

1. Anexo: desglose análisis económico

Este anexo recoge las mediciones, precios unitarios y cálculos detallados que justifican los importes consolidados de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) presentados en el Capítulo 7 de la memoria.

1.1. Estado actual

Al no contemplarse nueva construcción, el estado actual carece de CAPEX. A continuación se desglosa el cálculo de su OPEX.

1.1.1. Opex: energía

Elemento	Ud	Potencia (kW)	Funcionamiento (h/d)	Rendimiento (%)	Consumo (kWh/d)
Agitadores an	2	1,5	24	90,00 %	65
Agitadores anox	2	1,5	24	90,00 %	65
Aceleradores aer	4	5,15	24	90,00 %	445
Soplante 1	1	250	-	-	3535
Soplante 2	1	75	-	-	
Soplante 3	1	75	-	-	
Soplante 4	1	75	-	-	
Soplante 5	1	75	-	-	
Decantadores puentes	2	0,37	24	80,00 %	14
Bomba flotantes	2	2,0	2	80,00 %	6
Bomba DEC-CABEC	2	7,5	24	80,00 %	288
Bomba ESP-DESH	1	3,0	8	80,00 %	19
Centrifuga	1	22,0	8	80,00 %	141
TOTAL ENERGÍA DIARIA					4578 kWh/d
Coste unitario de la energía					0,10 €/kWh
Días de operación al año					365 días
COSTE ANUAL TOTAL					167.097,00 €/año

Tabla 1: Consumo energético y coste anual - Estado actual

1.1.2. Opex: polielectrolito

Concepto	Valor	Unidades
Datos de Operación (Situación Actual)		
Caudal de alimentación centrífuga	8	m ³ /d
Concentración de sólidos	250.000	mg TSS / L
Producción de Fangos		
Producción diaria	2.000	kg / día
Producción anual	730	Tn / año
Consumo de Polielectrolito		
Dosis de reactivo	5	kg / Tn fango
Consumo anual estimado	3.650	kg / año
Costes Económicos		
Precio unitario polielectrolito	3,00	€/ kg
Coste total anual reactivo	10.950,00	€/ año

Tabla 2: Parámetros de deshidratación y coste de reactivos - Estado actual

1.1.3. Opex: fangos

Concepto	Valor	Unidades
Datos de Producción (Situación Actual)		
Producción total de fangos	730	Tn / año
Sequedad del fango	25	%
Equivalencia (1 Tn Materia Seca - MS)	4	Tn Materia Húmeda (MH)
Costes Unitarios		
Transporte en camión	10,00	€/ Tn MH
Destino (Agricultura / Vertedero)	0,00	€/ Tn MH
Coste unitario total (base Húmeda)	10,00	€/ Tn MH
Coste unitario total (base Seca)	40,00	€/ Tn MS
Coste Anual		
Coste total de gestión	29.200,00	€/ año

Tabla 3: Parámetros y costes de gestión de fangos - Estado actual

1.2. Alternativa 1: digestor

1.2.1. Capex: obra civil

DIGESTOR – Dimensiones: 29 x 29 x 4m (Tanque semienterrado 2,5m bajo cota 0 y 2m sobre rasante)					
Código	Ud	Descripción de la Partida	Cantidad	Precio Unit. (€)	Importe Total (€)
1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1.1.1	m ³	Excavación mecánica en vaciado (semienterrado) y transporte	3.000	12,00	36.000,00
1.2 ESTRUCTURA (HORMIGÓN)					
1.2.1	m ³	Hormigón de limpieza HL-150 en solera, e=10cm	85	95,00	8.075,00
1.2.2	kg	Acero corrugado B-500-SD para armar losa y muros (Cuantía 120 kg/m ³)	76.200	1,80	137.160,00
1.2.3	m ³	Hormigón Armado HA-30 en losa de cimentación (espesor 50 cm)	415	110,00	45.650,00
1.2.4	m ³	Hormigón Armado HA-30 en muros rectos (espesor 40 cm)	220	120,00	26.400,00
1.2.5	m ²	Encofrado metálico recto para muros a dos caras	1.100	34,60	38.060,00
1.3 ACABADOS E IMPERMEABILIZACIÓN					
1.3.1	m ²	Impermeabilización interior con mortero osmótico o revestimiento epoxi (protec. química)	1.375	25,00	34.375,00
1.3.2	ud	Pasamuros estancos de acero inox y sellado para tuberías	6	400,00	2.400,00
1.3.3	ud	Escalera de acceso, barandilla perimetral y pasarela Inox	1	13.000,00	13.000,00
1.4 HIDRÁULICA					
1.4.1	ml	Tubería PEAD DN160 mm en zanja	150	45,00	6.750,00
1.4.2	ml	Tubería Inox AISI-316 DN150	40	180,00	7.200,00
1.4.3	ud	Válvulas motorizadas y retención para fango DN150	8	1.200,00	9.600,00
Total Digestor					364.670,00
Seguridad, auxiliares e imprevistos (10 %)					36.467,00
TOTAL OBRA CIVIL					401.137,00

Tabla 4: Obra civil - Alternativa 1

1.2.2. Capex: equipos

EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS					
Código	Ud	Descripción de la Partida	Cantidad	Precio Unit. (€)	Importe Total (€)
2.1 SISTEMA DE AIREACIÓN (DIGESTOR)					
2.1.1	ud	Parrilla de Difusores. Colector de acero inox y difusores de burbuja fina (membrana EPDM) anclados a la solera del digestor	1	8.500,00	8.500,00
2.1.2	ud	Tubería de aire en Acero Inox AISI-304 desde soplantes a tanque (DN100)	1	3.500,00	3.500,00
2.2 AGITACIÓN					
2.2.1	ud	Agitador Sumergible (Tipo ABS/Sulzer RW). Hélice de gran diámetro y baja velocidad. Potencia 4,0 kW. Incluye mástil guía y sistema de izado	2	6.200,00	12.400,00
2.3 BOMBEO DE FANGOS (TRASIEGO)					
2.3.1	ud	Bomba de Tornillo Excéntrico (Tipo Mono/Netzsch) para fango espesado (Digestor → Espesador). Cuerpo fundición, estator caucho. Potencia 4,0 kW. (1+1R)	2	4.500,00	9.000,00
2.4 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL					
2.4.1	ud	Caudalímetro Electromagnético DN150 para control de fango de entrada/salida	1	2.800,00	2.800,00
2.4.2	ud	Sonda de Nivel por ultrasonidos/radar para el digestor	1	1.200,00	1.200,00
2.4.3	ud	Analizador de Oxígeno Disuelto y Redox (Inmersión) para control de proceso	1	3.500,00	3.500,00
2.4.4	ud	Cuadro Eléctrico de Mando y Control (CCM). Armario poliéster, variadores de frecuencia para soplantes y bombas, y PLC de integración	1	18.000,00	18.000,00
TOTAL EQUIPOS					58.900,00

Tabla 5: Equipos electromecánicos - Alternativa 1

1.2.3. Opex: energía

Elemento	Ud	Potencia (kW)	Funcionamiento (h/d)	Rendimiento (%)	Consumo (kWh/d)
Agitadores anae	2	1,5	24	90 %	65
Agitadores anox	2	1,5	24	90 %	65
Agitadores digestor	2	4	24	90 %	173
Aceleradores aer	4	5,15	24	90 %	445
Soplante 1	1	250	-	-	3533
Soplante 2	1	75	-	-	
Soplante 3	1	75	-	-	
Soplante 4	1	75	-	-	
Soplante 5	1	75	-	-	
Decantadores puentes	2	0,37	24	80 %	14
Bomba flotantes	2	2	2	80 %	6
Bomba dec-cabec	2	7,5	24	80 %	288
Bomba dig-esp	1	4	2	80 %	6
Bomba esp-desh	1	3	7,52	80 %	18
Centrifuga	1	22	7,52	80 %	132
TOTAL ENERGÍA DIARIA					4745 kWh/d
Coste unitario de la energía					0,10 €/kWh
Días de operación al año					365 días
COSTE ANUAL TOTAL					173.192,50 €/año

Tabla 6: Consumo energético y coste anual - Alternativa 1

1.2.4. Opex: polielectrolito

Concepto	Valor	Unidades
Datos de Operación (Centrífuga)		
Caudal de alimentación	7,52	m ³ /d
Concentración de sólidos	250.000	mg TSS / L
Producción de Fangos		
Producción diaria	1.880	kg / día
Producción anual	686,2	Tn / año
Consumo de Polielectrolito		
Dosis de reactivo	5	kg / Tn fango
Consumo anual	3.431	kg / año
Costes Económicos		
Precio unitario polielectrolito	3,00	€ / kg
Coste total anual reactivo	10.293,00	€ / año

Tabla 7: Parámetros de deshidratación y coste de reactivos - Alternativa 1

1.2.5. Opex: fangos

Concepto	Valor	Unidades
Datos de Producción		
Producción total de fangos	686,2	Tn / año
Sequedad del fango	25	%
Equivalencia (1 Tn Materia Seca - MS)	4	Tn Materia Húmeda (MH)
Costes Unitarios		
Transporte en camión	10,00	€ / Tn MH
Destino (Agricultura)	0,00	€ / Tn MH
Coste unitario total (base Húmeda)	10,00	€ / Tn MH
Coste unitario total (base Seca)	40,00	€ / Tn MS
Coste Anual		
Coste total de gestión	27.448,00	€ / año

Tabla 8: Parámetros y costes de gestión de fangos - Alternativa 1

1.3. Alternativa 2: línea nueva

1.3.1. Capex: obra civil

LÍNEA NUEVA – OBRA CIVIL					
Código	Ud	Descripción de la Partida	Cantidad	Precio Unit. (€)	Importe Total (€)
1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1.1.1	m ³	Excavación mecánica en terreno de tránsito (vaciado para cimentación)	12.500	12,00	150.000,00
1.2 ESTRUCTURA (HORMIGÓN)					
1.2.1	m ³	Hormigón de limpieza HL-150 en soleras, e=10cm (Superficie ~2.200 m ²)	220	95,00	20.900,00
1.2.2	kg	Acero corrugado B-500-SD. (Cuantía 115 kg/m ³)	235.750	1,80	424.350,00
1.2.3	m ³	Hormigón Armado HA-30 en losas de cimentación (Carrousel y Decantador), espesor 50 cm	950	110,00	104.500,00
1.2.4	m ³	Hormigón Armado HA-30 en muros rectos, espesor 40 cm	1.100	120,00	132.000,00
1.2.5	m ²	Encofrado metálico recto y curvo	5.500	45,00	247.500,00
1.3 ACABADOS E IMPERMEABILIZACIÓN					
1.3.1	m ²	Impermeabilización interior y protección química (Soleras + Muros interiores)	4.800	25,00	120.000,00
1.3.2	ud	Pasamuros estancos Inox para grandes diámetros (DN500-DN800)	8	600,00	4.800,00
1.3.3	ud	Pasarelas tramex, barandillas perimetrales y escaleras de acceso a reactores y puente	1	45.000,00	45.000,00
1.3.4	ml	Vertedero Thompson perimetral decantador (chapa dentada)	70	150,00	10.500,00
1.4 INTERCONEXIONES HIDRÁULICAS					
1.4.1	ml	Tubería Fundición DN600-DN800 (Entrada agua bruta y salida a decantador)	120	250,00	30.000,00
1.4.2	ml	Tubería Inox AISI-316 DN100-DN200 (Líneas de aire a difusores y purgas)	150	120,00	18.000,00
1.4.3	ud	Arqueta reparto agua bruta y ras	1	8.500,00	8.500,00
1.4.4	ud	Válvulas de compuerta motorizadas (DN600) y murales para reparto de caudal	4	3.500,00	14.000,00
Total Línea					1.330.050,00
Seguridad, auxiliares e imprevistos (10 %)					133.005,00
TOTAL OBRA CIVIL					1.463.055,00

Tabla 9: Obra Civil - Alternativa 2

1.3.2. Opex: equipos

EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS – LÍNEA NUEVA (LÍNEA 3)					
Código	Ud	Descripción de la Partida	Cantidad	Precio Unit. (€)	Importe Total (€)
2.1 REACTORES BIOLÓGICOS (LÍNEA 3)					
2.1.1	ud	Agitador Sumergible (Tipo ABS/Sulzer RW) para zonas anaerobia/anóxica. Potencia 1,5 kW. Incluye mástil y pescante	2	5.500,00	11.000,00
2.1.2	ud	Acelerador de Corriente para Canal Carrousel. Hélice de gran diámetro. Potencia 5,15 kW	2	15.000,00	30.000,00
2.1.3	ud	Parrilla de Difusores (1.440 uds) y colectores de aire en Inox para zona aerobia	1	35.000,00	35.000,00
2.1.4	ud	Soplante de Aireación. (No se compra, se usa capacidad remanente)	1	0,00	0,00
2.1.5	ud	Válvula Mural y Compuerta para reparto de caudal a la nueva línea	1	7.500,00	7.500,00
2.2 DECANTACIÓN SECUNDARIA 3					
2.2.1	ud	Puente Decantador Diam. 22m. Tracción periférica, pasarela Inox, rasquetas de fondo y vertederos	1	65.000,00	65.000,00
2.2.2	ud	Bomba de Flotantes para limpieza de natas. Potencia 2,0 kW	1	3.000,00	3.000,00
2.2.3	ud	Bomba Recirculación Externa (Fango decantado a cabecera). Potencia 7,5 kW	1	6.000,00	6.000,00
2.3 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL					
2.3.1	ud	Lote Instrumentación (Sonda O2, Redox, Nivel ultrasónica y Caudalímetro)	1	7.000,00	7.000,00
2.3.2	ud	Ampliación Cuadro Eléctrico (CCM). Incluye variadores para bombas/aceleradores y PLC	1	18.000,00	18.000,00
TOTAL EQUIPOS					182.500,00

Tabla 10: Equipos electromecánicos - Alternativa 2

1.3.3. Opex: energía

Elemento	Ud	Potencia (kW)	Funcionamiento (h/d)	Rendimiento (%)	Consumo (kWh/d)
Agitadores an	3	1,5	24	90 %	97
Agitadores anox	3	1,5	24	90 %	97
Aceleradores aer	6	5,15	24	90 %	667
Soplante 1	1	250	-	-	3484
Soplante 2	1	75	-	-	
Soplante 3	1	75	-	-	
Soplante 4	1	75	-	-	
Soplante 5	1	75	-	-	
Decantadores puentes	3	0,37	24	80 %	21
Bomba flotantes	3	2	2	80 %	10
Bomba dec-cabec	3	7,5	24	80 %	432
Bomba esp-desh	1	3	7,86	80 %	19
Centrifuga	1	22	7,86	80 %	138
TOTAL ENERGÍA DIARIA					4965 kWh/d
Coste unitario de la energía					0,10 €/kWh
Días de operación al año					365 días
COSTE ANUAL TOTAL					181.222,50 €/año

Tabla 11: Consumo energético y coste anual - Alternativa 2

1.3.4. Opex: polielectrolito

Concepto	Valor	Unidades
Datos de Operación (Centrífuga)		
Caudal de alimentación	7,86	m ³ /d
Concentración de sólidos	250.000	mg TSS / L
Producción de Fangos		
Producción diaria	1.965	kg / día
Producción anual	717,2	Tn / año
Consumo de Polielectrolito		
Dosis de reactivo	5	kg / Tn fango
Consumo anual	3.586	kg / año
Costes Económicos		
Precio unitario polielectrolito	3,00	€ / kg
Coste total anual reactivo	10.758,38	€ / año

Tabla 12: Parámetros de deshidratación y coste de reactivos - Alternativa 2

1.3.5. Opex: fangos

Concepto	Valor	Unidades
Datos de Producción		
Producción total de fangos	717,2	Tn / año
Sequedad del fango	25	%
Equivalencia (1 Tn Materia Seca - MS)	4	Tn Materia Húmeda (MH)
Costes Unitarios		
Transporte en camión	10,00	€ / Tn MH
Destino (Agricultura)	0,00	€ / Tn MH
Coste unitario total (base Húmeda)	10,00	€ / Tn MH
Coste unitario total (base Seca)	40,00	€ / Tn MS
Coste Anual		
Coste total de gestión	28.689,00	€ / año

Tabla 13: Parámetros y costes de gestión de fangos - Alternativa 2

1.4. Alternativa 3: MBR

1.4.1. Capex: obra civil

MEMBRANAS – OBRA CIVIL (Alternativa 3)					
Código	Ud	Descripción de la Partida	Cantidad	Precio Unit. (€)	Importe Total (€)
1.1 TANQUE HOMOGENEIZACIÓN (2.000 m³)					
1.1.01	m ³	Excavación mecánica en vaciado	3.500	12,00	42.000,00
1.1.02	m ³	Hormigón de limpieza HL-150	40	95,00	3.800,00
1.1.03	kg	Acero corrugado B-500-SD para armado (Cuantía 115 kg/m ³)	57.500	1,80	103.500,00
1.1.04	m ³	Hormigón Armado HA-30 en losa y muros (muros de 40 cm y losa de 50 cm)	500	120,00	60.000,00
1.1.05	m ²	Encofrado metálico a dos caras	1.200	45,00	54.000,00
1.1.06	ud	Pasarela de acceso a agitadores tramex/Inox	1	8.000,00	8.000,00
1.2 ADECUACIÓN DECANTADORES (ZONA MBR)					
1.2.01	ud	Demolición y retirada de puentes, vertederos y deflectores existentes	2	10.000,00	20.000,00
1.2.02	ud	Creación de bancadas de apoyo en fondo y anclajes Inox para bastidores de membranas	2	12.000,00	24.000,00
1.2.03	m ²	Reparación de paramentos y revestimiento protector epoxi	1.260	25,00	31.500,00
1.3 PRETRATAMIENTO Y QUÍMICOS					
1.3.01	ud	Obra civil para canal de tamizado fino (arqueta y bypass)	1	18.000,00	18.000,00
1.3.02	ud	Cubeto de retención para zona CIP	1	5.000,00	5.000,00
1.4 INTERCONEXIONES					
1.4.01	ml	Colectores Inox/PEAD para succión de permeado y aire de limpieza	120	150,00	18.000,00
Total Línea					387.800,00
Seguridad, auxiliares e imprevistos (10 %)					38.780,00
TOTAL OBRA CIVIL					426.580,00

Tabla 14: Obra civil - Alternativa 3

1.4.2. Capex: equipos

EQUIPOS ELECTROMECA'NICOS – ALTERNATIVA 3 (MEMBRANAS)					
Código	Ud	Descripción de la Partida	Cantidad	Precio Unit. (€)	Importe Total (€)
2.1 CASETES DE MEMBRANAS (ZW500D)					
2.1.01	m ²	Módulos de Membrana. (Precio estimado 35 €/m ²)	23.116,80	35,00	809.088,00
2.1.02	ud	Bastidores/Casetes Inox para 48 módulos cada uno	14	2.857,00	39.998,00
2.2 SISTEMA DE AIREACIÓN (SCOURING)					
2.2.01	ud	Soplantes de Limpieza (Scouring). Gran caudal para limpiar 14 bloques. Potencia unitaria estimada	3	25.000,00	75.000,00
2.3 BOMBEO (PERMEADO Y RECIRCULACIÓN)					
2.3.01	ud	Bombas de Permeado (Succión). Para sacar 392 m ³ /h (Fpunt). Potencia 15 kW. (2+1R)	3	8.000,00	24.000,00
2.3.02	ud	Bombas de Recirculación MBR → Reactor. Alto caudal (4Q). Potencia 22 kW. (2+1R)	3	12.000,00	36.000,00
2.4 AUXILIARES MBR					
2.4.01	ud	Tamiz Rotativo de 1 mm. Capacidad para 392 m ³ /h	1	35.000,00	35.000,00
2.4.02	ud	Sistema CIP + Cuadro Eléctrico Potencia	1	35.000,00	35.000,00
TOTAL EQUIPOS					1.054.086,00

Tabla 15: Equipos electromecánicos - Alternativa 3

1.4.3. Opex: energía

Elemento	Ud	Potencia (kW)	Funcionamiento (h/d)	Rendimiento (%)	Consumo (kWh/d)
Tamiz y CIP	1	5,0	24	50,00 %	60
Agitadores an	2	1,5	24	90,00 %	65
Agitadores anox	2	1,5	24	90,00 %	65
Agitadores homog	2	4,0	24	90,00 %	173
Aceleradores aer	4	5,15	24	90,00 %	445
Soplante 1	1	250	-	-	4246
Soplante 2	1	75	-	-	
Soplante 3	1	75	-	-	
Soplante 4	1	75	-	-	
Soplante 5	1	75	-	-	
Decantadores puentes	0	0,37	24	80,00 %	0
Bomba flotantes	0	2,0	2	80,00 %	0
Bomba rec DEC-CABEC	0	7,5	24	80,00 %	0
Bomba permeado	2	15,0	20,4	80,00 %	490
Bomba rec. MBR	2	22,0	24	80,00 %	845
Bomba HOM/REA	2	7,5	24	80,00 %	288
Bomba ESP-DESH	1	3,0	8,01	80,00 %	19
Centrifuga	1	22,0	8,01	80,00 %	141
TOTAL ENERGÍA DIARIA					6777 kWh/d
Coste unitario de la energía					0,10 €/kWh
Días de operación al año					365 días
COSTE ANUAL TOTAL					247.360,50 €/año

Tabla 16: Consumo energético y coste anual - Alternativa 3

1.4.4. Opex: polielectrolito

Concepto	Valor	Unidades
Datos de Operación (Centrífuga)		
Caudal de alimentación	8,01	m ³ /d
Concentración de sólidos	250.000	mg TSS / L
Producción de Fangos		
Producción diaria	2.002,5	kg / día
Producción anual	730,9125	Tn / año
Consumo de Polielectrolito		
Dosis de reactivo	5	kg / Tn fango
Consumo anual	3.654,56	kg / año
Costes Económicos		
Precio unitario polielectrolito	3,00	€ / kg
Coste total anual reactivo	10.963,69	€ / año

Tabla 17: Parámetros de deshidratación y coste de reactivos - Alternativa 3

1.4.5. Opex: fangos

Concepto	Valor	Unidades
Datos de Producción		
Producción total de fangos	730,91	Tn / año
Sequedad del fango	25	%
Equivalencia (1 Tn Materia Seca - MS)	4	Tn Materia Húmeda (MH)
Costes Unitarios		
Transporte en camión	10,00	€ / Tn MH
Destino (Agricultura)	0,00	€ / Tn MH
Coste unitario total (base Húmeda)	10,00	€ / Tn MH
Coste unitario total (base Seca)	40,00	€ / Tn MS
Coste Anual		
Coste total de gestión	29.236,50	€ / año

Tabla 18: Parámetros y costes de gestión de fangos - Alternativa 3

1.5. Resumen

CONCEPTO	ESTADO ACTUAL	DIGESTOR	NUEVA LÍNEA	MEMBRANAS
CAPEX		547.444 €	1.958.210 €	1.761.993 €
Obra civil		401.137 €	1.463.055 €	426.580 €
Equipos		58.900 €	182.500 €	1.054.086 €
13 % Gastos gen.		59.805 €	213.922 €	192.487 €
6 % Beneficio ind.		27.602 €	98.733 €	88.840 €
OPEX €/año	207.247 €	213.879 €	229.795 €	340.265 €
Energía	167.097 €	173.193 €	181.223 €	247.361 €
Polielectrolito	10.950 €	10.293 €	10.758 €	10.964 €
Fangos	29.200 €	27.448 €	28.689 €	29.237 €
Mant. equipos		2.945 €	9.125 €	52.704 €
TAC €/año	207.247 €	254.160 €	373.883 €	469.915 €

Tabla 19: Resumen comparativo final: CAPEX, OPEX y TAC ($i = 4\%$, $n = 20$ años).