

Annex E. Anàlisi mediambiental

Sumari

E.1. GLOSSARI	99
E.2. INTRODUCCIÓ	101
E.3. ANÀLISI MEDIAMBIENTAL DE LA TECNOLOGIA CONVENCIONAL: DESGREIXATGE AQUÓS AMB TENSIOACTIUS	103
E.3.1. Cànon de l'aigua	103
E.4. ANÀLISI MEDIAMBIENTAL DE L'ALTERNATIVA PROPOSADA: DESGREIXATGE AMB GAS DENS (CO₂)	105
E.4.1. Diòxid de carboni i efecte hivernacle	106
E.5. COMPARACIÓ DE TECNOLOGIES. CàLCUL DELS ÍNDEXS DE SOSTENIBILITAT	107
E.5.1. Càlcul de l'índex de matèria	107
E.5.1.1. Tecnologia convencional	107
E.5.1.2. Alternativa proposada	108
E.5.2. Càlcul de l'índex d'energia	108
E.5.2.1. Tecnologia convencional	108
E.5.2.2. Alternativa proposada	109
E.5.3. Càlcul de l'índex d'aigua	110
E.5.3.1. Tecnologia convencional	111
E.5.3.2. Alternativa proposada	111
E.5.4. Càlcul de l'índex de toxicitat	112
E.5.4.1. Tecnologia convencional	112
E.5.4.2. Alternativa proposada	112
E.5.5. Càlcul de l'índex de contaminació	112
E.5.5.1. Tecnologia convencional	113
E.5.5.2. Alternativa proposada	113
E.5.6. Càlcul de l'índex d'incendi i explosió	115
E.5.7. Resum de resultats	115
E.6. CONCLUSIONS	119



E.7. BIBLIOGRAFIA	121
E.7.1. Referències bibliogràfiques	121



E.1. Glossari

Col·lecció d'abreviatures que apareixen a l'annex i explicació del seu significat:

CFC	Clorofluorocarburs
DQO	Demanda química d'oxigen
E_{elèctrica}	Energia elèctrica
GN	Gas natural
IA	Índex d'aigua
IC	Índex de contaminació
IE	Índex d'energia
IIE	Índex d'incendi i explosió o índex Dow
IM	Índex de matèria
IT	Índex de toxicitat
MES	Matèries en suspensió
MI	Matèries inhibidores
MO	Matèries oxidables
N	Nitrogen
P	Fòsfor
SOL	Sals solubles





E.2. Introducció

En l'annex E es realitza una anàlisi mediambiental tant de la tecnologia convencional com de l'alternativa proposada. Es descriu la problemàtica de cadascuna de les dues alternatives, que en el cas de la tecnologia convencional rau bàsicament en l'ús industrial de l'aigua i les conseqüències que comporta (costos de depuració i cànon de l'aigua), mentre que en el cas de l'alternativa proposada l'aspecte mediambiental més rellevant és l'emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera, un dels principals gasos d'efecte hivernacle.

Tot seguit es presenta un càlcul detallat dels índexs de sostenibilitat, també anomenats índexs de Bridges, per tal de comparar les dues tecnologies en aquests termes. Es calculen els índexs següents: índex de matèria, índex d'energia, índex d'aigua, índex de toxicitat, índex de contaminació i índex d'incendi i explosió o índex Dow. Finalment, es representen gràficament els resultats obtinguts per a cadascuna de les tecnologies i s'analitza quina d'elles és més sostenible.





E.3. Anàlisi mediambiental de la tecnologia convencional: desgreixatge aquós amb tensioactius

La tecnologia convencional és altament contaminant degut al bany residual de desgreixatge que se n'obté. Els tensioactius utilitzats són biodegradables i no tòxics, però aquests, juntament amb el greix de la pell, formen una emulsió en aigua que dona lloc al bany residual de desgreixatge. Aquest bany té unes característiques fisicoquímiques molt negatives, especialment pel que fa a DQO (demanda química d'oxigen), amb un valor mitjà a la sortida del procés de desgreixatge de 88000 mg O₂/l [6].

Les aigües residuals del procés tenen una doble penalització mediambiental: per una banda, cal depurar-les; per l'altra, cal pagar un impost per haver-les generat, el cànon de l'aigua.

Pel que fa a la depuració del bany residual de desgreixatge, la mateixa indústria adobera es veu obligada a tenir una depuradora instal·lada en la mateixa planta. La DQO inicial del bany (88000 mg O₂/l) es rebaixa fins als 250 mg O₂/l aproximadament, valor encara superior a l'establert per la llei, que és de 160 mg O₂/l [1]. Avui, el cost promig de depuració d'aquestes aigües a l'empresa Santiago Fatjó, S. L. és d'1 €/m³ [4].

Quant al cànon de l'aigua, és un impost de naturalesa ecològica sobre l'ús i la càrrega contaminant abocada pels usuaris de l'aigua, que a continuació s'explica més detalladament. Degut a la gran càrrega contaminant del bany residual de desgreixatge, el cànon de l'aigua a l'empresa Santiago Fatjó, S. L. és d'1,4 €/m³ [4].

E.3.1. Cànon de l'aigua

El Decret Legislatiu 3/2003, de 4 de novembre, pel qual s'aprova el text refós de la legislació en matèria d'aigües a Catalunya, regula el cànon de l'aigua [5], un impost de naturalesa ecològica sobre l'ús i la càrrega contaminant abocada pels usuaris de l'aigua.

A través del cànon els usuaris de l'aigua contribueixen als costos dels serveis del cicle de l'aigua: despeses dels sistemes de sanejament i la resta d'infraestructures de producció i transport d'aigua; prevenció en origen i manteniment dels cabals ecològics; recuperació d'aqüífers contaminats, obres d'instal·lació d'infraestructures d'abastament; etc.



El cànon de l'aigua té un fort component ecològic i per això grava l'ús real o potencial de l'aigua i la contaminació que, un cop utilitzada, es pugui produir. El seu valor s'obté a partir de l'equació (Eq. E.1):

$$\text{Cànon de l'aigua [€]} = \text{Base imposable [m}^3\text{]} \cdot \text{Tipus de gravamen [€/m}^3\text{]} \quad (\text{Eq. E.1})$$

La base imposable del cànon de l'aigua és constituïda pel volum d'aigua consumit. El tipus de gravamen, per als usos industrials i assimilables, resulta de la suma d'un tipus de gravamen general, corresponent a l'ús, i d'un tipus de gravamen específic, corresponent a la contaminació. El tipus de gravamen s'obté a partir de l'equació (Eq. E.2):

$$\text{Tipus de gravamen} = \text{Tipus de gravamen general} + \text{Tipus de gravamen específic} \quad (\text{Eq. E.2})$$

Els valors vigents dels tipus i paràmetres de contaminació del cànon de l'aigua per a l'any 2006 per als usuaris industrials i assimilables (Llei 20/2005, de 29 de desembre, de pressupostos de la Generalitat de Catalunya per al 2006) són els següents:

- Tipus de gravamen general: 0,1091 €/m³
- Tipus de gravamen específic, que es pot determinar segons un dels següents sistemes:
 - 1) Tarifació per volum: 0,4277 €/m³
 - 2) Tarifació individualitzada per mesurament directe de l'ús i de la càrrega contaminant abocada (taula E.1):

PARÀMETRES DE CONTAMINACIÓ	PREU DELS PARÀMETRES
Matèries en suspensió (MES)	0,3305 €/kg
Matèries oxidables (MO)	0,6611 €/kg
Sals Solubles (SOL)	5,2892 €/Sm ³ ·cm
Matèries inhibidores (MI)	7,8408 €/kequitox
Nitrogen (N)	0,5019 €/kg
Fòsfor (P)	1,0039 €/kg

Taula E.1 - Tarifació individualitzada del gravamen específic [5]



E.4. Anàlisi mediambiental de l'alternativa proposada: desgreixatge amb gas dens (CO₂)

L'alternativa proposada passa per substituir l'aigua pel diòxid de carboni com a solvent del procés de desgreixatge. Per tant, en aquest cas no existeix la problemàtica mediambiental de l'ús industrial de l'aigua. Tot i que se n'utilitza una certa quantitat per a determinats serveis del procés (escalfament i/o refredament de corrents), aquesta és reutilitzada i el seu consum és mínim (només degut a petites pèrdues o parades de manteniment).

L'aspecte mediambiental més rellevant de l'alternativa proposada de desgreixatge amb gas dens és l'emissió que es produeix de diòxid de carboni a l'atmosfera. No obstant, no es tracta d'emissions considerables, ja que la major part del gas és recirculat i reutilitzat en la següent operació de desgreixatge.

La quantitat de diòxid de carboni emès a l'atmosfera per la planta dissenyada és exactament de 53,25 kg/dia. Aquest valor, que és mínim, no es veu afectat per l'aplicació del protocol de Kyoto [7], ja aquest no penalitza les emissions de diòxid de carboni que estiguin relacionades amb tecnologies innovadores o instal·lacions utilitzades per a la investigació, desenvolupament i experimentació de nous processos, com és el cas del projecte.

Si tot i això es consulta l'annex I de la Directiva 2003 – 87 – CE [3], que regula les activitats afectades pel protocol de Kyoto, s'observa que les indústries obligades a pagar per emetre gasos d'efecte hivernacle han de tenir produccions diàries de diverses tones com a mínim. Per tant, queda descartada la penalització mediambiental per emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera, ja que aquesta, per a la planta dissenyada, és mínima.

Quant als impactes sobre la salut humana, el diòxid de carboni no és tòxic a nivell local. L'única precaució que cal tenir és la de ventilar bé la instal·lació on es duu a terme el procés. El diòxid de carboni només és tòxic quan n'hi ha més d'un 8% a l'atmosfera, que té afectació sobre les persones pel desplaçament de l'oxigen que comporta.

El diòxid de carboni, també anomenat biòxid de carboni, òxid de carboni (IV) i anhídrid carbònic, és un gas de fórmula química CO₂, les molècules del qual són lineals i apolars. La seva presència en excés a l'atmosfera impedeix la sortida de la calor a l'espai i això produeix un escalfament global del planeta, fenomen conegut amb el nom d'efecte hivernacle i explicat més detalladament tot seguit.



E.4.1. Diòxid de carboni i efecte hivernacle

La temperatura de la Terra és, en principi, l'òptima per a la vida al planeta. Els anomenats gasos d'efecte hivernacle retenen l'escalfor del sol que la Terra reflecteix, contribuint així a mantenir estable la temperatura del planeta. No obstant, un excés d'aquests gasos provoca un escalfament global del planeta, fenomen conegut amb el nom d'efecte hivernacle [8].

L'atmosfera conté diversos gasos d'efecte hivernacle, la majoria en quantitats molt petites: el diòxid de carboni, el metà, els òxids de nitrogen, el vapor d'aigua i l'ozó. Tots ells són gasos d'efecte hivernacle. A més, però, també existeixen algunes substàncies produïdes per l'activitat humana que augmenten aquest efecte hivernacle, com els gasos clorofluorocarburs (CFC), els principals responsables del deteriorament de la capa d'ozó.

Sense la presència de dos dels gasos d'efecte hivernacle naturals, el diòxid de carboni i el vapor d'aigua, la temperatura de la Terra seria 30 °C inferior a l'actual. Però la contaminació fa que augmenti la quantitat de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera. Això comporta el risc d'un increment general de la temperatura del planeta.

El diòxid de carboni, per tant, és un dels principals gasos d'efecte hivernacle, que en concentracions òptimes contribueix al manteniment de la temperatura del planeta però que en excés provoca un escalfament global de la Terra.

En conseqüència, les emissions de diòxid de carboni produïdes per l'activitat industrial no són desitjables per a la salut del planeta. En el cas del projecte, la tecnologia de desgreixatge amb diòxid de carboni dens no produeix emissions significatives del gas (el consum de diòxid de carboni és tan sols de 53,25 kg per dia).



E.5. Comparació de tecnologies. Càlcul dels índexs de sostenibilitat

La sostenibilitat engloba els interessos mediambientals, però també els socials i econòmics. Per tal de comparar les dues tecnologies en termes de sostenibilitat, s'utilitza la metodologia de Bridges [2], que consta dels següents índexs: índex de matèria, índex d'energia, índex d'aigua, índex de toxicitat, índex de contaminació i índex d'incendi i explosió o índex Dow.

A partir del càlcul dels índexs de sostenibilitat per a la tecnologia convencional i l'alternativa proposada, es poden comparar consums, impactes, riscos, etc. Com més baix és el valor d'un índex, més sostenible és el procés; és a dir, genera més valor amb menys impacte.

Tots els índexs es calculen per unitat de massa de producte excepte l'índex d'incendi i explosió, que oscil·la entre els valors de 0 i 300.

E.5.1. Càlcul de l'índex de matèria

L'índex de matèria es defineix com els quilograms gastats de matèries principals (no convertits en producte útil o no utilitzats per a les reaccions) per quilogram de producte obtingut. Es calcula segons l'equació (Eq. E.3):

$$\boxed{\text{Índex de matèria} = \frac{\text{Quantitat consumida de matèries principals}}{\text{Quantitat obtinguda de producte acabat}}} \quad (\text{Eq. E.3})$$

E.5.1.1. Tecnologia convencional

Sabent que es gasten 7,50 kg d'aigua i $4 \cdot 10^{-3}$ kg de tensioactiu per pell i que cada pell pesa de mitjana 0,80 kg, s'aplica l'equació (Eq. E.3) i s'obté el següent resultat:

$$IM = \frac{(7,50 \text{ kg H}_2\text{O} / \text{pell}) + (4 \cdot 10^{-3} \text{ kg tensioactiu} / \text{pell})}{(0,80 \text{ kg pell} / \text{pell})} = 9,38 \text{ kg matèria} / \text{kg pell}$$



E.5.1.2. Alternativa proposada

Sabent que es gasten 0,5325 kg de diòxid de carboni per pell i que cada pell pesa de mitjana 0,80 kg, s'aplica l'equació (Eq. E.3) i s'obté el següent resultat:

$$IM = \frac{(0,5325 \text{ kg CO}_2 / \text{pell})}{(0,80 \text{ kgpell} / \text{pell})} = 0,67 \text{ kgmatèria} / \text{kgpell}$$

E.5.2. Càlcul de l'índex d'energia

L'índex d'energia es defineix com la massa de gas natural consumida per quilogram de producte obtingut. Inclou el gas natural, el fueloil, l'electricitat i el vapor. La conversió d'energia elèctrica a gas natural i la conversió d'energia a massa vénen donades per les relacions: $0,92 \text{ kJ GN} = 1 \text{ kJ } E_{\text{elèctrica}}$; $52000 \text{ kJ GN} = 1 \text{ kg GN}$.

L'índex d'energia es calcula segons l'equació (Eq. E.4):

$\text{Índex d'energia} = \frac{\text{Quantitat consumida de gas natural}}{\text{Quantitat obtinguda de producte acabat}}$	(Eq. E.4)
--	-----------

E.5.2.1. Tecnologia convencional

La tecnologia convencional consumeix energia únicament en forma elèctrica, que s'utilitza per a l'agitació i la calefacció del bombo, el funcionament de la bomba i el corrent elèctric:

Energia elèctrica

$$\frac{(1020134244 + 2253281288 + 34200000 + 330761553) \text{kJ} E_{\text{elèctrica}}}{1 \text{ any}} \cdot \frac{0,92 \text{ kJGN}}{1 \text{ kJ} E_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{ kgGN}}{52000 \text{ kJGN}} =$$

$$= 643,71 \text{ kgGN/any}$$

Per tant, sabent que es desgreixen 18400 kg de pell per any (23000 pells/any de 0,80 kg cadascuna), s'aplica l'equació (Eq. E.4) i s'obté el següent resultat:

$$IE = \frac{(643,71 \text{ kgGN/any})}{(18400 \text{ kgpell/any})} = 3,50 \cdot 10^{-2} \text{ kgGN/kgpell}$$



E.5.2.2. Alternativa proposada

Per a l'alternativa proposada, es contemplen les dues opcions: l'opció 1 (caldera de producció de vapor) i l'opció 2 (escalfament elèctric dels intercanviadors).

OPCIÓ 1. CALDERA DE PRODUCCIÓ DE VAPOR

L'opció 1 consumeix energia en tres formes diferents: energia tèrmica (caldera de producció de vapor), energia elèctrica (bomba, extractors i corrent elèctric) i energia per al cicle de refrigeració:

Energia tèrmica

$$\frac{(1166 + 3137) \text{kJ}}{1 \text{h}} \cdot \frac{9,5 \text{h}}{1 \text{dia}} = 40878,50 \text{kJ/dia}$$

$$\frac{40878,50 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}}{1 \text{dia}} \cdot \frac{0,92 \text{kJGN}}{1 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{kgGN}}{52000 \text{kJGN}} = 0,72 \text{kgGN/dia}$$

Energia elèctrica

$$\frac{(45900 + 905,89 + 4680,59) \text{kJE}_{\text{elèctrica}}}{1 \text{dia}} \cdot \frac{0,92 \text{kJGN}}{1 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{kgGN}}{52000 \text{kJGN}} = 0,91 \text{kgGN/dia}$$

Cicle de refrigeració

$$Q = \frac{4484 \text{kJ}}{1 \text{h}} \cdot \frac{12,5 \text{h}}{1 \text{dia}} = 56050 \text{kJ/dia}$$

$$\frac{56050 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}}{1 \text{dia}} \cdot \frac{0,92 \text{kJGN}}{1 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{kgGN}}{52000 \text{kJGN}} = 0,99 \text{kgGN/dia}$$

Per tant, sabent que es desgreixen 80 kg de pell per dia (100 pells/dia de 0,80 kg cadascuna), s'aplica l'equació (Eq. E.4) i s'obté el següent resultat:

$$IE = \frac{(0,72 + 0,91 + 0,99 \text{kgGN/dia})}{(80 \text{kgpell/dia})} = 3,28 \cdot 10^{-2} \text{kgGN/kgpell}$$



OPCIÓ 2. ESCALFAMENT ELÈCTRIC DELS INTERCANVIADORS

L'opció 1 consumeix energia en dues formes diferents: energia elèctrica (escalfament dels intercanviadors, bomba, extractors i corrent elèctric) i energia per al cicle de refrigeració:

Energia elèctrica

$$\frac{(45900 + 905,89 + 40878,50 + 8768,44) \text{kJE}_{\text{elèctrica}}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{0,92 \text{kJGN}}{1 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{kgGN}}{52000 \text{kJGN}} = 1,71 \text{kgGN/dia}$$

Cicle de refrigeració

$$Q = \frac{4484 \text{kJ}}{1 \text{h}} \cdot \frac{12,5 \text{h}}{1 \text{dia}} = 56050 \text{kJ/dia}$$

$$\frac{56050 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}}{1 \text{dia}} \cdot \frac{0,92 \text{kJGN}}{1 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{kgGN}}{52000 \text{kJGN}} = 0,99 \text{kgGN/dia}$$

Per tant, sabent que es desgreixen 80 kg de pell per dia (100 pells/dia de 0,80 kg cadascuna), s'aplica l'equació (Eq. E.4) i s'obté el següent resultat:

$$IE = \frac{(1,71 + 0,99 \text{kgGN/dia})}{(80 \text{kgpell/dia})} = 3,38 \cdot 10^{-2} \text{kgGN/kgpell}$$

E.5.3. Càlcul de l'índex d'aigua

L'índex d'aigua es defineix com la massa d'aigua consumida per quilogram de producte obtingut, excloent-ne l'aigua de la pluja, ja que aquesta dependrà molt de la zona on estigui ubicada la planta. Es calcula segons l'equació (Eq. E.5):

$\text{Índex d'aigua} = \frac{\text{Quantitat consumida d'aigua}}{\text{Quantitat obtinguda de producte acabat}}$	(Eq. E.5)
---	-----------



E.5.3.1. Tecnologia convencional

Sabent que es gasten 7,50 kg d'aigua per pell i que cada pell pesa de mitjana 0,80 kg, s'aplica l'equació (Eq. E.5) i s'obté el següent resultat:

$$IA = \frac{(7,50 \text{ kgH}_2\text{O} / \text{pell})}{(0,80 \text{ kgpell} / \text{pell})} = 9,38 \text{ kgH}_2\text{O} / \text{kgpell}$$

E.5.3.2. Alternativa proposada

Per a l'alternativa proposada, es contempen les dues opcions: l'opció 1 (caldera de producció de vapor) i l'opció 2 (escalfament elèctric dels intercanviadors). En ambdós casos, només es gasta aigua per a reposar pèrdues, que es consideren un 10% del total en el supòsit més desfavorable.

OPCIÓ 1. CALDERA DE PRODUCCIÓ DE VAPOR

L'opció 1 consumeix aigua en els intercanviadors de calor i en el condensador (representa el 50% en pes de la mescla refrigerant). Aplicant l'equació (Eq. E.5), s'obté el següent resultat:

$$IA = \frac{(4,91 \cdot 0,1 + 13,20 \cdot 0,1 + 1293,38 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \text{ kgH}_2\text{O} / \text{dia})}{(80 \text{ kgpell} / \text{dia})} = 0,83 \text{ kgH}_2\text{O} / \text{kgpell}$$

OPCIÓ 2. ESCALFAMENT ELÈCTRIC DELS INTERCANVIADORS

L'opció 2 només consumeix aigua en el condensador (representa el 50% en pes de la mescla refrigerant). Aplicant l'equació (Eq. E.5), s'obté el següent resultat:

$$IA = \frac{(1293,38 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \text{ kgH}_2\text{O} / \text{dia})}{(80 \text{ kgpell} / \text{dia})} = 0,81 \text{ kgH}_2\text{O} / \text{kgpell}$$



E.5.4. Càlcul de l'índex de toxicitat

L'índex de toxicitat es defineix com la massa de substàncies tòxiques consumida per quilogram de producte obtingut. Es calcula segons l'equació (Eq. E.6):

$$\text{Índex de toxicitat} = \frac{\text{Quantitat consumida de substàncies tòxiques}}{\text{Quantitat obtinguda de producte acabat}} \quad (\text{Eq. E.6})$$

E.5.4.1. Tecnologia convencional

En l'ús de la tecnologia convencional de desgreixatge aquós amb tensioactius, l'única substància susceptible de ser tòxica és el tensioactiu, però es considera que és biodegradable perquè la majoria dels que s'utilitzen avui en la indústria adobera ho són. Per tant, l'índex de toxicitat per a la tecnologia convencional és nul:

$$IT = 0 \text{ kg subs. tòxiques / kg pell}$$

E.5.4.2. Alternativa proposada

En l'alternativa proposada de desgreixatge amb gas dens (CO_2), l'únic solvent del procés és el diòxid de carboni i no és tòxic a nivell local. Per tant, l'índex de toxicitat per a l'alternativa proposada també és nul:

$$IT = 0 \text{ kg subs. tòxiques / kg pell}$$

E.5.5. Càlcul de l'índex de contaminació

L'índex de contaminació es defineix com la massa de gasos d'efecte hivernacle emesa per quilogram de producte obtingut. Inclou les emissions directes de diòxid de carboni, així com la quantitat equivalent de diòxid de carboni emès en cremar el combustible necessari per a generar energia. Per tant, les emissions de diòxid de carboni resultants de la generació d'electricitat i la producció de vapor estan incloses en l'índex de contaminació. Per a calcular les emissions equivalents de diòxid de carboni, es considera que s'emet 1 kg de CO_2 per cada kW · h d'energia elèctrica generat.



L'índex de contaminació es calcula segons l'equació (Eq. E.7):

$$\boxed{\text{Índex de contaminació} = \frac{\text{Quantitat emesa de gasos d'efecte hivernacle}}{\text{Quantitat obtinguda de producte acabat}}} \quad (\text{Eq. E.7})$$

E.5.5.1. Tecnologia convencional

La tecnologia convencional emet diòxid de carboni a causa de l'energia elèctrica produïda:

Energia elèctrica

$$\frac{(1020134244 + 2253281288 + 342000 + 3307615,53) \text{kJE}_{\text{elèctrica}}}{1 \text{any}} \cdot \frac{1 \text{kW} \cdot 1 \text{h}}{3600 \text{kJE}_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{kgCO}_2}{1 \text{kW} \cdot 1 \text{h}} =$$

$$= 10106,60 \text{kgCO}_2 / \text{any}$$

Per tant, sabent que es desgreixen 18400 kg de pell per any (23000 pells/any de 0,80 kg cadascuna), s'aplica l'equació (Eq. E.7) i s'obté el següent resultat:

$$\text{IC} = \frac{(10106,60 \text{kgCO}_2 / \text{any})}{(18400 \text{kgpell} / \text{any})} = 0,55 \text{kgCO}_2 / \text{kgpell}$$

E.5.5.2. Alternativa proposada

Per a l'alternativa proposada, es contempen les dues opcions: l'opció 1 (caldera de producció de vapor) i l'opció 2 (escalfament elèctric dels intercanviadors).

OPCIÓ 1. CALDERA DE PRODUCCIÓ DE VAPOR

L'opció 1 emet diòxid de carboni a causa de la producció de vapor en la caldera, l'energia elèctrica produïda i l'emissió directa:

Caldera de vapor

$$\frac{0,72 \text{kgGN}}{1 \text{dia}} \cdot 0,6 (\text{factor de càrrega}) \cdot \frac{1 \text{kgC}}{1 \text{kgGN}} \cdot \frac{44 \text{kgCO}_2}{12 \text{kgC}} = 1,58 \text{kgCO}_2 / \text{dia}$$



Energia elèctrica

$$\frac{(45900 + 905,89 + 4680,59) \text{kJE}_{\text{elèctrica}}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h}}{3600 \text{ kJ E}_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h}} = 14,30 \text{ kg CO}_2 / \text{ dia}$$

Emissió directa

S'efectua una emissió directa a l'atmosfera de diòxid de carboni de 53,25 kg/dia.

Per tant, sabent que es desgreixen 80 kg de pell per dia (100 pells/dia de 0,80 kg cadascuna), s'aplica l'equació (Eq. E.7) i s'obté el següent resultat:

$$IC = \frac{(1,58 + 14,30 + 53,25 \text{ kg CO}_2 / \text{ dia})}{(80 \text{ kg pell} / \text{ dia})} = 0,86 \text{ kg CO}_2 / \text{ kg pell}$$

OPCIÓ 2. ESCALFAMENT ELÈCTRIC DELS INTERCANVIADORS

L'opció 2 emet diòxid de carboni a causa de l'energia elèctrica produïda i l'emissió directa:

Energia elèctrica

$$\frac{(45900 + 905,89 + 40878,50 + 8768,44) \text{kJE}_{\text{elèctrica}}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h}}{3600 \text{ kJ E}_{\text{elèctrica}}} \cdot \frac{1 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h}} = 26,79 \text{ kg CO}_2 / \text{ dia}$$

Emissió directa

S'efectua una emissió directa a l'atmosfera de diòxid de carboni de 53,25 kg/dia.

Per tant, sabent que es desgreixen 80 kg de pell per dia (100 pells/dia de 0,80 kg cadascuna), s'aplica l'equació (Eq. E.7) i s'obté el següent resultat:

$$IC = \frac{(26,79 + 53,25 \text{ kg CO}_2 / \text{ dia})}{(80 \text{ kg pell} / \text{ dia})} = 1,00 \text{ kg CO}_2 / \text{ kg pell}$$



E.5.6. Càlcul de l'índex d'incendi i explosió

L'índex d'incendi i explosió o índex Dow serveix per a comptabilitzar la seguretat d'una instal·lació i oscil·la entre els valors de 0 i 300.

Tant per al cas de la tecnologia convencional com per a l'alternativa proposada de desgreixatge amb gas dens, l'IIE o índex Dow no es calcula perquè no existeixen substàncies amb risc d'incendi i explosió en cap dels dos processos. Per tant, es pot considerar nul o molt lleuger el grau de perill per a les dues tecnologies.

E.5.7. Resum de resultats

En el resum de resultats s'observen els valors obtinguts per al càlcul de tots els índexs de sostenibilitat en el cas de la tecnologia convencional i les dues opcions de l'alternativa proposada. També es mostren quins són, per a cada índex, els valors més favorables quant a la sostenibilitat. Es pot consultar a la pàgina següent (taula E.2).



	Número d'índex	Tecnologia convencional	Alternativa proposada (opció 1)	Alternativa proposada (opció 2)	Quina és més favorable?
IM [kg matèria/kg pell]	1	9,38	0,67	0,67	Alternativa proposada
IE [kg GN/kg pell]	2	$3,50 \cdot 10^{-2}$	$3,28 \cdot 10^{-2}$	$3,38 \cdot 10^{-2}$	Alternativa proposada (opció 1)
IA [kg H ₂ O/kg pell]	3	9,38	0,83	0,81	Alternativa proposada (opció 2)
IT [kg subs. tòxiques/kg pell]	4	0	0	0	Ambdues
IC [kg CO ₂ /kg pell]	5	0,55	0,86	1,00	Tecnologia convencional
IIE (o índex Dow)	6	-	-	-	-

Taula E.2 – Resum de resultats

Pel què fa als índexs de sostenibilitat calculats per a les dues tecnologies, la convencional i l'alternativa, els resultats obtinguts es poden representar mitjançant la figura E.1:

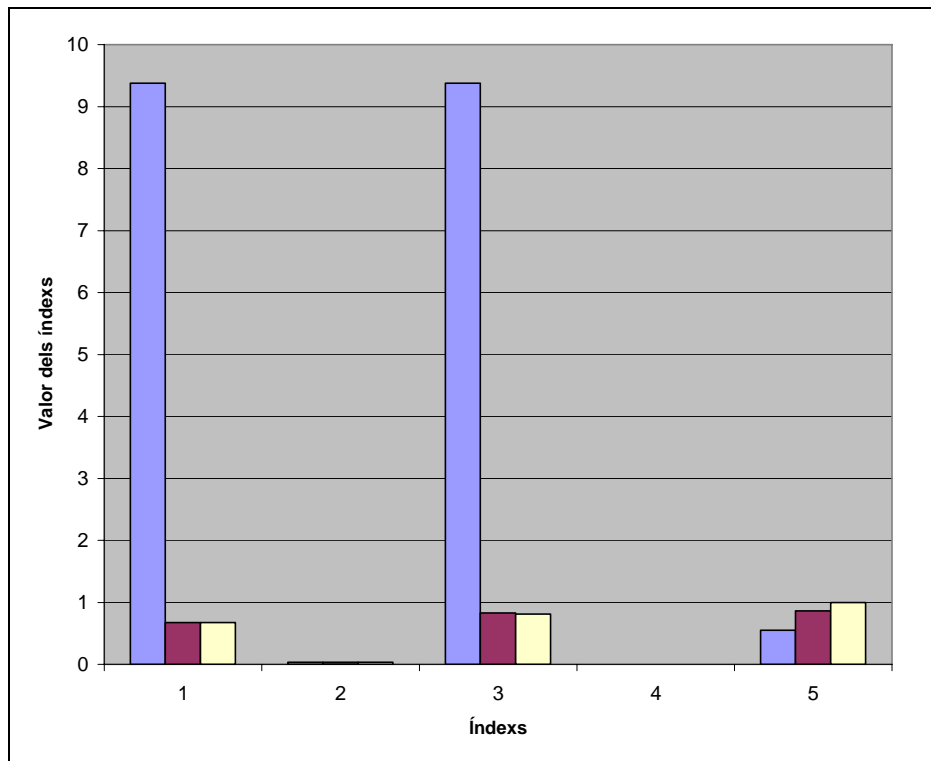


Fig. E.1 – Comparació d'índexs de sostenibilitat

on:

- Alternativa proposada (opció 2)
- Alternativa proposada (opció 1)
- Tecnologia convencional

A partir de la figura anterior, s'observa que l'alternativa proposada és, en general, més sostenible que la convencional, ja que tres dels cinc índexs representats (l'índex Dow no s'ha representat perquè no existeixen substàncies amb risc d'incendi i explosió en cap de les dues tecnologies) són favorables al nou procés.

A més, els resultats obtinguts també es poden representar en forma d'una figura radial anomenada petjada ecològica, que mostra l'impacte que té cadascuna de les tecnologies segons si la petjada que queda dibuixada té una àrea més petita o més gran. Com més gran és l'àrea de la petjada ecològica, menys sostenible és el procés. Aquesta informació es pot visualitzar en la següent figura E.2, que es troba a la pàgina següent.



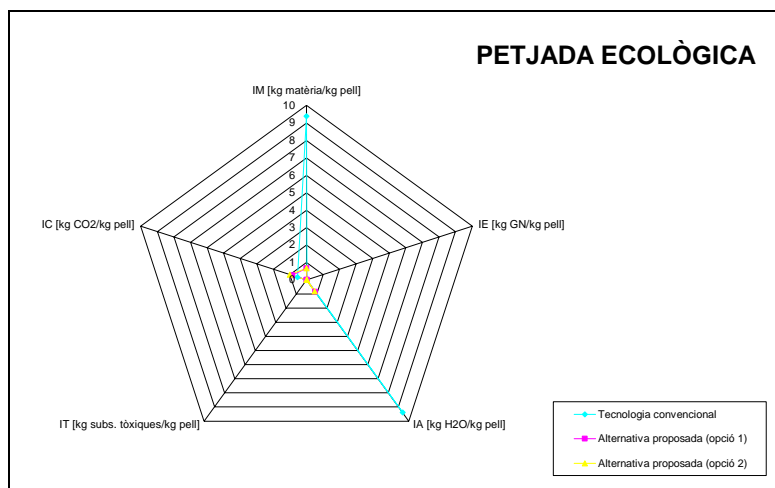


Fig. E.2 – Petjada ecològica de les diferents tecnologies

La petjada ecològica representada en la figura E.2 remarca que la tecnologia convencional és menys sostenible, sobretot quant a consum de matèries i, concretament, d'aigua. Pel que fa a les dues opcions de l'alternativa proposada, cap d'elles és clarament favorable o desfavorable, ja que l'opció 1 (caldera de producció de vapor) és millor quant a consum d'energia i diòxid de carboni emès i l'opció 2 (escalfament elèctric dels intercanviadors) és millor quant a consum d'aigua, mentre que per a la resta són exactament iguals. A més, les diferències de valor dels índexs són molt petites, tal com s'observa en la figura E.3:

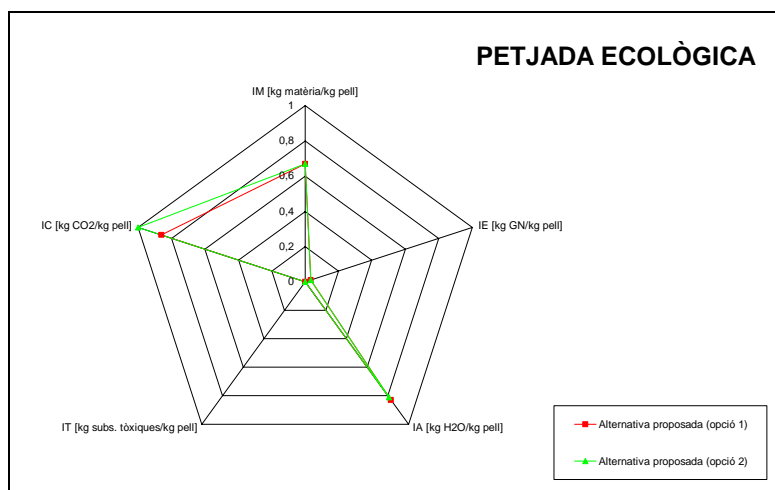


Fig. E.3 – Petjada ecològica de les dues opcions de l'alternativa



E.6. Conclusions

La problemàtica mediambiental de la tecnologia convencional rau bàsicament en l'aigua i les conseqüències del seu ús com a solvent del desgreixatge de pells. S'ha observat que el bany residual de desgreixatge té una elevada DQO, amb un valor a la sortida del procés de 88000 mg O₂/l. Aquest bany residual s'ha de depurar a la mateixa planta mitjançant tractaments fisicoquímics, després dels quals s'assoleixen valors de DQO de 250 mg O₂/l aproximadament (valors encara superiors als establerts per la llei). A més, cal pagar un impost de naturalesa ecològica sobre l'ús i la càrrega contaminant abocada, que és s'anomena cànon de l'aigua i que té un cost d'1,4 €/m³ a l'empresa Santiago Fatjó, S. L.

Quant a l'alternativa proposada, l'emissió de diòxid de carboni (que és un dels principals gasos d'efecte hivernacle) és mínima, amb un consum per pell desgreixada de 0,5325 kg. Diàriament es desgreixen 100 pells, per tant, el consum diari és de 53,25 kg CO₂/dia. Aquesta quantitat no es veu afectada per l'aplicació del protocol de Kyoto perquè aquest no penalitza les emissions de diòxid de carboni que estiguin relacionades amb tecnologies innovadores o instal·lacions utilitzades per a la investigació, desenvolupament i experimentació de nous processos, com és el cas del projecte.

Pel què fa als índexs de sostenibilitat calculats per a les dues tecnologies, a partir de les figures E.1 i E.2 de l'apartat anterior s'observa que l'alternativa proposada és, en general, més sostenible que la convencional, ja que tres dels cinc índexs representats (índex de matèria, índex d'energia i índex d'aigua) són favorables al nou procés.

Dins de l'alternativa proposada, s'ha escollit l'opció 2 (escalfament elèctric dels intercanviadors). En termes de sostenibilitat, no hi ha una opció clarament més favorable que l'altra, tal com s'ha comprovat a partir de la figura E.3. S'ha escollit finalment l'opció 2 per dues raons: la primera és econòmica, ja que en l'annex F del projecte (Anàlisi econòmica) es demostra que és més viable aquesta opció; la segona, perquè la reducció del consum d'aigua en la indústria adobera actual és una de les principals prioritats i l'opció 2 té un índex d'aigua inferior.





E.7. Bibliografia

E.7.1. Referències bibliogràfiques

- [1] BOE, BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. *Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1983, de 3 de agosto, de Aguas.* BOE núm. 103, 30 d'abril de 1986.
- [2] BONANZA, N. *Estudi de sostenibilitat comparatiu dels processos batch vs continu en la hidrogenació d'olis.* Projecte de fi de carrera, Universitat Politècnica de Catalunya, 2005.
- [3] DIARI OFICIAL DE LA UNIÓ EUROPEA. *Directiva 2003 – 87 – CE del Parlament Europeu i del Consell.* 25 d'octubre de 2003.
- [4] FATJÓ, SANTIAGO. Comunicació personal. Santiago Fatjó, S. L., Polígon Industrial Malloles, Sant Llorenç Desmunts, A 18, 08500 Vic, juny – juliol de 2006.
- [5] GENERALITAT DE CATALUNYA. Medi ambient. Aigua.
[<http://www.gencat.cat/temes/cat/mediambient.htm>, 12 de setembre de 2006].
- [6] GIBERT, C. *Avaluació dels efluents d'una adoberia: anàlisi microcoulombimètrica, cromatogràfica i ecotoxicològica.* Treball de doctorat, Terrassa, Universitat Politècnica de Catalunya, 2004.
- [7] NACIONES UNIDES. Text del tractat de Kyoto de les Nacions Unides.
[<http://untreaty.un.org/English/notpubl/kyoto-sp.htm>, 15 de setembre de 2006].
- [8] PORTAL: SALVEM LA TERRA. Efecte hivernacle.
[<http://www.xtec.cat/~mferna99/projecte/hiverna.htm>, 15 de setembre de 2006].



