



Escola de Camins

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

Anàlisi del cicle de vida de sistemes de
microalgues per a la depuració d'aigües
residuals

ANNEX

TREBALL FINAL DE GRAU

Índex

1.	Dimensionament del sistema	3
1.1.	Decantador primari	3
1.2.	HRAP	3
1.3.	Decantador secundari	4
1.4.	Espessidor secundari	5
1.5.	Pretractament	5
1.6.	Digestor anaeròbic	5
1.7.	Co-generació	6
1.8.	Centrífuga	6
1.9.	Canonades	7
2.	Esquemes i resums	8
2.1.	Dimensionament del procés	8
2.2.	Cabals del sistema	9
2.3.	Despesa energètica	10
3.	Dades de l'ACV	11
3.1.	Sistema HRAP amb codigestió	11
3.2.	Sistema HRAP amb digestió	27
3.3.	Sistema EDAR	32

1. Dimensionament del sistema

En aquest apartat s'adjunten els càlculs de dimensionament de cada procés del sistema. Degut al fet que les condicions inicials de cabal i qualitat de l'aigua són úniques, en aquesta tesi s'ha hagut de calcular els amidaments de tots els elements.

Per a la majoria d'aquests s'ha seguit un procediment similar. Primerament, amb el cabal, es pren un TRH (Temps de Retenció Hidràulic) adequat (consultant bibliografia), que és el temps necessari per a i se n'extreu el volum amb la fórmula $V = Q \cdot TRH$.

Una vegada s'obté el volum, es pren una altura adequada segons el cabal i el procés a dimensionar, i mitjançant la geometria desitjada de l'element, s'extreu les altres variables, com per exemple, llargada, amplada, radi, àrea interior, etc.

Els cabals d'entrada i sortida d'aigua i fangs de cada element també han estat calculats i es detallen en un esquema en la pàgina 9.

1.1. Decantador primari

El decantador s'ha dimensionat com un tanc de base rectangular d'àrea interior 8.46 m² i s'ha considerat una vida útil de 30 anys per a un cabal d'entrada de 292.5 m³/dia.

CONCEPTE	VALOR	UNITATS
Cabal d'entrada	292.50	m ³ /dia
Temps de retenció hidràulic	2.50	h
Volum interior del decantador	30.47	m ³
Àrea	8.46	m ²
Ample	1.68	m
Llarg	5.04	m
Profunditat	3.60	m
Espessor parets i base	0.20	m
Volum formigó decantador	11.37	m ³

Taula 1. Detall del dimensionament del decantador primari

Els fluxos d'entrada i sortida d'aquest decantador són els mostrats en la taula següent.

	Entrada	Sortida d'aigua	Sortida de fang
Cabal (m³/d)	292.5	292.50	1.12
Concentració MES (mg/L)	280	98	182

Taula 2. Flux i concentracions principals a l'entrada i la sortida del decantador primari

1.2. HRAP

Les llacunes d'alta càrrega s'han dimensionat per a un cabal d'entrada de 292.5 m³/d ja que el cabal de fangs retingut pel decantador es considera negligible. Per aquest cabal, i amb un temps de retenció d'una mica més de 5 hores i mitja, s'obtenen un total de 4 llacunes per a tractar tota l'aigua d'entrada.

CONCEPTE	VALOR	UNITATS
Cabal d'entrada	292.50	m ³ /d
Temps de retenció hidràulic	5.60	d
Volum total	1638	m ³
Número de llacunes	4	
Volum cada llacuna	409.5	m ³
Profunditat	0.50	m
Àrea interior total	3276	m ²
Àrea interior llacuna	819	m ²
Llargada	68.57	m
Radi interior	5.32	m
Espessor parets	0.55	m
Espessor base	0.60	m
Espessor paret central	0.20	m
Volum de formigó parets	53.77	m ³
Volum de formigó base	548.26	m ³
Volum total de formigó	602.03	m³

Taula 3. Detall del dimensionament de les llacunes

En aquest cas, la roda i les pales de les llacunes consumeixen energia, que ha estat calculada

mitjançant la fórmula $E = \frac{e \cdot V \cdot 365 d}{46.655 \frac{m^3}{1000 m^3}}$, on e és el consum elèctric específic per la roda amb pales

(1.786 Wh/m³_w·d) i V és el volum de les llacunes (1638 m³). Referent a la bomba de fang, el consum elèctric específic s'ha considerat com $e = 11.18$ kJ/m³ i el consum elèctric s'ha determinat com $E =$

$$\frac{e \cdot V \cdot 365 d}{\frac{3.6 kJ}{wh} \cdot 46.655 \frac{m^3}{1000 m^3}}$$

1.3. Decantador secundari

Pel decantador secundari s'ha estimat una vida útil de 30 anys. Com aquest element no requereix energia per a funcionar, no té consum elèctric.

CONCEPTE	VALOR	UNITATS
Cabal d'entrada	292.50	m ³ /d
Temps de retenció hidràulic	3.50	h
Volum total	42.66	m ³
Pendent secció cònica	6	%
Espessor paret cilíndrica	0.76	m
Espessor paret cònica	0.85	m
Diàmetre	4.79	m
Altura total	2.50	m ³
Altura cilindre	2.30	m
Altura con	0.20	m
Generatriu exterior	3.16	m
Àrea total exterior	76.94	m ²
Superfície	18.55	m ²
Generatriu interior	2.91	m
Àrea total interior	56.49	m ²
Volum formigó total	61.39	m³

Taula 4. Detall del dimensionament del decantador primari

1.4. Espessidor secundari

Els detalls del dimensionament del tanc de l'espessidor són els següents.

CONCEPTE	VALOR	UNITATS
Cabal d'entrada	3.61	m ³ /d
Temps de retenció hidràulic	10.35	d
Volum total segons cabal	37.42	m ³
Pendent secció cònica	6	%
Espessor paret cilíndrica	0.50	m
Espessor paret cònica	0.50	m
Diàmetre	5.05	m
Altura total	2	m
Altura cilindre	1.80	m
Altura con	0.20	m
Generatriu exterior	3.03	m
Àrea total interior	57.39	m ²
Volum total Formigó	45.94	m ³
Superfície	20.78	m ²

Taula 5. Detall del dimensionament de l'espessidor secundari

1.5. Pretractament

El dimensionament del tanc de pretractament és el següent.

CONCEPTE	VALOR	UNITATS
Cabal d'entrada	0.79	m ³ /d
Temps de retenció hidràulic	20	h
Volum del tanc de pretractament	0.66	m ³
Profunditat	2	m
Diàmetre	0.65	m
Àrea	0.33	m ²
Espessor de les parets	0.10	m
Espessor de la base	0.20	m
Volum de formigó parets	0.53	m ³
Volum de formigó base	0.17	m ³
Volum total formigó	0.71	m ³

Taula 6. Detall del dimensionament del tanc de pretractament

Aquest element té un consum energètic ja que s'ha de portar la biomassa a una temperatura de 75°C. Així, l'energia tèrmica necessària és de $E = 5.26 \text{ MJ/m}^3$ biogàs produït.

1.6. Digestor anaeròbic

El digestor és un tanc cilíndric dimensionat per un temps de retenció hidràulic de 20 dies i per un cabal total de 2.09 m³/d. Aquest cabal prové del fang del decantador primari i de la biomassa provinent de l'espessidor.

CONCEPTE	VALOR	UNITATS
Cabal d'entrada algues	0.80	m ³ /d
Cabal d'entrada fang	1.30	m ³ /d
Cabal total entrada	2.09	m ³ /d
Temps de retenció hidràulic	20	d
Volum del digestor	41.83	m ³
Profunditat digestor	2	m
Diàmetre	5.16	m
Superfície	20.92	m ²
Espessor de les parets	0.20	m
Espessor de la base	0.50	m
Àrea exterior parets	34.94	m ²
Àrea base exterior	24.28	m ²
Volum de formigó parets	19.13	m ³
Volum de formigó base	12.14	m ³
Volum total formigó	31.27	m³

Taula 7. Detall del dimensionament del digestor

El digestor sí que té consum energètic i és de $5.84 \cdot 10^{-4}$ MJ/m³ d'aigua tractada i de 0.101 kWh/m³ d'aigua tractada d'electricitat.

1.7. Co-generació

La co-generació és el procés pel qual el biogàs emès pels fangs i la biomassa en el digestor és transformat en poder calorífic i, per tant, en energia.

ENERGIA PRODUÏDA	VALOR	UNITATS
Energia calorífica	296.77	MJ/m ³ aigua
Energia elèctrica	47.96	kWh/m ³ aigua

Taula 8. Energia produïda per la cogeneració

Aquests valors s'han extret tenint en compte que el rendiment de producció d'energia elèctrica de la cogeneració és del 32% mentre que el rendiment de la producció de calor és del 55%. Alhora també s'ha considerat que PCI = 35800 kJ/m³_{CH₄} (PCI: Poder Calorífic).

1.8. Centrífuga

La centrífuga és un tanc fet exclusivament de metalls (acer, acer cromat i coure). La seva forma i dimensions són complexes així que s'ha considerat un tanc en forma de paral·lelepípede.

CONCEPTE	VALOR	UNITATS
Cabal entrada	2.09	m ³ /d
Llargada	1.20	m
Ample	1.40	m
Profunditat	1.40	m
Àrea	1.68	m ²
Volum	2.35	m ³

Taula 9. Detall del dimensionament de la centrífuga

1.9. Canonades

Les canonades s'han dimensionat per a una velocitat mínima per tal que hi hagi circulació dels fangs i no hi hagi estancaments, de valor 0.5 m/s. S'ha considerat que cada element del sistema de tractament està distanciat 4 m, i que totes les canonades són iguals. Amb aquestes hipòtesis pot ser que la xarxa de canonades estigui sobredimensionada però l'impacte que emeten no és rellevant.

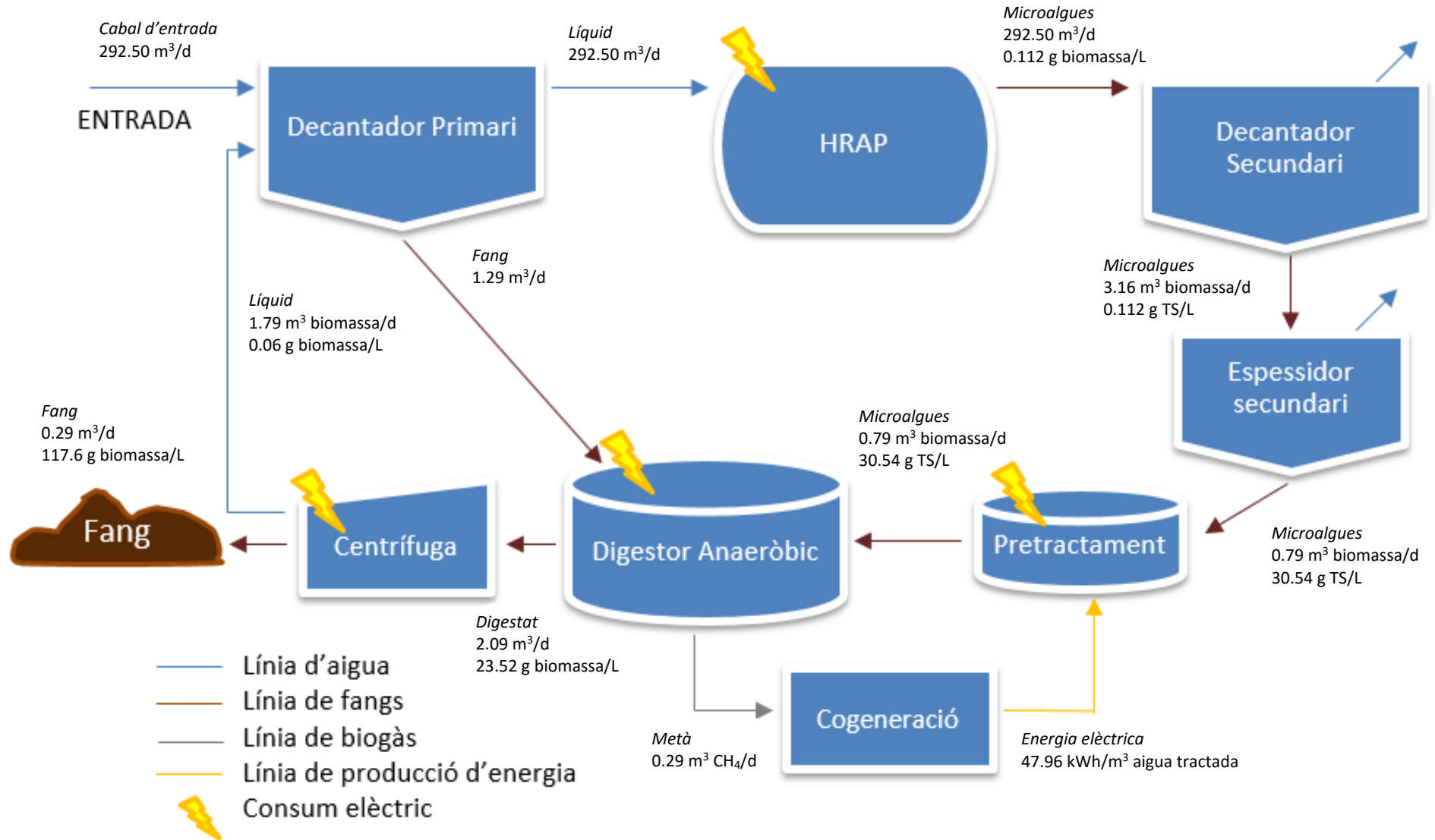
S'han pres canonades de PVC del diàmetre comercial de 110 mm, que tenen una vida útil de 20 anys. El diàmetre s'ha extret de la següent igualtat $\frac{Q}{v} = S = \pi \cdot \frac{\phi^2}{4}$ i el material utilitzat i introduït al *SimaPro 8.0* és $M = \rho \cdot \pi \cdot l \cdot (r_{ext}^2 - r_{int}^2)$

2. Esquemes i resums

2.1. Dimensionament del procés

Procés	Vida útil (anys)	Part	Construcció				
			Material	Quantitat	Unitats	Densitat	m ³ material/m ³ aigua tractada
Decantador primari	30	Tanc	Formigó	30.47	m ³	2200	9.513E-06
		Formigó de neteja	Formigó pobre	0.85	m ³	2190	2.642E-07
HRAP	30	Llacunes	Formigó	602.03	m ³	2200	1.880E-04
			Acer armadura	36460.28	kg	7850	1.138E-02
		Formigó de neteja	Formigó pobre	327.60	m ³	2190	1.023E-04
	20	Roda i pales	Acer armadura	100	kg	7850	4.683E-05
			Fibra de vidre	256	kg	2550	1.199E-04
	10	Bomba de fang	Acer armadura	6.54	kg	7850	6.126E-06
			Coure	9.82	kg	8790	9.198E-06
			Ferro colat	19.64	kg	7200	1.840E-05
Decantador secundari	30	Tanc	Formigó	61.39	m ³	2200	1.917E-05
		Formigó de neteja	Formigó pobre	25.12	m ³	2190	7.844E-06
Espessidor	30	Tanc	Formigó estructural	45.94	m ³	2385	1.434E-05
		Formigó de neteja	Formigó pobre	2.08	m ³	2190	6.490E-07
Pretractament	20	Tanc	Formigó	0.53	m ³	2200	2.500E-07
			Acer armadura	31.95	kg	7850	1.496E-05
			Acer cromat	2.59	kg	7190	1.213E-06
			Ferro colat	0.73	kg	7200	3.419E-07
		Formigó de neteja	Formigó pobre	0.03	m ³	2190	1.552E-08
Digestor	20	Tanc	Formigó	6.84	m ³	2200	3.205E-06
			Acer armadura	644.96	kg	7850	3.021E-04
			Acer cromat	33.20	kg	7190	1.555E-05
			Ferro colat	8.49	kg	7200	3.978E-06
		Formigó de neteja	Formigó pobre	2.43	m ³	2190	1.137E-06
Centrífuga	10	Tanc	Acer armadura	2.67	kg	7850	2.498E-06
			Acer cromat	8	kg	7190	7.493E-06
			Coure	4	kg	8790	3.747E-06
			Formigó pobre	0.17	m ³	2190	1.574E-07

2.2. Cabals del sistema



2.3. Despesa energètica

Procés		Operació														
		Consum Energia Específica (Wh/m ³ _w ·d)	Consum Elèctric (kWh/m ³ _w)	Producció Biogàs (m ³ _{biog} /m ³ _w)	Producció Metà (m ³ CH ₄ /kg VS)	Producció Calor (kJ/m ³ _w)	Producció Electricitat (kWh/m ³ _w)	Emissions a l'aigua					Emissions a l'aire		Fang (m ³)	Fang (kg/m ³ _w treated)
								(kg COD/m ³ _w)	(kg NH ₄ /m ³ _w)	(kg NO ₂ /m ³ _w)	(kg NO ₃ /m ³ _w)	(kg PO ₄ /m ³ _w)	(kg CH ₄ /m ³ _w)	(kg CO ₂ /m ³ _w)		
Decantador primari																
HRAP	Llacunes															
	Roda i pales	1.786	1.0E-02		no											
	Bomba de fang	3.106	1.06E-05													
Decantador secundari					no		5.93E-02	9.88E-04	3.95E-03	1.68E-03	4.94E-03					
Espeidor					no		5.78E-04	9.64E-06	3.86E-05	1.64E-05	4.82E-05					
Pretractament		Calor (MJ/m ³ _w)	4.25E-01		no											
Digestor	Calor (MJ/m ³ _w)	5.84E-04		7.93E-02	no											
	Electricitat (kWh/m ³ _w)	1.01E-01														
Centrífuga		Electric (kWh/m ³ _w)	1.50E-01		no									106.88	5.26E-05	
Cogeneració				no		1014.6										

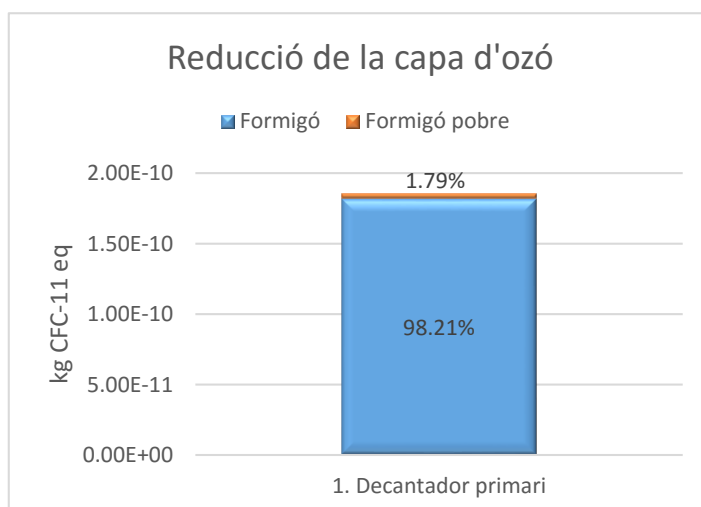
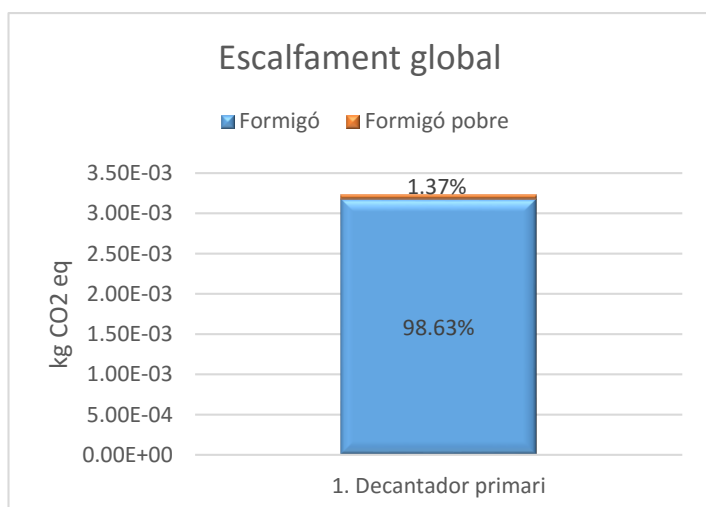
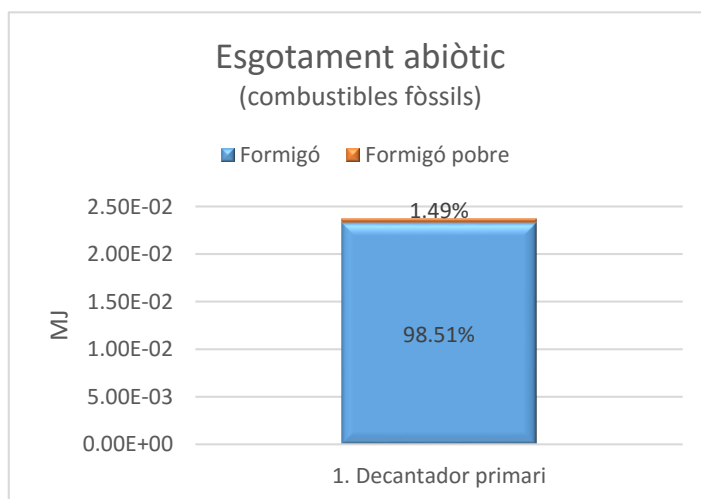
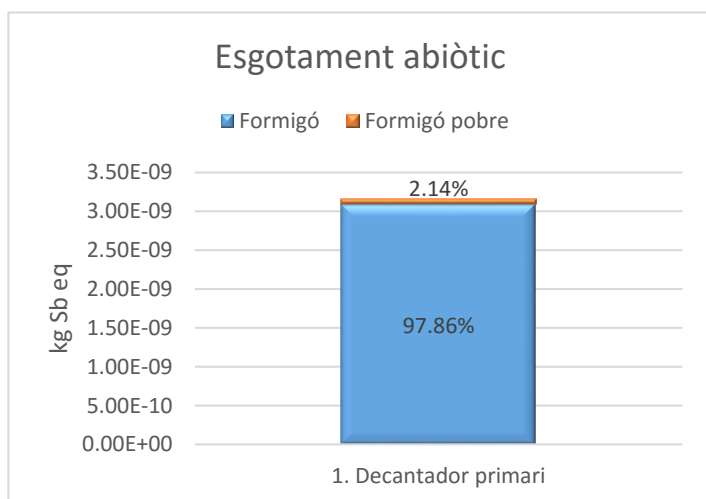
3. Dades de l'ACV

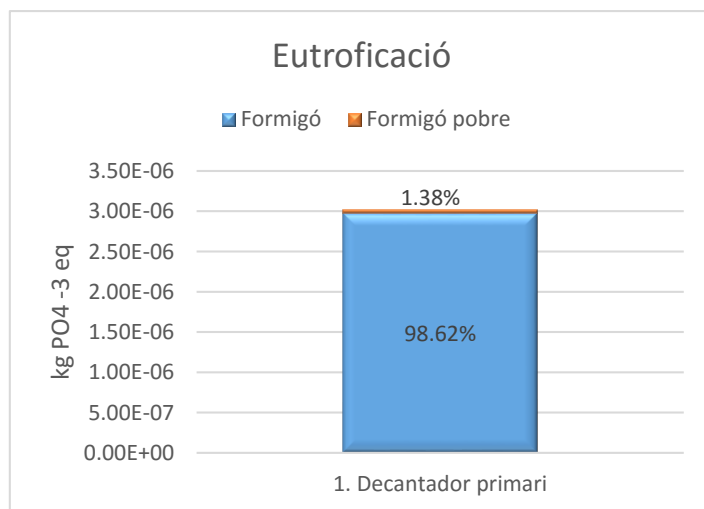
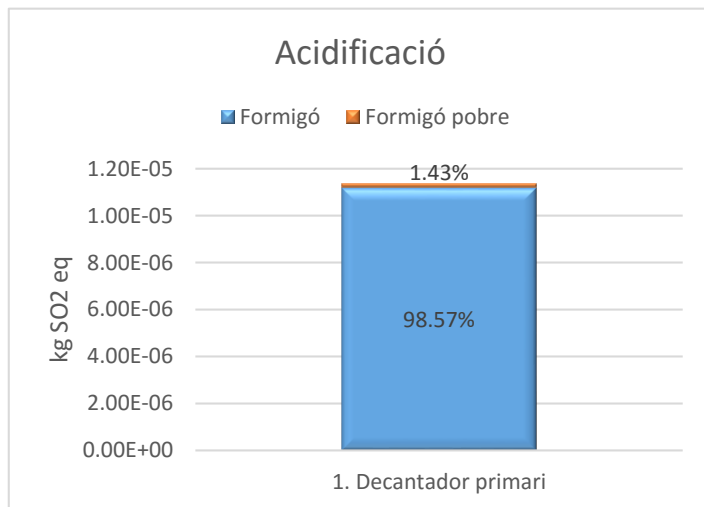
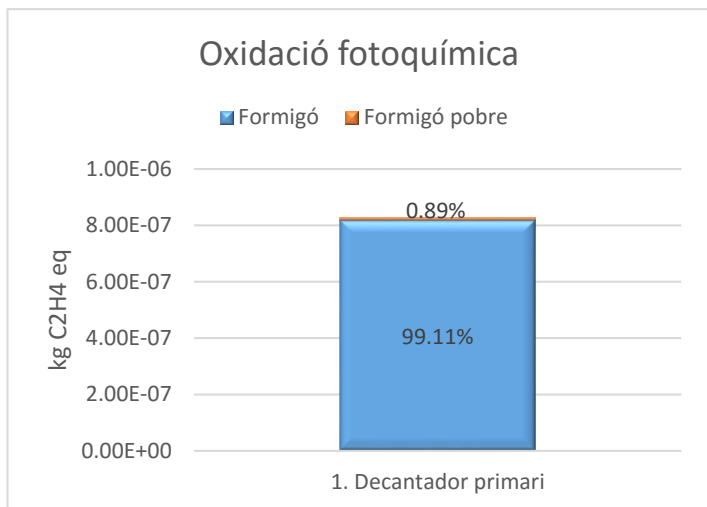
3.1. Sistema HRAP amb codigestió

A continuació s'adjunten els impactes mediambientals desglossats de tots els elements del sistema del tractament de llacunes d'alta càrrega amb codigestió de fangs i biomassa algal.

3.1.1. Decantador primari

Categoria d'impacte	Unitats	Formigó		Formigó pobre	
		Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	3.09E-09	97.86%	6.76E-11	2.14%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	2.33E-02	98.51%	3.52E-04	1.49%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	3.18E-03	98.63%	4.42E-05	1.37%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	1.82E-10	98.21%	3.32E-12	1.79%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	8.19E-07	99.11%	7.39E-09	0.89%
Acidificació	kg SO ₂ eq	1.12E-05	98.57%	1.63E-07	1.43%
Eutrofició	kg PO ₄ ⁻³ eq	2.98E-06	98.62%	4.17E-08	1.38%

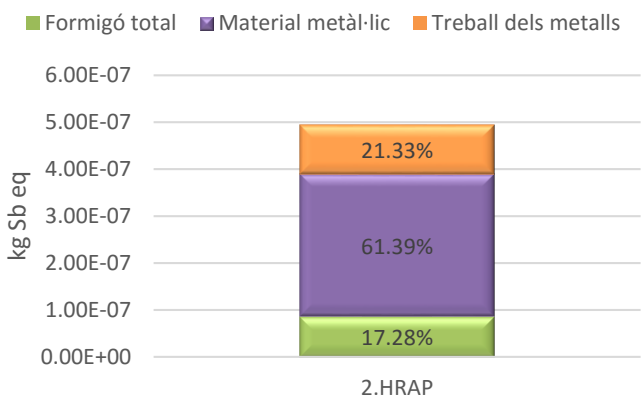




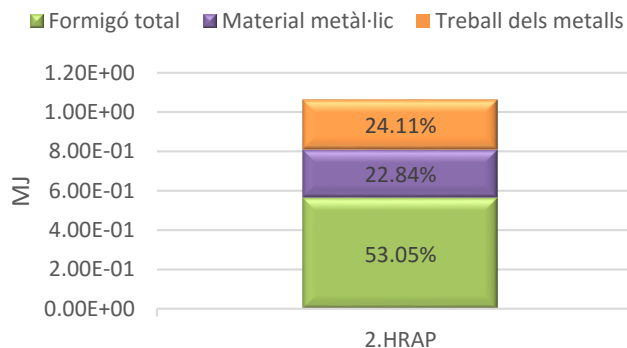
3.1.2. HRAP

Categoria d'impacte	Unitats	Total Formigó		Material Metall		Treball dels Metalls	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	8.55E-08	17.28%	3.04E-07	61.39%	1.06E-07	21.33%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	5.64E-01	53.05%	2.43E-01	22.84%	2.56E-01	24.11%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	9.20E-02	65.40%	2.47E-02	17.59%	2.39E-02	17.00%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	4.97E-09	62.29%	1.45E-09	18.14%	1.56E-09	19.56%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	1.16E-05	36.47%	1.20E-05	37.66%	8.22E-06	25.87%
Acidificació	kg SO ₂ eq	2.72E-04	50.61%	1.24E-04	23.12%	1.41E-04	26.28%
Eutroficació	kg PO ₄ ⁻³ eq	6.84E-05	34.63%	7.28E-05	36.86%	5.63E-05	28.52%

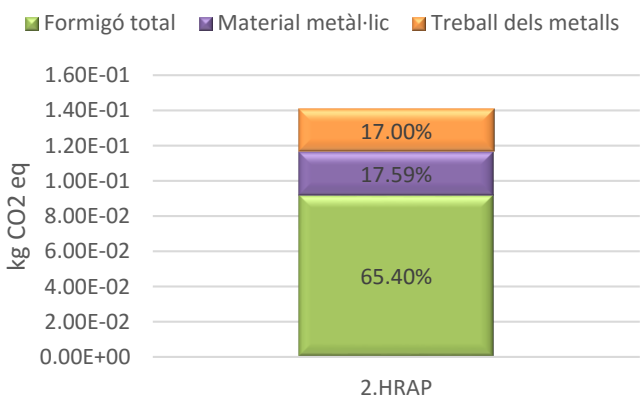
Esgotament abiòtic



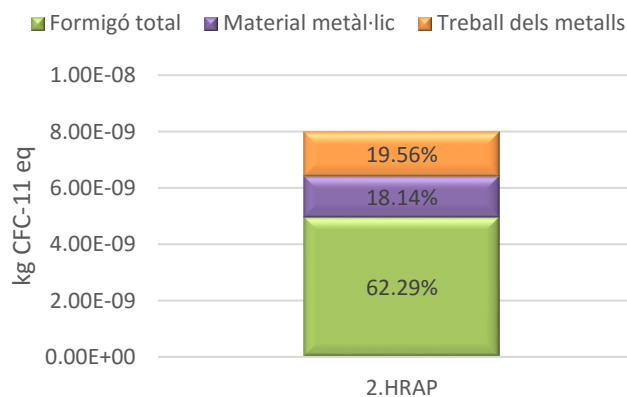
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)



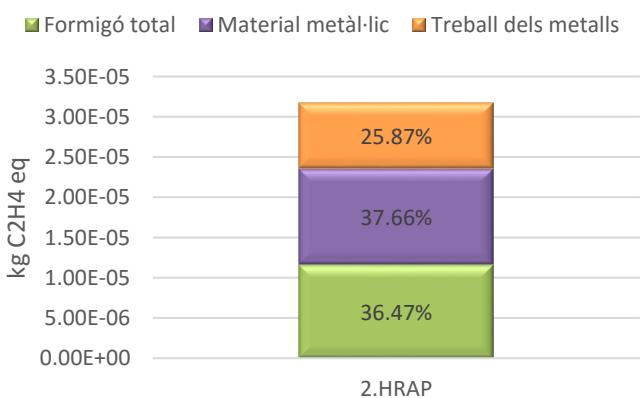
Escalfament global



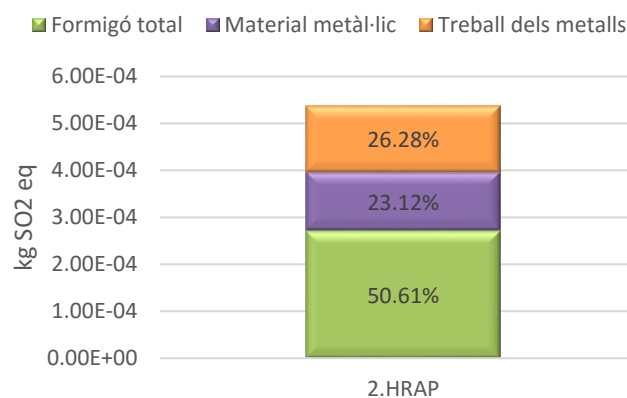
Reducció de la capa d'ozó

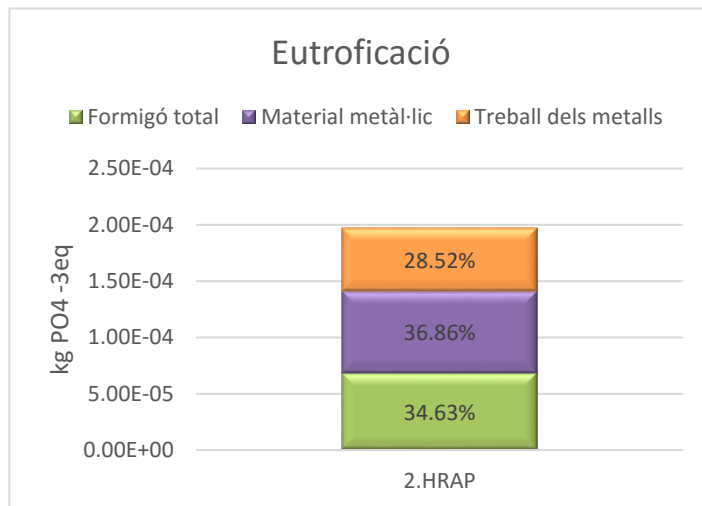


Oxidació fotoquímica



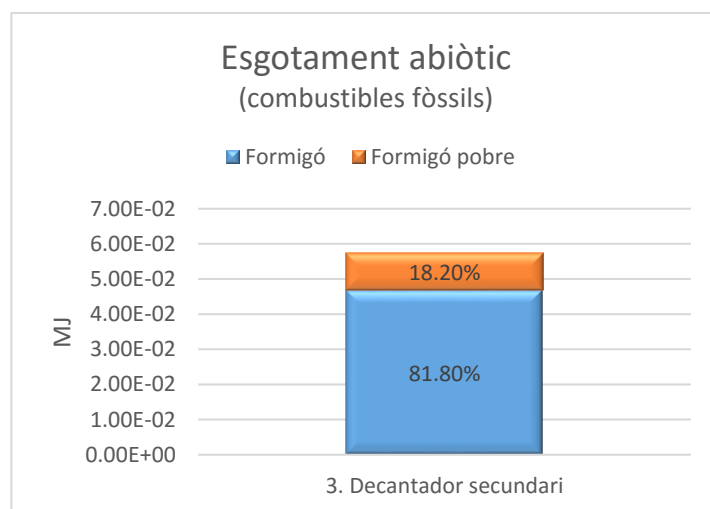
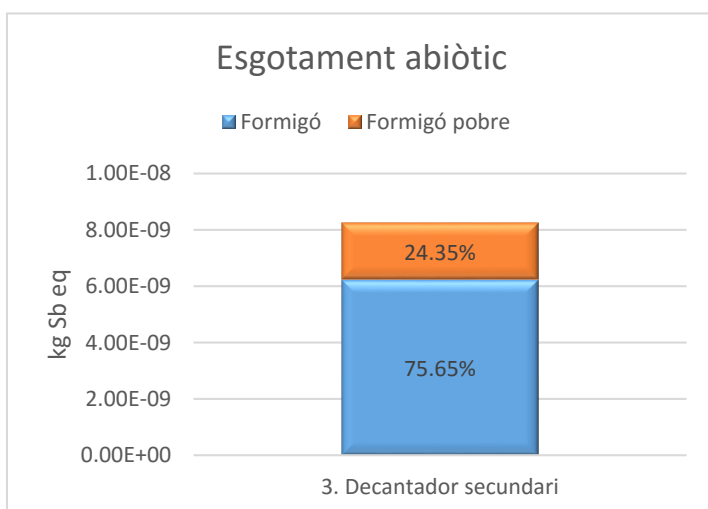
Acidificació

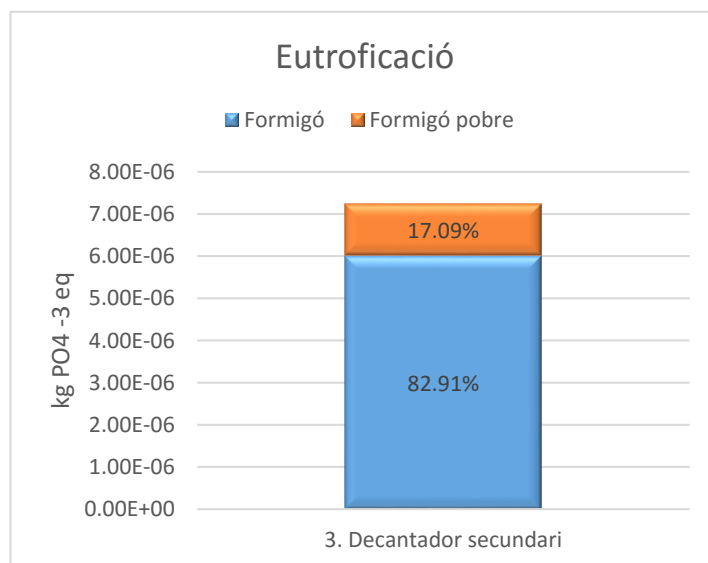
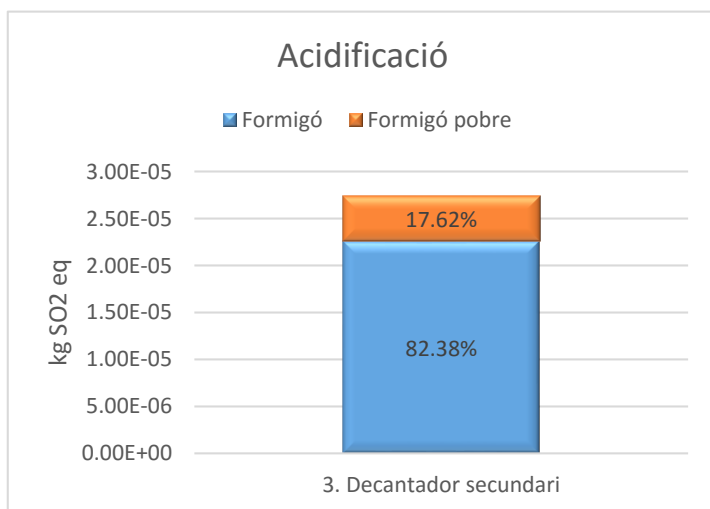
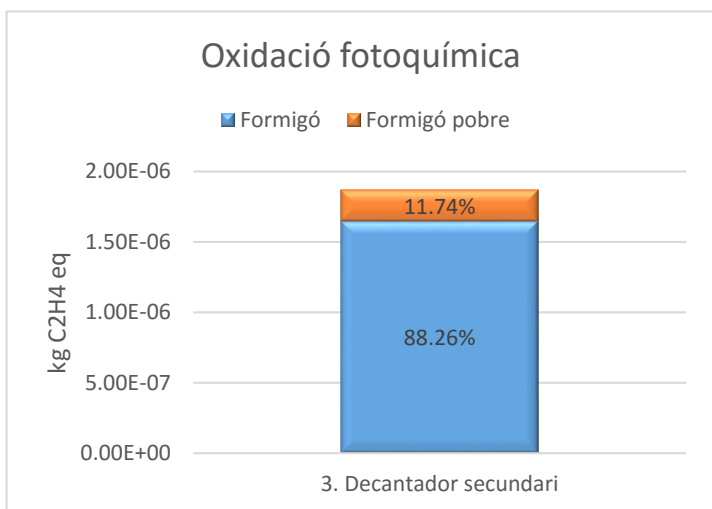
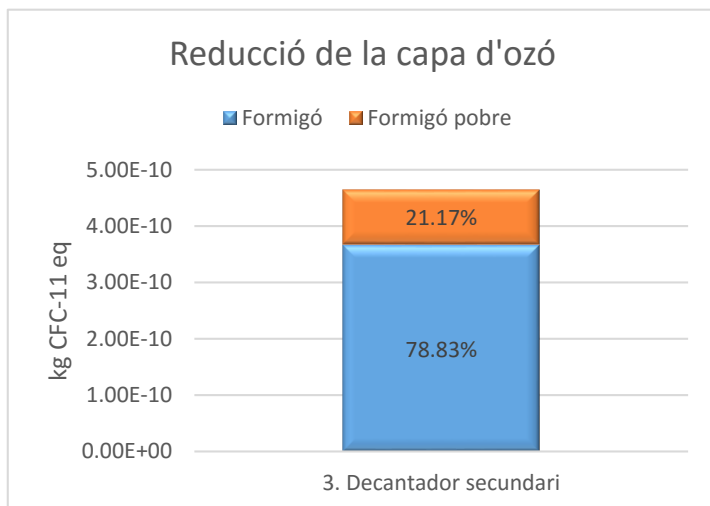
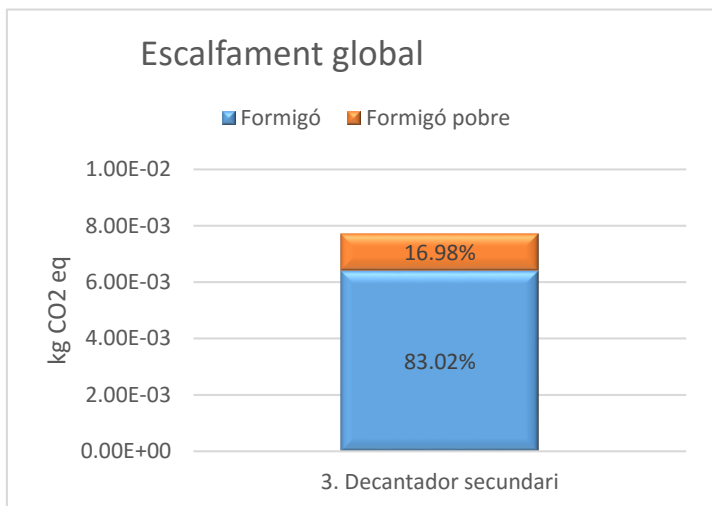




3.1.3. Decantador secundari

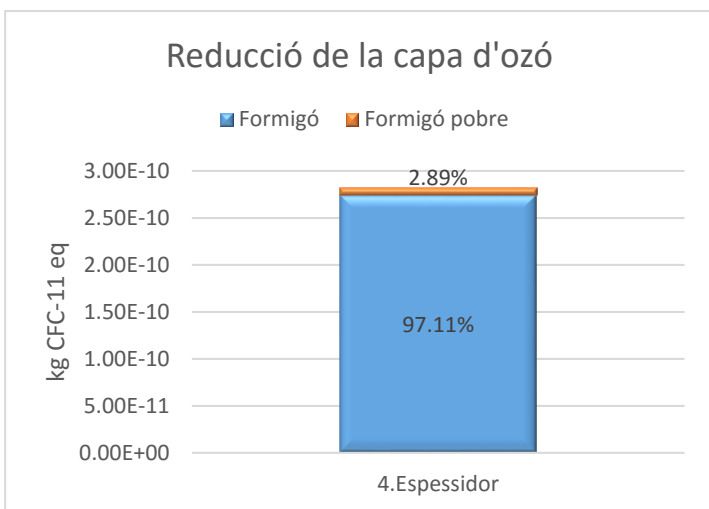
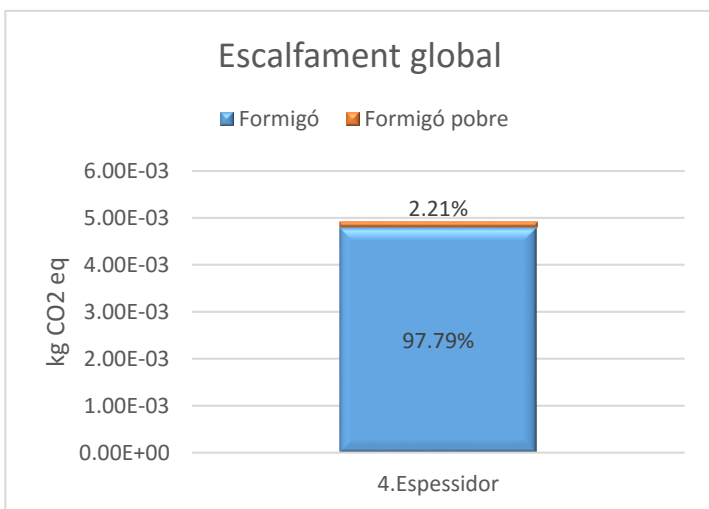
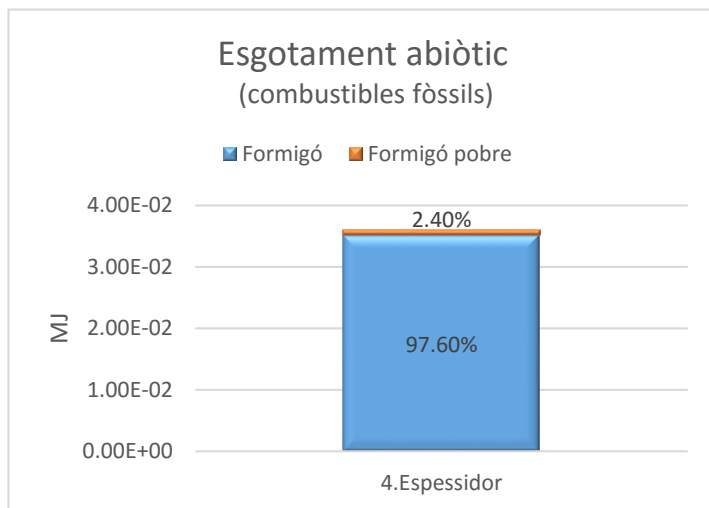
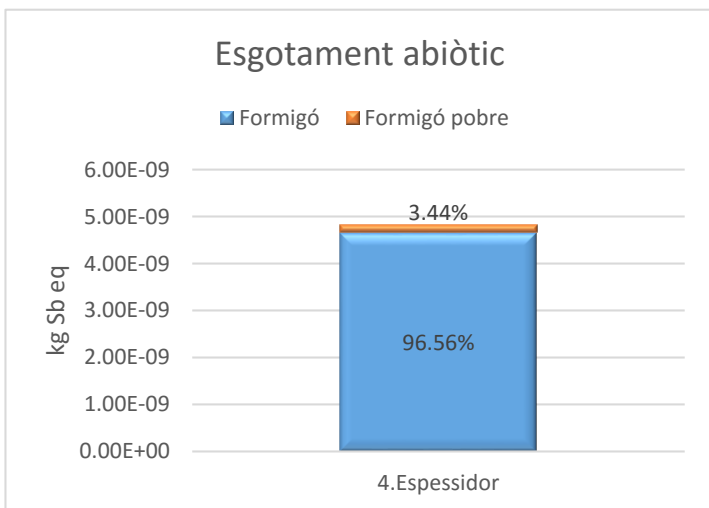
Categoria d'impacte	Unitats	Formigó		Formigó pobre	
		Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	6.23E-09	75.65%	2.01E-09	24.35%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	4.70E-02	81.80%	1.05E-02	18.20%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	6.41E-03	83.02%	1.31E-03	16.98%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	3.67E-10	78.83%	9.85E-11	21.17%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	1.65E-06	88.26%	2.19E-07	11.74%
Acidificació	kg SO ₂ eq	2.26E-05	82.38%	4.83E-06	17.62%
Eutroficació	kg PO ₄ ⁻³ eq	6.01E-06	82.91%	1.24E-06	17.09%

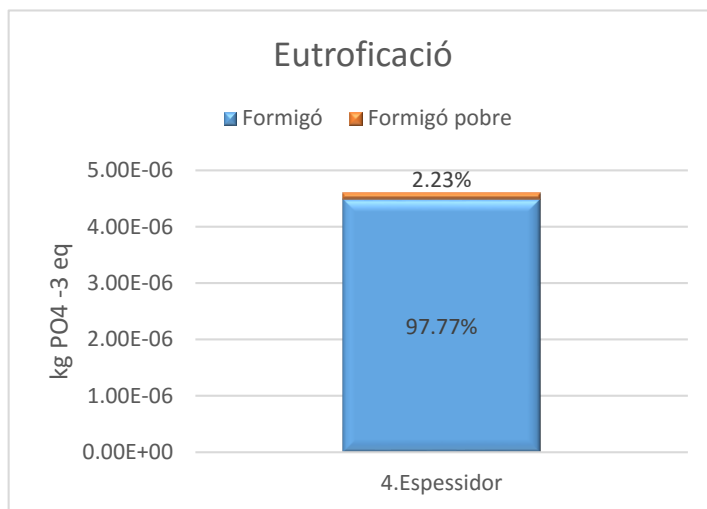
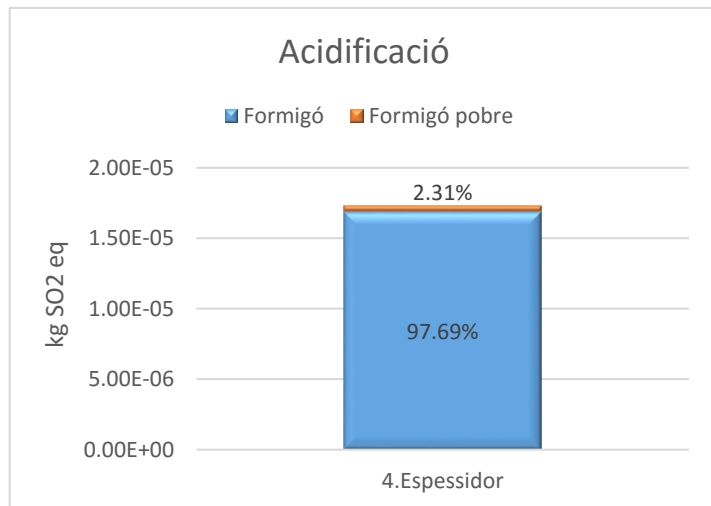
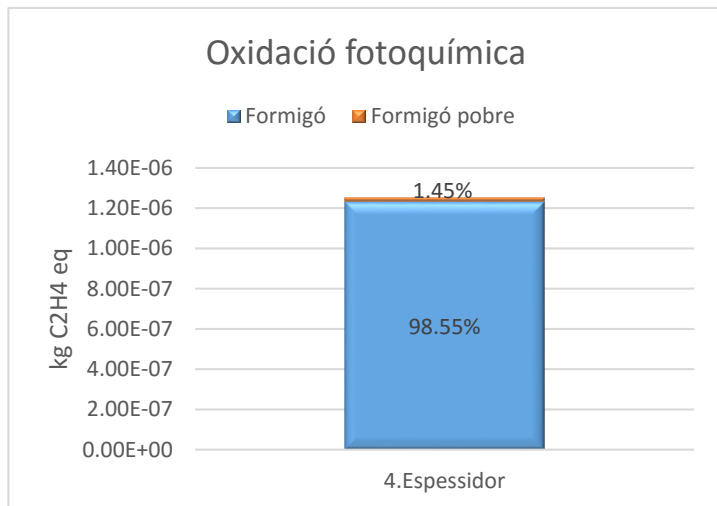




3.1.4. Espessidor

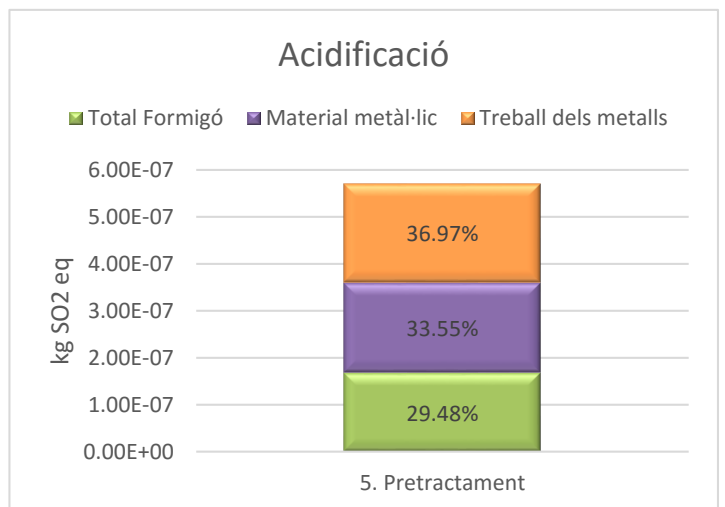
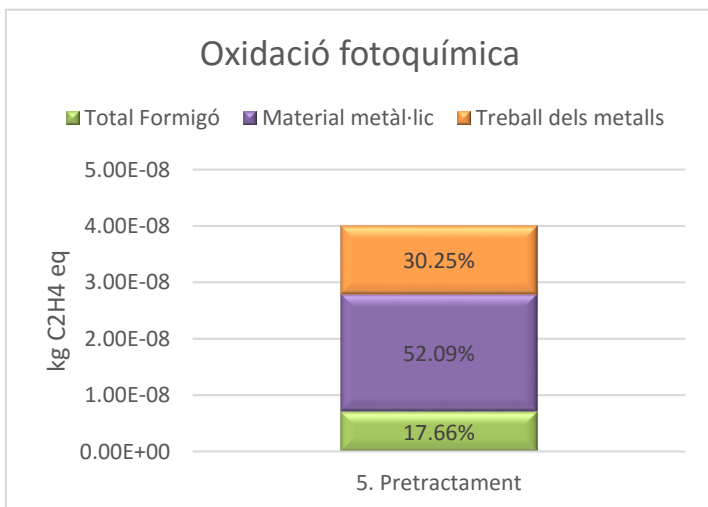
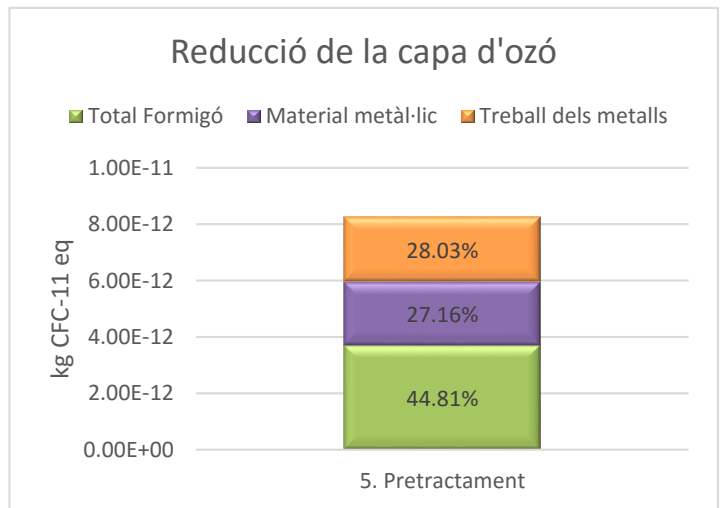
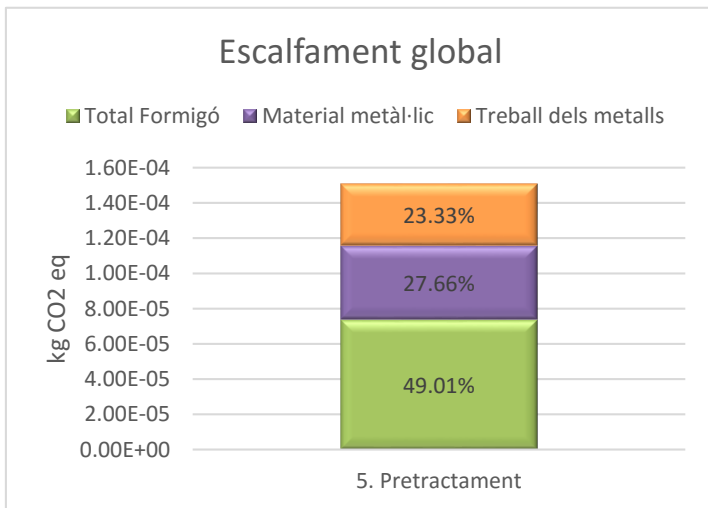
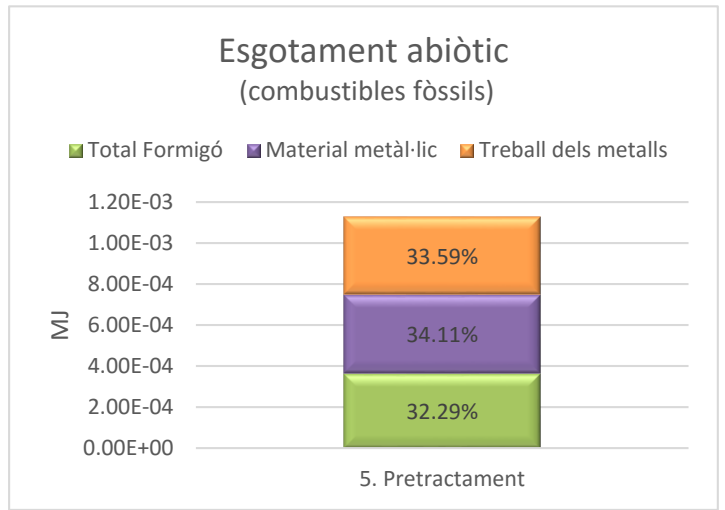
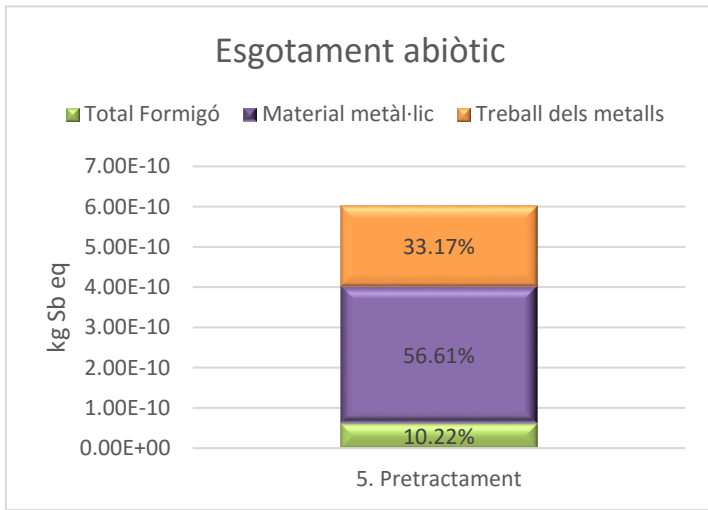
Categoria d'impacte	Unitats	Formigó		Formigó pobre	
		Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	4.66E-09	96.56%	1.66E-10	3.44%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	3.51E-02	97.60%	8.65E-04	2.40%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	4.80E-03	97.79%	1.08E-04	2.21%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	2.74E-10	97.11%	8.15E-12	2.89%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	1.23E-06	98.55%	1.81E-08	1.45%
Acidificació	kg SO ₂ eq	1.69E-05	97.69%	3.99E-07	2.31%
Eutroficació	kg PO ₄ ⁻³ eq	4.50E-06	97.77%	1.03E-07	2.23%

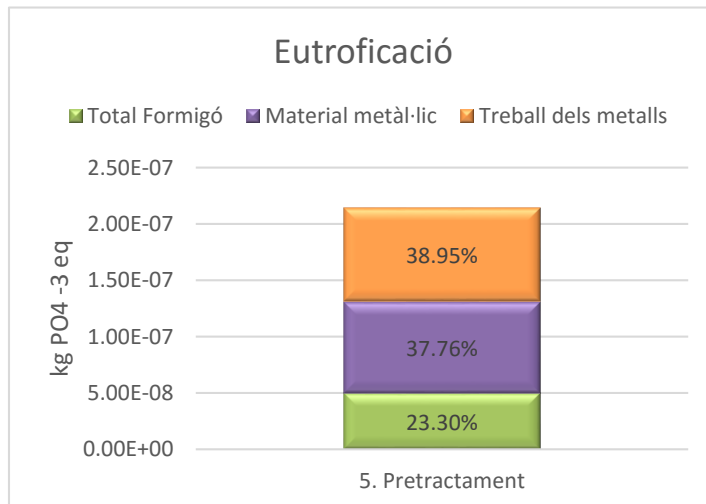




3.1.5. Pretractament

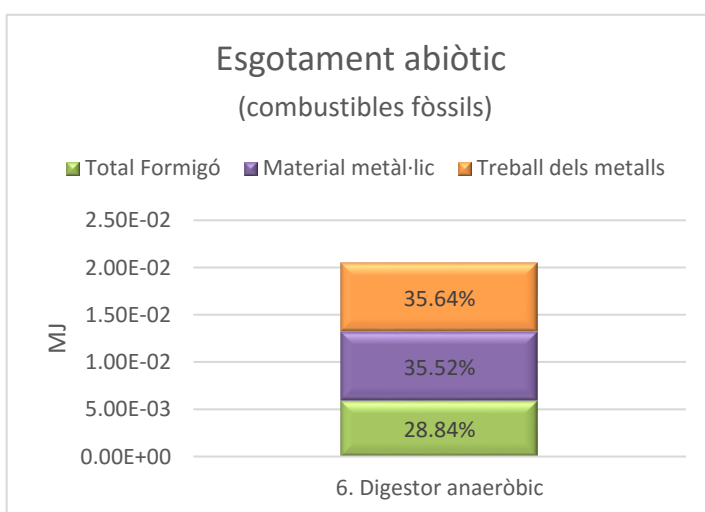
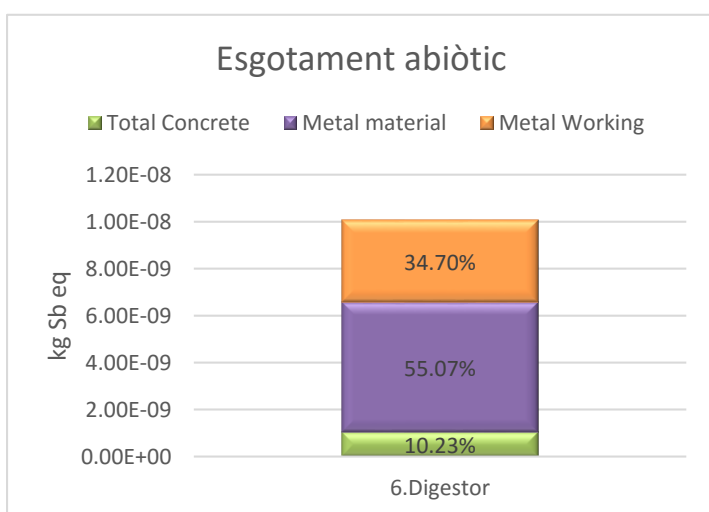
Categoria d'impacte	Unitats	Total Formigó		Material Metàl·lic		Treball dels Metalls	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	6.16E-11	10.22%	3.41E-10	56.61%	2.00E-10	33.17%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	3.64E-04	32.29%	3.84E-04	34.11%	3.78E-04	33.59%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	7.39E-05	49.01%	4.17E-05	27.66%	3.52E-05	23.33%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	3.70E-12	44.81%	2.24E-12	27.16%	2.32E-12	28.03%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	7.07E-09	17.66%	2.09E-08	52.09%	1.21E-08	30.25%
Acidificació	kg SO ₂ eq	1.68E-07	29.48%	1.92E-07	33.55%	2.11E-07	36.97%
Eutroficació	kg PO ₄ ⁻³ eq	4.99E-08	23.30%	8.09E-08	37.76%	8.34E-08	38.95%



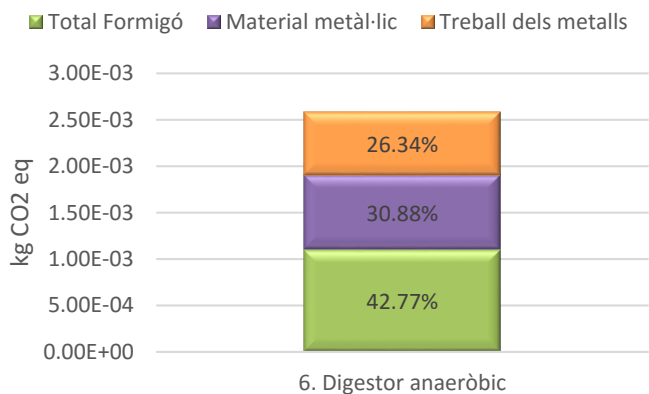


3.1.6. Digestor Anaeròbic

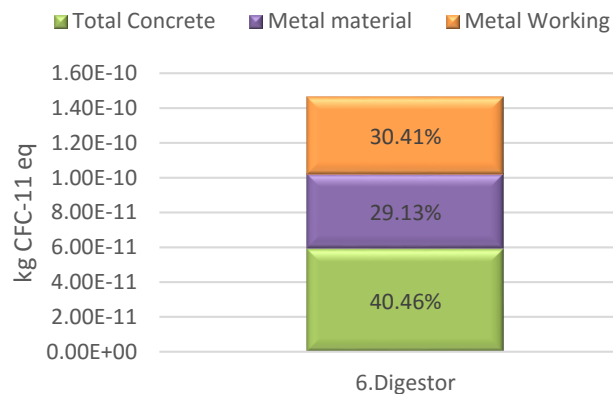
Categoria d'impacte	Unitats	Total Formigó		Material metàl·lic		Treball dels metalls	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	1.03E-09	10.23%	5.54E-09	55.07%	3.49E-09	34.70%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	5.91E-03	28.84%	7.28E-03	35.52%	7.31E-03	35.64%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	1.10E-03	42.77%	7.98E-04	30.88%	6.80E-04	26.34%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	5.92E-11	40.46%	4.27E-11	29.13%	4.45E-11	30.41%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	1.17E-07	15.49%	4.04E-07	53.54%	2.34E-07	30.97%
Acidificació	kg SO ₂ eq	2.74E-06	26.37%	3.59E-06	34.58%	4.05E-06	39.04%
Eutrofició	kg PO ₄ ⁻³ eq	7.88E-07	20.01%	1.55E-06	39.37%	1.60E-06	40.63%



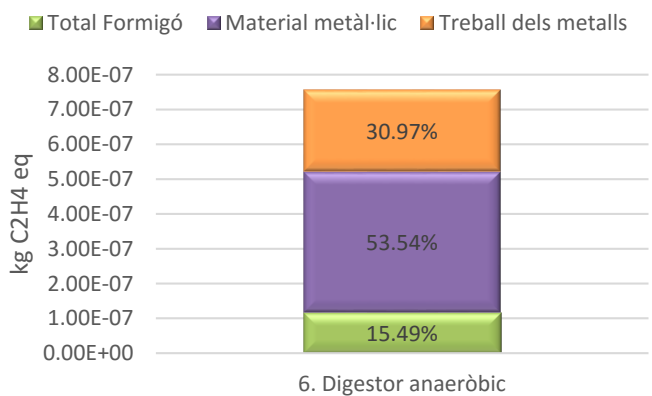
Escalfament global



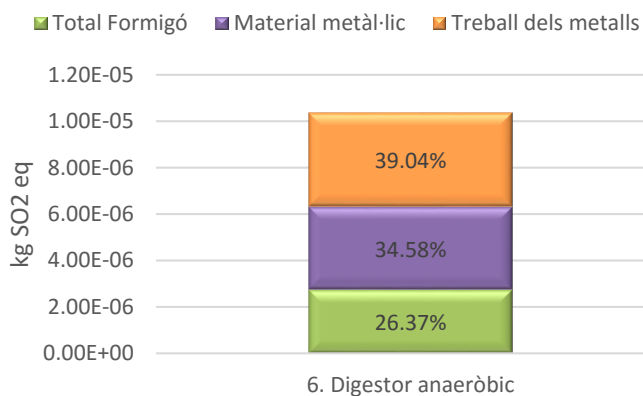
Reducció de la capa d'ozó



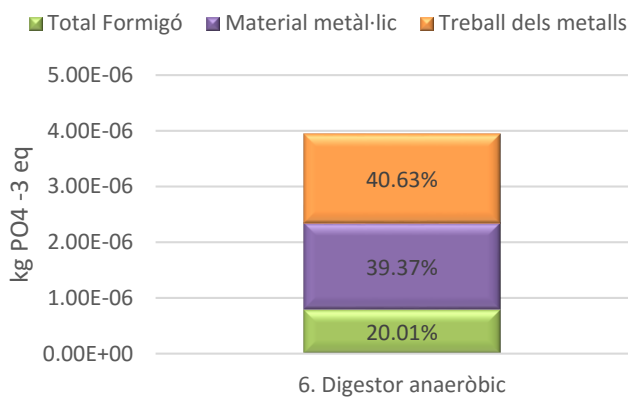
Oxidació fotoquímica



Acidificació

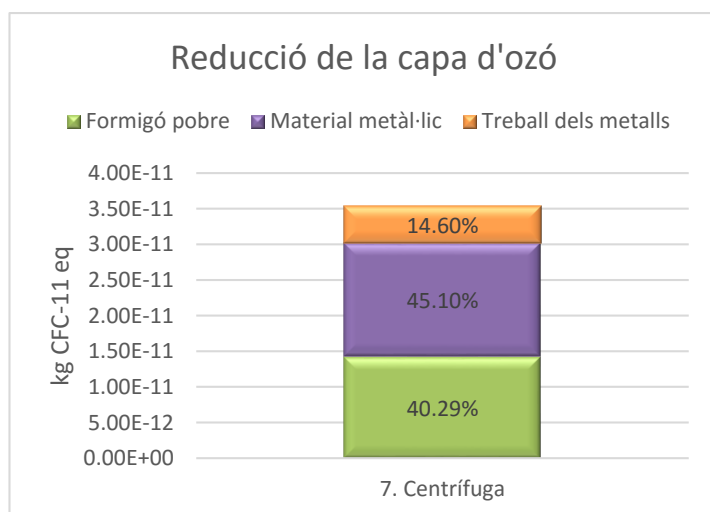
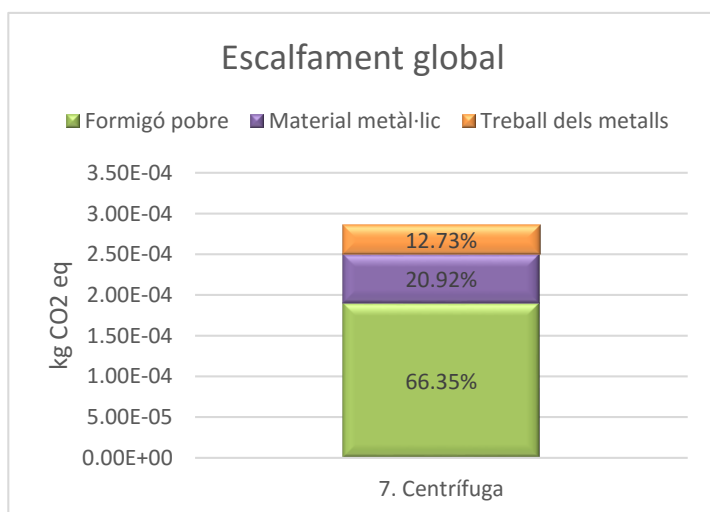
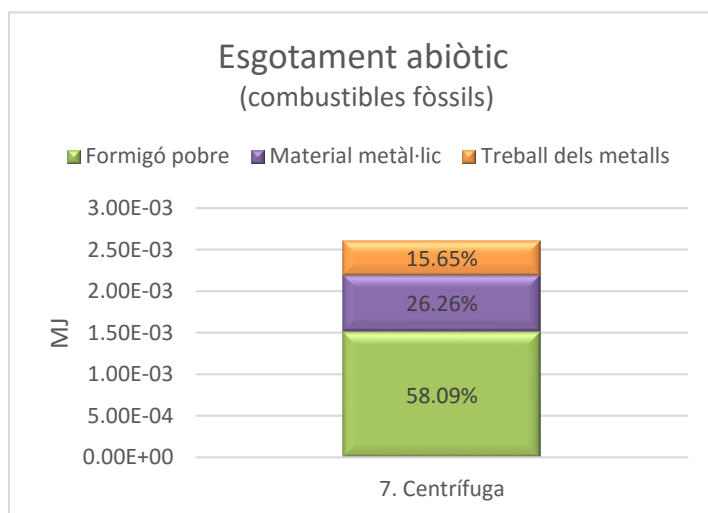
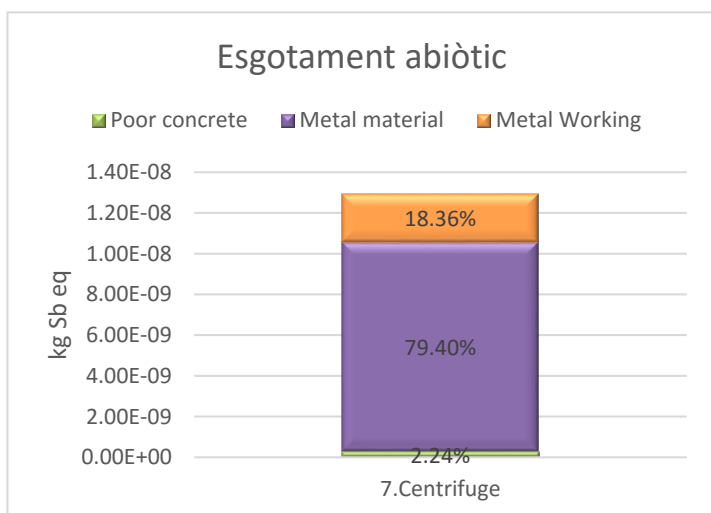


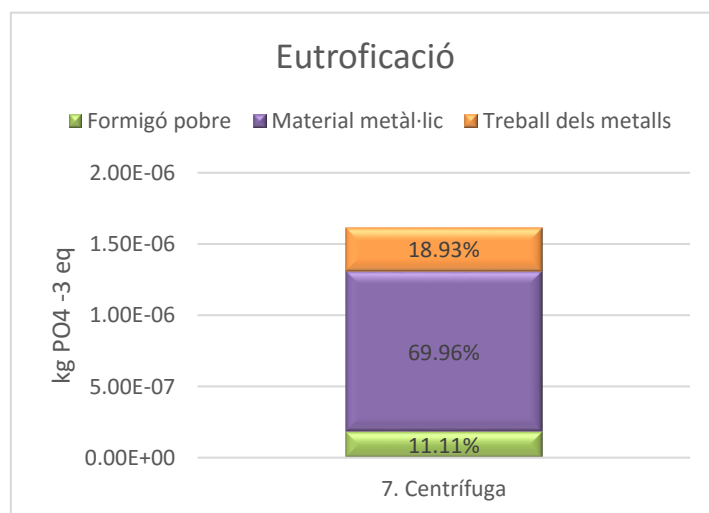
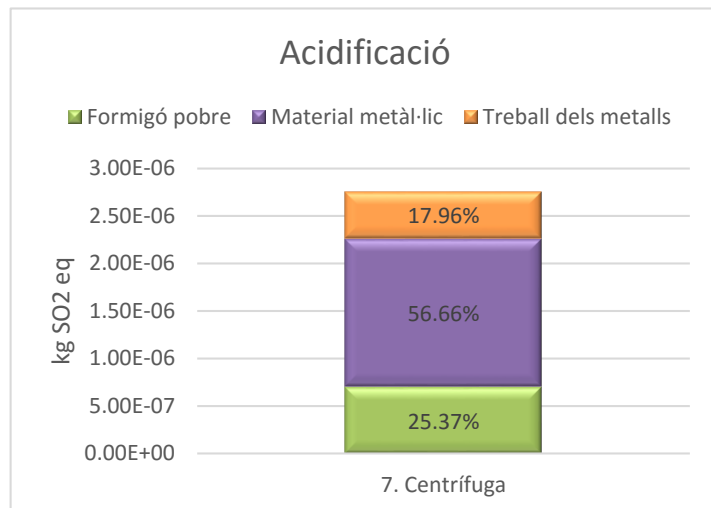
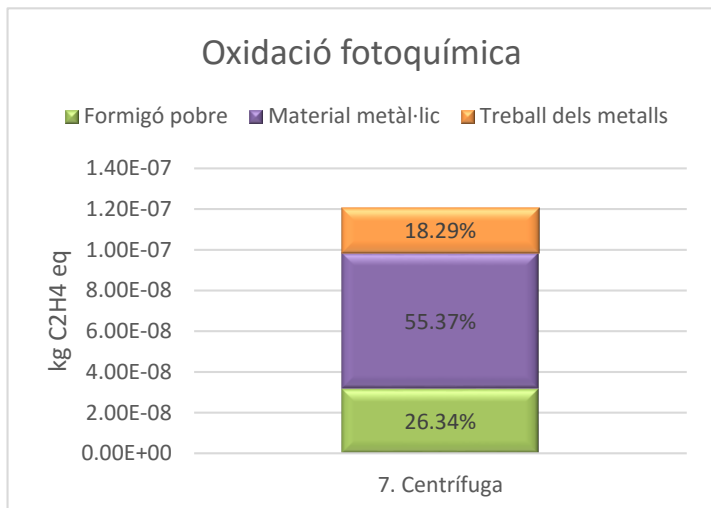
Eutroficació



3.1.7. Centrífuga

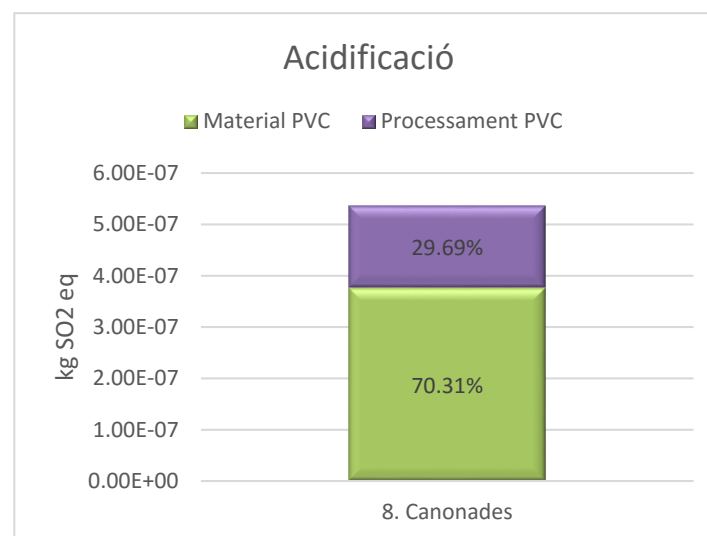
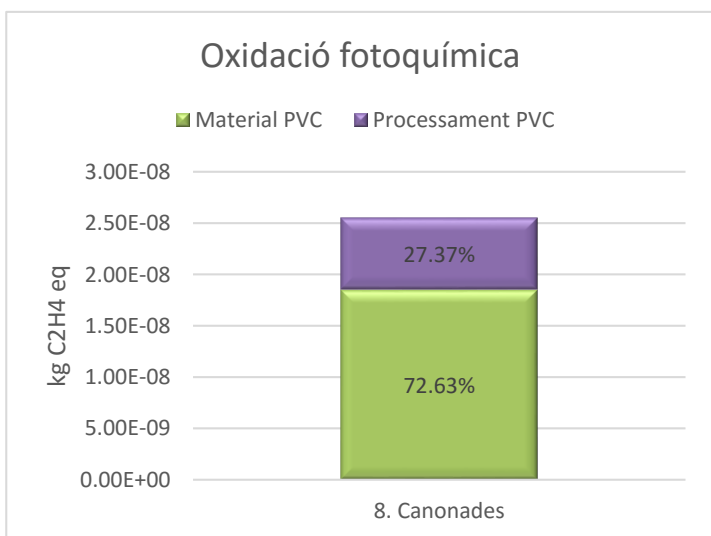
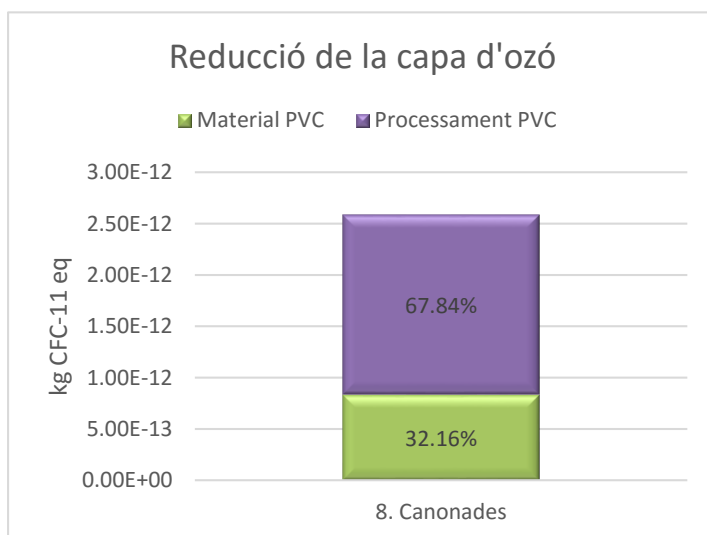
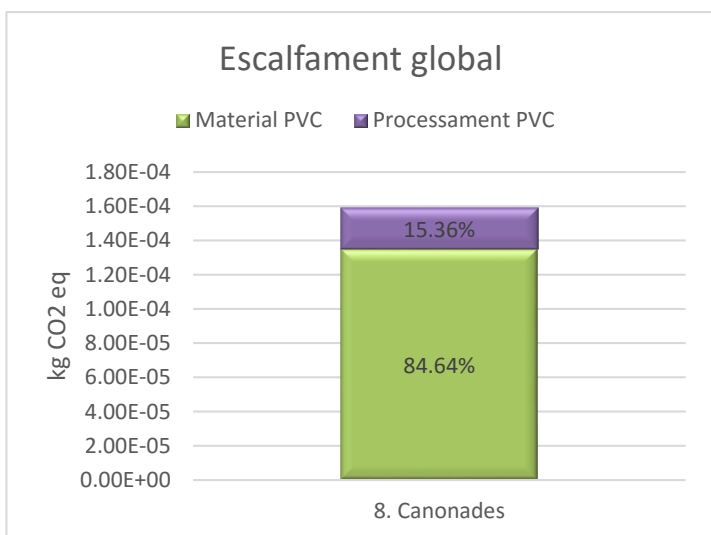
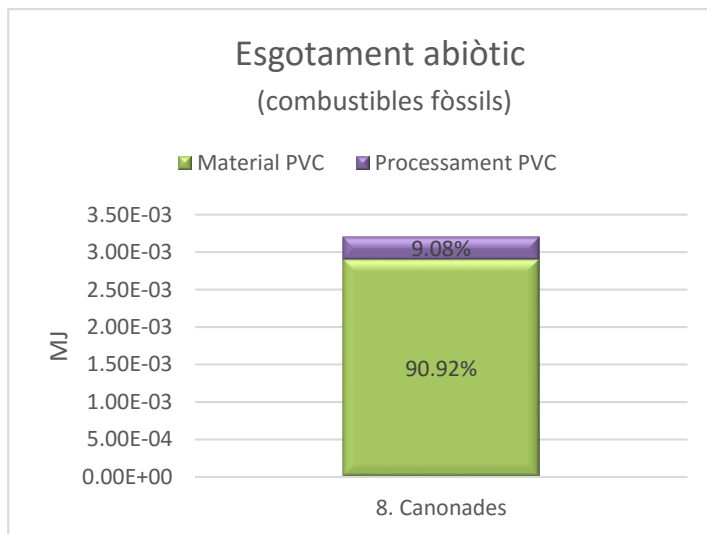
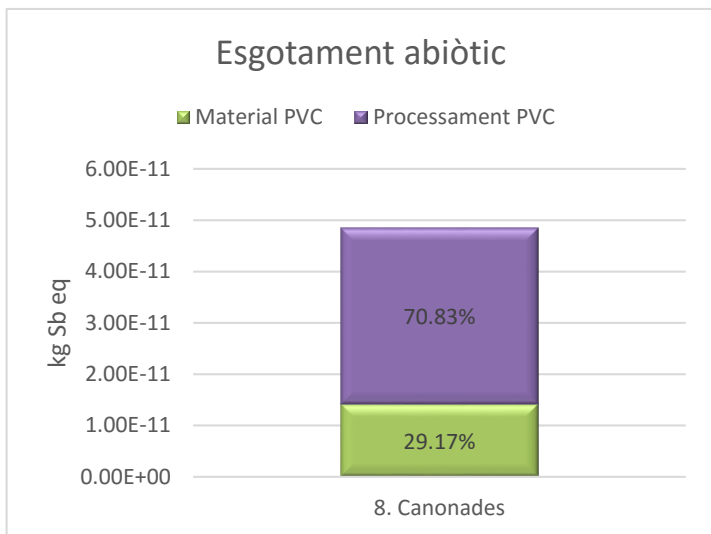
Categoria d'impacte	Unitats	Formigó pobre		Material metàl·lic		Treball dels metalls	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	2.91E-10	2.24%	1.03E-08	79.40%	2.38E-09	18.36%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	1.51E-03	58.09%	6.85E-04	26.26%	4.08E-04	15.65%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	1.90E-04	66.35%	5.99E-05	20.92%	3.65E-05	12.73%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC-11 eq	1.43E-11	40.29%	1.60E-11	45.10%	5.17E-12	14.60%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	3.18E-08	26.34%	6.68E-08	55.37%	2.21E-08	18.29%
Acidificació	kg SO ₂ eq	6.99E-07	25.37%	1.56E-06	56.66%	4.95E-07	17.96%
Eutroficació	kg PO ₄ ⁻³ eq	1.80E-07	11.11%	1.13E-06	69.96%	3.06E-07	18.93%

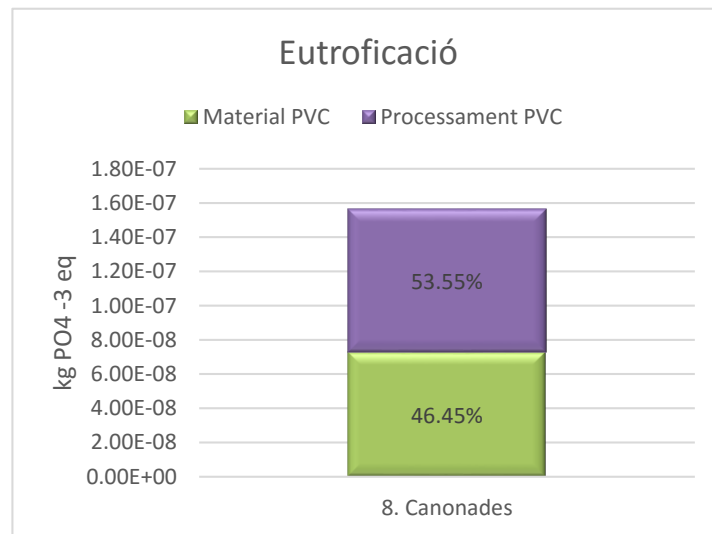




3.1.8. Canonades

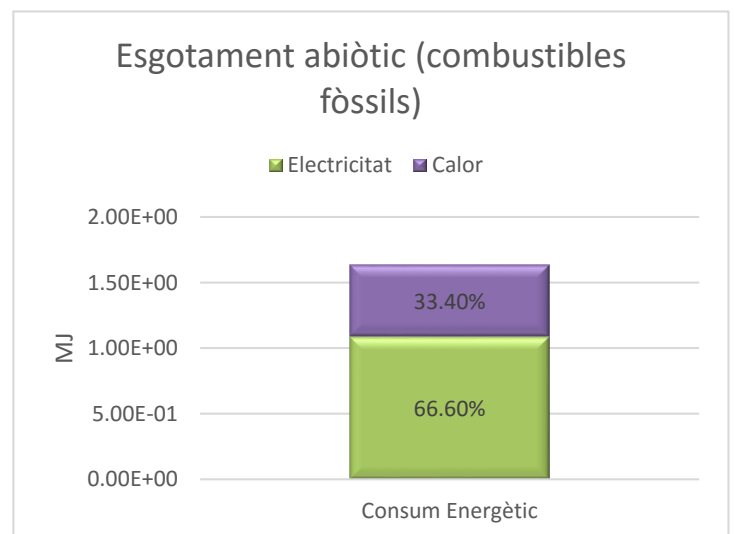
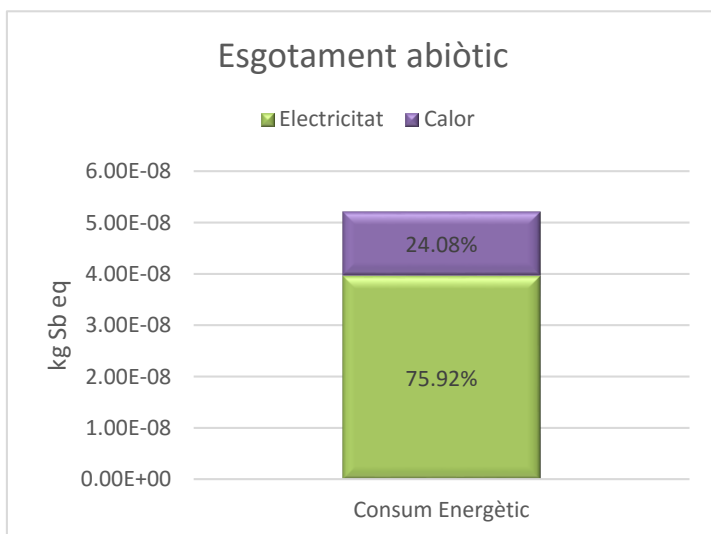
Categoria d'impacte	Unitats	Material PVC		Processament PVC	
		Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	1.41E-11	29.17%	3.43E-11	70.83%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	2.91E-03	90.92%	2.91E-04	9.08%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	1.35E-04	84.64%	2.45E-05	15.36%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	8.31E-13	32.16%	1.75E-12	67.84%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	1.85E-08	72.63%	6.97E-09	27.37%
Acidificació	kg SO ₂ eq	3.77E-07	70.31%	1.59E-07	29.69%
Eutrofició	kg PO ₄ ⁻³ eq	7.28E-08	46.45%	8.39E-08	53.55%

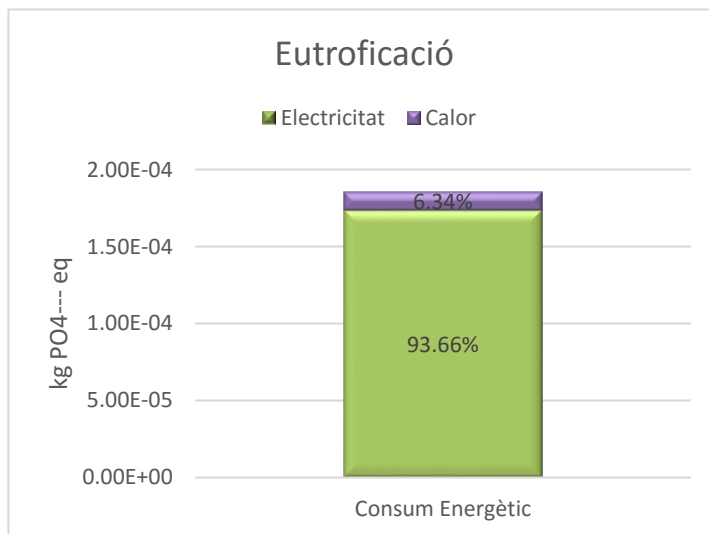
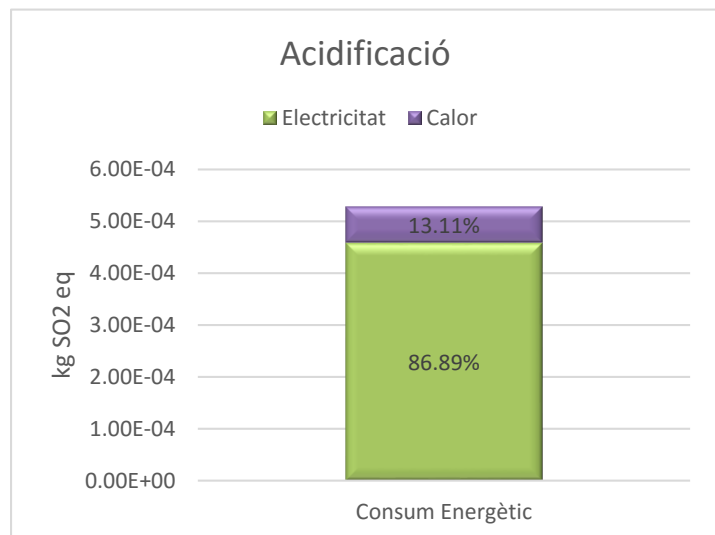
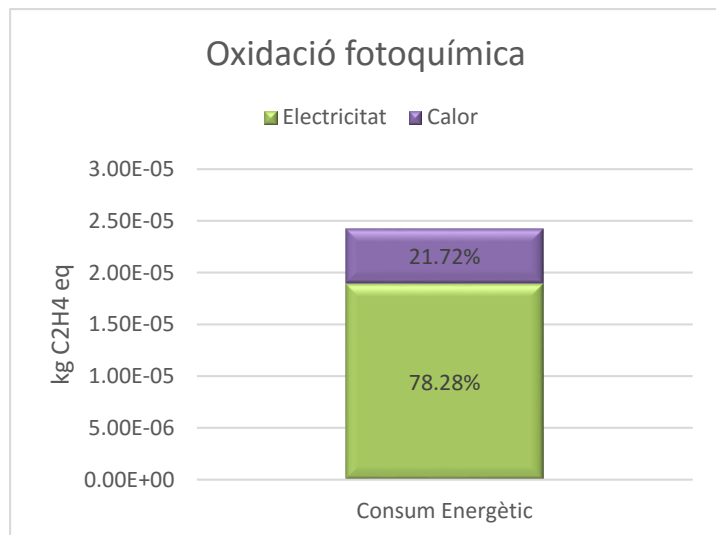
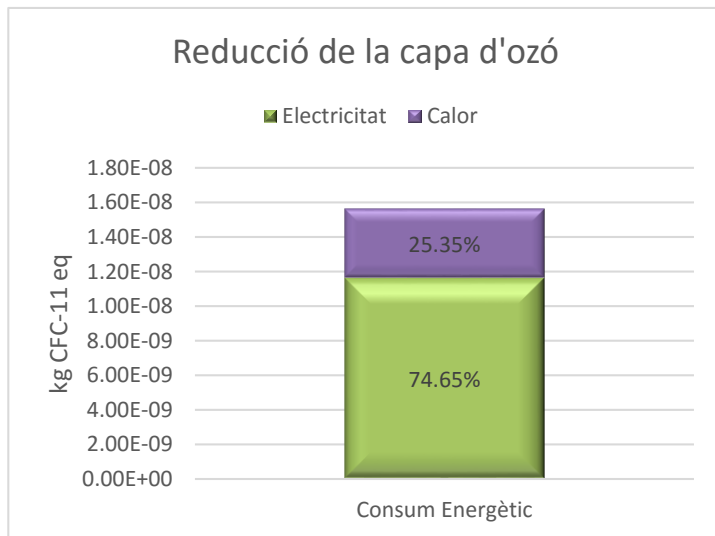
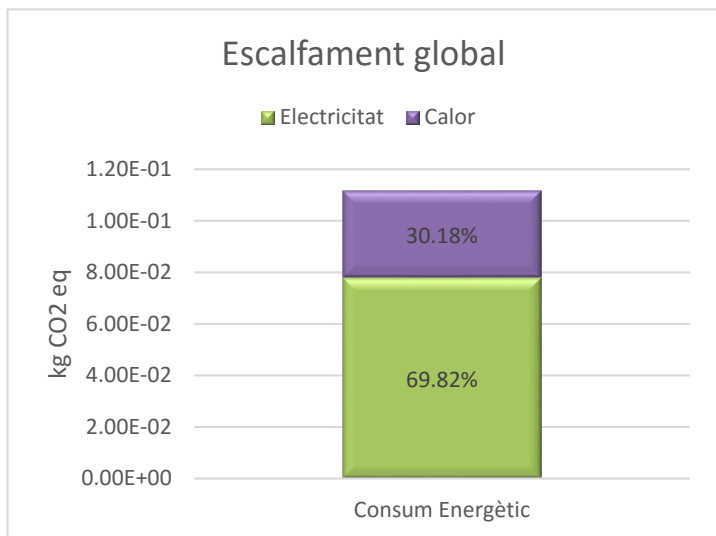




3.1.9. Consum d'energia

Categoria d'impacte	Unitats	Electricitat		Calor	
		Valor	%	Valor	%
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	3.96E-08	75.92%	1.25E-08	24.08%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	1.09E+00	66.60%	5.45E-01	33.40%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	7.78E-02	69.82%	3.36E-02	30.18%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	1.16E-08	74.65%	3.95E-09	25.35%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	1.90E-05	78.28%	5.26E-06	21.72%
Acidificació	kg SO ₂ eq	4.59E-04	86.89%	6.93E-05	13.11%
Eutrofició	kg PO ₄ ⁻³ eq	1.74E-04	93.66%	1.17E-05	6.34%





3.1.10. Producció de biogàs

Es mostra en la taula següent l'impacte que permet reduir el biogàs en el cas en que es reaprofiti l'energia en el sistema

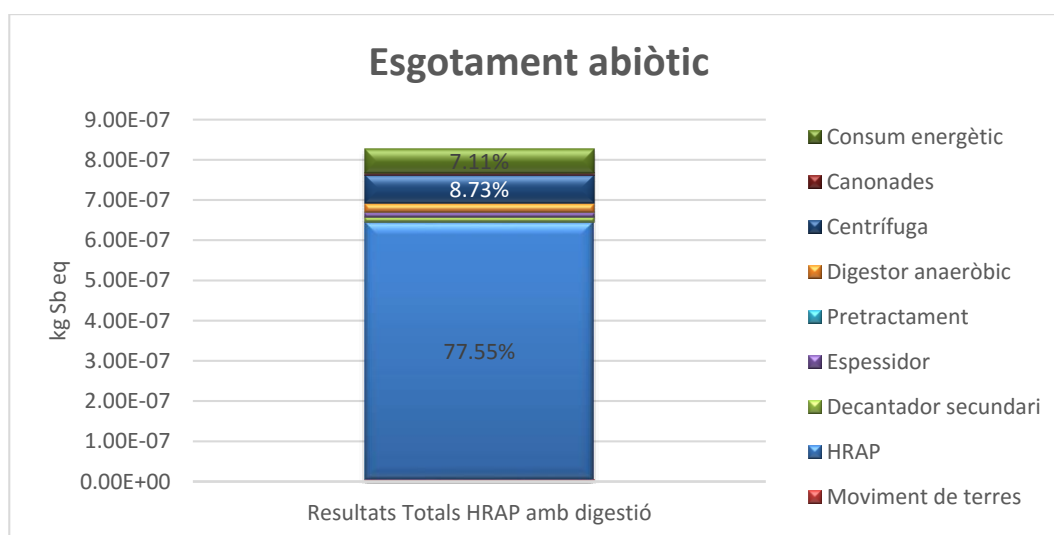
Categoria d'impacte	Unitats	Impacte total	Impacte evitat	% Reducció
Esgotament abiòtic	kg Sb eq	5.87E-07	-1.50E-07	-25.49%
Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	MJ	2.84E+00	-2.42E+00	-85.18%
Escalfament global	kg CO ₂ eq	2.71E-01	-1.58E-01	-58.33%
Reducció de la capa d'ozó	kg CFC ⁻¹¹ eq	2.47E-08	-2.15E-08	-87.09%
Oxidació fotoquímica	kg C ₂ H ₄ eq	6.09E-05	-2.80E-05	-46.00%
Acidificació	kg SO ₂ eq	1.14E-03	-5.88E-04	-51.76%
Eutroficació	kg PO ₄ ⁻³ eq	4.04E-04	-2.10E-04	-52.03%

3.2. Sistema HRAP amb digestió

A continuació s'adjunten els resultats detallats de l'ACV d'un sistema de llacunatge sense decantador primari.

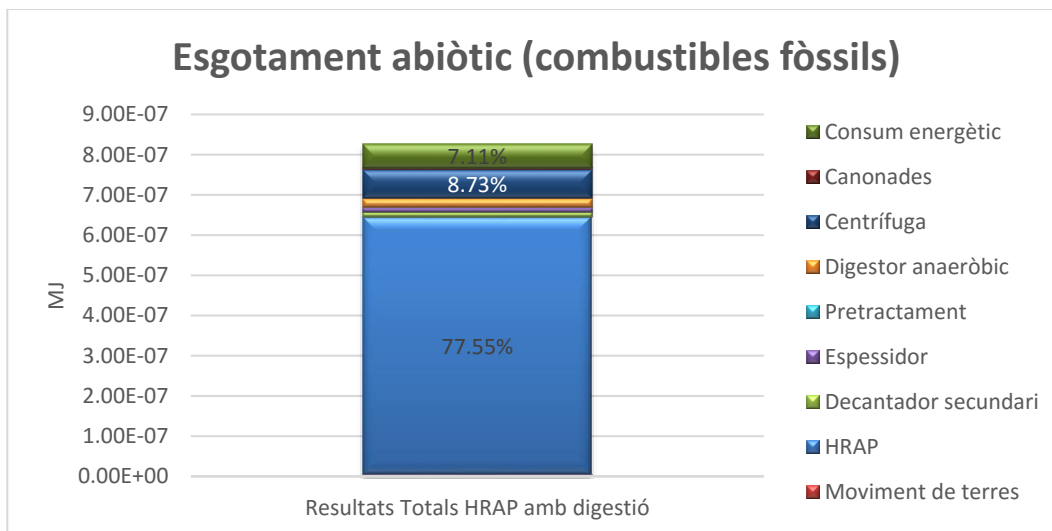
3.2.1. Esgotament abiòtic

	Categoria d'impacte	Esgotament abiòtic	
	Unitats	kg Sb eq	
	Total	8.26E-07	%
Construcció	Moviments de terres	4.36E-09	0.53%
	HRAP	6.41E-07	77.55%
	Decantador secundari	1.21E-08	1.47%
	Espessidor	1.13E-08	1.36%
	Pretractament	1.34E-09	0.16%
	Digestor anaeròbic	2.11E-08	2.55%
	Centrífuga	7.21E-08	8.73%
	Canonades	4.42E-09	0.54%
Operació	Consum elèctric	5.87E-08	7.11%



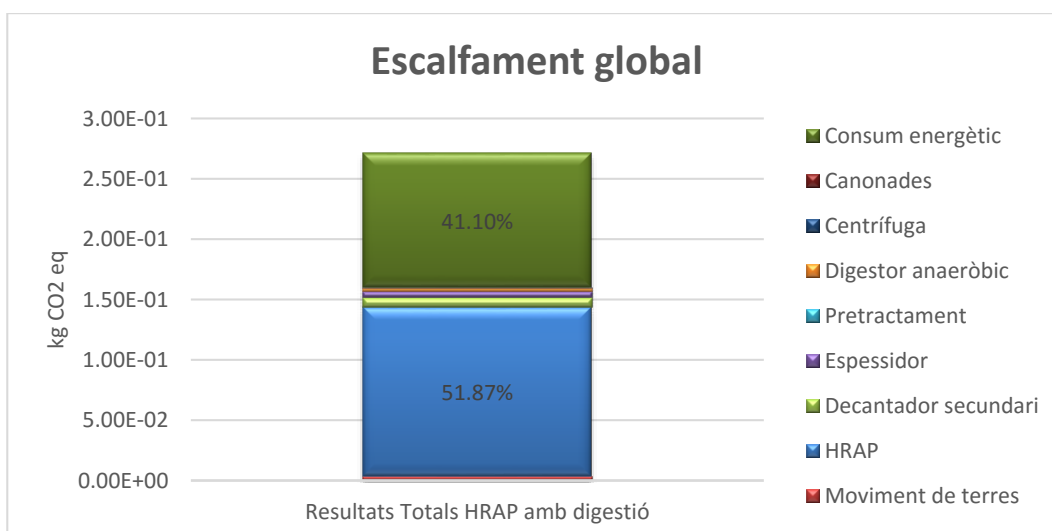
3.2.2. Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)

	Categoria d'impacte	Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	
	Unitats	MJ	
	Total	5.28E+00	%
Construcció	Moviments de terres	5.17E-02	0.98%
	HRAP	1.65E+00	31.19%
	Decantador secundari	9.91E-02	1.88%
	Espessidor	9.27E-02	1.76%
	Pretractament	3.51E-03	0.07%
	Digestor anaeròbic	5.83E-02	1.10%
	Centrífuga	8.24E-03	0.16%
	Canonades	2.49E-01	4.71%
Operació	Consum elèctric	3.07E+00	58.16%



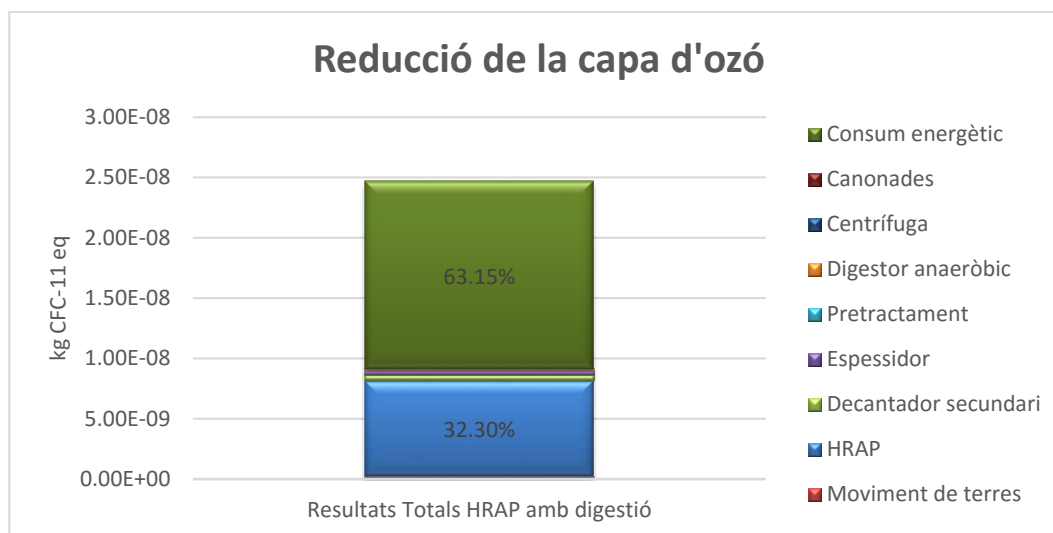
3.2.3. Escalfament global

Categoria d'impacte	Escalfament global	
	Unitats	kg CO ₂ eq
Total	4.40E-01	%
Construcció	Moviments de terres	3.63E-03 (0.82%)
	HRAP	1.82E-01 (41.31%)
	Decantador secundari	1.08E-02 (2.46%)
	Espressidor	1.01E-02 (2.30%)
	Pretractament	3.70E-04 (0.08%)
	Digestor anaeròbic	6.34E-03 (1.44%)
	Centrífuga	6.20E-04 (0.14%)
	Canonades	1.23E-02 (2.80%)
Operació	Consum elèctric	2.14E-01 (48.64%)



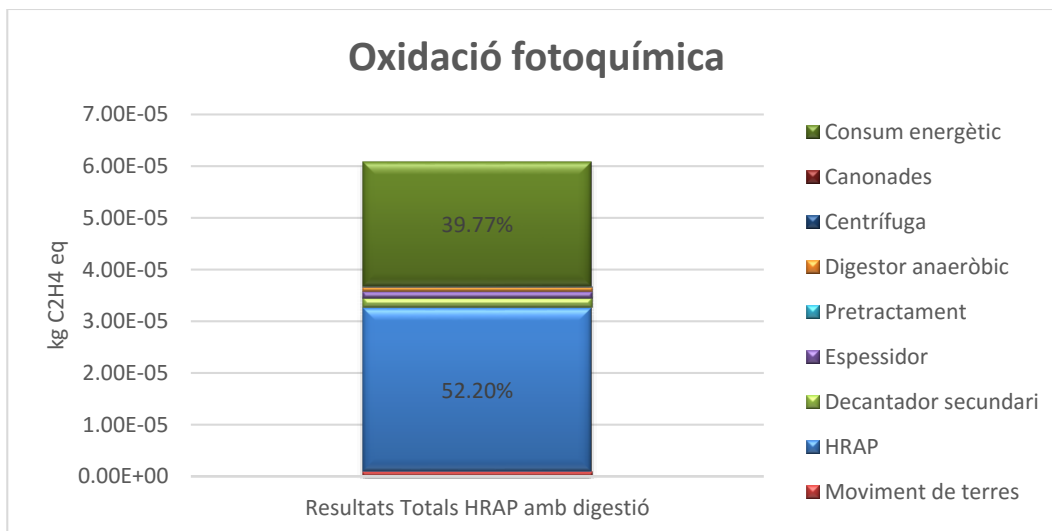
3.2.4. Reducció de la capa d'ozó

	Categoria d'impacte	Reducció de la capa d'ozó	
	Unitats	kg CFC ⁻¹¹ eq	
	Total	2.10E-08	%
Construcció	Moviments de terres	2.42E-10	1.15%
	HRAP	5.45E-09	25.97%
	Decantador secundari	3.37E-10	1.60%
	Espressidor	3.14E-10	1.50%
	Pretractament	1.14E-11	0.05%
	Digestor anaeròbic	1.91E-10	0.91%
	Centrífuga	9.05E-11	0.43%
	Canonades	1.19E-10	0.57%
Operació	Consum elèctric	1.42E-08	67.81%



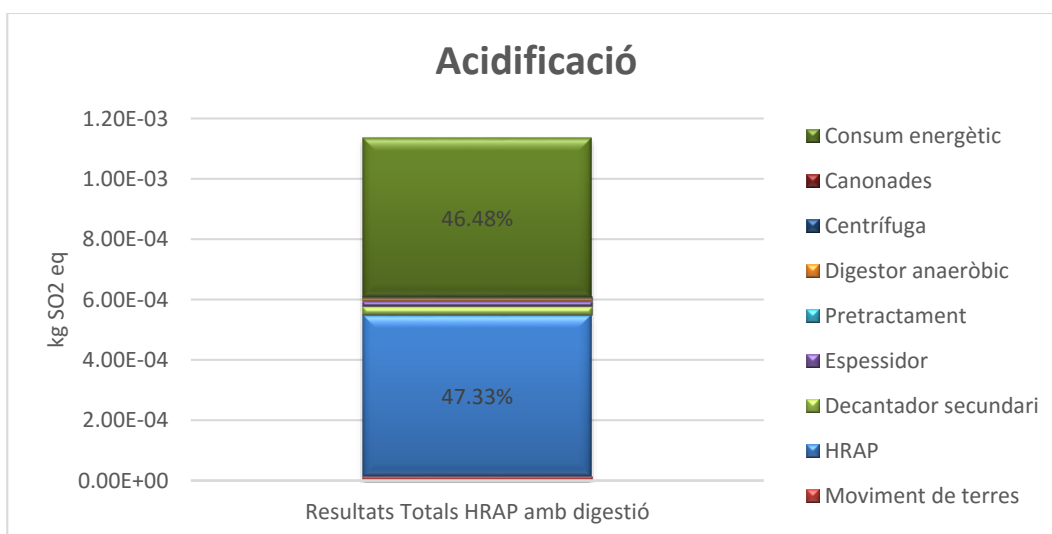
3.2.5. Oxidació fotoquímica

	Categoria d'impacte	Oxidació fotoquímica	
	Unitats	kg C ₂ H ₄ eq	
	Total	1.08E-04	%
Construcció	Moviments de terres	6.47E-07	0.60%
	HRAP	4.67E-05	43.28%
	Decantador secundari	3.05E-06	2.82%
	Espressidor	2.86E-06	2.65%
	Pretractament	1.06E-07	0.10%
	Digestor anaeròbic	1.72E-06	1.60%
	Centrífuga	6.75E-07	0.63%
	Canonades	1.96E-06	1.82%
Operació	Consum elèctric	5.02E-05	46.52%



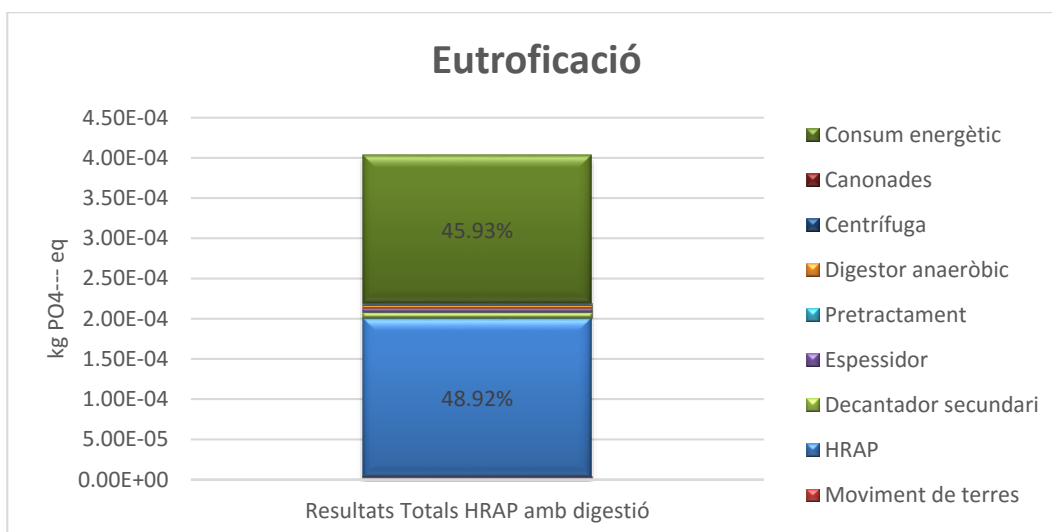
3.2.6. Acidificació

Categoria d'impacte	Acidificació	
	Unitats	kg SO ₂ eq
Total	1.14E-03	%
Construcció	Moviments de terres	1.14E-05 1.00%
	HRAP	5.38E-04 47.33%
	Decantador secundari	2.74E-05 2.41%
	Espessidor	1.73E-05 1.52%
	Pretractament	5.71E-07 0.05%
	Digestor anaeròbic	1.04E-05 0.91%
	Centrífuga	2.76E-06 0.24%
	Canonades	5.36E-07 0.05%
Operació	Consum elèctric	5.28E-04 46.48%



3.2.7. Eutroficació

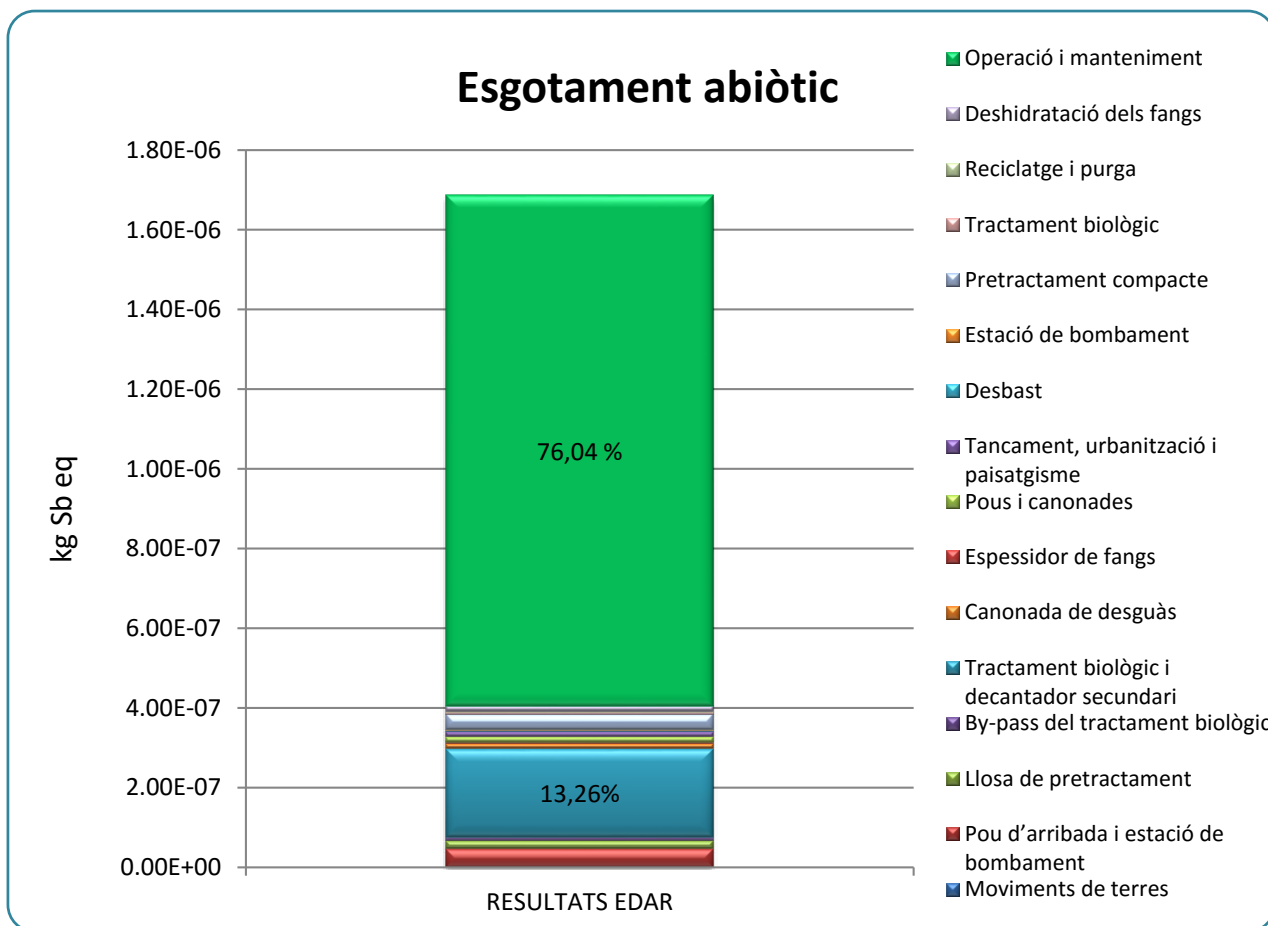
	Eutrofició	
	Unitats	kg PO ₄ ⁻³ eq
Total	4.04E-04	%
Construcció	Moviments de terres	3.02E-06 0.75%
	HRAP	1.97E-04 48.92%
	Decantador secundari	7.25E-06 1.80%
	Espressor	4.60E-06 1.14%
	Pretractament	2.14E-07 0.05%
	Digestor anaeròbic	3.94E-06 0.98%
	Centrífuga	1.62E-06 0.40%
	Canonades	1.57E-07 0.04%
Operació	Consum elèctric	1.85E-04 45.93%



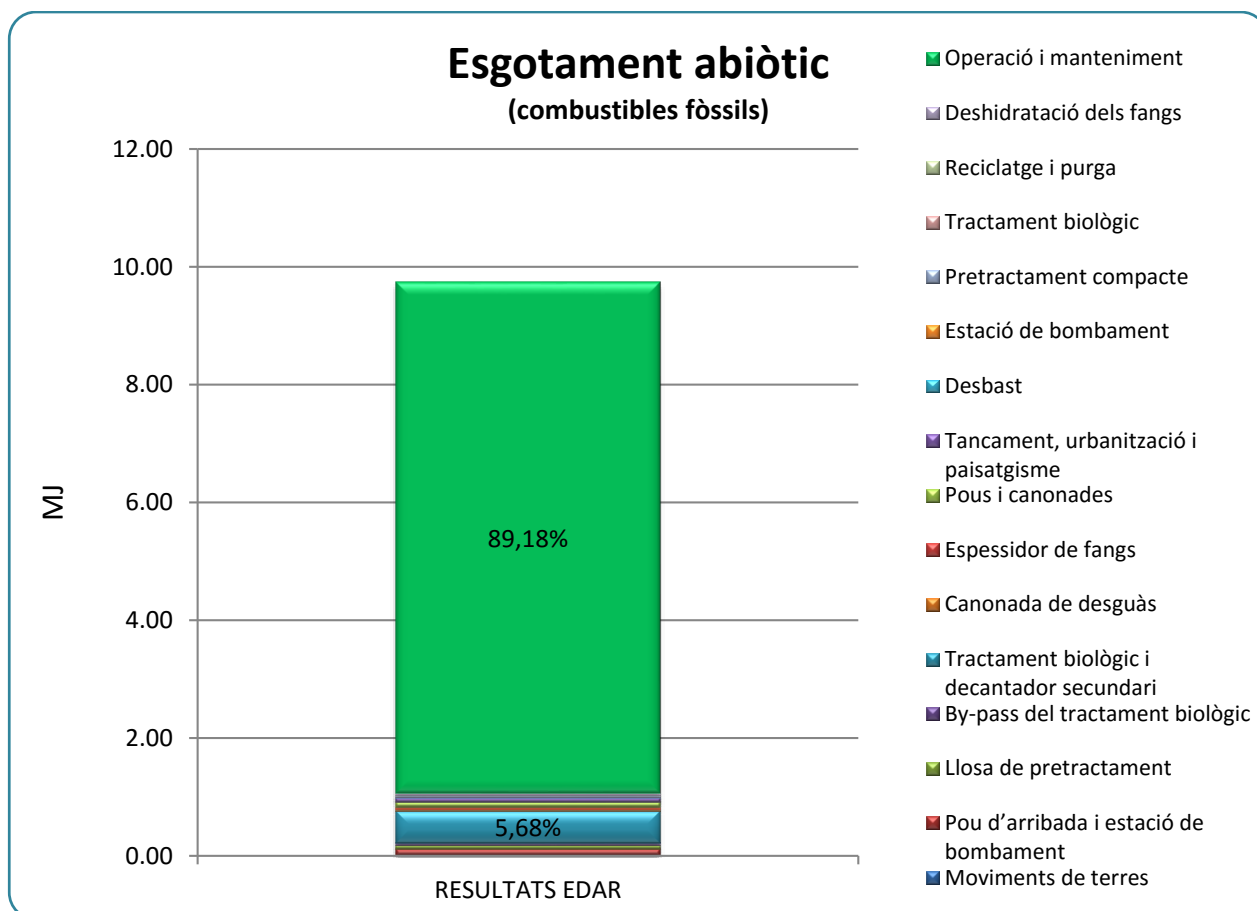
3.3. Sistema EDAR

A continuació s'adjunten els resultats de l'anàlisi del cicle de vida d'un sistema EDAR convencional amb fangs activats, realitzat en un altre estudi. (Cullell, 2015).

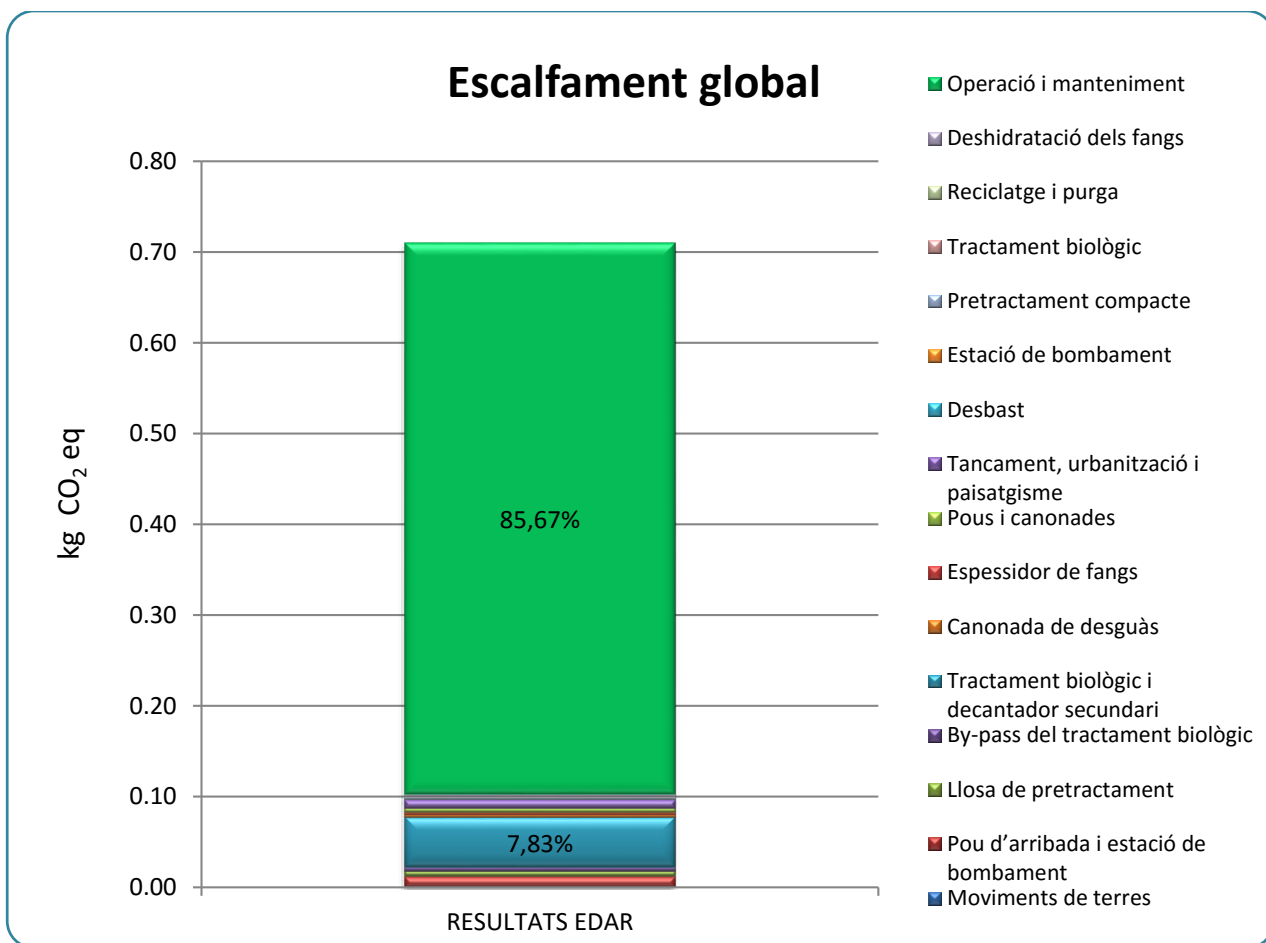
Categoria d'impacte	Esgotament abiòtic	
	kg Sb eq	
Total	1.69E-06	%
Moviments de terres	5.56E-10	0.03%
Pou d'arribada i estació de bombament	4.63E-08	2.74%
Llosa de pretractament	2.04E-08	1.21%
By-pass del tractament biològic	7.04E-09	0.42%
Tractament biològic i decantador secundari	2.24E-07	13.26%
Canonada de desguàs	1.28E-08	0.76%
Espressidor de fangs	3.65E-09	0.22%
Pous i canonades	1.34E-08	0.80%
Tancament, urbanització i paisatgisme	1.25E-08	0.74%
Desbast	3.93E-09	0.23%
Estació de bombament	1.99E-09	0.12%
Pretractament compacte	3.74E-08	2.22%
Tractament biològic	5.03E-09	0.30%
Reciclatge i purga	2.38E-09	0.14%
Deshidratació dels fangs	1.32E-08	0.78%
Operació i manteniment	1.28E-06	76.04%



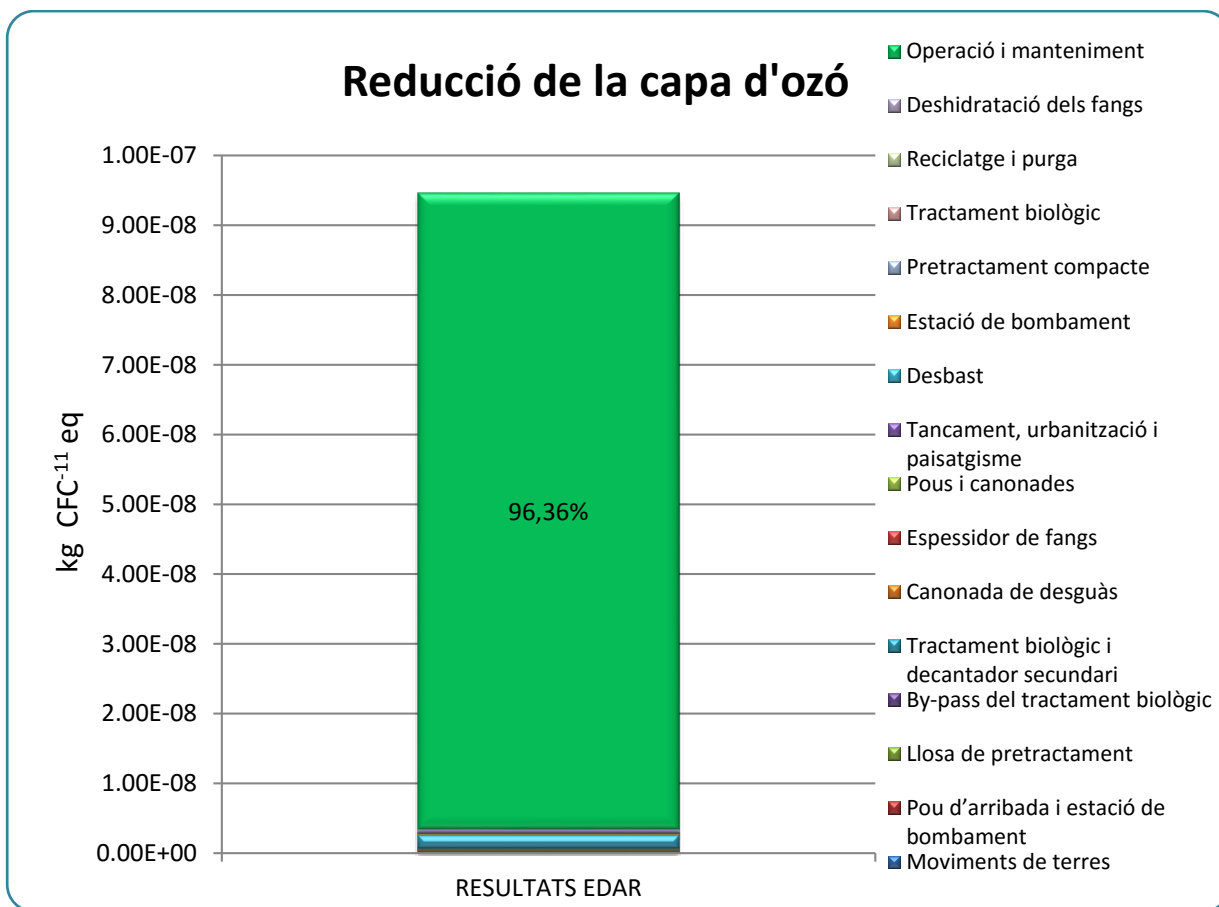
Categoria d'impacte	Esgotament abiòtic (combustibles fòssils)	
	MJ	
Total	9.74E+00	%
Moviments de terres	6.18E-03	0.06%
Pou d'arribada i estació de bombament	1.15E-01	1.18%
Llosa de pretractament	5.71E-02	0.59%
By-pass del tractament biològic	3.57E-02	0.37%
Tractament biològic i decantador secundari	5.53E-01	5.68%
Canonada de desguàs	3.31E-02	0.34%
Espessidor de fangs	1.98E-02	0.20%
Pous i canonades	9.22E-02	0.95%
Tancament, urbanització i paisatgisme	7.63E-02	0.78%
Desbast	6.77E-03	0.07%
Estació de bombament	3.43E-03	0.04%
Pretractament compacte	2.50E-02	0.26%
Tractament biològic	4.21E-03	0.04%
Reciclatge i purga	3.01E-03	0.03%
Deshidratació dels fangs	2.27E-02	0.23%
Operació i manteniment	8.68E+00	89.18%



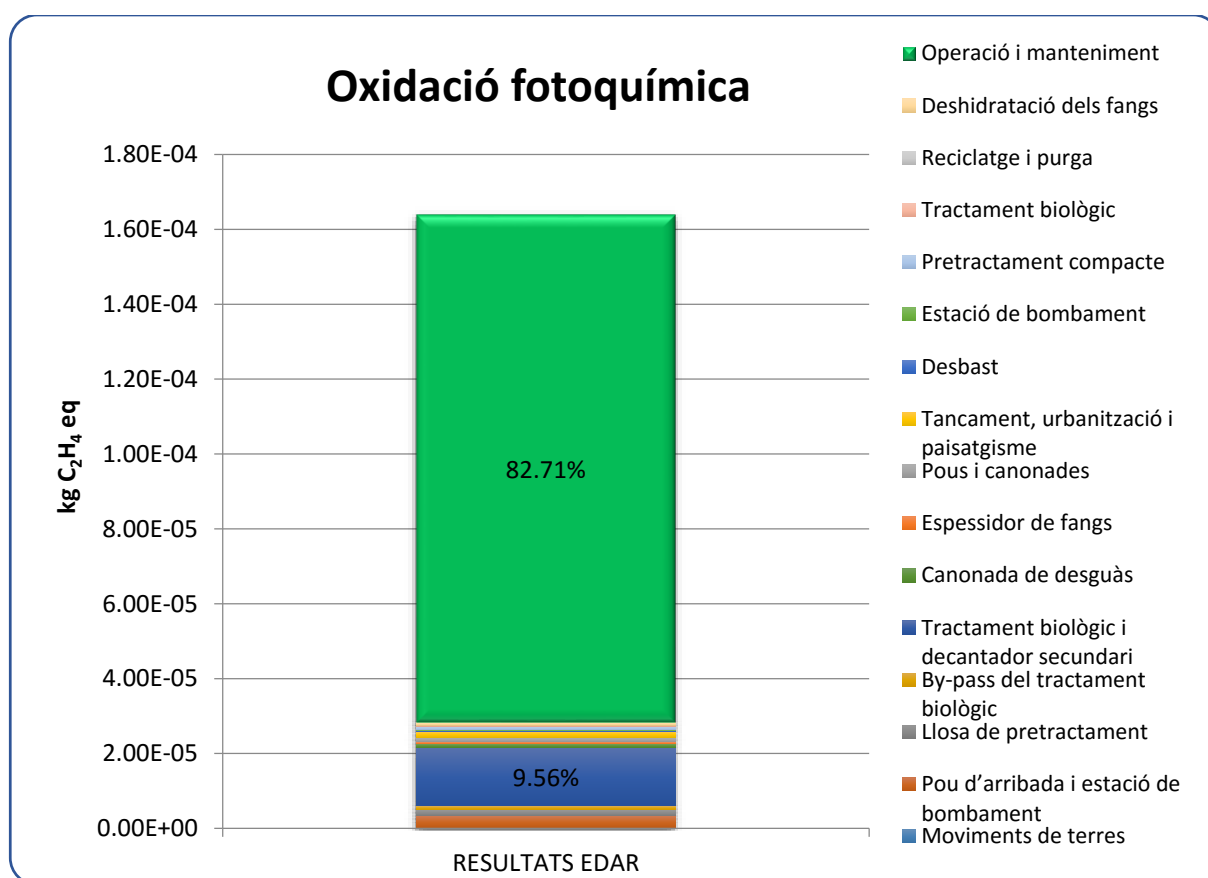
Categoria d'impacte	Escalfament global	
Unitats	kg CO ₂ eq	
Total	7.10E-01	%
Moviments de terres	4.36E-04	0.06%
Pou d'arribada i estació de bombament	1.16E-02	1.63%
Llosa de pretractament	5.94E-03	0.84%
By-pass del tractament biològic	3.72E-03	0.52%
Tractament biològic i decantador secundari	5.56E-02	7.83%
Canonada de desguàs	3.30E-03	0.46%
Espessidor de fangs	2.08E-03	0.29%
Pous i canonades	5.04E-03	0.71%
Tancament, urbanització i paisatgisme	8.93E-03	1.26%
Desbast	5.35E-04	0.08%
Estació de bombament	2.71E-04	0.04%
Pretractament compacte	1.97E-03	0.28%
Tractament biològic	3.28E-04	0.05%
Reciclatge i purga	2.36E-04	0.03%
Deshidratació dels fangs	1.79E-03	0.25%
Operació i manteniment	6.08E-01	85.67%



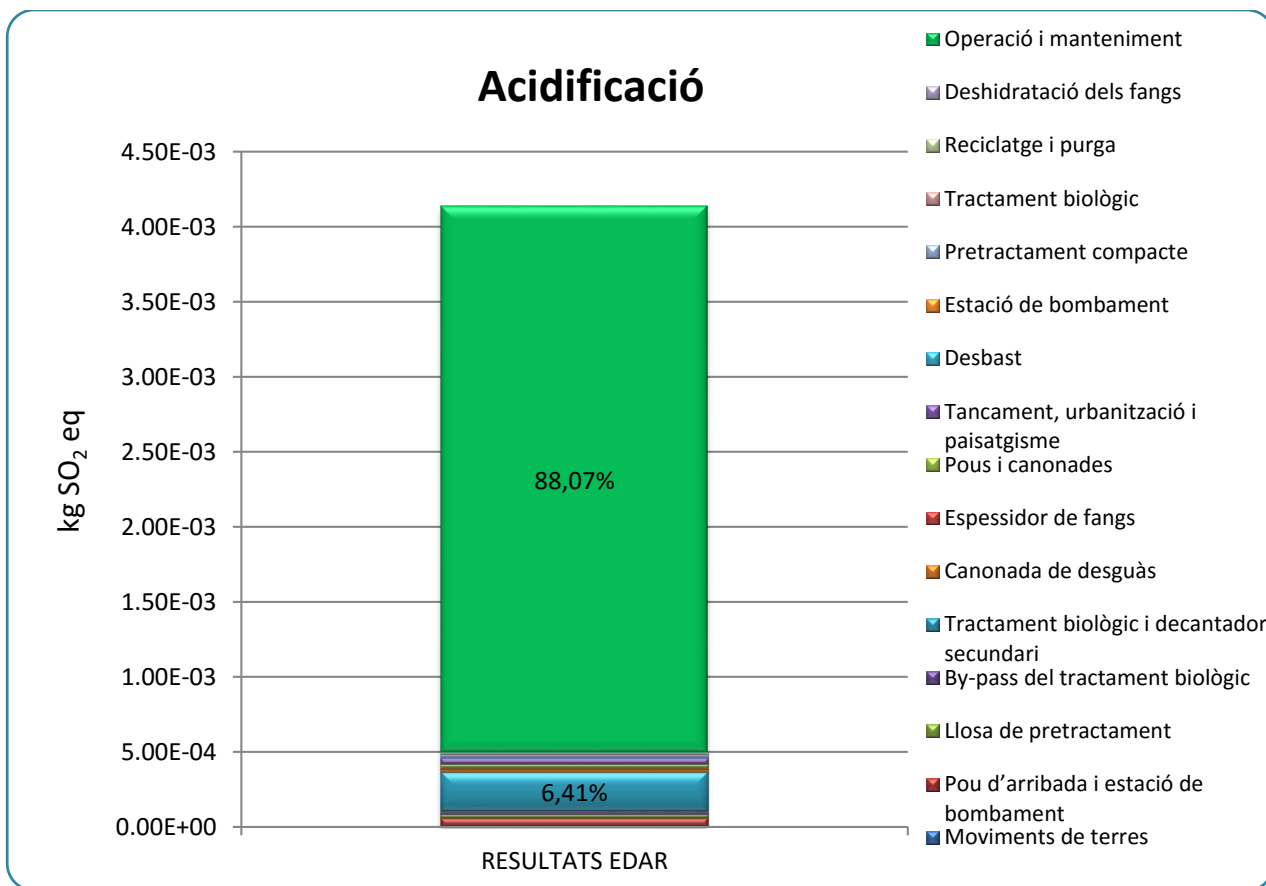
Categoria d'impacte	Reducció de la capa d'ozó	
	kg CFC ⁻¹¹ eq	
Total	9.46E-08	%
Moviments de terres	2.87E-11	0.03%
Pou d'arribada i estació de bombament	3.85E-10	0.41%
Llosa de pretractament	1.93E-10	0.20%
By-pass del tractament biològic	1.20E-10	0.13%
Tractament biològic i decantador secundari	1.85E-09	1.95%
Canonada de desguàs	1.13E-10	0.12%
Espessidor de fangs	6.95E-11	0.07%
Pous i canonades	1.66E-10	0.18%
Tancament, urbanització i paisatgisme	2.86E-10	0.30%
Desbast	2.11E-11	0.02%
Estació de bombament	1.07E-11	0.01%
Pretractament compacte	1.04E-10	0.11%
Tractament biològic	1.73E-11	0.02%
Reciclatge i purga	1.04E-11	0.01%
Deshidratació dels fangs	7.08E-11	0.07%
Operació i manteniment	9.11E-08	96.36%



Categoria d'impacte	Oxidació fotoquímica	
	kg C ₂ H ₄ eq	
Total	1.64E-04	%
Moviments de terres	7.49E-08	0.05%
Pou d'arribada i estació de bombament	3.26E-06	1.99%
Llosa de pretractament	1.59E-06	0.97%
By-pass del tractament biològic	1.09E-06	0.67%
Tractament biològic i decantador secundari	1.57E-05	9.56%
Canonada de desguàs	8.99E-07	0.55%
Espressidor de fangs	5.37E-07	0.33%
Pous i canonades	1.28E-06	0.78%
Tancament, urbanització i paisatgisme	1.58E-06	0.96%
Desbast	2.25E-07	0.14%
Estació de bombament	1.14E-07	0.07%
Pretractament compacte	9.93E-07	0.61%
Tractament biològic	1.72E-07	0.10%
Reciclatge i purga	1.08E-07	0.07%
Deshidratació dels fangs	7.54E-07	0.46%
Operació i manteniment	1.36E-04	82.71%



Categoria d'impacte	Acidificació	
	kg SO ₂ eq	
Total	4.14E-03	%
Moviments de terres	2.54E-06	0.06%
Pou d'arribada i estació de bombament	5.53E-05	1.34%
Llosa de pretractament	2.78E-05	0.67%
By-pass del tractament biològic	1.68E-05	0.41%
Tractament biològic i decantador secundari	2.65E-04	6.41%
Canonada de desguàs	1.56E-05	0.38%
Espressidor de fangs	9.26E-06	0.22%
Pous i canonades	2.44E-05	0.59%
Tancament, urbanització i paisatgisme	4.15E-05	1.00%
Desbast	2.91E-06	0.07%
Estació de bombament	1.48E-06	0.04%
Pretractament compacte	1.66E-05	0.40%
Tractament biològic	2.77E-06	0.07%
Reciclatge i purga	1.53E-06	0.04%
Deshidratació dels fangs	9.77E-06	0.24%
Operació i manteniment	3.64E-03	88.07%



Categoria d'impacte	Eutrofició	
	kg PO ₄ ⁻³ eq	
Total	1.49E-03	%
Moviments de terres	6.02E-07	0.04%
Pou d'arribada i estació de bombament	1.61E-05	1.08%
Llosa de pretractament	7.67E-06	0.51%
By-pass del tractament biològic	4.38E-06	0.29%
Tractament biològic i decantador secundari	7.72E-05	5.17%
Canonada de desguàs	4.46E-06	0.30%
Espessidor de fangs	2.28E-06	0.15%
Pous i canonades	4.93E-06	0.33%
Tancament, urbanització i paisatgisme	8.31E-06	0.56%
Desbast	1.09E-06	0.07%
Estació de bombament	5.53E-07	0.04%
Pretractament compacte	7.55E-06	0.51%
Tractament biològic	1.14E-06	0.08%
Reciclatge i purga	5.98E-07	0.04%
Deshidratació dels fangs	3.65E-06	0.24%
Operació i manteniment	1.35E-03	90.59%

