				
	11	29043			11	36317				
	12	29190,5			12	25970				

### *Caudal año horizonte*

El caudal de diseño se calcula, según lo expuesto en el *Anejo 5. Estudio de población*, para una población futura de 3.107 habitantes y teniendo en cuenta las puntas de consumo y el factor de pérdidas.

Atendiendo al dimensionamiento de la EDAR existente, se dimensiona el emisario para un caudal de 400 m³/h,

PROYECTO EMISARIO	
POBLACIÓN (hab)	3.107
DOTACIÓN (l/día)	240
CAUDAL TEMPORADA BAJA	
CAUDAL (m³/h)	69,0
CAUDAL (l/s)	19,19
CAUDAL TEMPORADA ALTA	
CAUDAL (m³/h)	98,3
CAUDAL (l/s)	27,32
CAUDAL DE CÁLCULO	
CAUDAL (m³/h)	400
CAUDAL (l/s)	111,11
CAUDAL PARA COMPROBACIÓN DE LA DILUCIÓN	
CAUDAL CON DESALADORA PARA COMPROBACIÓN DE DILUCIÓN (m³/h)	250

### ANÁLISIS DE AGUA DE LA DEPURADORA



PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

AÑO	MES	DBO E (mg/l)	DBO S (mg/l)	DQO E (MG/L)	DQO S (mg/l)	SSE (mg/l)	SSS (mg/l)	NE (mg/l)	NS (mg/l)	NKE (mg/l)	NKS (mg/l)	NH <sub>4</sub> E (mg/l)	NH <sub>4</sub> S (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	P E (mgP/l)	P S (mgP/l)	PH E	PH S
2010	1	175	8	547	2	400	21	67,51	42,81	59	0,9	59,7	0,6	5,6	41,89	16,5	0,5	7,4	7,3
	2	135	5	446	21	196	9	68,12	44,17	68	0,4	75,1	0,28	0,1	43,75	9,4	0,1	7,4	7,2
	3	265	9	747	38	221	12	75,12	29,15	75	11,3	71,2	13,8	0,1	17,71	9,7	7,3	7,9	7,4
	4	322	14	1013	68	730	15	49,12	22,98	49	9,7	25	10,8	0,1	9,17	47,3	0,2	7,3	7,5
	5	198	7	587	32	191	6	89,36	18,98	77	18,6	82,9	23,4	11,9	0,05	13,2	0,3	7,4	7,5
	6	212	15	635	67	250	28	100,12	36,53	100	35	110	43,4	0,1	1,36	13,9	12,6	7,4	7,4
	7	212	15	635	67	250	28	100,12	36,53	100	35	110	43,4	0,1	1,36	13,9	12,6	7,4	7,4
	8	212	15	635	67	250	28	100,12	36,53	100	35	110	43,4	0,1	1,36	13,9	12,6	7,4	7,4
	9	212	15	635	67	250	28	100,12	36,53	100	35	110	43,4	0,1	1,36	13,9	12,6	7,4	7,4
	10	212	15	635	67	250	28	100,12	36,53	100	35	110	43,4	0,1	1,36	13,9	12,6	7,4	7,4
	11	212	15	635	67	250	28	100,12	36,53	100	35	110	43,4	0,1	1,36	13,9	12,6	7,4	7,4
	12	212	15	635	67	250	28	100,12	36,53	100	35	110	43,4	0,1	1,36	13,9	12,6	7,4	7,4
2011	1	212	15	635	67	250	28	100,12	36,53		35	110	43,4	0,1	1,36	13,9	12,6	7,4	7,4
	2	212	15	635	67	250	28	100	37	100	35	110	43	0	1	14	13	7	7
	3	212	15	635	67	250	28	100	37	100	35	110	43	0	1	14	13	7	7
	4	212	15	635	67	250	28	100	37	100	35	110	43	0	1	14	13	7	7
	5	323	7	925	29	367	6	56	51	56	1	55	1	0	50	18	8	7	7
	6	385	10	968	47	589	11	59	63	59	1	58	0	0	62	18	7	7	7
	7	380	9	1113	39	367	15	104	58	104	1	111	1	0	55	17	6	7	7
	8	375	7	1259	31	614	11	66	14	66	0	61	0	0	12	17	8	7	7
	9	418	7	1494	30	701	8	88	29	88	2	85	1	0	26	21	8	7	7
	10	283	7	837	30	456	6	48	69	48	0	56	0	0	65	6	6	7	7
	11	592	6	1342	29	673	9	98	136	98	0	100	0	0	136	14	3	7	8
	12	298	7	823	35	284	13	92	90	92	6	105	8	0	84	10	6	7	7
2012	1	358	25	1109	115	497	45	90,07	72,57	90	72,5	97,1	89,9	0,05	0,05	13	8,5	7	7,5
	2	283	17	962	76	456	21	129,07	125,81	129	6,9	150	7,5	0,05	117,1	14,7	2,9	7,6	7





PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

AÑO	MES	DBO E (mg/l)	DBO S (mg/l)	DQO E (MG/L)	DQO S (mg/l)	SSE (mg/l)	SSS (mg/l)	NE (mg/l)	NS (mg/l)	NKE (mg/l)	NKS (mg/l)	NH <sub>4</sub> E (mg/l)	NH <sub>4</sub> S (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	P E (mgP/l)	P S (mgP/l)	PH E	PH S
	3	232	7	740	32	257	8	51,07	60,02	51	0,7	52,6	0,44	0,05	59,08	20,8	9,9	7,2	7,1
	4	198	5	650	27	222	8	49,07	18,21	49	0,3	51,7	0,09	0,05	17,8	21,5	9,6	7,3	7,4
	5	283	4	955	22	403	5	94,07	41,78	94	0,2	99,2	0,2	0,05	41,43	25,5	9,7	7,1	7,5
	6	356	5	1047	21	893	5	59,12	24,62	59	3,9	56,6	4,73	0,1	18,7	19,3	2,3	7	7,1
	7	333	6	1065	29	528	10	58,42	18,92	42	13,3	34,1	16,7	16,3	4,3	25,4	7,3	7,1	7,3
	8	317	6	1093	30	557	5	88,12	13,56	88	6,4	92,2	7,71	0,1	5	22,1	2,4	7,2	7,5
	9	293	5	902	28	369	8	66,12	90,09	66	0,8	71,4	0,67	0,1	88,7	10,2	9,6	7,2	7,3
	10	271	5	801	28	327	5	55,03	164,83	55	1,1	58,1	1,02	0,01	163,5	9	10,9	7,6	7,5
	11	188	4	655	17	303	7	63,03	148,83	63	0,4	70,6	0,28	0,01	148,3	10,6	5,4	7,4	7,2
	12	208	18	760	87	321	6	39,12	161,17	39	1,9	38,2	0,31	0,1	159,2	10,1	5,3	7,4	7,1
2013	1	171	8	512	42	203	14			30	130	34	1	0	183	12	8	8	7
	2	264	9	979	42	771	12			64	1	66	1	2	204	19	7	8	7
	3	239	8	810	33	396	9			38	0	35	0	20	178	9	5	7	7
	4	195	4	671	16	378	9			55	0	59	0	0	168	17	7	7	7
	5	297	11	785	49	579	18			44	1	42	1	4	145	20	7	7	7
	6	471	27	1548	100	587	44			112	4	113	3	4	0	21	7	7	7
	7	345	15	1254	40	558	15			72	2	2768	1	1	5	20	4	7	7
	8	415	15	1360	96	372	15			95	8	24	1	1	6	12	1	7	7
	9	408	8	1180	29	446	11			64	0	60	0	0	63	15	6	7	7
	10	399	7	779	35	281	15			70	22	38	1	2	17	10	5	8	7
	11	354	14	894	50	313	13			79	29	59	1	2	28	11	9	8	7
	12	395	9	2289	20	2289	6			71	171	13	1	19	170	23	16	7	7
2014	1	253	7	451	27	263	6			74	35	40	1	4	88	21	5	8	7
	2	158	6	251	34	181	8			49	35	37	1	8	35	11	5	8	7
	3	248	10	814	37	286	9			117	37	96	1	3	36	16	7	8	7
	4	204	8	723	36	280	9			76	30	64	1	1	32	10	9	8	7



PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

AÑO	MES	DBO E (mg/l)	DBO S (mg/l)	DQO E (MG/L)	DQO S (mg/l)	SSE (mg/l)	SSS (mg/l)	NE (mg/l)	NS (mg/l)	NKE (mg/l)	NKS (mg/l)	NH <sub>4</sub> E (mg/l)	NH <sub>4</sub> S (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	P E (mgP/l)	P S (mgP/l)	PH E	PH S
	5	324	6	1165	31	541	7			68	18	63	1	0	2	10	6	8	8
	6	856	5	1538	34	1401	4			78	6	60	4,7	1	2	13	1	7	8
	7	126	3	798	28	427	10			84	14	34	9,5	2	4	30	2	7	8
	8	474	6	1580	17	935	8			118	8	55	4,8	1	1	38	0	7	8
	9	402	2	2084	25	1455	10			87	14	93	1	4	12	88	6	7	7
	10	474	6	988	44	349	17			91	12	59	1	1	16	14	14	7	8
	11	598	2	2548	27	2137	8			154	28	10	1	6	20	45	12	7	7
	12	155	69	526	209	224	29			70	40	72	1	1	53	10	10	8	8
2015	1	317	8	1620	35	2100	23			153	5	77	14,5	18	212	49	8	8	7
	2	300	2	879	32	1298	8			77	28	60	11,3	1	27	20	6	8	7
	3	175	10	1316	43	1057	8			60	10	43	4,6	2	2	21	10	8	8
	4	307	6	1876	42	1510	11			125	11	73		4	7	34	7	7	7
	5	470	8	1944	62	1362	22			80	76	57	0,022	1	0	14	4	7	8
	6	371	18	1490	62	797	27			123	15	66	5,224	4	0	42	1	7	8
	7	356	10	880	46	328	33			71	3	72	1,73	1	0	13	0	7	7
	8	383	31	1114	164	471	80			98	51	85	5,3	1	0	16	6	7	7
	9	434	49	967	259	330	77			98	42	81	0,572	1	0	16	7	7	7
	10	149	10	517	54	183	26			67	38	60	0,561	1	0	11	1	7	8
	11	150	8	463	56	153	31			76	25	65	0,924	0	20	13	14	7	7
	12	235	4	392	32	215	6			47	48	37	7,7	2	40	8	23	7	7
2016	1	155	2	1670	31	154	42			154	42	31	1	18	22	50	10	7	7
	2	403	10	804	31	471	9			78	41	54	1	5	43	14	10	8	7
	3	172	2	339	33	165	9			55	37	40	1	5,7	31,6	8	7,5	7,2	7,1
	4	398	2	1776	27	1389	9	98,1	28	92	15	59	1	5,4	13	14,2	7,5	7,4	7,2
	5	486	5	1674	27	1460,5	5			109	10,4	57	1,7	2,9	6,3	27,3	6,7	6,8	7,1
	6	379	6	1242	28	530	5			75	7	54	1	1,2	3,7	12,4	0,7	6,6	7,1



PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

AÑO	MES	DBO E (mg/l)	DBO S (mg/l)	DQO E (MG/L)	DQO S (mg/l)	SSE (mg/l)	SSS (mg/l)	NE (mg/l)	NS (mg/l)	NKE (mg/l)	NKS (mg/l)	NH <sub>4</sub> E (mg/l)	NH <sub>4</sub> S (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	P E (mgP/l)	P S (mgP/l)	PH E	PH S
	7	266	6	876	29	368,5	9			71	7,8	47	1	1,1	3,44	13,5	3,4	7	7,4
	8	558	17	3142	57	1518,5	23			166	8,8	54	6,4	5,2	0,3	60	2,2	6,6	7,3
	9	618	8	1636	50	483	27			104	15,6	48	10	2,3	0,6	27,3	2	6,9	7
	10	164	13	793	79	372,5	2			49	8,5	34	1	34	7,8	20,2	7	7,2	7,2
	11	116	5	653	36	361,5	5			96	15,3	68	1	1,8	13,5	28	8,6	7,3	7,4
	12	235	5	851	20	565	8			56	2	37	1	2,2	63	15,9	7	7,1	7,5
2017	1	140	2	673	21	306	5			42	3,4	27,5	3,4	7,5	37,5	13,7	8,8	7,3	7
	2	396	8	706	23	233	5			101	5,3	97	1	1,2	0,7	14,2	1,79	7,22	7,32
	3	287	2	839	31	320	13			99	6	96	1	1,2	3,1	19	1,32	7,33	7,3
	4	390	2	1296	15	640	6			83	11	80	7,1	26,1	2,52	26,1	2,52	7,04	7,6
	5	399	2	1927	15	845	8			152	7	150	1	1,1	4,5	6,5	1,9	6,9	7,6
	6	497	8	1500	94	287	8			9	3,3	30	1	0,9	0,3	28,2	1,3	6,88	7,05
	7	497	21	1500	69	26	8			32	18	30	15	0,9	0,4	28,2	13	6,88	7,48
	8	780	25	1560	98	276	33			67	2,7	66	18,5	0,15	0,3	30,7	0,89	7,02	6,51
	9	263	23	590	97	305	10			37	23	34	20,5	0,9	0,2	32,2	1,82	7,44	7,32
	10	664	20	1328	60	1290	7			10	3	98	1	0,3	0,3	29,3	0,3	7,1	7,2
	11	463	9	797	62	959	21	73	36			70	35	0,6	26	30,75	5,6	7,2	7,5
	12	589	6	930	54	893	16	63	15			21	14	2,3	7	26	5,3	7,3	7,1
2018	1																		
	2	02	90	19	289	53	222	7	24	12	21,05	8,8	11	2,6	0,3	2,6	9,3	2,02	7,07
	3	03	220	19	662	60	315	11	63	12	62,11	11,54	50	4	0,3	0,3	8,23	1,7	7,03
	4	04	200	21	595	55	240	4	74	13	72,675	12,25	57	10,7	1,2	0,7	10,9	5,3	7,11
	5	05	200	19	668	62	240	28	88	11	86,57	9,8	57	9,1	1,3	0,3	8,9	0,3	7,32
	6	06	540	9	1788	35	364	18	110	3	102,13	19,13	95	17	2,8	0,3	50	5,06	7,99
	7	07	288	17	960	57	1215	19	110	3	68	5	65,29	4,404	53	4,8	31,6	1,28	7,22
	8	08	630	5	2100	30	1275	5	88	11	90,192	9	40	9	2,7	1,2	30,7	1	7,13



PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

AÑO	MES	DBO E (mg/l)	DBO S (mg/l)	DQO E (MG/L)	DQO S (mg/l)	SSE (mg/l)	SSS (mg/l)	NE (mg/l)	NS (mg/l)	NKE (mg/l)	NKS (mg/l)	NH <sub>4</sub> E (mg/l)	NH <sub>4</sub> S (mg/l)	NO <sub>3</sub> /l (mg/l)	NO <sub>3</sub> /l (mg/l)	P E (mgP/l)	P S (mgP/l)	PH E	PH S
	9	09	427	5	1423	58	612	15	88	11	103,67	9,55	50	8,3	2,2	0,3	34,7	2,21	7,18
	10	10	836	5	1788	31	1210	8	88	11	116,44	6,79	40	6	2,4	0,3	50	2,28	7,06
	11	11	45	5	151	105	78	21	88	11	27,64	12,32	23	11	0,3	0,3	6,3	1,43	7,56
	12	12	341	5	1135	28	465	5	88	11	78	2	76	1	1,4	9	14	6	7,13
2019	1	01	165	8	550	27	114	8	88	11	96,55	1,38	88	1	0,3	5,9	11	9,22	7,08
	2	02	119	8	396	27	200	5	110	3	38,111	2,611	35	2	0,8	1,1	9,65	3,8	7,39
	3	03	179	7	596	23	122	13	88	11	43,348	3,128	35	1,6	0,1	0,2	9,2	5,6	7,63
	4	04	270	14	960	45	980	29	84,9	11,63	84,9	11,63	74	9,4	3	0,3	18	2,6	7,66
	5	05	672	29	2240	101	660	42	65,641	6,1	65,641	6,1	63	6,2	0,2	0,8	12,7	5,3	6,61
	6	06	789	23	2630	81	1590	12	65,234	36,382	65,234	36,382	51	22,2	0,6	0,6	15,8	23,9	6,87
	7	07	250	7	1000	21	330	9	48,506	5,103	48,506	5,103	47	1	0,3	0,8	13,7	7,5	7,44
	8	08	270	13	935	42	308	14	62,087	4,695	62,087	4,695	51	4	0,7	2,2	12,7	2,6	6,54
	9	09	240	5	799	21	437	21	47,149	3,352	47,149	3,352	37	1	0,6	3	11,5	10,3	7,32
	10	10	130	18	771	67	298	29	42,22	3,49	42,22	3,49	39	4	0,6	23,4	20,1	16,8	7,44
	11	11	120	4	459	14	168	10	89,057	3,811	89,057	3,811	64	1,5	0,8	19,9	28,5	8,1	7,59
	12	12	110	9	346	37	193	21	26,102	5,677	26,102	5,677	12	2,7	0,8	1,8	11,7	10,3	7,51
2020	1	01	120	7	420	27	176	18	8	1,944	8	1,944	18	2,3	1,8	19,4	35,2	5,1	7,6
	2	02	197	9	665	34	352	13	30,8	5,697	30,8	5,697	31	1	4,1	28	23,5	7,3	7,36
	3	03	130	4	450	56	170	22	36,9	0,3	36,9	0,3	42	0,1	6,3	1,9	42,7	10,3	7,18
	4	04	195	16	208	137	86	46	7,514	7,633	7,514	7,633	9	0,7	28	24	35,1	8,7	6,57
	5	05	132	5	449	17	150	30	56,785	2,849	56,785	2,849	53	0,1	0,2	1,8	5,9	5,6	6,94
	6	06	75	11	240	40	68	14	38,827	2,773	38,827	2,773	23	1,1	0,1	0,1	78,7	7,1	7,11
	7	07	465	14	1500	54	763	21	95,023	25,204	95,023	25,204	47	20,6	2,09	0,602	10,7	9	6,6
	8	08	270	18	901	62	444	31	83,805	25,066	83,805	25,066	50	26,4	9	7	24,9	6,3	6,65
	9	09	299	22	993	68	358	40	58,291	26,353	58,291	26,353	52	15	2,5	4,2	9,1	7,3	7,01
	10	10	123	5	737	15	290	19	82,656	8,336	82,656	8,336	71	21,8	1,04	0,504	9,7	2,8	6,97

PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
 VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

AÑO	MES	DBO E (mg/l)	DBO S (mg/l)	DQO E (MG/L)	DQO S (mg/l)	SSE (mg/l)	SSS (mg/l)	NE (mg/l)	NS (mg/l)	NKE (mg/l)	NKS (mg/l)	NH <sub>4</sub> E (mg/l)	NH <sub>4</sub> S (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	NO <sub>3</sub> /I (mg/l)	P E (mgP/l)	P S (mgP/l)	PH E	PH S
	11	11	152	3	502	5	166	6	67,684	2,584	106,473	2,363	59,2	0,383	0,763	0,928	10,7	2,1	7,01
	12	12	220	6	735	16	270	11	65,191	2,94	65,191	2,94	56,7	1,35	0,885	9,51	3,32	2,97	7,28

## **TABLA RESUMEN DE ENTEROCOCOS Y E.COLI**

De acuerdo con el apartado "7.3.1. Control del efluente" de la "Instrucción para el proyecto de vertidos de aguas residuales desde tierra al mar" de 13 de julio de 1993, la toma de muestras y la medida del caudal deben efectuarse en el arranque de la conducción.

Se muestra a continuación una tabla resumen de la concentración de Enterococos y E.Coli según los informes de Recursos hídricos entre los años 2008 y 2019.

Año	Enterococos UFC/100 ml	E. Coli UFC/100 ml
04-jul-11		2700
09-jul-12	800	6000
01-jul-13	2600	9000
30-jun-14	1600	7000
29-jun-15	8700	6000
27-jun-16	60	290000
26-jun-17	21000	130000
27-ago-18	19000	23000
19-ago-19	19000	50000

## **2.2 SITUACIÓN ACTUAL EMISARIO**

### **TRAMO TERRESTRE**

- Material: FC (Ver nota)
- Longitud: 3.190 m
- Diámetro nominal: 400 mm
- Coordenadas UTM ETRS89 inicio: X: 363714,86 Y: 4286118,10
- Coordenadas UTM ETRS89 final: X: 362125,90 Y: 4288391,81

NOTA: La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto, que prevé la instalación de una conducción de PEAD DN500 mm. En los cálculos hidráulicos y de dilución del presente proyecto se tendrá en cuenta este diámetro proyectado de 500 mm.

### **IMPULSIÓN**

- Material: PEAD
- Diámetro nominal: 280 mm

### **TRAMO MARINO**

#### **TRAMO ENTERRADO**

- Longitud: 377 m



- Material: FC
- Diámetro nominal: 400 mm
- Cota inicio: -1 m
- Cota final: -9 m
- Coordenadas UTM ETRS89 inicio: X: 362125,90 Y: 4288391,81
- Coordenadas UTM ETRS89 final: X: 361903,96 Y: 4288695,52

#### TRAMO APOYADO

- Longitud: 592 m (difusor incluido)
- Material: FC
- Diámetro nominal: 400 mm
- Cota inicio: -9 m
- Cota final: -19,2 m
- Coordenadas UTM ETRS89 inicio: X: 361903,96 Y: 4288695,52
- Coordenadas UTM ETRS89 final: X: 361577,38 Y: 4289135,18

#### TRAMO DIFUSOR

- Longitud: 40 m
- Material: FC
- Diámetro nominal: 400 mm
- Cota inicio: -19,2 m
- Cota final: -20,3 m
- Coordenadas UTM ETRS89 inicio: X: 361577,38 Y: 4289135,18
- Coordenadas UTM ETRS89 final: X: 361562,00 Y: 4289171,96
- Difusión: 11 bocas con una separación de 4 m entre ellas
- Balizamiento: no

## 2.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

### *2.3.1 Objeto*

El objeto del Estudio de soluciones del proyecto es analizar las distintas variantes posibles para la realización del proyecto y la elección de la solución óptima.

En el estudio previo se realizaron una primera recogida de datos, el análisis de los mismos y los estudios básicos necesarios que pudieran condicionar o modificar el proyecto.

En el estudio de soluciones se analizan los aspectos fundamentales de las características generales de la obra: funcionales, formales, constructivas y económicas, con el objetivo de ofrecer una imagen global de la obra y establecer un avance del presupuesto.

### ***2.3.2 Planteamiento de alternativas***

Se proponen y describen a continuación las diferentes alternativas de trazado que existen para solucionar la necesidad de la prolongación del emisario en base al no cumplimiento de la definición de la conducción de vertido por parte de la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar. Para ver las longitudes de prolongación y las pendientes de cada alternativa de trazado, consúltense los planos correspondientes a cada alternativa.

#### Alternativa (0). Se mantiene el emisario existente con reparaciones puntuales.

Se mantiene el trazado actual del emisario, tanto en el tramo terrestre como en el submarino, sin acometer reposiciones o prolongaciones en ninguno de sus tramos, limitándose las intervenciones a reparaciones puntuales de roturas, fugas o cualquier otro tipo de incidencia que pudiera alterar el estado de servicio de la conducción. Alternativa inmovilista consistente en mantener el estado actual sin intervención alguna.

Esta alternativa no es viable desde el punto de vista técnico - ambiental, pese a que sí cumple la premisa respecto a la dilución inicial, ya que el vertido se produce a menos de 500 m de la línea de costa.

#### Alternativa A. Sustitución del tramo enterrado y parte del tramo apoyado por tramo PHD.

Se propone mantener el emisario terrestre en su estado actual. Respecto al tramo marino, se sustituye el tramo enterrado actual y parte del tramo marino apoyado por un tramo en PHD, siempre con PEAD Ø560. Se propone este trazado porque el emisario discurre en todo su recorrido por praderas de *Posidonia oceanica*.

El tramo final del emisario sería el final del tramo apoyado actual, incluyendo el tramo difusor.

La profundidad de vertido se mantiene aproximadamente a -19,2 m. Con esta longitud se satisface la premisa de la Instrucción relativa a la distancia obligada de 500 m a la franja costera.

Esta alternativa tiene el inconveniente de que tendría una afectación sobre las praderas de *Posidonia oceanica* muy elevada. Por otro lado, la sustitución del tramo enterrado no es técnicamente necesaria.

#### Alternativa B. Sustitución del tramo marino apoyado y del tramo difusor

Se propone la sustitución de todo el tramo marino apoyado, manteniendo el trazado, y del tramo difusor, por otro de igual longitud, siempre con PEAD Ø560.

La profundidad de vertido se mantiene aproximadamente a -19,2 m. Con esta longitud se satisface la premisa de la Instrucción relativa a la distancia obligada de 500 m a la franja costera.



Esta posibilidad, si bien reduce la afectación sobre la *Posidonia oceanica oceánica* respecto a la alternativa anterior, supone la sustitución de todo el tramo marino apoyado cuando realmente no es necesario.

Alternativa C (alternativa propuesta en el presente proyecto). Sustitución de tramo difusor y reparaciones puntuales.

No se interviene sobre el tramo terrestre. La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto.

Se propone la sustitución del tramo difusor por otro de 100 m de longitud para mejorar el funcionamiento hidráulico del emisario, con una tubería de PEAD Ø560.

Se mantienen por tanto los tramos apoyado y enterrado del emisario con reparaciones puntuales de fugas y protección de tubería en zonas donde aflora. Se retiran 34 lastres no operativos y se incorporan 115 nuevos para garantizar la estabilidad estructural del conjunto.

Se procederá a la protección con escollera del tramo de la zona de rompientes y en afloramiento de la conducción en zona somera.

Por último, se reubican los lastres antiarrastreros que han sido arrastrados por la corriente (14) y se disponen otros nuevos (10).

El tramo terrestre continuará teniendo 3190 m, el tramo marino enterrado 377 m y el tramo marino apoyado 652 m, incluyendo el tramo difusor de 100 m. En total el emisario tendrá 4191 m.

Esta es la alternativa adoptada en el presente proyecto.

Alternativas D, E y F (Aplicación superficial)

Se definen como sistemas de depuración de agua residual a través del terreno, con posibilidad de aprovechamiento agrícola o forestal del mismo. Los tres procesos principales de aplicación superficial al terreno del agua residual son: el riego (filtro verde), la infiltración rápida y la esorrentía superficial.

- Riego (alternativa D):

Se trata de un vertido controlado de las aguas residuales tratadas previamente, por aspersion o extensión superficial sobre el terreno. Es el sistema de aplicación superficial, donde se obtienen mejores rendimientos.

El sistema de riego más conocido en nuestro país es el *filtro verde*. A continuación, se muestra una figura en la que se esquematiza el proceso de depuración por filtros verdes



PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

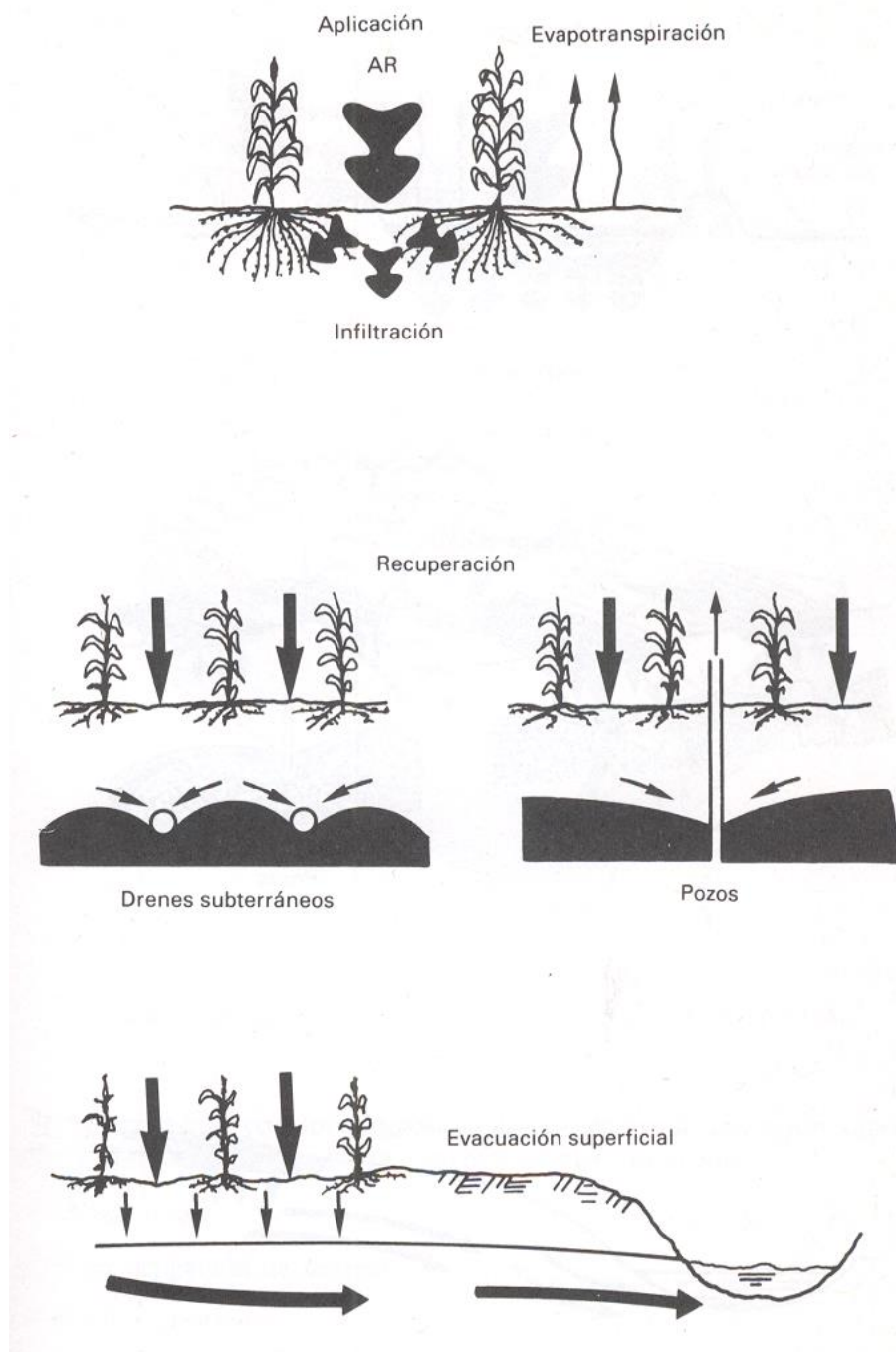


Imagen 1 Sistema de riego filtro verde.

El diseño de un proceso de riego está condicionado a la determinación de la carga hidráulica, ya que este parámetro determina las necesidades de superficie. Dicha carga, a su vez está condicionada por la permeabilidad del suelo o capacidad de infiltración del mismo, por los límites y exigencias en la concentración de nitrógeno en las aguas subterráneas.

Los tratamientos previos en un sistema de riego son necesarios y en nuestro caso está asegurado, pues se trata del efluente de una depuradora.

En épocas de bajas necesidades de agua en los cultivos será necesario hacer un almacenamiento del agua residual, que de forma ininterrumpida produce la población. En este caso deben cuidarse las condiciones de diseño de las reservas de agua, habitualmente lagunas, para evitar problemas de olores u otro tipo de molestias.

**Carga hidráulica:** es el volumen de agua aplicado sobre una superficie de terreno durante un ciclo de tiempo. Habitualmente se expresa en cm/semana o m/año y condiciona las necesidades de superficie de riego. Este parámetro se calcula con la condición más restrictiva entre la permeabilidad del suelo o la concentración de nitrógeno en el agua infiltrada.

$$L_w = ET - P_r + P_w$$

Siendo:

$L_w$  = Carga hidráulica aplicada

$ET$  = Evapotranspiración

$P_r$  = Precipitación

$P_w$  = Tasa de infiltración

Necesidades de área

$$A = Q \text{ 365 / (100 } L_w) = 12.000 \times 365 / (100 \times 300) = 146,00 \text{ Ha}$$

- Infiltración rápida (alternativa E).

El agua residual previamente tratada se aplica en unas balsas, cuyo fondo tiene una gran permeabilidad, de forma intermitente. El líquido se depura por infiltración a través del terreno, siendo en las capas superficiales donde la degradación es máxima. La adsorción y precipitación química son los principales mecanismos actuales en la depuración del agua residual. La vegetación es escasa o nula, por lo que no podemos contar con ésta para la eliminación de la contaminación. Es el sistema de aplicación al terreno, donde se permiten las mayores tasas debido a la alta permeabilidad exigida en el mismo.

- Escorrentía superficial (alternativa F)

Consiste en la descarga controlada de un efluente tratado previamente, mediante aspersión u otro método, a través de un terreno de baja permeabilidad, con pendiente y extensión suficiente, que se encuentra sembrado de pastizales o masas forestales. La depuración se debe a fenómenos de asimilación de la vegetación, evaporación y en menor cuantía a la infiltración en el terreno, debido a su baja permeabilidad.

En comparación con los sistemas convencionales, la aplicación superficial al terreno presenta algunas ventajas e inconvenientes como son:

- menor costo
- gran ocupación de terreno
- riesgos sanitarios:
  - o aerosoles
  - o consumo de productos vegetales en crudo
  - o contaminación de acuíferos
  - o escorrentía superficial incontrolada
  - o usos del suelo
  - o olores, estética, moscas, mosquitos.

### ***2.3.3 Alternativa propuesta***

Se selecciona finalmente la alternativa C. Las actuaciones se resumen en los siguientes puntos:

#### **Tramo terrestre**

- Sin intervención. La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto.

#### **Tramo impulsión**

- Sin intervención.

#### **Tramo marino**

#### **TRAMO ENTERRADO**

Atendiendo a lo explicado en el apartado 6. Profundidad de cierre del Anejo 12. Estudio de dinámica litoral del presente proyecto, se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- Protección 1 de conducción enterrada con escollera y árido de machaqueo en zona teórica de rompientes, del PK 3+216 al PK 3+356 y de la cota -0,95 a -5,2 m (140 m de longitud).

- Protección 2 de conducción aflorada con escollera y árido de machaqueo del PK 3+347 al PK 3+447 y cota -7,1 m (10 m de longitud).

#### TRAMO APOYADO

- Retirada de lastrado no operativo de tramo apoyado difusor consistente en 65 lastres de hormigón armado.
- Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 369,60 kg cada uno, separados entre ellos 5 m, con un total de 115 unidades.
- Reparación de fuga 1 en junta en el PK 3+585, cota -10,0 m.
- Reparación de fuga 2 en brida de unión en el P 3+730, cota -11,1 m.
- Retirada de restos de conducción retirados entre los PK 3+981 y 4+003, cota -13 m, consistentes en unos 20 m de fragmentos de tubería de FC DN400 mm.
- Reubicación de 14 bloques antiarrastreros existentes
- Disposición de 10 nuevos bloques antiarrastreros

#### TRAMO DIFUSOR

- Desconexión y retirada de tramo difusor existente de FC DN 400 mm de 40 m
- Retirada de lastrado de tramo difusor consistente en 34 lastres de hormigón armado
- Disposición de nuevo tramo difusor de PEAD DN500 mm de 100 m
- Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 452,88 kg cada uno, separados entre ellos 3 m, con un total de 35 unidades.
- Método constructivo: flotación y hundimiento.

En el estado futuro, la longitud total de emisario es de 4.191 metros, de los cuales 3.162 m se corresponden con el tramo terrestre, 377 con el tramo marino enterrado y 652 m con el tramo marino apoyado, que incluye el tramo difusor de 100 m.

El proyecto se completa con las medidas de corrección ambiental.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 CAUDALES DE DISEÑO

Caudal de diseño: atendiendo al dimensionamiento de la EDAR existente, se dimensiona el emisario para un caudal de 400 m<sup>3</sup>/h. Además, se realizará la comprobación de dilución con el caudal de 250 m<sup>3</sup>/h, correspondiente al caudal vertido a través del emisario en el caso de la desaladora funcionando a pleno rendimiento utilizando agua proveniente de la EDAR para riego.

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

Como se ha dicho anteriormente, las actuaciones proyectadas son las siguientes:



### Tramo terrestre

- Sin intervención. La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto.

### Tramo impulsión

- Sin intervención.

### Tramo marino

#### TRAMO ENTERRADO

Atendiendo a lo explicado en el apartado 6. Profundidad de cierre del Anejo 12. Estudio de dinámica litoral del presente proyecto, se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- Protección 1 de conducción enterrada con escollera y árido de machaqueo en zona teórica de rompientes, del PK 3+216 al PK 3+356 y de la cota -0,95 a -5,2 m (140 m de longitud).
- Protección 2 de conducción aflorada con escollera y árido de machaqueo del PK 3+347 al PK 3+447 y cota -7,1 m (10 m de longitud).

#### TRAMO APOYADO

- Retirada de lastrado no operativo de tramo apoyado difusor consistente en 65 lastres de hormigón armado.
- Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 369,60 kg cada uno, separados entre ellos 5 m, con un total de 115 unidades.
- Reparación de fuga 1 en junta en el PK 3+585, cota -10,0 m.
- Reparación de fuga 2 en brida de unión en el P 3+730, cota -11,1 m.
- Retirada de restos de conducción retirados entre los PK 3+981 y 4+003, cota -13 m, consistentes en unos 20 m de fragmentos de tubería de FC DN400 mm.
- Reubicación de 14 bloques antiarrastreros existentes
- Disposición de 10 nuevos bloques antiarrastreros

#### TRAMO DIFUSOR

- Desconexión y retirada de tramo difusor existente de FC DN 400 mm de 40 m
- Retirada de lastrado de tramo difusor consistente en 34 lastres de hormigón armado
- Disposición de nuevo tramo difusor de PEAD DN500 mm de 100 m
- Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 452,88 kg cada uno, separados entre ellos 3 m, con un total de 35 unidades.

- Método constructivo: flotación y hundimiento.

En el estado futuro, la longitud total de emisario es de 4.191 metros, de los cuales 3.162 m se corresponden con el tramo terrestre, 377 con el tramo marino enterrado y 652 m con el tramo marino apoyado, que incluye el tramo difusor de 100 m.

El proyecto se completa con las medidas de corrección ambiental.

### 3.2 ESTUDIOS DE CAMPO ASOCIADOS A LA GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En el presente anejo se muestran los distintos estudios de campo asociados a la geología y la geomorfología del ámbito de estudio realizados con el objetivo de obtener la información necesaria para la redacción del proyecto.

Para ello se han llevado a cabo las siguientes campañas:

- Campaña batimétrica marina
- Filmación subacuática

Se adjunta en el *Apéndice nº 1. Levantamiento batimétrico monohaz del Anejo 3. Estudios de campo asociados a la geología y la geomorfología del entorno* el informe derivado de dichos trabajos.

Se adjunta en el *Apéndice nº 2. Filmación subacuática del Anejo 3. Estudios de campo asociados a la geología y la geomorfología del entorno* el informe derivado de dichos trabajos.

### 3.3 USOS DE LA ZONA

Dentro de la zona potencialmente afectada por el vertido, de acuerdo con el apartado 5.3.2 de la “Instrucción para el proyecto de vertidos de aguas residuales desde tierra al mar” de 13 de julio de 1993, se deben delimitar las áreas homogéneas, en cuanto a usos habituales y permitidos tales como el esparcimiento, el disfrute estético, la navegación, la pesca y el cultivo de especies marinas, la preservación y promoción de la vida y la desalación, potabilización y abastecimiento industrial de aguas.

Además, se debe hacer constar expresamente la existencia de cualquier otro vertido de aguas residuales en la zona afectada por el emisario y los datos que permitan establecer su naturaleza, características e incidencias sobre la calidad ambiental.

En el *Apéndice nº 1. Plano de usos de la zona del Anejo 4. Usos de la zona* se muestra el plano de los usos de la zona:



### 3.4 CUADRO RESUMEN DE VARIABLES Y ACTUACIONES

		ESTADO ACTUAL	ESTADO FUTURO
TRAMO TERRESTRE	MATERIAL	FC	FC
	LONG. TRAMO TERRESTRE	3.190	3.190
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	400	400
	PK INICIO (m)	-	0+000
	PK FINAL (m)	-	3+162
	COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89	X: 363714,86 Y: 4286118,10	X: 363714,86 Y: 4286118,10
	COORDENADAS FINAL UTM ETRS89	X: 362125,90 Y: 4288391,81	X: 362125,90 Y: 4288391,81
IMPULSIÓN	MATERIAL	PEAD	PEAD
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	280	280
TRAMO MARINO ENTERRADO	MATERIAL	FC	FC
	LONGITUD (m)	377	377
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	400	400
	COTA INICIO (m)	-1	-1
	COTA FINAL (m)	-9	-9
	PK INICIO (m)	-	3+162
	PK FINAL (m)	-	3+540
	COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89	X: 362125,90 Y: 4288391,81	X: 362125,90 Y: 4288391,81
	COORDENADAS FINAL UTM ETRS89	X: 361903,96 Y: 4288695,52	X: 361903,96 Y: 4288695,52
TRAMO MARINO APOYADO	MATERIAL	FC	FC
	LONGITUD (m)	592 (incluyendo difusor)	652 (incluyendo difusor)
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	400	400
	COTA INICIO (m)	-9	-9
	COTA FINAL (m)	-19,2	-19,2
	PK INICIO	-	3+540
	PK FINAL	-	4+091
	COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89	X: 361903,96 Y: 4288695,52	X: 361903,96 Y: 4288695,52
	COORDENADAS FINAL UTM ETRS89 (INICIO DIFUSORES)	X: 361577,38 Y: 4289135,18	X: 361577,38 Y: 4289135,18
TRAMO DIFUSOR	MATERIAL	FC	PEAD
	LONGITUD (m)	40	100
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	400	500
	PK INICIO (m)	-	4+091
	PK FINAL (m)	-	4+191
	COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89	X: 361577,38 Y: 4289135,18	X: 361577,38 Y: 4289135,18
	COORDENADAS FINAL UTM ETRS89	X: 361562,00 Y: 4289171,96	X: 361536,71 Y: 4289226,37
	DISTANCIA ENTRE 1ª Y ÚLTIMA BOCAS (m)	40	99,10
	NÚMERO DE BOCAS DIFUSORAS (Ud)	11	8
	DISPOSICIÓN	Parte superior	Tresbolillo





PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

	DIÁMETRO BOCAS (mm)	-	70
	SEPARACIÓN ENTRE BOCAS (m)	4,00	14,15
	COTA PRIMERA BOCA (m)	-19,2	-19,2
	COTA ÚLTIMA BOCA (m)	-20,3	-21,4
TOTAL	LONGITUD TOTAL EMISARIO (m)	4.131	4.191
ACTUACIONES	TRAMO TERRESTRE	Sin intervención. La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto.	
	IMPULSIÓN	Sin intervención	
	TRAMO MARINO ENTERRADO	Protección 1 de conducción enterrada con escollera y árido de machaqueo en zona teórica de rompientes, del PK 3+216 al PK 3+356 y de la cota -0,95 a -5,2 m (140 m de longitud). Protección 2 de conducción aflorada con escollera y árido de machaqueo del PK 3+347 al PK 3+447 y cota -7,1 m (10 m de longitud).	
	TRAMO MARINO APOYADO	Retirada de lastrado no operativo de tramo apoyado difusor consistente en 65 lastres de hormigón armado. Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 369,60 kg cada uno, separados entre ellos 5 m, con un total de 115 unidades. Reparación de fuga 1 en junta en el PK 3+585, cota -10,0 m. Reparación de fuga 2 en brida de unión en el P 3+730, cota -11,1 m. Retirada de restos de conducción retirados entre los PK 3+981 y 4+003, cota -13 m, consistentes en unos 20 m de fragmentos de tubería de FC DN400 mm. Reubicación de 14 bloques antiarrastreros existentes Disposición de 10 nuevos bloques antiarrastreros	
	TRAMO DIFUSOR	Desconexión y retirada de tramo difusor existente de FC DN 400 mm de 40 m Retirada de lastrado de tramo difusor consistente en 34 lastres de hormigón armado Disposición de nuevo tramo difusor de PEAD DN500 mm de 100 m Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 452,88 kg cada uno, separados entre ellos 3 m, con un total de 35 unidades. Método constructivo: flotación y hundimiento.	
DATOS GENERALES	NÚCLEO URBANO	La Savina	
	TÉRMINO MUNICIPAL	Formentera	
	POBLACIÓN SERVIDA (2045)	-	3.107 hab
	Q DE CÁLCULO (25 AÑOS)	-	400 m³/h (según dimensionamiento EDAR) 250 m³/h (para comprobación adicional de dilución con desaladora en funcionamiento)

### 3.5 TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO

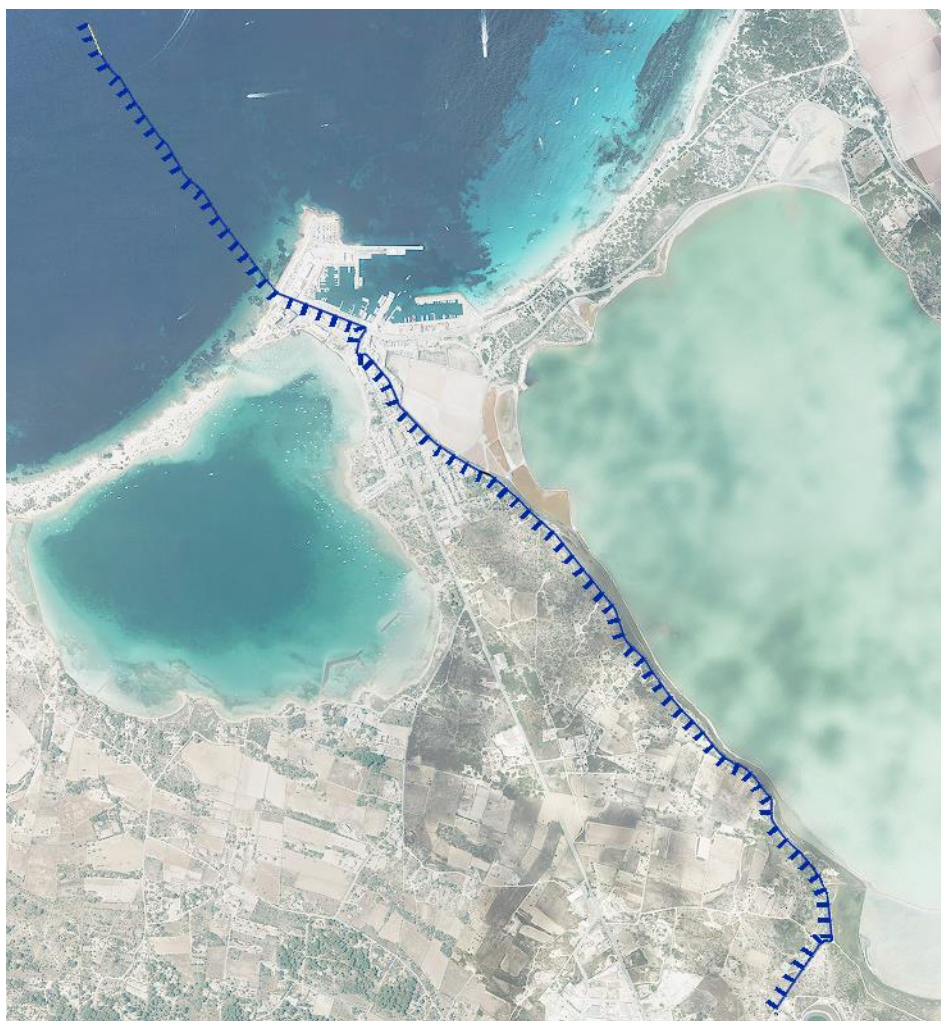
#### Trazado futuro en planta

El emisario submarino existente parte, en su tramo terrestre, de la EDAR de Formentera (PK 0+000) con dirección al mar, discurrendo enterrado en zanja por el camino que lleva a la EDAR, con una longitud total de 3.190 m.

Al llegar al puerto, se inicia el tramo marino enterrado en el PK 3+162 a la cota -1,0 m con una longitud de 377 m.

En el PK 3+540 se inicia el tramo marino apoyado, con una longitud de 652 m incluyendo el tramo difusor y a una cota de -9,0 m.

Por último, en el PK 4+091 se inicia el tramo difusor, de 100 m y en la cota -19,2 m, hasta el PK 4+191 y la cota -21,4 m.



*Imagen 2. Vista aérea del trazado del emisario.*

### Trazado futuro en alzado

El trazado en alzado se representa en el plano 7. *Estado futuro. Perfil longitudinal. Emisario del Documento N° 2 Planos.*

A partir de la arqueta de salida de la EDAR, en el PK 0+000, se inicia el tramo enterrado. Por su parte, a partir del PK 3+162, se inicia el nuevo tramo marino enterrado hasta el PK 3+540. A partir de ese punto discurre sobre el lecho marino hasta finalizar en el PK 4+191.

El tramo difusor consta de 1 tramo de 100 m y comienzan en el PK 4+091, con cota de la primera boca de -19,2 m, y finalizan en el PK 4+191, con cota de la última boca de -21,4 m.

En todo el tramo marítimo está previsto en el proyecto lastres de fondeo complementarios a los actuales, según se explica en el *Anejo 14. Cálculos estructurales.*

### Puntos singulares

Se indican a continuación las coordenadas y cotas de los puntos singulares del trazado futuro del emisario:

REFERENCIA	COORDENADA (UTM ETRS 89)		COTA (m)
	X	Y	
INICIO TRAMO TERRESTRE (EDAR)	363714,86	4286118,10	15,00
INICIO TRAMO MARINO ENTERRADO	362125,90	4288391,81	-1,0
PROTECCIÓN 1 DE CONDUCCIÓN AFLORADA	362054,87	4288481,63	-3,6
PROTECCIÓN 2 DE CONDUCCIÓN AFLORADA	361954,95	4288613,38	-7,1
INICIO TRAMO MARINO APOYADO	361903,96	4288695,52	-9,0
FUGA 1 EN JUNTA	361868,00	4288727,00	-10,0
FUGA 2 EN BRIDA DE UNIÓN	361789,00	4288846,00	-11,1
RESTOS CONDUCCIÓN A RETIRAR	361647,00	4289060,00	-13,0
INICIO TRAMO DIFUSOR A RETIRAR	361577,38	4289135,18	-19,2
INICIO NUEVO TRAMO DIFUSOR	361577,38	4289135,18	-19,2
FIN TRAMO DIFUSOR	361562,00	4289171,96	-21,4

## 3.6 CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE, AGUAS RECEPTORAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS

En el apartado 2.1 *Situación actual EDAR* de este documento se muestra una tabla resumen de la concentración de Enterococos y E.Coli entre los años 2008 y 2019.

## 3.7 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Desde aguas abajo hasta aguas arriba, el emisario se compone de:

- Dispositivo difusor (nuevo)
- Tubería principal. Tramo apoyado en el lecho marino (sin intervenciones relevantes)

- Tubería principal. Tramo enterrado en zanja marina (sin intervenciones relevantes)
- Tubería principal. Tramo terrestre hasta la EDAR (sin intervención en este proyecto)

### ***3.7.1 Dispositivo difusor***

El nuevo tramo difusor está formado por 1 tubería de 100 m de longitud, de PEAD 100 PN10 SDR 17 DN500, con espesor 29,70 mm y diámetro interior 440,60 mm, apoyada sobre el fondo marino, entre las cotas -19,20 y -21,40 m y los PK 4+091 y 4+191, debidamente lastrada.

Dispone de 8 bocas de descarga de diámetro 7 cm, separadas 14,15 m entre ellas, con una distancia de 99,10 m entre la primera y la última boca.

En el extremo de la tubería hay una tapa ciega embridada, desmontable para operaciones de mantenimiento y limpieza.

La tubería difusora entronca con la tubería principal mediante pieza reductora DE478 mm x DE500 mm y bridas de acero inoxidable.

### ***3.7.2 Tubería principal. tramo apoyado en el lecho marino***

Está formado por 1 tubería de 552 m de longitud (sin contar el dispositivo difusor, 652 m incluyéndolo), de FC DN 400, con espesor 39,00 mm y diámetro exterior 478,00 mm, apoyada sobre el fondo marino, entre las cotas -9,00 y -19,20 m y los PK 3+540 y 4+091, debidamente lastrada.

Comienza al acabar el tramo marino enterrado y termina en el tramo difusor. No se interviene sobre este tramo más que para retirar los lastres no operativos y realizar reparaciones puntuales.

### ***3.7.3 Tubería principal. tramo enterrado en zanja marina***

Está formado por 1 tubería de 377 m de longitud, de FC DN 400, con espesor 39,00 mm y diámetro exterior 478,00 mm, entre las cotas -1,0 m y -9,0 m y los PK 3+191 y 3+568.

Comienza en la arqueta de conexión con el tramo terrestre y termina al inicio del tramo apoyado. No se interviene sobre este tramo.

### ***3.7.4 Tubería principal. Tramo terrestre hasta la EDAR***

La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto, que prevé la instalación de una conducción de PEAD DN500 mm.

Así las cosas, en los cálculos hidráulicos y de dilución del presente proyecto se tendrá en cuenta este diámetro proyectado de 500 mm.

### 3.7.5 Cálculos hidráulicos

A continuación, se muestran los resultados para un caudal máximo de 400 m<sup>3</sup>/h o 111,11 l/s.

#### REPARTICIÓN DE CAUDALES EN TUBERÍA DIFUSORA PARA Q = 43,06 L/s ( Q max en escenario futuro)

Número de bocas (por tubería)	8	Número de tuberías	1	Caudal por tubería (L/s)	111,1111
Distancia entre bocas (m)	14,15	Caudal total (L/s)	111,11	Caudal medio por boca (L/s)	13,89
Profundidad primera boca (m)	19,20	Rugosidad (mm)	0,25	Longitud tubería (m)	99,1
Profundidad última boca (m)	21,40	Viscosidad cin. (m <sup>2</sup> /s)	8,970E-07	K equivalente	38,8
Coefficiente pérdida carga boca	1,5			Coefficiente uniformidad	1,027

Número de boca o tubo	Diámetro boca (mm)	Profundidad boca (m)	Diámetro tubo (mm)	Caudal		Velocidad		Pérdida de carga			
				tubo (L/s)	boca (L/s)	tubo (m/s)	boca (m/s)	en tubo (m)	en boca (m)	por densidad (m)	Total (m)
1	70	19,20	440,6	111,111	14,26	0,73	3,70	0,00	1,05	0,50	1,55
2	70	19,51	440,6	96,853	14,12	0,64	3,67	0,01	1,03	0,51	1,55
3	70	19,83	440,6	82,735	14,00	0,54	3,64	0,02	1,01	0,52	1,55
4	70	20,14	440,6	68,735	13,90	0,45	3,61	0,03	1,00	0,52	1,55
5	70	20,46	440,6	54,837	13,81	0,36	3,59	0,03	0,99	0,53	1,55
6	70	20,77	440,6	41,024	13,74	0,27	3,57	0,03	0,98	0,54	1,55
7	70	21,09	440,6	27,285	13,67	0,18	3,55	0,04	0,97	0,55	1,55
8	70	21,40	440,6	13,612	13,61	0,09	3,54	0,04	0,96	0,56	1,55

Se observa un reparto bastante uniforme de caudales por bocas, entre 14,26 y 13,61 l/s. Además, las velocidades de salida del agua están entre 3,70 y 3,54 m/s. Son altas, lo que es adecuado para dificultar la colonización de las bocas.

En conjunto, la pérdida de carga en el dispositivo difusor se compone de una pérdida independiente del caudal (0,56 m, debida a la diferencia de densidades) y otra dependiente del caudal de 1,05 m, para un caudal de 400 m<sup>3</sup>/h.

Para un caudal intermedio de 98 m<sup>3</sup>/h o 27,31 l/s, tendríamos:

#### REPARTICIÓN DE CAUDALES EN TUBERÍA DIFUSORA PARA Q = 23,61 L/s (máximo Q escenario actual)

Número de bocas (por tubería)	8	Número de tuberías	1	Caudal por tubería (L/s)	27,31
Distancia entre bocas (m)	14,15	Caudal total (L/s)	27,31	Caudal medio por boca (L/s)	3,41
Profundidad primera boca (m)	19,2	Rugosidad (mm)	0,25	Longitud tubería (m)	99
Profundidad última boca (m)	21,4	Viscosidad cin. (m <sup>2</sup> /s)	8,970E-07	K equivalente	56,2
Coefficiente pérdida carga boca	1,5			Coefficiente uniformidad	1,236

Número de boca o tubo	Diámetro boca (mm)	Profundidad boca (m)	Diámetro tubo (mm)	Caudal		Velocidad		Pérdida de carga			
				tubo (L/s)	boca (L/s)	tubo (m/s)	boca (m/s)	en tubo (m)	en boca (m)	por densidad (m)	Total (m)
1	70	19,20	440,6	27,31	4,22	0,18	1,10	0,00	0,09	0,50	0,59
2	70	19,51	440,6	23,09	4,01	0,15	1,04	0,00	0,08	0,51	0,59
3	70	19,83	440,6	19,08	3,79	0,13	0,98	0,00	0,07	0,52	0,59
4	70	20,14	440,6	15,29	3,56	0,10	0,93	0,00	0,07	0,52	0,59
5	70	20,46	440,6	11,73	3,33	0,08	0,87	0,00	0,06	0,53	0,59
6	70	20,77	440,6	8,40	3,08	0,06	0,80	0,00	0,05	0,54	0,59
7	70	21,09	440,6	5,32	2,81	0,03	0,73	0,00	0,04	0,55	0,59
8	70	21,40	440,6	2,51	2,51	0,02	0,65	0,00	0,03	0,56	0,59

Se observa de nuevo un reparto bastante uniforme de caudales por bocas, entre 4,22 y 2,51 l/s. Además, las velocidades de salida del agua están entre 1,10 y 0,65 m/s, por encima de los 0,6 m/s recomendado.



La pérdida de carga en el dispositivo difusor independiente del caudal es de 0,56 m y la dependiente del caudal de 0,09 m, para un caudal de 98 m<sup>3</sup>/h.

Por último, para el caudal menor de 69 m<sup>3</sup>/h o 19,17 l/s, tendríamos:

**REPARTICIÓN DE CAUDALES EN TUBERÍA DIFUSORA PARA Q = 6,67 L/s (Q temporada baja escenario actual)**

Número de bocas (por tubería)	8	Número de tuberías	1	Caudal por tubería (L/s)	19,16667
Distancia entre bocas (m)	14,15	Caudal total (L/s)	19,17	Caudal medio por boca (L/s)	2,40
Profundidad primera boca (m)	19,2	Rugosidad (mm)	0,25	Longitud tubería (m)	99
Profundidad última boca (m)	21,4	Viscosidad cin. (m <sup>2</sup> /s)	8,970E-07	K equivalente	77,4
Coefficiente pérdida carga boca	1,5			Coefficiente uniformidad	1,451

Número de boca o tubo	Diámetro boca (mm)	Profundidad boca (m)	Diámetro tubo (mm)	Caudal		Velocidad		Pérdida de carga			
				tubo (L/s)	boca (L/s)	tubo (m/s)	boca (m/s)	en tubo (m)	en boca (m)	por densidad (m)	Total (m)
1	70	19,20	440,6	19,17	3,48	0,13	0,90	0,00	0,06	0,50	0,56
2	70	19,51	440,6	15,69	3,23	0,10	0,84	0,00	0,05	0,51	0,56
3	70	19,83	440,6	12,46	2,96	0,08	0,77	0,00	0,05	0,52	0,56
4	70	20,14	440,6	9,50	2,68	0,06	0,70	0,00	0,04	0,52	0,56
5	70	20,46	440,6	6,82	2,36	0,04	0,61	0,00	0,03	0,53	0,56
6	70	20,77	440,6	4,46	2,00	0,03	0,52	0,00	0,02	0,54	0,56
7	70	21,09	440,6	2,46	1,55	0,02	0,40	0,00	0,01	0,55	0,56
8	70	21,40	440,6	0,91	0,91	0,01	0,24	0,00	0,00	0,56	0,56

Se observa de nuevo un reparto bastante uniforme de caudales por bocas, entre 3,48 y 0,91 l/s. Las velocidades de salida del agua están entre 0,90 y 0,24 m/s. Son velocidades bajas, pero asumibles teniendo en cuenta que se trata del caudal más bajo en el estado actual, que va a ser poco frecuente.

La pérdida de carga en el dispositivo difusor independiente del caudal es de 0,56 m y la dependiente del caudal de 0,06 m, para un caudal de 69 m<sup>3</sup>/h.

**Comprobación de la ratio entre el área total de las bocas y el área de la sección del tubo**

Según la Instrucción se recomienda que esta ratio sea inferior a 0,6 para asegurar la estabilidad hidráulica del flujo, y que no salga toda el agua por las primeras bocas.

En nuestro caso la ratio es 0,20 < 0,6, que se considera adecuado.

**3.7.6 Pérdidas de carga totales para el caudal de diseño**

PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES PARA EL CAUDAL DE DISEÑO			
DATOS GENERALES			
Gravedad (m/s <sup>2</sup> )	9,8	Densidad agua vertida (kg/m <sup>3</sup> )	997,10
Viscosidad agua vertida (kg/m.s)	0,000894	Densidad agua mar (kg/m <sup>3</sup> )	1026
Altura máxima s.n.m.m. (m)	15,00	Altura de marea considerada (m)	0,50
Caudal de diseño (L/s)	111,11	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /h)	400,00
DATOS TUBERÍA TRAMO TERRESTRE		CÁLCULOS TUBERÍA TRAMO TERRESTRE	
Características	PEAD 500	Nº Reynolds	358.115,65
Longitud (m)	3190,00	Factor fricción f	0,01
Diámetro interior (m)	0,44	Pérdida de carga continua (m)	2,59
Velocidad (m/s)	0,73	Pérdidas de carga localizadas (m)	0,207

		<b>Pérdida de carga tubería tramo terrestre</b>	<b>2,805</b>
<b>DATOS TUBERÍA TRAMO MARINO</b>		<b>CÁLCULOS TUBERÍA TRAMO MARINO</b>	
Características	FC 400	Nº Reynolds	394.464,39
Longitud (m)	1029,00	Factor fricción f	0,01
Diámetro interior (m)	0,40	Pérdida de carga continua (m)	2,92
Velocidad (m/s)	0,88	Pérdidas de carga localizadas (m)	0,04
		<b>Pérdida de carga tubería tramo Marino</b>	<b>2,96</b>
		<b>CÁLCULOS DISPOSITIVO DIFUSOR</b>	
		<b>Pérdida de carga en difusor (m)</b>	<b>1,23</b>
<b>ALTURA DISPONIBLE VERTIDO (m)</b>	<b>14,50</b>	<b>PÉRDIDA DE CARGA TOTAL (m)</b>	<b>7,00</b>

Suponiendo una rugosidad de las tuberías de 0,25 mm y considerando los coeficientes de pérdidas de carga localizadas indicados en el apartado de métodos de cálculo, el emisario podrá verter por gravedad los 111,11 l/s, es decir, 400 m³/h, por lo que no es necesario recurrir a la utilización de bombas.

### 3.8 PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS

El proyecto del emisario debe tener en cuenta los parámetros oceanográficos que, a continuación, se indican:

- Perfiles de temperatura y salinidad en la zona de vertido.
- Corrientes.
- Coeficientes de dispersión de la pluma.
- Coeficientes de autodepuración de los parámetros no conservativos.
- Biocenosis inicial y contaminación de fondo.
- Batimetría, geofísica y geotecnia.
- Clima marítimo.
- Dinámica litoral.

### 3.9 ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA DE LITORAL

De acuerdo con el Apartado 5.3.4 de la "Instrucción para el proyecto de vertidos de aguas residuales desde tierra al mar" de 13 de julio de 1993, el proyecto de un emisario debe contemplar, entre otros parámetros oceanográficos, un Estudio básico de Dinámica litoral.

En este estudio básico de dinámica litoral para los proyectos constructivos para la adecuación y legalización de emisarios submarinos se han planteado los siguientes apartados.

- Definición del clima marítimo del oleaje en la zona, a través de las correspondientes frecuencias de presentación sectorial y regímenes medios direccionales, de los datos en aguas profundas y en las zonas cercanas de estudio.
- Estudio de la capacidad de transporte litoral del tramo de costa en estudio.
- Definición de la profundidad de corte del tramo de costa.

### ***3.9.1 Profundidad de cierre***

#### ***3.9.1.1 Introducción***

Aunque en el caso concreto del emisario de Formentera no tiene afección el cambio de perfil del fondo marino dado que es de naturaleza rocosa, se evalúa la profundidad teórica de cierre y se contrasta su evidencia con la filmación submarina realizada. Se define la profundidad de cierre como aquella profundidad en la cual los movimientos transversales del sedimento debidos al oleaje son prácticamente nulos. Hallermeier (1978) propone la siguiente expresión:

$$h^* = 1.75 H_{s12} - 57.9 \left( \frac{H_{s12}^2}{g T_{2s}} \right)$$

donde:

$h^*$  = profundidad de cierre (m)

$H_{s12}$  = altura de ola significativa superada en 12 horas al año (m)

$T_s$  = periodo significativo asociado (s)

Esta profundidad nos permite determinar a partir de qué profundidad podemos asegurar que el lecho marino es estable en fondos arenosos y no va a sufrir variaciones por culpa del clima marítimo de la zona.

#### ***3.9.1.2 Cálculo teórico de la profundidad de cierre***

Se ha partido de la serie completa de datos WANA del punto WANA2058030. Un total de 24377 datos forman el archivo que contiene además de la fecha y hora de predicción, la altura de ola significativa espectral, el periodo de pico espectral, la dirección media de procedencia del oleaje, la velocidad media del viento y la dirección media del viento.

De la serie de datos WANA proporcionados por Puertos del Estado, se han tomado dichos datos anualmente. También se han determinado el número de datos de salida del modelo WAM anualmente, porque existen series anuales con vacíos temporales. Una vez limpiadas dichas series, se han ordenado por altura de ola decreciente. Determinando la cantidad de datos tomados cada año respecto al total de horas anuales reales, se obtiene qué tanto por ciento de datos corresponden a la altura de ola superada en 12 horas al año. En resumen se muestran las siguientes tablas de resultados (tablas 13 y 14).

Con la serie ordenada por altura de ola decreciente por años, se toma el tanto por ciento de representación de 12 horas anuales respecto al total anual. De este modo, si se multiplica dicho tanto por ciento por el número de datos, podemos determinar en que posición de la serie ordenada por altura de ola decreciente se halla  $H_{s12}$ . Con ese dato, nos remitimos a las series anuales y determinamos que  $H_s$  aparece en la serie en dicha posición. En casi todos los años, se ha de tomar la posición 4, excepto en el 2001 y el 2004 (la 3). En la serie completa se toma la



posición 38 de la serie ordenada por altura decrecientes. El periodo pico asociado a Hs12, es decir, Tp12, se determina mediante la correlación con una ecuación potencial de la altura de ola Hs y el Tp (capítulo anterior de este documento). Con estos datos ya se puede aplicar la formulación de Hallermeier (1978).

Con las  $h^*$  calculadas para cada año, podemos realizar una media anual, cuyo valor es de 6.10 metros. El valor de  $h^*$  de la playa a estudiar lo tomaremos del estudio de la serie completa de datos, obteniéndose una profundidad de corte de **5.97 m**.

#### *3.9.1.3 Evidencia de la profundidad de cierre sobre el lecho marino en la ubicación del emisario actual*

Para la redacción del presente proyecto se ha efectuado una filmación marina con objeto de observar el estado actual que presenta todo el recorrido del emisario. Con esta filmación se ha podido evidenciar cual es el efecto de la energía del oleaje sobre el fondo marino.

Se ha analizado con detalle el transecto desde la cota -6 m (inicio de la profundidad de cierre teórica) hasta la cota 0. En ella se observa como a la cota -6 el efecto del oleaje no tiene incidencia ni sobre el lecho marino ni sobre la propia alineación donde se ubica el emisario. Esta situación se mantiene hasta la cota -3.8 m, en donde se empieza a notar el efecto del oleaje sobre el fondo marino. Como se observa en la imagen nº16 que se muestra a continuación, a partir de esta cota se observa una reducción de la densidad poblacional de algas fotófilas en el fondo y completa inexistencia de ellas sobre la vertical donde se ubica el emisario enterrado. Por lo que respecta al ámbito concreto donde se ubica el emisario el efecto del oleaje desde la cota -3.8 hasta la cota 0<sup>1</sup>, a parte de la falta de presencia de biocenosis se observa como en algunas zonas más que otras el material de relleno que protege al emisario ha desaparecido, quedando al descubierto la zanja que se ejecutó en su día para albergar el emisario. Desde la parte terrestre, correspondiendo con la cota 0 comentada, se observa como el emisario queda enterrado y protegido con hormigón. Esta protección de hormigón que se observa en las últimas fotografías que se presentan en este apartado, alcanza el ámbito marino, con una longitud aproximada de unos 20 metros desde la orilla y alcanzando una profundidad de 1 metro.

Los efectos que tiene la energía del oleaje en la zona de rompientes sobre la instalación actual son:

- Falta de presencia de biocenosis.
- Afloramiento de los laterales de la zanja que se ejecutó en su día para albergar el emisario por pérdida de material de relleno.

---

<sup>1</sup> La filmación marina alcanza la cota -2.3 m.

Por tanto, se podría concluir que si bien la profundidad teórica de cierre es la cota -5.97 m, el efecto de la energía del oleaje no tiene efecto real hasta la cota -3.8 m. Esto es debido básicamente a la naturaleza del fondo rocoso que presenta la costa en todo el ámbito estudiado. El efecto del oleaje se evidencia de la siguiente forma:

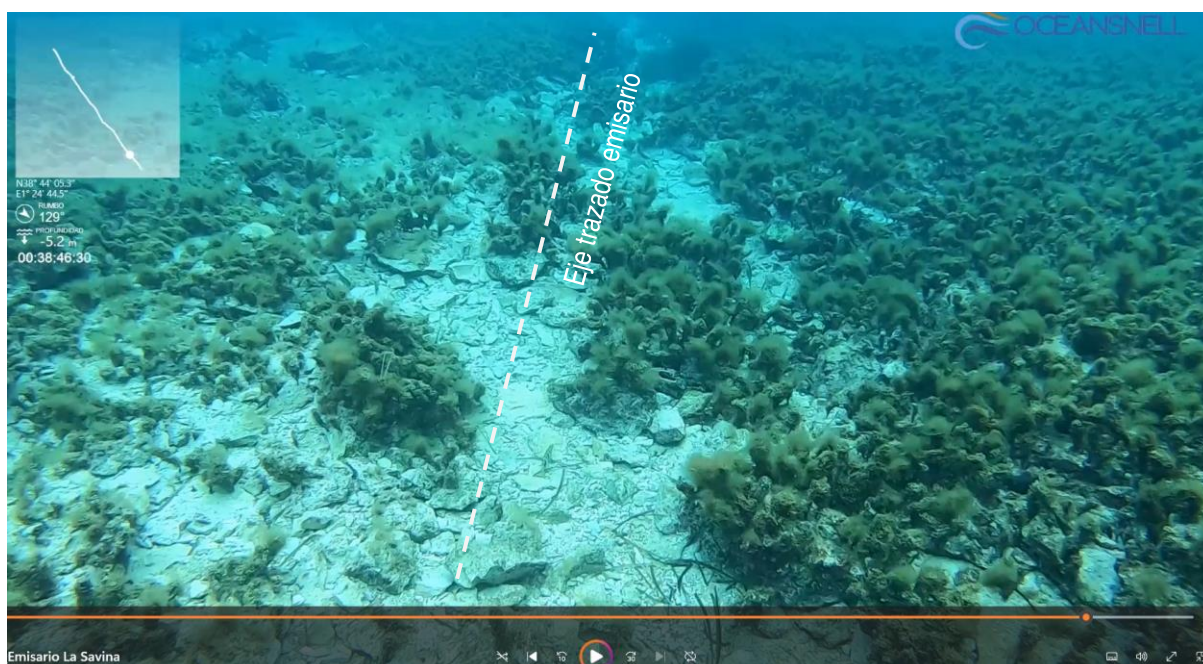
- En el fondo marino (a modo genérico): Falta de presencia de biocenosis. Bajas densidades poblacionales de algas fotófilas.
- En la zona concreta donde se ubica el emisario: Falta completa de biocenosis. Pérdida de material de relleno que se empleó para dejar enterrado el emisario.

A continuación, se muestran fotogramas de la filmación que pretenden justificar el análisis expuesto:

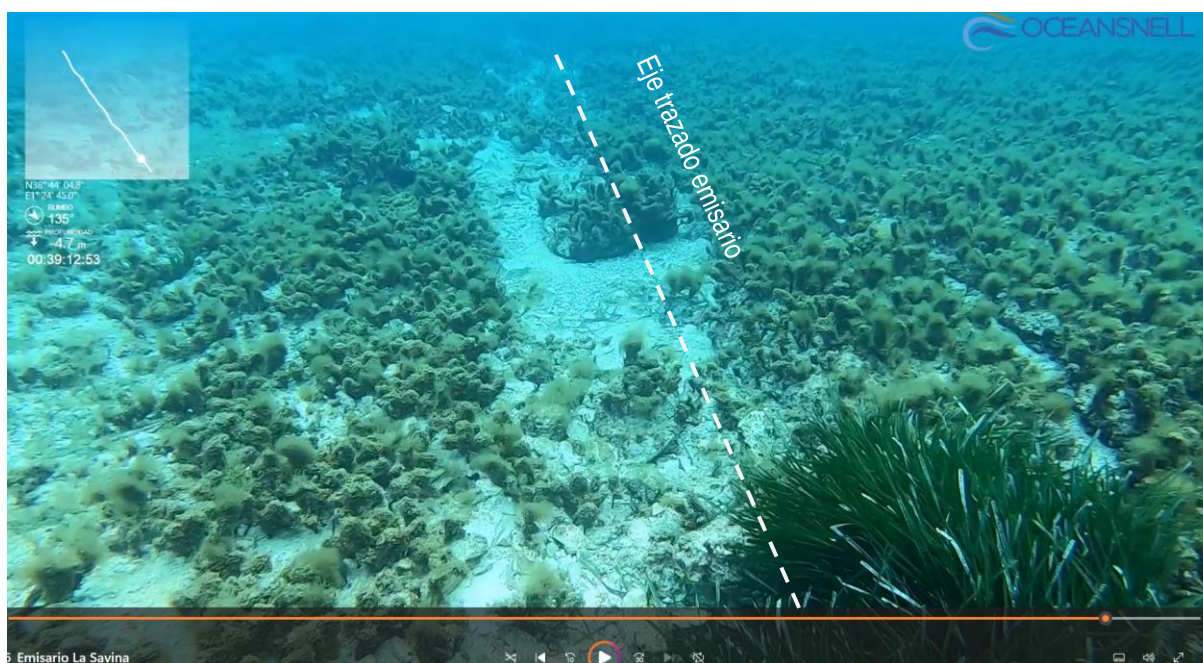


*Imagen 3 Prof = 6m. Presencia de matas de posidonia oceanica sobre la vertical del emisor y alta densidad poblacional de algas fotófilas en el entorno. Evidencia la falta de energía del oleaje para generar efectos visibles sobre el fondo marino.*



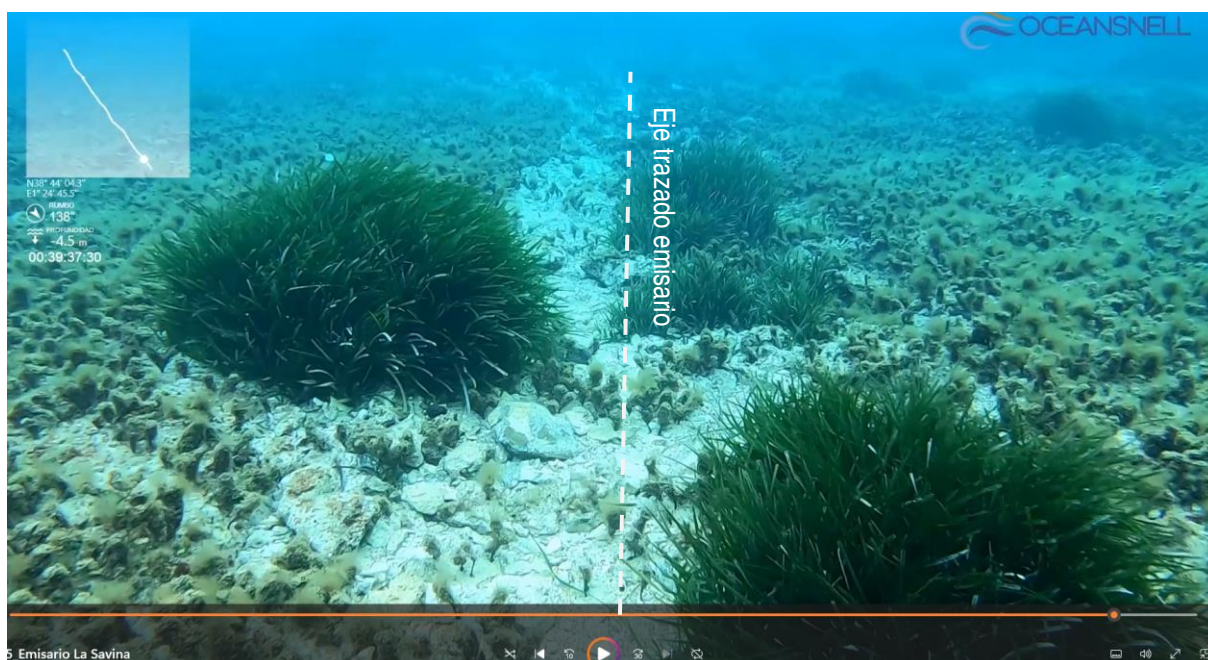


*Imagen 4 Prof = 5.2m. Presencia constante de algas fotófilas sobre la traza donde se ubica el emisario y alta densidad poblacional en el entorno. Evidencia la falta de energía del oleaje para generar efectos visibles sobre el fondo marino.*

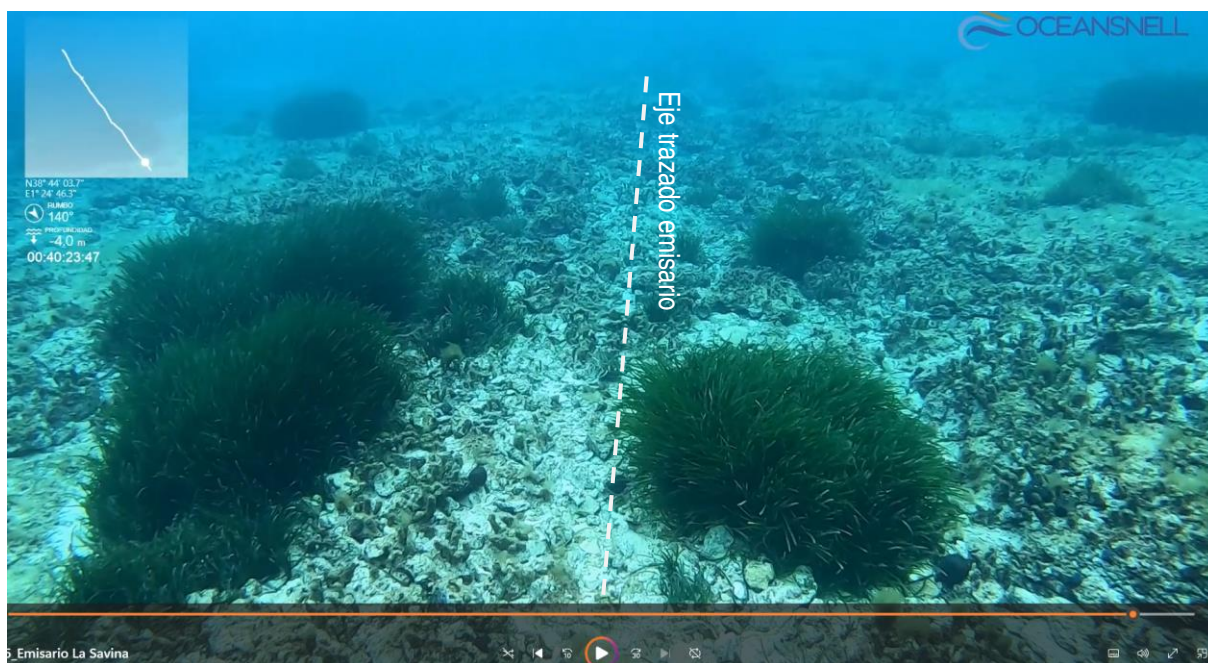


*Imagen 5 Prof = 4.7m. Presencia constante de algas fotófilas y matas de posidonia oceanica sobre la traza donde se ubica el emisario y alta densidad poblacional de algas en el entorno. Evidencia la falta de energía del oleaje para generar efectos visibles sobre el fondo marino.*





*Imagen 6 Prof = 4.5m. Presencia constante de algas fotófilas y matas de posidonia oceanica sobre la traza donde se ubica el emisario y alta densidad poblacional de algas y dispersión de matas de posidonia en el entorno. Evidencia la falta de energía del oleaje para generar efectos visibles sobre el fondo marino.*



*Imagen 7 Prof = 4.0m. Presencia constante de algas fotófilas y matas de posidonia oceanica sobre la traza donde se ubica el emisario y alta densidad poblacional de algas y dispersión de matas de posidonia en el entorno. Evidencia la falta de energía del oleaje para generar efectos visibles sobre el fondo marino.*



# PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

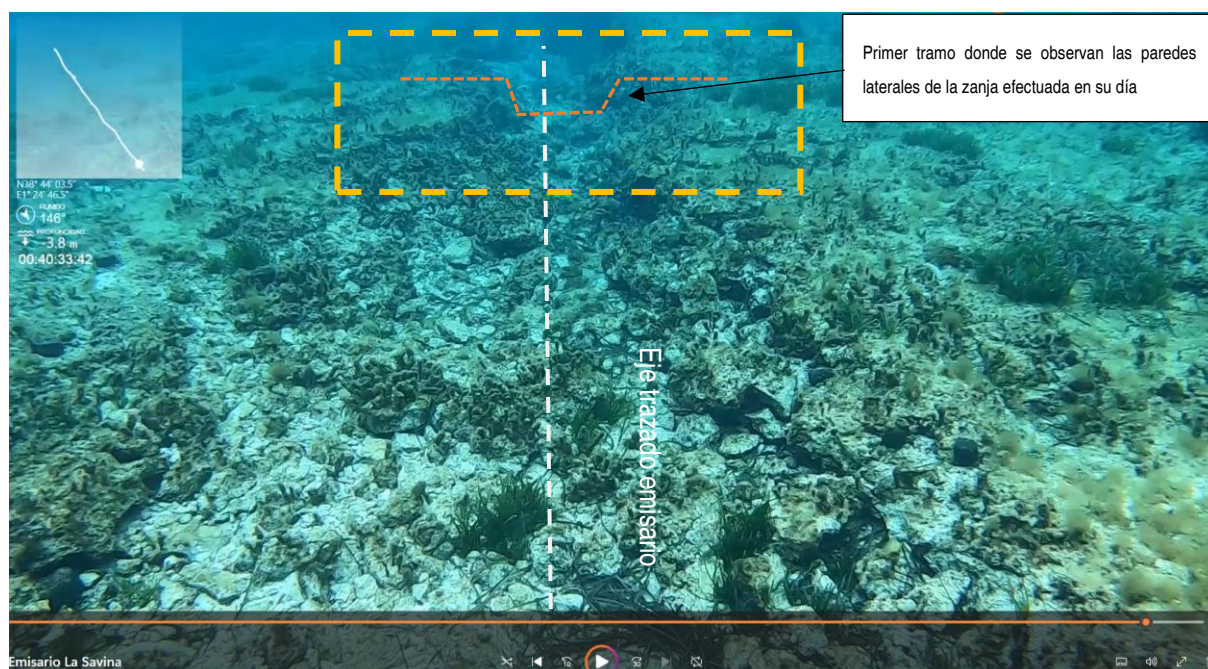


Imagen 8 Prof = 3.8 m. Reducción de la biocenosis presente sobre la vertical donde se ubica el emisario. Identificación de áridos empleados en el relleno de la zanja. Reducción de la densidad de algas fotófilas y presencia esporádica de matas de posidonia en el entorno.

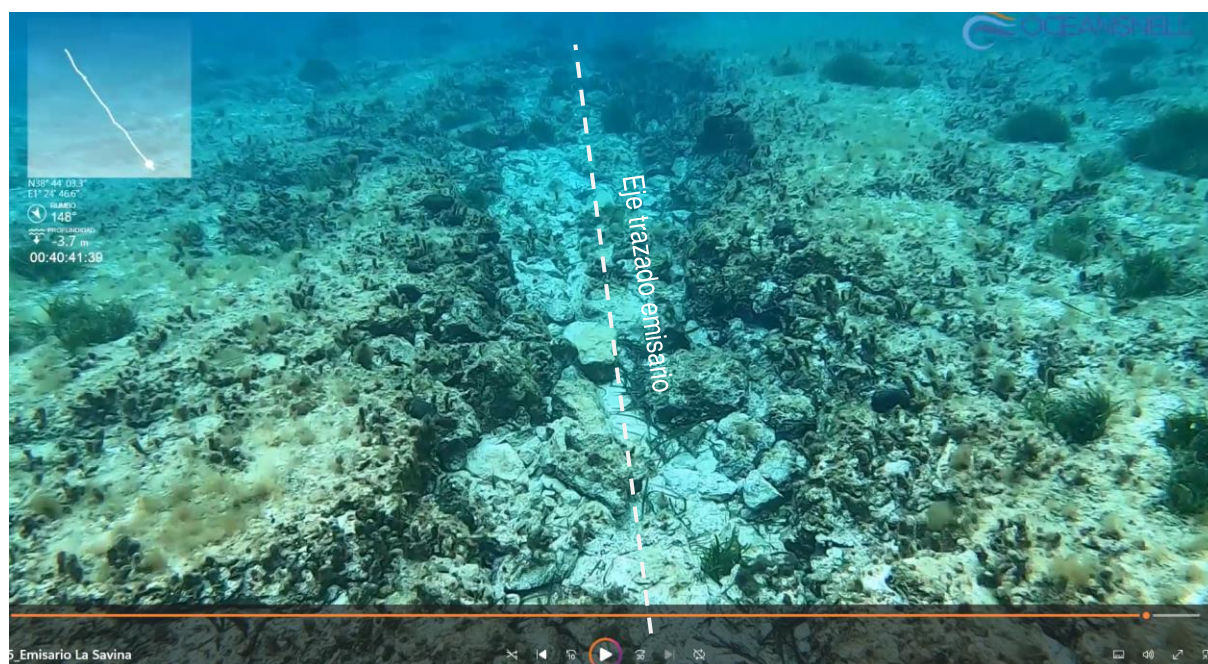


Imagen 9 Prof = 3.7 m. Sin presencia de biocenosis sobre la vertical donde se ubica el emisario. Se observan las paredes laterales de la zanja realizada en su día para albergar el actual emisario. Reducción de la densidad de algas fotófilas y presencia esporádica de matas de posidonia en el entorno. El estado que presenta el ámbito exacto del emisario evidencia que la energía procedente del oleaje sí tiene afección sobre el fondo marino, generando arrastres y desplazamientos en el material granular fino. Estos arrastres solo se observan en el ámbito de la zanja ejecutada, en el resto, dada la naturaleza rocosa, no hay desplazamiento de material ni cambios de perfil.



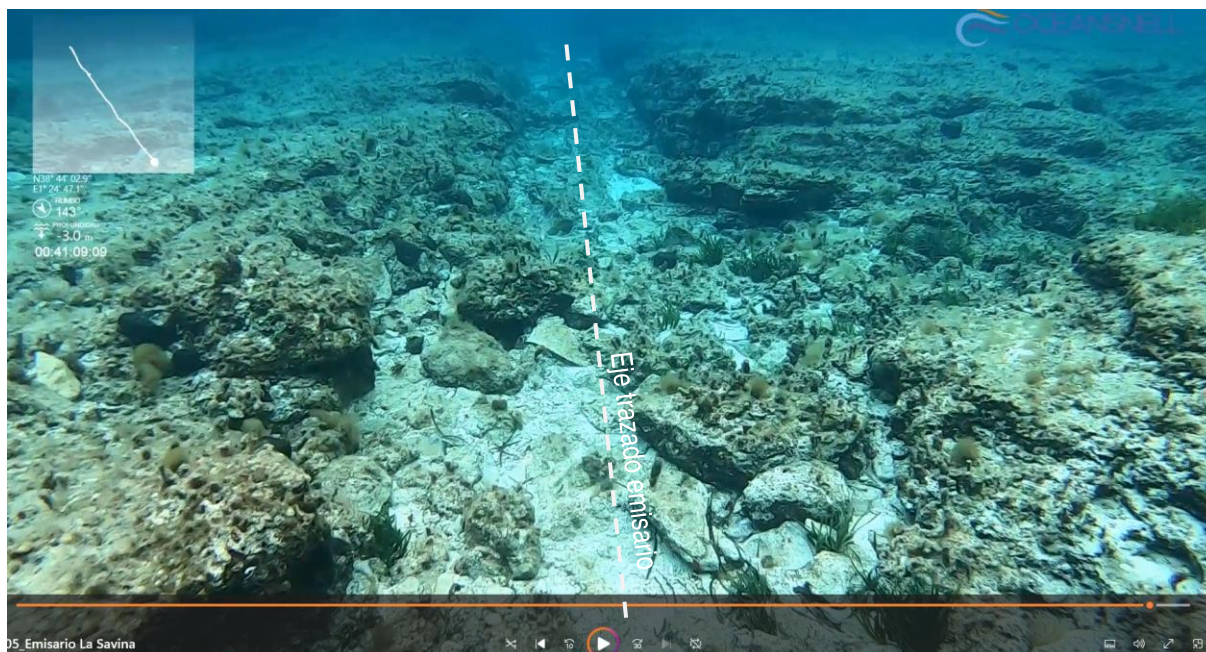


Imagen 10 Prof = 3.0 m. Mínima presencia de biocenosis sobre la vertical donde se ubica el emisario. Se observan las paredes laterales de la zanja realizada en su día para albergar el actual emisario. Reducción de la densidad de algas fotófilas y presencia esporádica de matas de posidonia en el entorno. El estado que presenta el ámbito exacto del emisario evidencia que la energía procedente del oleaje sí tiene afección sobre el fondo marino, generando arrastres y desplazamientos en el material granular fino. Estos arrastres solo se observan en el ámbito de la zanja ejecutada, en el resto, dada la naturaleza rocosa, no hay desplazamiento de material ni cambios de perfil.

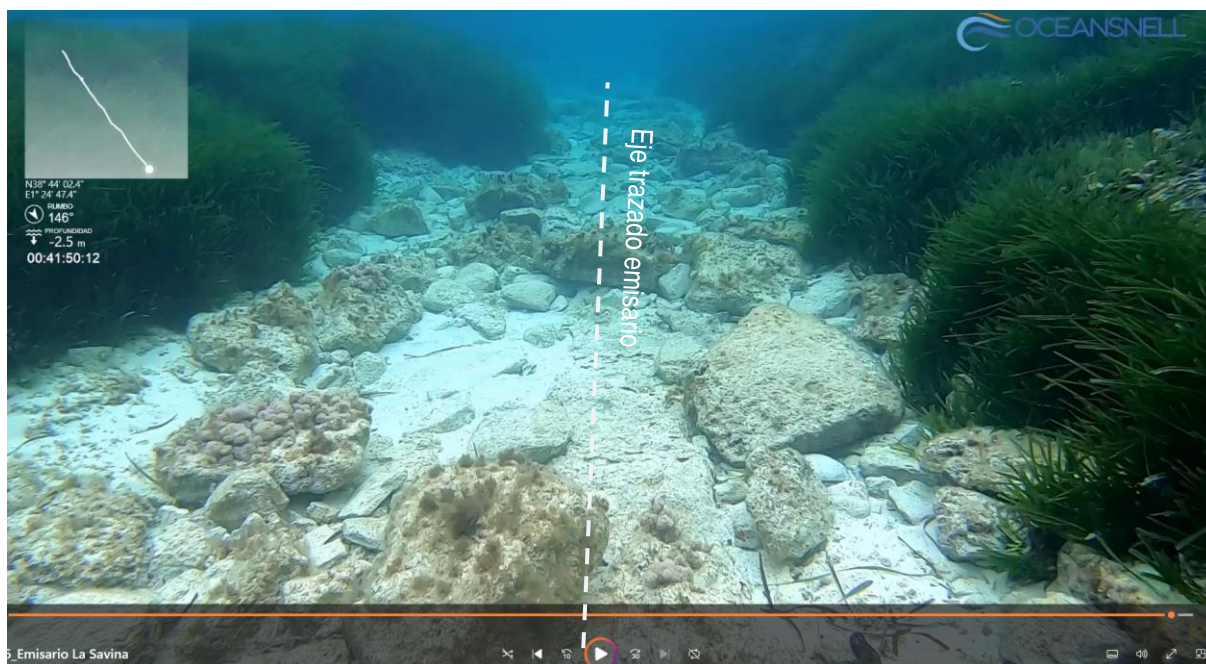


Imagen 11 Prof = 2.5 m. Inexistencia de biocenosis en el ámbito de la zanja que alberga el actual emisario. Alta densidad de matas de posidonia oceanica. No se identifican los laterales de la zanja ya que han sido invadidos por las matas de posidonia. Esto significa que existe poco arrastre de materiales. Se observa estabilidad.





Imagen 12 Prof = 2.0 m. Inexistencia de biocenosis en el ámbito de la zanja que alberga el actual emisario. Alta densidad de matas de posidonia oceanica. Sí se identifican los laterales de la zanja . Se observa el fondo rocoso den entorno



Imagen 13 Prof = 0 m. Transición entre tramo terrestre y tramo marino del emisario actual. Se observa la protección de hormigón y el entorno completamente de naturaleza rocosa.

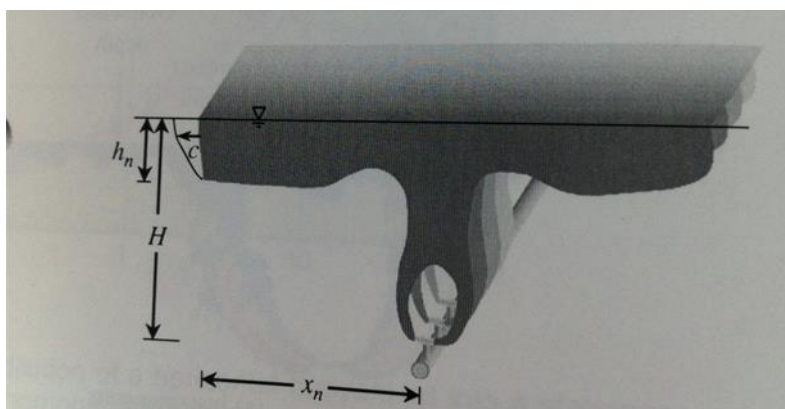
### 3.10 CÁLCULOS DE DILUCIÓN

La «Instrucción para el proyecto de conducciones de vertido desde tierra al mar» (aprobada por Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de 13 de julio de 1993) exige que la dilución inicial sea superior a 80, durante más del 95 % del tiempo, en el caso de columna de agua estratificada, y a 100, en el caso de columna no estratificada.

En el *Anejo 13. Cálculo de la dilución* del presente proyecto se elabora el cálculo de la misma, que se resume a continuación:

#### Cálculo en el caso de columna homogénea (no estratificada)

Caudal de 400 m<sup>3</sup>/h



*Imagen 14. Penacho en condiciones estacionarias sin estratificación*

DATOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q	m <sup>3</sup> /s	0,1111
Longitud difusor	L	m	100
Número bocas	n	-	8
Profundidad bocas	H	m	19,20
Gravedad	g	m/s <sup>2</sup>	9,8
Densidad efluente	$\rho_0$	kg/m <sup>3</sup>	1001,6
Densidad mar	$\rho_a$	kg/m <sup>3</sup>	1026



RESULTADOS INTERMEDIOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal lineal	q	m <sup>2</sup> /s	0,001111
Caudal por boca	Q <sub>b</sub>	m <sup>3</sup> /s	0,013889
Separación bocas	s	m	14,29
Gravedad reducida	g'	m/s <sup>2</sup>	0,233
Flotabilidad de descarga puntual	B	m <sup>4</sup> /s <sup>3</sup>	0,003237
Flotabilidad de descarga lineal	b	m <sup>3</sup> /s <sup>3</sup>	0,000259
Grado de linealidad de la descarga			0,366
Tipo de descarga			Intermedia

CARACTERÍSTICAS PENACHO (DESCARGA INTERMEDIA)			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Dilución en el borde del campo cercano	S	-	439,2
Semiancho del campo cercano	x <sub>n</sub>	m	41,64
Altura máxima penacho sobre bocas	y <sub>máx</sub>	m	19,20
Espesor de la capa de mezcla	e	m	3,87

La dilución en el borde del campo cercano es  $439,2 > 100$ .

Obsérvese que la zona inicial de mezcla se extiende a unos 41,64 m a cada lado de la tubería difusora. El espesor de esta capa es de 3,87 m. Todo esto en condiciones de máximo caudal de efluente y ausencia de corriente.

Cuando hay corriente, el penacho se deforma en la dirección de la corriente, obteniéndose valores superiores de dilución inicial.

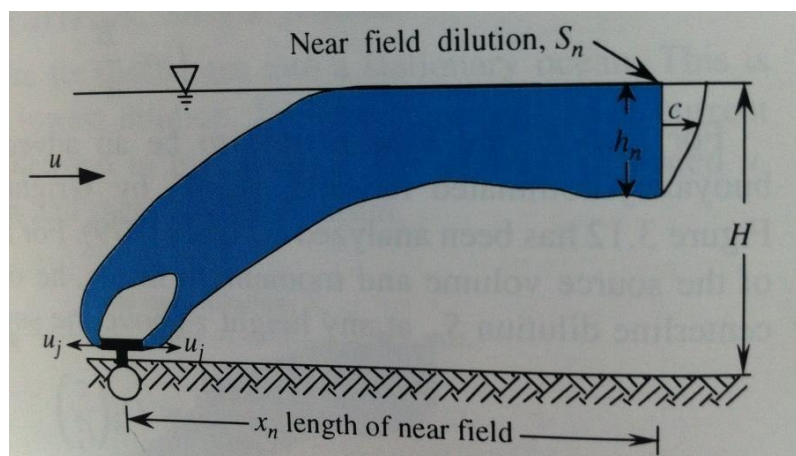


Imagen 15. Penacho en el campo cercano con corriente, sin estratificación

Caudal de 250 m<sup>3</sup>/h

DATOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q	m <sup>3</sup> /s	0,0694
Longitud difusor	L	m	100
Número bocas	n	-	8
Profundidad bocas	H	m	19,20
Gravedad	g	m/s <sup>2</sup>	9,8
Densidad efluente	$\rho_0$	kg/m <sup>3</sup>	1002,3
Densidad mar	$\rho_a$	kg/m <sup>3</sup>	1026

RESULTADOS INTERMEDIOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal lineal	q	m <sup>2</sup> /s	0,000694
Caudal por boca	Q <sub>b</sub>	m <sup>3</sup> /s	0,008681
Separación bocas	s	m	14,29
Gravedad reducida	g'	m/s <sup>2</sup>	0,226
Flotabilidad de descarga puntual	B	m <sup>4</sup> /s <sup>3</sup>	0,001965
Flotabilidad de descarga lineal	b	m <sup>3</sup> /s <sup>3</sup>	0,000157
Grado de linealidad de la descarga			0,366
Tipo de descarga			Intermedia

CARACTERÍSTICAS PENACHO (DESCARGA INTERMEDIA)			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Dilución en el borde del campo cercano	S	-	595,0
Semiancho del campo cercano	x <sub>n</sub>	m	41,64
Altura máxima penacho sobre bocas	y <sub>máx</sub>	m	19,20
Espesor de la capa de mezcla	e	m	3,87

La dilución en el borde del campo cercano es 595,0 > 100.

Obsérvese que la zona inicial de mezcla se extiende igualmente a unos 41,64 m a cada lado de la tubería difusora. El espesor de esta capa sigue siendo de 3,87 m. Todo esto en condiciones de máximo caudal de efluente y ausencia de corriente.

### Cálculo en el caso de columna estratificada

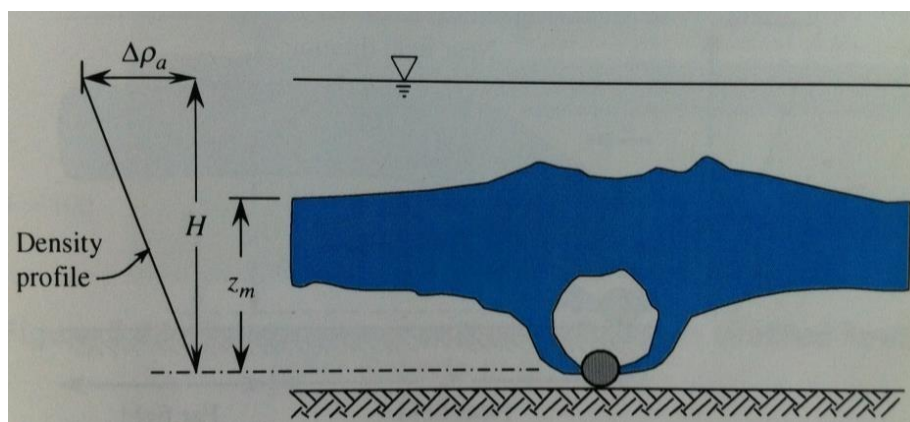


Imagen 16. Penacho inicial en condiciones estacionarias con estratificación

En el apartado 3.3 se mostró el perfil de densidades adoptado para el cálculo, que supone un gradiente de 0,032 kg/m<sup>3</sup>/m entre 1,10 y 19,2 m de profundidad.

Caudal de 400 m<sup>3</sup>/h

DATOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q	m <sup>3</sup> /s	0,1111
Longitud difusor	L	m	100
Número bocas	n	-	8
Profundidad bocas (relativa)	H	8	18,1
Gravedad	g	m/s <sup>2</sup>	9,8
Densidad efluente	ρ <sub>0</sub>	kg/m <sup>3</sup>	1001,6
Densidad mar	ρ <sub>a</sub>	kg/m <sup>3</sup>	1026
Gradiente medio densidad mar	dρ/dy	kg/m <sup>4</sup>	0,032318232

RESULTADOS INTERMEDIOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal lineal	q	m <sup>2</sup> /s	0,001111
Caudal por boca	Q <sub>b</sub>	m <sup>3</sup> /s	0,013889
Separación bocas	s	m	14,29
Gravedad reducida	g'	m/s <sup>2</sup>	0,233
Flotabilidad de descarga puntual	B	m <sup>4</sup> /s <sup>3</sup>	0,003237
Flotabilidad de descarga lineal	b	m <sup>3</sup> /s <sup>3</sup>	0,000259
Frecuencia de flotabilidad	N	s <sup>-1</sup>	0,017570
Prof. reducida (descarga puntual)	l <sub>B</sub>	m	4,94
Prof. reducida (descarga lineal)	l <sub>b</sub>	m	3,63
Grado de linealidad de la descarga			0,044
Tipo de descarga			Intermedia

CARACTERÍSTICAS PENACHO (DESCARGA INTERMEDIA)			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Dilución en el borde del campo cercano	S	-	139,3
Semiancho del campo cercano	$x_n$	m	19,74
Altura máxima penacho sobre bocas	$y_{m\acute{a}x}$	m	16,94
Espesor de la capa de mezcla	e	m	7,80

La dilución en el borde del campo cercano es  $139,3 > 80$ .

Obsérvese que la zona inicial de mezcla se extiende a unos 19,74 m a cada lado de la tubería difusora. El espesor de esta capa es de unos 7,80 m. Todo esto en condiciones de máximo caudal de efluente y ausencia de corriente.

Cuando hay corriente, el penacho se deforma en la dirección de la corriente, obteniéndose valores superiores de dilución inicial.

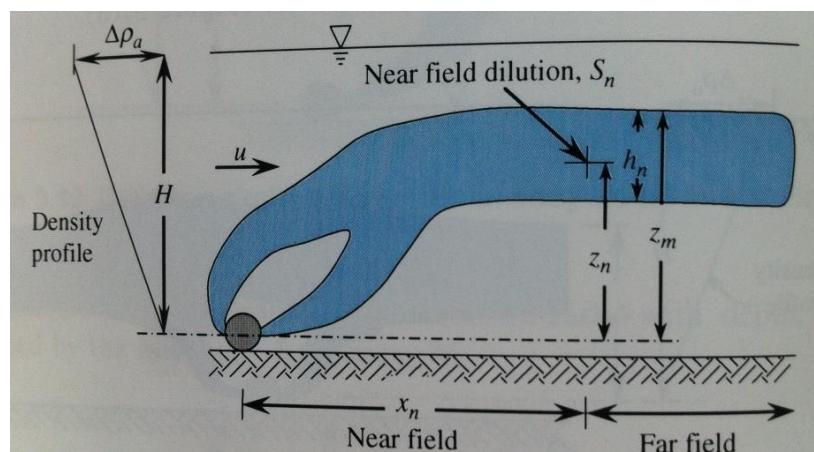


Imagen 17. Penacho en el campo cercano con corriente, con estratificación

Caudal de 250 m<sup>3</sup>/h

DATOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q	m <sup>3</sup> /s	0,0694
Longitud difusor	L	m	100
Número bocas	n	-	8
Profundidad bocas (relativa)	H	8	18,1
Gravedad	g	m/s <sup>2</sup>	9,8
Densidad efluente	$\rho_0$	kg/m <sup>3</sup>	1002,3
Densidad mar	$\rho_a$	kg/m <sup>3</sup>	1026
Gradiente medio densidad mar	$d\rho/dy$	kg/m <sup>4</sup>	0,032318232

RESULTADOS INTERMEDIOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal lineal	q	m <sup>2</sup> /s	0,000694
Caudal por boca	Q <sub>b</sub>	m <sup>3</sup> /s	0,008681
Separación bocas	s	m	14,29
Gravedad reducida	g'	m/s <sup>2</sup>	0,226
Flotabilidad de descarga puntual	B	m <sup>4</sup> /s <sup>3</sup>	0,001965
Flotabilidad de descarga lineal	b	m <sup>3</sup> /s <sup>3</sup>	0,000157
Frecuencia de flotabilidad	N	s <sup>-1</sup>	0,017570
Prof. reducida (descarga puntual)	l <sub>B</sub>	m	4,36
Prof. reducida (descarga lineal)	l <sub>b</sub>	m	3,07
Grado de linealidad de la descarga			0,000
Tipo de descarga			Puntual

CARACTERÍSTICAS PENACHO (DESCARGA INTERMEDIA)			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Dilución en el borde del campo cercano	S	-	151,3
Semiancho del campo cercano	x <sub>n</sub>	m	17,89
Altura máxima penacho sobre bocas	y <sub>máx</sub>	m	15,27
Espesor de la capa de mezcla	e	m	6,98

La dilución en el borde del campo cercano es  $151,3 > 80$ .

Obsérvese que la zona inicial de mezcla se extiende a unos 17,89 m a cada lado de la tubería difusora. El espesor de esta capa es de unos 6,98 m. Todo esto en condiciones de máximo caudal de efluente y ausencia de corriente.

### 3.11 CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En el *Anejo 14. Cálculos estructurales* se justifica la estabilidad de la tubería apoyada del tramo marino del emisario, así como el dimensionamiento mecánico de los tubos de PE.

Se proyecta además la adecuación del lastrado de la conducción apoyada, lo que supondrá la retirada de los elementos no operativos que, por su posición y estado respecto a la conducción de FC existente, no ponga en riesgo la integridad de la misma, así como la incorporación de los nuevos lastres necesarios.

Se calcula cada sección o tramo del emisario aisladamente, despreciándose la solidaridad existente entre unos tramos y otros, lo que hace que el cálculo, desde este punto de vista, sea conservador.

Para estudiar la estabilidad debe analizarse:

- Estabilidad sobre el fondo marino
- Estabilidad durante el transporte y hundimiento
- Estabilidad durante la construcción

Las acciones exteriores que actúan sobre la tubería para determinar la estabilidad sobre el fondo marino y durante la construcción son:

- Acción del oleaje
- Acción de las corrientes
- Empuje hidrostático

Los resultados del anejo se resumen a continuación:

### 3.11.1 Tubería apoyada en el fondo marino. Lastrado proyectado a retirar

En un primer cálculo, se ha dividido la tubería en los siguientes tramos:

TRAMO	PK inicio – PK final	LONGITUD (m)	EXPOSICIÓN TUBERÍA
Tramo marítimo (-13 a -19,2 m)	3+970 - 4+091	120	Apoyada
Tramo marítimo (-11 a -13 m)	3+720 - 3+970	250	Apoyada
Tramo marítimo (-9 a -11 m)	3+568 - 3+720	182	Apoyada

Se ha evaluado de esta forma el lastrado necesario, concluyéndose que es suficiente con un lastrado mínimo que aporte un peso lineal de 65,04 kg/m.

Posteriormente, se ha hecho un recuento de los lastres existentes, clasificándolos según su operatividad, descartando para el cálculo los lastres no operativos y proyectando la retirada de los lastres que, siendo no operativos, dicha retirada no pueda causar daños en la tubería por su disposición actual. Dicho recuento, que se muestra a continuación, se ha hecho por metros de profundidad y por tipología de lastre. En el *Apéndice nº 3. Identificación fotográfica del lastrado existente* se muestra un reportaje fotográfico de los diferentes lastres existentes.

PROFUNDIDAD (m)	ANTIARRASTRO EROS (Ud)	LASTRES OPERATIVOS (Ud)					LASTRES NO OPERATIVOS (Ud)				
		TIPOLOGÍA					TIPOLOGÍA				
		U invertida	Semicircular	Anillo	Triangular	Total	U invertida	Semicircular	Anillo	Triangular	Total
-20 (Difusor)	5	6	12	0	0	18	0	0	0	0	0
-19 (Difusor)	2	8	5			13	3				3
-18	1	5	5		2	12	2				2
-17	2	1			1	2				1	1
-16						0					0
-15		1	1			2					0
-14	1	1	1		2	4	1			1	2
-13	3				4	4	1			2	3
-12				21		21		2	9	1	12
-11		11		14		25	7		3	2	24
-10		7				7	9				9
-9		2				2	3				3
						110					59



PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

LASTRES A RETIRAR (Ud)					LASTRES TOTALES (Ud)					LONGITUD TUBERÍA (m)	INTERD. MEDIA OPERATIVA (m)
TIPOLOGÍA					TIPOLOGÍA						
U invertida	Semicircular	Anillo	Triangular	Total	U invertida	Semicircular	Anillo	Triangular	Total		
6	12	0	0	18					18	16	0,94
11	5			16					16	24	2,00
2				2	9	5	0	2	16	34	3,09
			1	1	1	0	0	3	4	8	8,00
				0	0	0	0	0	0	4,5	-4,50
				0	1	1	0	0	2	9	9,00
1			1	2	3	1	0	4	8	18	6,00
1			2	3	2	0	0	8	10	36	12,00
	2	7	1	10	0	4	37	2	43	114	5,70
7			2	9	25	0	17	4	46	148	6,17
4				4	20	0	0	0	20	95	15,83
				0	5	0	0	0	5	86	86,00
				65					188		

En total, se proyecta la retirada de 65 lastres y 14 bloques antiarrastreros.

Posteriormente se ha calculado el lastrado existente, según las siguientes tablas. Se ha considerado una reducción del 20 % del peso de los lastres para contemplar la degradación de los mismos.

LASTRADO EXISTENTE					
PROFUNDIDAD (m)	LASTRES OPERATIVOS (Ud)				
	TIPOLOGÍA				
	U invertida	Semicircular	Anillo	Triangular	Total
-13 a -19,2	8	7	0	9	24
-11 a -13	11	0	35	0	46
-9 a -11	9	0	0	0	9

LASTRADO EXISTENTE							
PESO (kg)					PESO REDUCIDO 80 % (kg)	LONGITUD TRAMO (m)	PESO LINEAL (kg/m)
TIPOLOGÍA							
U invertida	Semicircular	Anillo	Triangular	Total			
3.841,92	2.898,00	0,00	3.311,28	10.051,20	8.040,96	111,00	72,44
5.282,64	0	14.112,00	0,00	19.394,64	15.515,71	260,00	59,68
4.322,16	0	0,00	0,00	4.322,16	3.457,73	181,00	19,10

Por último, se ha comparado el lastrado existente con el lastrado de cálculo, comprobándose que sería suficiente con los lastres operativos actuales para garantizar la estabilidad de la tubería.

LASTRADO DE CÁLCULO			
PROFUNDIDAD (m)	PESO LINEAL (kg/m)	ESTADO	COEF. SEGURIDAD
-13 a -19,2	12,56	Cumple	5,77
-11 a -13	12,56	Cumple	4,75
-9 a -11	12,56	Cumple	1,52

No obstante, dada la incertidumbre sobre el estado real del lastrado existente, se decide proyectar un nuevo lastrado complementario sobre toda la tubería que quedaría de la siguiente forma:

LASTRADO PROYECTADO			
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	PESO UNIDAD (kg)	INTERDISTANCIA (m)
-19,2 a -21,4 (tramo difusor)	100	452,88	3
-13 a -19,2	111,00	289,44	5
-11 a -13	260,00	289,44	5
-9 a -11	181,00	289,44	5

LASTRADO PROYECTADO				
UNIDADES (Ud)	PESO LINEAL EXISTENTE (kg/m)	PESO LINEAL APORTADO (kg/m)	PESO LINEAL TOTAL (kg/m)	COEF. SEGURIDAD
35,00	-	150,96	150,96	-
24,00	72,44	57,89	130,33	10,38
53,00	59,68	57,89	117,56	9,36
38,00	19,10	57,89	76,99	6,13

Como se observa en la tabla superior, se proyecta un lastrado complementario con una interdistancia de 5 m y un peso por unidad de 289,44 kg para todo el tramo apoyado existente, y de 452,88 kg para el nuevo tramo difusor con interdistancia de 3 m, según los planos de detalle y los cálculos mostrados en el *Apéndice nº 1.- Comprobación estabilidad fase construcción* del presente anejo.

### 3.11.2 Tubería enterrada

No se interviene sobre la tubería enterrada.

### 3.11.3 Comprobación flotabilidad

Respecto al nuevo tramo difusor a disponer, puesto que la presión nominal de la conducción es de 10 atm, dimensionamos la longitud del anillo de modo que la flotabilidad de la tubería lastrada y llena de aire sea de aproximadamente el 65%, según se recomienda para evitar una posible abolladura del tubo, mientras éste está lleno de aire, por el excesivo peso del lastre.

Los cálculos se han desarrollado en una hoja Excel que se adjunta en el *Apéndice nº 2.- Cálculo de la flotabilidad de la tubería* del presente anejo, arrojando los siguientes resultados:

La tubería llena de aire pesa por ml 43 Kg y el empuje hidrostático que le incide es de 201 kg, presentando una flotabilidad positiva de 159 Kg.

En primer lugar, se comprueba la posibilidad de generar la botadura y hundimiento con todos los lastres colocados.

Partiendo del prediseño de lastrado del apartado anterior en el que se dimensiona cada lastre con un peso de 452,88 kg, si no se quitan lastres y la tubería está llena de aire, el aporte por ml sobre la instalación es de 151 Kg mientras que el empuje hidrostático que le incide es de -65 kg. Sumando estos datos a los de la tubería se obtiene una flotabilidad positiva de -72 kg, con un coef. de hundabilidad de 0,728; la tubería flotaría, si bien el coeficiente



de hundabilidad se aleja del 0,65 recomendado para evitar abolladuras en el tubo. En el momento de llenado de la tubería con agua pasaríamos a una flotabilidad negativa de 26 kg, es decir el emisario se hundiría.

Para reducir el coef. de hundabilidad a 0,65 se dispondrán flotadores que aportarán 30 Kg de empuje hidrostático por metro lineal.

Por tanto, se podrán disponer el 100% de los lastres en el momento de la botadura (tubería llena de aire) sin empuje adicional por medio de flotadores a lo largo del tubo. De esta manera, se evita disponer de lastres de hundimiento que deberían ser colocados en una segunda fase de actuación.

Será fundamental garantizar la estanqueidad de la tubería para evitar la entrada no controlada de agua a su interior y provocar de esta manera un hundimiento no controlado de la misma. Para garantizar esta estanqueidad se dispondrá en cada extremo una tapa ciega de acero inoxidable embridada a la que se le implantará un picaje con una válvula de cierre que permita regular la entrada de agua por un extremo y la salida de aire por el otro.

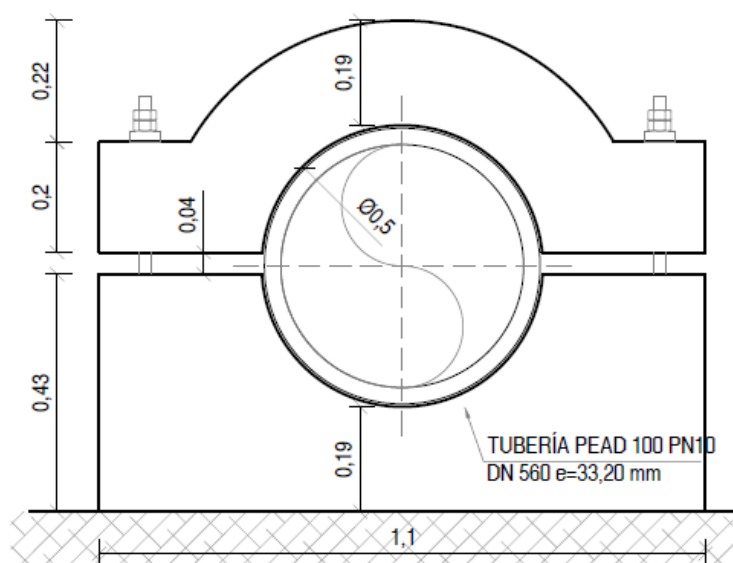


Imagen 18. Geometría de los lastres del nuevo tramo difusor.

Respecto al lastrado complementario del tramo apoyado existente, se utilizará el tipo de lastre de la imagen siguiente que permitirá su instalación con una afectación mínima sobre la tubería que, por la fragilidad del material, podría sufrir daños.

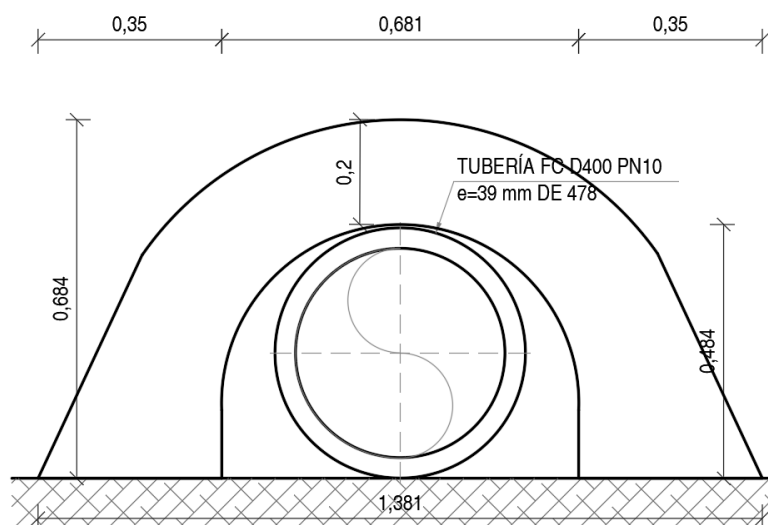


Imagen 19. Geometría de los lastres complementarios del tramo apoyado existente.

### 3.11.4 Tabla resumen lastrado

Como se ha dicho anteriormente, en el *Apéndice nº 1.- Comprobación estabilidad fase construcción* se muestran los resultados obtenidos de los cálculos, que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Resumen del lastrado total del emisario.

TRAMO	LONGITUD (m)	EXPOSICIÓN TUBERÍA	MASA EN SECO (KG)
Difusores (38,3 m - 39 m)	130	Difusor	534,35
ramo marítimo (33,0 m - 38,3 m)	295	Apoyada	534,35
ramo marítimo (23,8 m - 33,0 m)	316	Apoyada	534,35
	740		

DISTANCIA ENTRE LASTRES (m)	NÚMERO LASTRES	HUNDIMIENTO	SUPLEMENTARIOS	TIPO LASTRE
3,00	43	3 de cada3	No lleva	Tipo único
3,00	98	3 de cada3	No lleva	Tipo único
3,00	105	3 de cada3	No lleva	Tipo único
Nº LASTRES	246			

### 3.12 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el *Anejo 15. Justificación de precios* del presente proyecto, se recoge la justificación de precios obtenida con los costes de mano de obra, maquinaria y materiales de mercado.

### 3.13 IMPACTO AMBIENTAL

Dado que el proyecto que se redacta es un refundido de un proyecto anterior aprobado, se mantiene invariable lo expuesto sobre el particular en el proyecto primigenio del que éste deriva.

Se recopila en este anejo la tramitación ambiental que lleva recorrido el proyecto original, y se incluye información sobre el impacto ambiental de las modificaciones introducidas en el proyecto.

Los antecedentes de la tramitación del proyecto son los siguientes:

- El 30 de abril de 2009, el Pleno de la CMAIB informó favorablemente el “Proyecto de adecuación y legalización del emisario submarino y vertido al mar de la EDAR de Formentera”, con una serie de condiciones, en lo que respecta al emisario de La Savina, y desfavorablemente respecto al emisario des Pujols.
- El 16 de septiembre de 2019 se firma el contrato de servicios en Palma para la redacción del “Refundido de los proyectos de adecuación y legalización de los emisarios submarinos y vertidos al mar de las EDAR de Cala d’Or, Sant Elm, Camp de Mar y Formentera” entre ABAQUA y Roger Torregrosa Llorens, gerente de GRADUAL INGENIEROS SL.

En el citado *Anejo 16. Impacto ambiental* del presente proyecto se adjuntan los siguientes apéndices:

Apéndice nº 1: Estudio de impacto ambiental del proyecto original.

Apéndice nº 2: Informe favorable de la Comisión Permanente de la Comisión Balear del Medio Ambiente.

Apéndice nº 3: Nuevas matrices de impacto de la solución proyectada.

Apéndice nº 4: Cálculos de dilución de la solución proyectada.

Apéndice nº 5: Resumen de variables de la solución proyectada.

### **3.14 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL**

El Programa de Vigilancia y Control del emisario submarino tiene como objeto definir las directrices, medios y procedimientos para realizar, con una periodicidad anual, la vigilancia estructural del emisario, el control de vertidos del efluente y el control del estado de las aguas receptoras y de los bienes a proteger.

Se define como Vigilancia Estructural del emisario, la inspección con carácter anual, y el mantenimiento y reparación, en su caso, de los elementos estructurales que lo componen, incluyendo la redacción de un Informe de Vigilancia estructural, que ponga de manifiesto el estado en que se encuentra y las medidas a tomar para su conservación.

Se define como Vigilancia Ambiental la inspección con carácter periódico que se define en los párrafos siguientes, deberá realizarse del efluente y de las aguas receptoras de forma simultánea, sistemáticamente en los puntos que se señalan en los párrafos que siguen, incluyendo la redacción de un Informe de Vigilancia Ambiental en el que se expresen tanto los resultados obtenidos como su variación respecto a los años anteriores.

Este plan se incluye en el *Anejo 17. Programa de vigilancia y control*, que incluye además como apéndice nº 2 el acuerdo de la CMAIB.

### 3.15 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DEPURACIÓN-VERTIDO

El Plan de Operación y Mantenimiento permite, mediante las acciones periódicas establecidas, la adecuada conservación y funcionamiento de todo el sistema de depuración-vertido, así como el control del mismo.

Debe incluir las acciones a tomar en el caso de que surja problemas estructurales o de funcionamiento, que originen una fuga importante y una contaminación súbita y grave de la zona.

Se debe constituir un servicio permanente de un equipo fácilmente localizable y capaz de acudir en menos de 24 horas a cualquier emisario y realizar una inspección o una reparación de emergencia.

El equipo ha de estar formado por tres personas, para que una persona permanezca en la embarcación mientras las otras dos llevan a cabo la inmersión mediante buceo autónomo.

### 3.16 EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

Se establecen tres tipos de expropiación a realizar: expropiaciones, servidumbres y ocupación temporal.

#### *3.16.1 Expropiaciones*

##### Expropiaciones

Se refiere a la expropiación de pleno dominio de las superficies ocupadas por las instalaciones y equipos que permanecerán al finalizar las obras.

Al encontrarse dichas instalaciones en terrenos de titularidad pública hablaremos de ocupación definitiva, y en el caso de terrenos de titularidad privada hablaremos de expropiación.

En el presente proyecto no se da ninguna de las dos situaciones, ya que no se proyectan obras en la zona terrestre. No se considera la ocupación de la EDAR y la EBAR existentes puesto que no se interviene sobre ellas.

##### Zonas de servidumbre

Se definen como imposición de servidumbre las franjas de terrenos sobre los que es imprescindible imponer una serie de gravámenes al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio del terreno en beneficio de compatibilizar el uso, mantenimiento y conservación de la infraestructura o instalaciones proyectadas.

Estas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable, en función de la naturaleza u objeto de la correspondiente servidumbre.

En el presente proyecto no se produce ningún tipo de servidumbre.

##### Ocupación temporal

Se definen de este modo aquellas franjas de terrenos que resultan estrictamente necesarios ocupar para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras durante el tiempo de la construcción.

Las constituyen zonas de acopio y desvíos provisionales, y por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el periodo de finalización de ejecución de las mismas.

Esta expropiación temporal que se establece estará sujeta a las mismas limitaciones que la servidumbre de paso, durante la ejecución de las obras. Se establecen las siguientes ocupaciones temporales:

En el presente proyecto se proponen como zonas de acopio e instalaciones distintas áreas pertenecientes al dominio público portuario, por lo que se contabilizarán en el *Anejo 31. Ocupación del dominio público portuario* del presente proyecto.

### ***3.16.2 Servicios afectados***

El proyecto contempla únicamente actuaciones en el tramo marino del emisario, por lo que ningún servicio se ve afectado por las obras.

## **3.17 OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE**

Será libre, pública y gratuita para los usos comunes y acordes con su naturaleza, tales como pasear, estar, bañarse, navegar, embarcar y desembarcar, varar, pescar, coger plantas y mariscos y otros actos semejantes que no requieran obras e instalaciones de ningún tipo y que se realicen de acuerdo con las leyes y reglamentos o normas aprobadas conforme a esta Ley.

Únicamente se podrá permitir la ocupación del dominio público marítimo-terrestre para aquellas actividades o instalaciones que, por su naturaleza, no puedan tener otra ubicación.

Se distingue entre la *ocupación temporal de los elementos que se encuentran en la zona de dominio público marítimo-terrestre* durante la fase de ejecución y la *concesión administrativa de ocupación del dominio público marítimo-terrestre*.

Se realiza una estimación de la superficie a ocupar por las unidades del proyecto objeto y que estén comprendidas en la zona del DPMT.

### ***3.17.1 Vértices de deslinde del dominio público marítimo-terrestre afectados***

El ámbito de referencia se emplaza en la zona perimetral de La Savina, en suelos clasificados como rústicos y urbanos y dentro de la zona de DPMT.

Las actuaciones previstas se localizan entre los vértices 1313 y 1348. Las coordenadas de los mismos, en el sistema de coordenadas UTM ETRS 89 Huso 31, se presentan a continuación:

Nº VÉRTICE	X	Y
1313	362527,02	4288019,78
1314	362534,07	4288065,35
1315	362534,38	4288091,62
1316	362517,64	4288111,25

1317	362474,97	4288150,65
1318	362467,37	4288161,85
1319	362473,54	4288196,36
1320	362476,77	4288228,55
1321	362448,36	4288265,33
1322	362433,77	4288269,73
1323	362430,53	4288265,06
1324	362426,39	4288248,83
1325	362425,29	4288238,28
1326	362413,67	4288240,97
1327	362402,26	4288250,76
1328	362406,18	4288260,50
1329	362358,88	4288279,60
1330	362317,55	4288293,48
1331	362286,06	4288295,06
1332	362232,31	4288278,84
1333	362203,84	4288302,77
1334	362167,62	4288337,75
1335	362161,08	4288345,73
1336	362164,63	4288349,16
1337	362157,66	4288352,71
1338	362130,75	4288326,16
1339	362136,00	4288321,18
1340	362101,70	4288291,42
1341	362090,73	4288265,89
1342	362100,26	4288254,77
1343	362139,62	4288260,35
1344	362153,28	4288258,75
1345	362184,58	4288284,82
1346	362183,47	4288286,50
1347	362247,05	4288268,85
1348	362336,62	4288208,42

### 3.17.2 Ocupación temporal del DPMT

Se definen de este modo aquellas franjas de terrenos que resultan estrictamente necesarios ocupar, para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras durante el tiempo de la construcción.

Las constituyen zonas de acopio y desvíos provisionales; y por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el periodo de finalización de ejecución de las mismas.

Esta expropiación temporal que se establece estará sujeta a las mismas limitaciones que la servidumbre de paso durante la ejecución de las obras. Se establecen las siguientes ocupaciones temporales:

- Arquetas y pozos de registro: sin afectación en la zona de DPMT.
- Zona de acopio en tierra de conducción. Sin afectación en la zona de DPMT, según lo explicado en el *Anejo 21. Procedimiento constructivo*.

### ***3.17.3 Concesión administrativa de ocupación***

- Nuevo tramo difusor. Se considera la superficie estricta de la conducción.
- Nuevos lastres del tramo difusor. Se considera la superficie estricta de la conducción.
- Nuevos lastres de hundimiento complementarios. Se considera la superficie estricta de los lastres.
- Nuevos bloques antiarrastreros y balizamiento. Se considera la superficie estricta de dichos elementos.

### ***3.17.4 Relación de superficies ocupadas en el DPMT***

La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera", con referencia *PM/FO-1/ABA-CNC02/21/07/0003* redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto, que prevé la instalación de una conducción de PEAD DN500 mm.

Por tanto, se incluye en el presente proyecto la solicitud de concesión de ocupación del DPMT del tramo marino proyectado, pero también del tramo terrestre objeto del citado proyecto de 2018.

En el cálculo de la superficie ocupada se descuenta, ya que no computa a efectos de ocupación del DPMT, la zona ocupada en Dominio Público Portuario, considerando una anchura de 1,00 m (315 m<sup>2</sup>).

Por otro lado, en las zonas protegidas con escollera se contabiliza la ocupación total de la conducción, considerando una anchura de 1,00 m, descontando los tramos que se encuentran protegidos con escollera, que se contabilizarán aparte de la siguiente forma:

- Zona 1 protegida con escollera, de 140 m de largo (449,60 m<sup>2</sup>)
- Zona 2 protegida con escollera, de 10 m de largo (22,08 m<sup>2</sup>)

TIPO	USO	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)	SUPERFICIE (m2)
Ocupación temporal del DPMT	-	-	-	0,00
Total temporal				0,00
Concesión de ocupación del DPMT				
Tramo terrestre				
	PK 0+278 a 2+062,8	1784,80	1,00	1784,80
Total tramo terrestre				1784,80
Tramo marino enterrado				
	PK 3+162 a 3+216	54,00	1,00	54,00
Zona 1 protegida con escollera	PK 3+216 a 3+356	-	-	449,60
	PK 3+356 a 3+437	81,00	1,00	81,00
Zona 2 protegida con escollera	PK 3+437 a 3+447	-	-	22,08
	PK 3+447 a 3+540	93,00	1,00	93,00
Tramo marino apoyado				
	3+540 a 4+091	551,00	1,00	551,00
Tramo difusor	4+091 a 4+191	100,00	1,00	100,00
Total tramo marino				1350,68
Otros elementos				
		ÁREA (m2)	NÚMERO	SUPERFICIE (m2)
	Lastres tramo difusor	0,33	35	11,55
	Lastres complementarios	0,21	115	24,15
	Bloques antiarrastreros	2,25	24	54,00
	Balizamiento	1,55	2	3,10
Total otros elementos				92,80
TOTAL OCUPACIÓN				3228,28

### 3.18 OCUPACIÓN DE LA ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

No se proyectan obras en la ZSP de costas y, por tanto, no se precisa su ocupación.

### 3.19 OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO PORTUARIO

Se redacta el *Anejo 31. Ocupación del Dominio Público Portuario* anejo para analizar la necesidad de solicitar la Concesión Administrativa y la ocupación temporal de las superficies necesarias ubicadas en zona de dominio público portuario.

Se realiza una estimación de la superficie a ocupar por las unidades del proyecto objeto y que estén comprendidas en la zona descrita anteriormente. Por último, se realiza una valoración de las obras a ejecutar en la superficie descrita anteriormente y objeto del presente anejo.



Por otro lado, la actividad generada de tráfico marítimo será comunicada a Capitanía Marítima por parte del contratista en fase de ejecución.

Se aporta en dicho anejo el *Apéndice nº1: Plano general de ocupación de las obras proyectadas en el DP Portuario*.

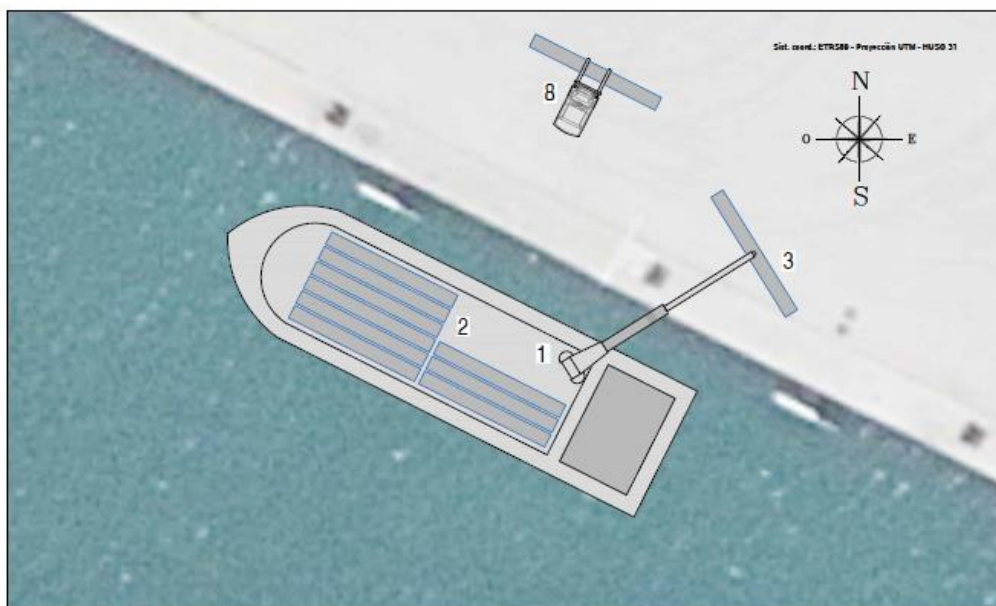
### ***3.19.1 Obras proyectadas en el dominio público portuario***

El presente proyecto no contempla obras en dominio público portuario, sino únicamente la ocupación temporal de diversas zonas durante la duración de las obras, como se describe más adelante.

### ***3.19.2 Ocupación provisional del dominio público portuario***

Para poder llevar a cabo las obras anteriormente descritas, será necesario disponer temporalmente de determinadas superficies en zona de dominio público portuario. Para ello, se han considerado las siguientes situaciones:

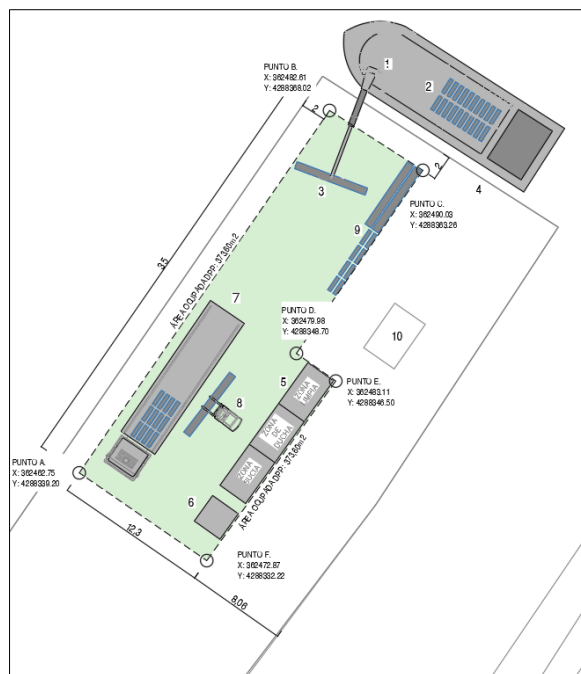
- Zona de descarga de los distintos elementos de la embarcación, según lo indicado en el *Apéndice nº1: Plano general de ocupación de las obras proyectadas en el dominio público portuario*. La designará la APB en fase de obra y podrá ser distinta de una jornada a otra, de manera que no interfiera en la operativa interna del puerto.



*Imagen 20. Descarga del material desde la embarcación en una zona por determinar por la APB.*

- Zona de acopio de material y residuos, zona de trabajo y de limpieza y descontaminación de trabajadores en los muelles comerciales, según lo indicado en el *Apéndice nº1: Plano general de ocupación de las obras proyectadas en el dominio público portuario*, con un total de 500,00 m2. La designará también la APB en fase de obra, y quedará separada del cantil del muelle.

El transporte de los distintos elementos desde la zona de descarga a la de acopio se realizará con carretilla elevadora, y se tomarán las medidas oportunas para no interferir en la operativa interna del puerto. La zona quedará según lo indicado en el apéndice y en la siguiente imagen:



*Imagen 21. Ocupación de la zona de acopio en los muelles.*

Las zonas de descarga y acopio podrán ser contiguas, según la imagen superior, o estar separadas, según lo determine la APB en función de su operativa interna en las fechas en las que se ejecuten los trabajos.

En fase de proyecto se proponen las siguientes zonas de ocupación

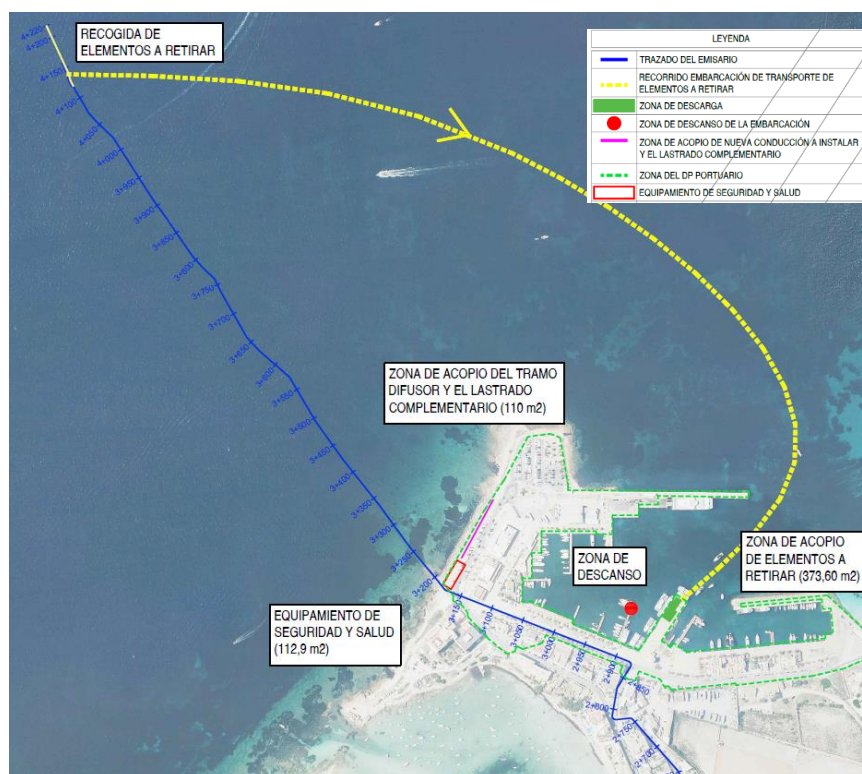


Imagen 22. Propuesta de zonas de ocupación.

- Zona de acopio del tramo difusor y su lastrado a instalar. Con un total de 110,00 m2, durante un periodo de 7 meses. Se propone la zona indicada en la imagen superior.
- Zona de equipamiento de seguridad y salud. Con un total de 112,90 m2, durante un periodo de 7 meses. Se propone para ello la zona indicada en la imagen superior.

### 3.19.3 Concesión administrativa de ocupación

No se solicita concesión de ocupación, ya que el proyecto no contempla obras en zona de dominio público portuario.

### 3.19.4 Relación de superficies ocupadas en el dominio público portuario

Las superficies ocupadas en el DPP son las siguientes:

TIPO	USO	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)	SUPERFICIE (m2)
Ocupación temporal del DPP	Zonas de acopio de elementos a retirar			373,60
	Zona de acopio del tramo difusor	100	1,10	110,00
	Zona de equipamiento de seguridad y salud			112,90
Total temporal				596,50
Concesión de ocupación del DPP	-	-	-	
		ÁREA (m2)	NÚMERO	SUPERFICIE (m2)
	-	-	-	0,00
Total ocupación				0,00

### ***3.19.5 Presupuesto de las obras en zona de dominio público portuario***

Como se ha dicho anteriormente, no se proyectan obras en zona de dominio público portuario.

Respecto a la ocupación temporal de dicha zona, se pagará una tasa de ocupación y otra de actividad, así como una tasa de residuos, según lo indicado en el presupuesto del presente proyecto.

Respecto al resto de tasas (de utilización y de ayudas a la navegación), por las características del proyecto, se considera que ABAQUA está exenta de abonarlas.

### **3.20 NO MODIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EDAR**

El proyecto no implica ninguna modificación de la actividad de la EDAR, de acuerdo con el artículo 11 de la Ley 7/2013, de 26 de noviembre, de régimen jurídico de instalación, acceso y ejercicio de actividades en las Islas Baleares, y con el artículo 7 de la Ley 6/2019, de 8 de febrero, de modificación de la Ley 7/2013, de 26 de noviembre, de régimen jurídico de instalación, acceso y ejercicio de actividades en las Islas Baleares.

### **3.21 DECLARACIÓN EXPRESA RELATIVA AL CUMPLIMIENTO DEL ARTÍCULO 97 DEL REGLAMENTO DE COSTAS**

De acuerdo con el Artículo 97 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, se hace constar expresamente que las obras contenidas en el presente Proyecto cumplen las disposiciones de la Ley de Costas y de las normas generales y específicas dictadas para su desarrollo y aplicación.

### **3.22 PLAZO DE EJECUCIÓN**

Se estima que el plazo de ejecución de las obras descritas en los puntos anteriores es de siete (7) meses a partir de la fecha de la firma del acta en la comprobación del replanteo.

## **4. PRESUPUESTO**

El **Presupuesto de Ejecución Material** del Presupuesto General de Obra asciende a la cantidad de **trescientos setenta y cuatro mil doscientos ocho euros y treinta y seis céntimos (374.208,36 €)**.

Aplicando un 13% en concepto de Gastos Generales y un 6% en concepto de Beneficio Industrial sobre el PEM anterior se obtiene un **Presupuesto de contrata de cuatrocientos cuarenta y cinco mil trescientos siete euros y noventa y cinco céntimos (445.307,95 €)**.

Aplicando el 21% en concepto de IVA asciende el **Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido)** a la cantidad de **quinientos treinta y ocho mil ochocientos veintidós euros y sesenta y dos céntimos (538.822,62 €)**.

Se reserva un 1 % para protección de patrimonio, según lo establecido en la *Ley 12/1998, de 21 de diciembre, del Patrimonio Histórico de las Illes Balears*, ya que el presupuesto del proyecto es superior a 300.506,05 €. Dicha cantidad corresponde a **cuatro mil cuatrocientos cincuenta y tres euros y ocho céntimos (4.453,08 €)**.

El gasto en expropiaciones es nulo.

Por último, el **Presupuesto para conocimiento de la Administración** es de **quinientos cuarenta y tres mil doscientos setenta y cinco euros y setenta céntimos (543.275,70 €)**.

A continuación, se presenta el resumen por capítulos:

RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA			
01	ACTUACIONES PREVIAS	5,99%	22.421,40 €
02	ACTUACIONES EN EL TRAMO MARINO	56,19%	210.268,49 €
03	ACTUACIONES FINALES	10,92%	40.861,05 €
04	SEGURIDAD Y SALUD	7,95%	29.732,41 €
05	GESTIÓN DE RESIDUOS	8,33%	31.181,68 €
06	CONTROL SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y ARQUEOLÓGICO	10,62%	39.743,33 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>			<b>374.208,36 €</b>
	GASTOS GENERALES	13,00%	48.647,09
	BENEFICIO INDUSTRIAL	6,00%	22.452,50
	Suma		<b>71.099,59 €</b>
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>			<b>445.307,95 €</b>
	IVA	21,00%	93.514,67
<b>PRESUPUESTO DE BASE DE LICITACIÓN CON IVA</b>			<b>538.822,62 €</b>
	EXPROPIACIONES		0,00
	PROTECCIÓN PATRIMONIO HISTÓRICO ILLES BALEARIS	1,00%	4.453,08
<b>PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN</b>			<b>543.275,70 €</b>

## 5. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con el plazo de ejecución del proyecto y del tipo de las obras descritas en el mismo, y según lo prescrito en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público y en el Real Decreto Legislativo 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, así como su actualización mediante el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, el contratista deberá acreditar las clasificaciones correspondientes.

Según el *Artículo 25. Grupos y subgrupos en la clasificación de contratistas de obras*, de la *Sección 1ª. Clasificación de empresas contratistas de obras del Capítulo II. De la clasificación y registro de empresas* del Real Decreto Legislativo 1098/2001, así como el *Artículo 26. Categorías de clasificación de los contratos de obras* de la citada actualización mediante el Real Decreto 773/2015, correspondería:

<b>Grupo F</b>	Marítimas
<b>Subgrupo 8</b>	Emisarios submarinos
<b>Categoría</b>	2

La categoría se justifica teniendo en cuenta el peso de la parte marítima del PEM del proyecto respecto a las obras terrestres, de la siguiente forma:

	Importe €	Porcentaje del PEM total
Tramo marítimo	255.712,76	100,00 %

## 6. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

En cumplimiento del Art.103 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público, por las que se trasponen al ordenamiento jurídico español las directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 (RCL 2017, 1303), no es de aplicación ninguna fórmula de revisión de precios

## 7. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

### DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS

#### MEMORIA

#### ANEJOS

ANEJO Nº 1.- ANTECEDENTES

ANEJO Nº 2.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº 3.- ESTUDIOS DE CAMPO ASOCIADOS A LA GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

ANEJO Nº 4.- USOS DE LA ZONA

ANEJO Nº 5.- ESTUDIO DE POBLACIÓN

ANEJO Nº 6.- ESTUDIO DE SOLUCIONES

ANEJO Nº 7.- CUADRO RESUMEN DE VARIABLES

ANEJO Nº 8.- TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO

ANEJO Nº 9.- CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE, AGUAS RECEPTORAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS

ANEJO Nº 10.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS



ANEJO Nº 11.- PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS

ANEJO Nº 12.- ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL

ANEJO Nº 13.- CÁLCULOS DE DILUCIÓN

ANEJO Nº 14.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ANEJO Nº 15.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº 16.- DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO Nº 17.- PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL

ANEJO Nº 18.- PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DEPURACIÓN-VERTIDO

ANEJO Nº 19.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº 20- PROGRAMA DE TRABAJOS

ANEJO Nº 21.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

ANEJO Nº 22.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO Nº 23.- SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO Nº 24.- OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

ANEJO Nº 25.- OCUPACIÓN DE LA ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

ANEJO Nº 26.- MEMORIA URBANÍSTICA

ANEJO Nº 27.- PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

ANEJO Nº 28.- CONTROL DE CALIDAD DURANTE LAS OBRAS

ANEJO Nº 29.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO Nº 30.- EXPROPIACIONES

ANEJO Nº 31.- OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO PORTUARIO

**DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS**

**DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

**DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO**



## 8. CONCLUSIÓN

El presente Proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido en el **Artículo 125** del Reglamento General de Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Se trata de una obra susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, y comprende todos y cada uno de los elementos precisos para la utilización de la obra.

El proyecto cumple las disposiciones de la Ley de Costas y las normas generales y específicas dictadas para su aplicación (Art. **96** del Reglamento General de la Ley de Costas).

Entendiendo que en el contenido de los documentos del Proyecto quedan suficientemente justificadas las soluciones adoptadas y desarrolladas para poder ejecutar las obras, lo elevamos a la superioridad para su aprobación si procede.



El equipo redactor:

Eivissa, en la fecha de la firma electrónica

Roger Torregrosa Llorens

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Nº Colegiado: 32.091