

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FINAL DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

Tomás Cabeza Rabadán
Anna Del Río Duran
Arnau Martínez Valle
Júlia Pons Salvatella
Víctor Rico Fernández
Edgar Jordan Delgado

TUTOR
Rafa Bosch Palacios

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FINAL DE GRAU
Enginyeria Química

CAPÍTOL 6: MEDI AMBIENT



Taula de contingut

6. Medi ambient	3
6.1. Introducció.....	3
6.2. Normativa vigent.....	4
6.2.1. Normatives europees.....	4
6.2.2. Normatives espanyoles.....	4
6.2.3. Normatives catalanes	5
6.2.4. Iniciatives municipals	6
6.3. Marc legal medi ambiental.....	6
6.3.1. Classificació de les activitats industrials	6
6.3.1.2. Llicència Ambiental	8
6.3.1.3. Comunicació Ambiental	9
6.3.2. Autorització ambiental Integrada (AAI)	10
6.3.3. Registre d'emissions i fonts contaminants (PRTR).....	11
6.3.4. REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals).....	11
6.3.5. Millors Tècniques Disponibles (MTD)	12
6.4. Pla de Gestió Ambiental (SGMA).....	13
6.4.1. Jerarquia de Gestió de Residus.....	14
6.4.2. Normativa ISO 14001	15
6.4.3. Reglaments EMAS	17
6.5 Gestió de Residus	18
6.5.1 Gestió de Residus Sòlids	19
6.5.1.1. Tractament de residus sòlids	22
6.5.2. Efluents líquids.....	24
6.5.2.1. Localització i classificació	24
6.5.2.2. Límits d'abocament.....	25
6.5.3 Efluents gasosos.....	26
6.5.3.1. Localització i classificació	27
6.5.3.2. Compostos orgànics volàtils.....	27
6.5.3.3. Tractament de residus gasosos.....	27

6.6. Contaminació acústica	28
6.6.1. Límits d'emissions acústiques	29
6.6.2. Tractament d'emissions acústiques	31
6.7. Contaminació lumínica	31
6.7.1. Valors límits d'emissions lumíniques	32
6.7.2. Tractaments per la contaminació lumínica.....	33
6.8. Avaluació Ambiental	34
6.8.1. Introducció	34
6.8.2. Matriu de Leopold.....	35
6.8.3 Anàlisis de la Matriu de Leopold.....	38
6.9 Bibliografia	41

6. Medi ambient

6.1. Introducció

Actualment, hi ha un pensament global sobre la sostenibilitat i la protecció pel medi ambient degut a grans problemes globals com el canvi climàtic el qual provoca grans perjudicis a nivell ambiental. A nivell industrial, més específicament en la indústria química s'ha plantejat tot un desafiament que consisteix en desenvolupar processos industrials els quals siguin viables a nivell econòmics a més d'òptims per a la producció, i que a la vegada minimitzin al màxim qualsevol tipus d'impacte ambiental.

Per aquest motiu, en el disseny de la planta de producció de formaldehid és necessari implementar processos per minimitzar tot impacte al medi ambient. Els criteris de minimització seran aplicats des de les etapes inicials fins les finals per poder garantir un funcionament de la planta segur, eficient i respectuós amb el medi ambient.

Els processos realitzats per l'obtenció del formaldehid generaran emissions gasoses, abocaments líquids i residus sòlids que s'estudiaran detalladament per a que minimitzar el risc de contaminació. La contaminació ambiental pot succeir en qualsevol punt de la planta ja que tan la matèria prima com el producte acabat són perillosos pel medi ambient.

Per aquest motiu, és necessari realitzar exhaustivament un anàlisi i estudi de tots les línies de procés i identificar el risc de contaminació en cada punt per implantar mesures preventives adequades i que ajudaran a la minimització de la contaminació del nostre procés. Aquestes mesures correctives i preventives són essencials per reduir la generació de residus en origen, optimitzant així l'ús de matèries primeres i energia. A part de fomentar la reutilització i reciclatge de tots els materials i productes que s'utilitzin en tot el procés per minimitzar així qualsevol tipus d'efluent que hagi de ser tractat posteriorment.

En cas de que les opcions anteriors no siguin del tot viables, es contemplen altres opcions com són la valorització de residus o energètica, tenint com a última opció el procés d'eliminació.

A més a més, també es fonamental realitzar un estudi sobre l'entorn ambiental de la planta, per poder avaluar aspectes importants com la qualitat de l'aire, el subministrament de l'aigua i la seva gestió, la protecció del sòl...

Les normatives internacionals, estatals i autonòmiques són una eina clau sobre la gestió d'aquests impactes, les quals informen sobre els límits d'emissions que s'han de respectar en tot moment. Tot i

que, el disseny de la planta no només es centra en complir amb la normativa, sinó que també, en realitzar tot un conjunt de bones pràctiques que minimitzin l'impacte global durant tot el procés.

Per poder reduir les emissions és necessari abastir la planta de tecnologies que controlin les emissions, com tractaments d'aigües o estratègies d'eficiència energètica i valorització i minimització de fluxos de subproductes.

En resum, en aquest apartat es realitzarà un anàlisi de tots el procés de la planta amb l'objectiu d'establir unes bases de gestió ambiental per poder minimitzar els impactes ambientals associats a la planta. Un cop definit l'anàlisi, es definiran les mesures de prevenció i reducció dels impactes de la planta per tenir un procés sostenible.

6.2. Normativa vigent

6.2.1. Normatives europees

- Reglament REACH (1907/2006) [\[1\]](#)
- Avaluació del Impacte Ambiental (EIA)-2014/52/UE [\[2\]](#)
- Directiva sobre la Qualitat de l'aire Ambient (2008/50/CE) [\[3\]](#)
- Directiva 2000/60/CE sobre el Marc de l'aigua [\[4\]](#)
- Reglament POP (2019/1021) [\[5\]](#)
- Directiva 2008/98/CE sobre Residuos [\[6\]](#)
- Directiva 2010/75/UE sobre Emissions Industrials (IED) [\[7\]](#)

6.2.2. Normatives espanyoles

- Llei 6/2001, del 8 de maig, de modificació del Real decret legislatiu 1302/1986, del 28 de juny, d'Avaluació d'Impacte Ambiental. [\[8\]](#)
- Llei 16/2002 de l'1 de Juny de prevenció i control integrat de la contaminació. [\[9\]](#)
- Llei 27/2006, del 18 de Juliol, per la que es regulen els drets d'accés a la informació, de participació pública i d'accessos a la justícia en matèria de medi ambient. [\[10\]](#)
- Llei 7/2007, del 9 de juliol, de Gestió Integrada a la Qualitat Ambiental. [\[11\]](#)
- Llei de 26/2007, del 23 d'Octubre, de Responsabilitat Mediambiental [\[12\]](#)
- Llei 6/2010, del 24 de març, de modificació del text refós de la Llei de l'Avaluació d'Impacte Ambiental de projectes, aprovats per al Real Decret Legislatiu 1/2008, del 11 de Gener. [\[13\]](#)
- Llei 21/2013, del 9 de Desembre, d'avaluació ambiental. [\[14\]](#)

- Real Decret Legislatiu 1/2008, del 11 de Gener, per al que s'aprova el text refós de la Llei d'Avaluació d'Impacte Ambiental de projectes. [\[15\]](#)

6.2.3. Normatives catalanes

- Llei de 20/2009, de 4 de Desembre, de prevenció i control ambiental d'activitats. [\[16\]](#)
- Real Decret legislatiu 1/2016, del 16 de Desembre, per el qual s'aprova el text refós de la Llei de prevenció i control integrats de la contaminació. [\[17\]](#)
- Real Decret 815/2013, del 18 d'Octubre, per al qual s'aprova el Reglament d'emissions industrials i de desenvolupament de la Llei 16/2002, del 1 de Juliol, de prevenció i control integrat de la contaminació. (Modificat per al Real decret 773/2017, del 28 de Juliol i per el Real Decret 231/2014, del 4 d'Abril) [\[18\]](#)
- Recomanació 2001/331/CE del Parlament Europeu i del Consell, sobre criteris mínims de les inspeccions mediambientals als Estats membres. [\[19\]](#)
- Llei 26/2010, de 3 d'agost, de règim jurídic i de procediment de les administracions públiques de Catalunya (Títol VII. Potestat d'inspecció i control). [\[20\]](#)
- Llei 9/2011, de 20 de desembre, de promoció de l'activitat econòmica. MODIFICA: la Llei 20/2009, de 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats i el text refós de la Llei reguladora de residus, aprovat pel Decret legislatiu 1/2009, de 21 de juliol. [\[21\]](#)
- Llei 16/2015, de 2 de juliol, de simplificació de l'activitat administrativa de la Generalitat i de governs locals de Catalunya i d'impuls de l'activitat econòmica. [\[22\]](#)
- Llei 6/2009, de 28 d'abril, d'avaluació ambiental de plànols i programes. [\[23\]](#)
- Llei 12/2006, de 27 de juliol, de mesures en matèria de medi ambient i de modificació de les Lleis 3/1988 i 22/2003, relatives a la protecció dels animals, de la Llei 12/1985, d'espais naturals, de la Llei 9/1995, de l'accés motoritzat al medi natural; i de la Llei 4/2004, relativa al procés d'adequació de les activitats d'incidència ambiental. [\[24\]](#)
- Llei 13/2001, de 13 de juliol, de modificació de la Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'administració ambiental. [\[25\]](#)
- Decret 308/2011, de 5 d'abril, pel qual es deroguen diverses disposicions reglamentàries, referides a les matèries de competència del Departament de Territori i Sostenibilitat. DEROGA el Decret 114/1988, de 7 d'abril, d'avaluació d'impacte ambiental. [\[26\]](#)

- Ordre MAH/611/2010, de 23 de desembre, de tramitació electrònica dels procediments de intervenció administrativa d'activitats de l'Annex I de la Llei 20/2009, de 4 de desembre, de prevenció i control ambiental d'activitats. [\[27\]](#)

6.2.4. Iniciatives municipals

- Ordenança municipal de la ZBE de Tarragona [\[28\]](#)

6.3. Marc legal medi ambiental

En primer lloc, cal esmentar que un marc legal és tot un conjunt de lleis i normatives que regulen una activitat en un territori determinat. Per tant, totes les normatives esmentades anteriorment formen el marc legal de l'empresa i la seva funció és regular i garantir que els impactes i les emissions ambientals de la planta siguin mínimes. No obstant, no totes les normatives són iguals d'importants o essencials i per aquest motiu es destacaran les següents:

Pel que fan l'àmbit estatal es destaca la Llei 26/2007 de responsabilitat ambiental que defineix els costos de les empreses en major o menor proporció segons els danys que aquesta ocasioni al medi ambient. Principalment el seu objectiu és fomentar la prevenció i la conscienciació ambiental en l'àmbit industrial.

En segon lloc, es destaca la Llei 20/2009 una llei autonòmica de prevenció i control ambiental dels processos industrials de la planta. Comparant amb l'anterior llei, és una normativa més exigent pel que fa la prevenció i el controls dels impactes ambientals particularment en la indústria química. El principal objectiu de la normativa és maximitzar la protecció ambiental assegurant una activitat industrial compatible amb la sostenibilitat del territori.

Com s'ha pogut observar no totes les lleis del marc legal medi ambiental són igual d'importants, algunes imposaran més restriccions, obligacions o drets que es tindran en compte per desenvolupar l'activitat ambiental. Mentre que, altres normatives són més flexibles, donen seguretat jurídica o ajuden a coordinar administracions, conceptes menys importants però que també s'han de tenir en compte.

6.3.1. Classificació de les activitats industrials

En aquest apartat es diferenciaran i classificaran les diferents activitats industrials d'acord amb la llei 20/2009, llei estatal comentada en l'anterior apartat. La normativa exposa que el control de les activitats industrials de la planta s'estructura i es classifica segons l'impacte ambiental que té

l'activitat. La classificació depenen de 3 annexos diferents (I,II,III) i cadascun d'ells recull un conjunt de requisits administratius que requereix l'activitat o procés que es vol desenvolupar. Ara, es defineix detalladament en que consisteix cada annex i quines activitats es desenvolupen en elles.

- **ANNEX III:** En aquest annex es recullen activitats considerades de baixa incidència ambiental, i per tant, la documentació que cal aportar és una comunicació ambiental. Aquest document és una declaració per part de l'autor o titular de l'activitat afirmant i donant el seu compromís de que es compleix tots els requisits medi ambientals aplicable al procés de la planta. En aquest tipus d'annex no és necessari una autorització prèvia de l'administració.
- **ANNEX II:** En aquest annex es recullen activitats amb un impacte ambiental moderat, en conseqüència, es requereix d'una llicència ambiental per duu a terme l'activitat proposada. Una llicència ambiental és un document el qual exposa de manera detalla el procés a nivell d'instal·lacions, processos productius, les mesures de prevenció i protecció ambiental. En aquest annex l'administració competent haurà de concedir l'autorització corresponent segons l'activitat industrial.
- **ANNEX I:** En aquest annex es recullen les activitats amb un impacte ambiental fort o elevat, com generalment és el cas de les activitats realitzades en la indústria química. En aquest cas, és necessari tramitar una autorització ambiental integrada. Com que hi ha un fort impacte ambiental, aquest annex és el més exigent i requereix d'un estudi complet en el inclogui una descripció totalment detallada del procés, especialment, dels punt més crítics o d'emissió amb les seves mesures correctores o preventives. Freqüentment, també s'entrega un estudi de l'impacte ambiental.

En aquest context, l'empresa FormalAir, dedicada a la producció de formaldehid a partir de metanol, es classifica dins de l'Annex I degut a la naturalesa del seu procés productiu. Aquesta classificació implica que ha de presentar una autorització ambiental integrada abans de l'inici de l'activitat, garantint així que la planta compleix amb tots els requisits legals i incorpora les mesures necessàries per minimitzar el seu impacte sobre el medi ambient. A més de realitzar un estudi dels possibles impactes ambientals de l'activitat industrial produïda.[\[29\]](#)

6.3.1.1. Autorització ambiental

L'autorització ambiental és un document que s'ha d'entregar prèviament a la posada en marxa de la planta. Per poder obtenir aquesta autorització s'ha de realitzar avaluació de tot un conjunt de documents tècnics que descriuen detalladament l'activitat industrial que es duu a terme en FormalAir. Dins d'aquests anàlisis es destaca un estudi de l'impacte ambiental de l'activitat, en el qual es descriu

els seus punts d'emissió contaminant i els seus efectes perjudicials al medi ambient, enfront a les mesures de prevenció i protecció ambiental.

També és necessari presentar un projecte tècnic en el qual s'expliquin i es defineixin el procés de producció del formaldehid, les instal·lacions ubicades a Tarragona. L'autorització ambiental s'acaba de presentar amb informes important on s'expliquen les característiques del sòl o alguns estudis de prevenció d'accidents greus associats a activitats semblants en l'àmbit.

Una vegada obtinguda tota la informació per a l'autorització ambiental, aquest és presentat a l'organisme competent i s'inicia un procés de revisió i verificació del projecte. A continuació, l'organisme decreta l'impacte ambiental associat a l'activitat i es resol l'acceptació (o denegació) de l'autorització. Durant tot el procediment de resolució, l'administració pot demanar informació addicional o canvis en el projecte per assegurar que es compleixen els requisits ambientals.

Destacar que aquest document no és estàtic, sinó que una vegada és resolt de manera favorable, és troba subjecte a revisions per part de l'administració amb l'objectiu de reduir encara més les emissions contaminants i de promoure avenços en les Millors Tècniques Industrials (MTD). En el cas que l'administració obligues a complir noves exigències, l'empresa té un termini determinat per adaptar-se.

Per últim, qualsevol tipus de modificació important en la planta o en el procés de producció ha de ser comunicat a l'administració. Depenent de la importància dels canvis, aquests poden ser substancials o no substancials: els canvis substancials necessiten un nou tràmit similar a l'autorització, mentre que els no substancials no. [\[30\]](#)

6.3.1.2. Llicència Ambiental

La llicència ambiental és un requisit que és necessari en les activitats incloses en l'annex II de la Llei 20/2009 de prevenció ambiental comentada anteriorment. Com ja se sap, les activitats de l'annex II tenen un impacte ambiental moderat i per aquest motiu la documentació és menys rigorosa a diferencia de l'annex I. [\[31\]](#)

En aquest cas els documents no es tramiten davant de l'Oficina de Gestió Ambiental Unificada (OGAU) com si es fa en l'annex I, sinó que es gestiona a través de l'ajuntament de la localitat on es situa l'empresa. Aleshores, l'administració local és de gran importància sobre la concessió de la llicència ambiental, revistant i adaptant que l'empresa compleixi els requisits demanats.

Per a l'acceptació de la llicència s'ha de presentar una documentació en la qual es compleixi la legislació actual i en la que hi hagi una descripció detallada de l'activitat que es duu a terme. En el projecte s'ha de demostrar que l'activitat proposada a realitzar es pot desenvolupa en condicions adequades de seguretat i sostenibilitat ambiental.

En alguns casos, es possible la documentació es complementi amb un informe sobre un estudi sobre els impactes ambientals associats a la planta amb les seves accions correctores. La llicència també es complementa amb declaracions administratives, com alguna informació confidencial o alguns requisits establerts per la legislació del sector de la química aplicable a la planta. Un cop presentada tota la documentació a l'ajuntament, aquest a podrà avaluar la viabilitat del projecte i concedir o no la llicència ambiental. [\[32\]](#)

Si la juntament atorga la llicència ambiental, aquesta no és indefinida, sinó que l'empresa està subjecta a controls periòdics, aproximadament, aquestes revisions es realitzen aproximadament cada 10 anys amb l'objectiu de que l'activitat segueix complint les normatives i els requisits ambientals corresponents.

Com succeeix en l'annex I, si hi ha modificacions rellevants a la planta i són anomenades com a modificacions substancials, aleshores es requereix d'una nova sol·licitud i d'una revisió completa de nou per part de l'ajuntament. En canvi, si les modificacions no són substancials és suficient comunicant el canvi a l'ajuntament local.

6.3.1.3. Comunicació Ambiental

La comunicació ambiental és el tràmit i entrega de documents que una empresa esta obligada a presentar quan aquesta realitzar una activitat amb un baix impacte ambiental, i per tant, esta classificada dins de l'annex III. En aquest cas, com que l'activitat que es desenvolupa no es de baix impacte ambiental no és necessari cap tipus d'autorització prèvia exigent com en els dos casos anteriors.

El tràmit es torna a realitzar per l'ajuntament on s'ubica l'empresa igual que es feia en la llicència ambiental. Tot i així, abans de presentar la documentació de la comunicació, és important revisar conjuntament amb l'ajuntament quina documentació és la necessària en cada cas concret, i així, evitar presentar documentació innecessària.

Normalment la documentació inclou un estudi bàsic del projecte amb una memòria ambiental on es descriu les instal·lacions de la planta, el procés, i les interaccions amb el medi ambient. A més, es

presenta una certificació on s'acredita que les activitats i les instal·lacions de la planta s'ajusten a la documentació presentada i que es compleixin els requisits ambientals.

A diferències dels altres annexos comentats, una vegada es presenta la comunicació ambiental amb la documentació determinada per part de l'empresa, l'activitat es pot començar immediatament sense necessitat de saber quina és la resolució per part de l'ajuntament.

6.3.2. Autorització ambiental Integrada (AAI)

Com s'ha comentat anteriorment, les activitats que es duen a terme en la planta de producció FormalAir tenen un alt impacte ambiental, la instal·lació ha de complir la normativa vigent (*Llei 16/2002, de l'1 de Juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació*). Aleshores es presentarà la documentació necessària per a obtenir una Autorització Ambiental Integrada (AAI) ja que és una eina ambiental essencial que estableix requisits ambientals que garanteixen la sostenibilitat de la planta.

Aquesta documentació consisteix en un únic permís ambiental global en el qual l'administració encarregada estudia i avalua els diferents impactes ambientals abans de que l'empresa realitzi les activitats. L'AAI considera de manera conjunta totes les emissions de la planta per a poder assolir un alt nivell de protecció del medi ambient i de salut de les persones. Així doncs, es diferencien dels models ambientals tradicionals, en que aquests es regulava cada aspecte ambiental per separat, en canvi, aquest model té una visió global del procés de la planta tenint en compte la contaminació de tots els medis.

És a dir, una empresa que duu a terme activitats amb gran risc pel medi ambient, ha de demostrar prèviament que podrà realitzar aquestes operacions de manera sostenible. Per aquest motiu, l'AAI avaluarà de manera detallada tot el procés de producció de FormalAir.

En l'autorització es detallen els següents conceptes: les matèries primes que s'utilitzen, el procés, els fluxos de contaminants que es generen, l'aigua i energia que es consumeix, la gestió de residus... És a dir, en comptes de gestionar cada flux contaminant per separat, l'autorització ambiental integrada controla tot l'impacte ambiental de la planta alhora.

Un cop tot la informació anterior és entregada a l'administració, aquest revisa i estableix uns requisits i condicions obligatòries perquè la planta pugui funcionar correctament. Aquests requisits poden ser sobre la qualitat de l'aire, el sòl, els ecosistemes... però com s'ha comentat anteriorment, tot es tracta a la vegada.[\[34,35\]](#)

L'AAi té els següents efectes beneficiosos:

- Permeten operar legalment dins dels límits jurídics
- Evita sancions
- Millora la imatge ambiental de la planta
- Ajuda a tenir processos més eficients i motoritzats

6.3.3. Registre d'emissions i fonts contaminants (PRTR)

Es defineix el PRTR (Pollutants Release and Transfer Register) com un conjunt de documents que recopilen informació sobre les emissions contaminants i sobre els residus generats per l'activitat industrial. Aquest document és obligatori per a les indústries en que les seves activitats es classifiquen com a perilloses per al medi ambient.

Per l'obtenció del tràmit, l'empresa ha de presentar anualment les quantitats de contaminants que emeten en qualsevol tipus d'àmbit (sòl, aigües, atmosfera...) i en el tractament i gestió dels residus generats.

L'objectiu del PRTR és facilitar el control de la contaminació generada a la planta, i millorar la transparència ambiental a l'exterior, i reduir els fluxos de contaminació de manera continua. Així doncs, qualsevol entitat o persona externa pot conèixer l'impacte ambiental de la planta.

En el cas de l'empresa FormalAir, com que hi ha emissions de monòxid de carboni i es manipulen durant tot el procés compostos orgànics, l'empresa esta obligada a declarar anualment les emissions generades durant el procés.[\[36\]](#) [\[37\]](#)



Figura 6.1. Logotip de PRTR

6.3.4. REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals)

El reglament REACH és un reglament de la Unió Europea destinat al registre, avaluació, autorització i restricció de les substàncies químiques amb l'objectiu de millorar la finalitat de millorar la protecció de la salut humana i medi ambient amb els riscos que poden presentar aquestes substàncies. El

reglament defineix que les empreses són les úniques responsables de garantir l'ús segur de les substàncies químiques que fan servir durant els seus processos.

En el cas de FormalAir, s'utilitzen substàncies químiques perilloses per al medi ambient com és la matèria prima que és el metanol o el producte obtingut al llarg del procés com és el formaldehid. En aquest cas, aquestes substàncies químiques es troben subjectes a uns requisits establerts per la seguretat humana i ambiental.

En aquest cas, l'empresa haurà de tenir informació sobre les propietats fisicoquímiques, toxicològiques per poder implementar les mesures preventives, correctives i de seguretat pertinents. També, és necessari subministrar al llarg del procés de la producció de formaldehid de fitxes de seguretat (FDS), les quals inclouen tota la informació sobre com manipular, transportar, emmagatzemar les substàncies químiques del procés i com actuar en casos d'emergència.

Específicament, una fitxa de seguretat (FDS) consisteix en un documents detallats sobre les propietats fisicoquímiques de cada substància, i sobretot, quins riscos i mesures de seguretat s'ha d'aplicar en diferents condicions.

Per tant, el reglament REACH en el disseny de la planta FormalAir garanteix una gestió segura de qualsevol substància química perillosa per al medi ambient, a més d'ajudar a complir les normatives vigents.[\[38\]](#) [\[39\]](#)



Figura 6.2. Logotip REACH

6.3.5. Millors Tècniques Disponibles (MTD)

La directiva 2010/75/UE defineix les Millors Tècniques Disponibles com tot un conjunt de tecnologies i pràctiques eficients que han demostrat, a escala industrial, la capacitat per reduir emissions, i per tant, minimitzar l'impacte ambiental associat a l'activitat o procés industrial. Les MTD no només són la tecnologia com a tal, també ho són la manera de com es fan es gestionen o es fan servir.

Tot i que es pot pensar que les MTD són un punt de referència a seguir en el disseny i operació de les empreses per la reducció de la contaminació ambiental, la seva aplicació no és obligatòria en molts casos, ja que ha d'haver un estudi sobre la seva viabilitat econòmica en el projecte. Per tant, tot i que les MTD són de gran importància per millorar la relació de l'empresa amb el medi ambient, l'ús i instal·lacions d'aquesta tecnologia serà diferent segons el nivell econòmic de l'empresa al llarg del temps.

Una de les aplicacions més importants de les MTD és que aquestes recullen les anomenades BREF (Best Available Techniques Reference Documents), les quals són una mena de guies tècniques a nivell europeu mitjançant l'ajuda i col·laboració de indústries, administracions públiques i organismes ambientals. Aquests documents descriuen per als diferents sectors industrials, les tecnologies més adequades per a baixar el nivell d'emissions contaminants, per reduir el consum de matèries, i fins i tot, descriuen tècniques emergents que al llarg dels anys podrien ser de gran importància en un futur.

Pel que fan les BREF sobre el marc ambiental té dues grans funcions;

Per una banda, serveixen com a eina de suport per al disseny de noves instal·lacions més eficients, sostenibles i respectuoses amb el medi ambient. Per altra banda, serveixen d'ajuda a les administracions a l'hora d'avaluar diferents activitats o processos industrials, particularment, aquelles que siguin més perjudicials ambientalment.

Un cop es té a punt tota la documentació es realitza el que s'anomena les Conclusions de les MTD, les quals abrevien les tècniques més importants o les que es consideren més eficients o òptimes per a una activitat determinada. Les conclusions estableixen valors màxims d'emissió contaminant, i són de gran importància ja que s'utilitzen com a criteri per saber si una indústria compleixi els estàndards ambientals requerits.

En el cas que l'empresa o planta no compleixi els requisits, aquestes tenen un període de temps per poder realitzar els canvis pertinents. [\[40\]](#) [\[41\]](#) [\[42\]](#)

6.4. Pla de Gestió Ambiental (SGMA)

Per una planta de producció de formaldehid és essencial implementar un Sistema de Gestió Mediambiental (SGMA) degut a la presència de substàncies químiques tòxiques i perilloses per a nivell ambiental. Aquest sistema permet garantir el compliment de la normativa ambiental, minimitzar els residus generats i l'impacte ambiental al llarg de tot el procés a partir d'establir aparells de control que permeten controlar i seguir emissions contaminants, consum energètic...

En el nostre cas, dins del Sistema de Gestió de Mediambiental es destaquen tres eines importantíssimes per a poder assolir els objectius anteriors. Aquestes eines ambientals són la jerarquia de gestió de residus, la normativa ISO 14001 i el reglament EMAS, que seran explicades a continuació. [\[43\]](#)

6.4.1. Jerarquia de Gestió de Residus

La gestió de residus consisteix en ordre de prioritats sobre com utilitzar i gestionar els residus amb l'objectiu de minimitzar al màxim possible l'impacte ambiental que provoquen els residus que es generen o s'utilitzen durant les activitats o processos industrials. Aquesta jerarquia de residus, consisteix en un ordre d'actuació sobre els residus en que es prioritza les alternatives que generen un impacte ambiental menor. Només es passarà a una gestió de tractaments de residus més perjudicial si les opcions prèvies ja s'han realitzat o tenen unes condicions que són impossibles de realitzar.

Habitualment es representa aquesta jerarquia en forma de piràmide en la que les opcions més favorables es troben a la base de la piràmide, mentre que, a mesura que es puja per la piràmide es troben cada vegada actuacions ambientals més desfavorables. Aquest concepte està explicat i definit per la Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu, el qual estableix el nivell de prioritats sobre la gestió de residus. Actualment la gestió de residus està formada per a 5 nivells: [\[44\]](#)

1. **Prevenció:** És la prioritat més alta i consisteix en reduir la generació de tot tipus de residus des de l'origen. Per aconseguir-ho s'ha de dissenyar un processos amb la màxima optimització i eficiència possible, per a que els fluxos de residus i subproductes o productes secundaris sigui el menor possible.
2. **Reutilització:** Procés en que els residus són utilitzats novament sense necessitat de grans transformacions, allargant el cicle de vida del residu tractat.
3. **Reciclatge:** Consisteix en aquell procés de transformació dels residus en nous materials o productes, tornant-los al cicle productiu.
4. **Valorització:** Les etapes de valorització són un conjunt de processos a tractaments que s'apliquen als residus per a que aquests tinguin una nova finalitat útil al substituir altres materials. També cal destacar que hi ha dos variants de la valorització. Per una banda hi ha la valorització de residus que consisteix en la obtenció de nous materials, o el reciclatge de part d'ells. I d'altra banda es troba la valorització energètica que consisteix en convertir aquells residus que no es poden reciclar en energia.

5. **Eliminació:** És la opció menys desitjable de totes ja que és la que té més impacte ambiental. Inclou tractaments com la incineració sense recuperació energètica o l'abocament de residus en dipòsits controlats.



Figura 6.3. Jerarquia de gestió de residus

Una altra estratègia per a reduir les emissions contaminants i tenir un millors pràctiques ambientals de la planta és utilitzar la gestió ambiental. Aquesta consisteix en un conjunt de pràctiques, estratègies i accions que s'implementen a la producció de la planta amb l'objectiu de promoure la sostenibilitat.

En aquest àmbit, hi ha dues normatives que s'utilitzen habitualment i que són les bases de la gestió ambiental. Aquestes normatives són la ISO-14001 i les EMAS, dos normatives fonamentals que a continuació seran definides, analitzades i comparades per entendre bé el seu ús i especificacions.

6.4.2. Normativa ISO 14001

La normativa ISO 14001 és una normativa reconeguda a nivell internacional que estableix requisits essencials per a implementar el Sistema de Gestió Ambiental eficaç. A la pràctica, aquesta normativa t'ajuda a detectar com afectarà qualsevol activitat o procés de la teva planta al medi ambient, i per tant, quines mesures correctives cal realitzar per reduir els impactes i treballar de manera sostenible dia a dia. És a dir, l'objectiu no és només complir les normatives ambientals sinó integrar el concepte de la sostenibilitat a la manera de treballar de la planta, i de mica en mica, millorar en aquest aspecte. Els beneficis d'obtenir la ISO 14001 són els següents:

- Reducció de les emissions contaminants
- Complir normatives i requisits legals vigents
- Obtenir o integrar oportunitats de millora
- Socialment, bona imatge i transparència ambiental
- Mentalitat interna sobre la consciència ambiental

La obtenció de la ISO 14001 es basa en un cicle de quatre etapes fonamentals:

1. **Planificació:** Etapa en la qual s'estableixen els objectius que la planta vol i pot aspirar, i es dissenya les possibles solucions per assolir-ho.
2. **Fer:** Etapa en la qual s'implementen les pràctiques dissenyades anteriorment.
3. **Verificació:** Aquest pas consisteix en realitzar un estudi o anàlisis mesurable de les emissions i d'altres valors mesurables d'emissions contaminants i es compara amb els resultats esperats.
4. **Actuar:** En el cas que els resultats no siguin els esperats, en aquest pas es realitzaran les accions correctives necessàries per assolir els resultats buscats.



Figura 4. Cicle per implementar ISO 14001

Per iniciar el procés anterior, és imprescindible dissenyar una política ambiental apropiada a la naturalesa i els impactes de la planta, a més, de recollir un compromís amb la millora continua i prevenció de d'anys. En el disseny es fixaran dates i objectius concrets per monitoritzar i baixar els impactes ambientals.

Implementar la ISO 14001 no només és beneficiós en l'àmbit ambiental, sinó que, també afecta de manera positiva a diferents àmbits de la planta. Per una banda, un disseny ambiental eficient desemboca en una bona optimització de recursos i per tant, en una reducció de matèria prima. D'altra banda, l'obtenció de la ISO dona una imatge de sostenibilitat i bones pràctiques de l'empresa.

Un cop la normativa és concebuda, hi ha un control molt exigent mitjançant diferents auditories internem amb l'objectiu d'assegurar que les solucions i activitats que s'implementen són realment efectives. A la vegada, també és necessari realitzar auditories externes e independents que certifiquen el compliment de la normativa. [\[45\]](#) [\[46\]](#) [\[47\]](#) [\[48\]](#)



Figura 6.5. Logotip ISO 14001

6.4.3. Reglaments EMAS

El reglaments EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme*) es podria definir com una eina de gestió ambiental d'àmbit europeu de caràcter voluntari que dona lloc a un sistema de gestió i auditoria ambiental. L'aplicació del sistema de gestió ambiental té com a objectiu promoure la sostenibilitat i la continua millora ambiental mitjançant l'avaluació i gestió de les activitats, la transparència d'informació amb l'exterior i la implicació del personal de la planta.

Per obtenir la certificació del reglament hi ha una sèrie de requisits que l'organització ha d'adquirir, de manera resumida i simplificada són els següents:

- Millora continua de comportament ambiental
- Compliment legal de la legislació ambiental vigent
- Seguiment i validació del comportament ambiental per part d'un verificador extern
- Implicació activa i total per parts de tots els treballadors de l'empresa
- Difusió pública de les dades ambientals de l'organització amb l'exterior mitjançant la declaració ambiental.

La declaració ambiental acabada d'anomenar, consisteix en un document que ha de ser validat per a verificadors externs e independents, que recullen de manera detallada i oberta l'impacte ambiental de l'activitat i el processos que es realitzen en l'empresa de manera detallada, per a garantir una total experiència a tothom.

Per acabar, les empreses que hi participen voluntàriament solen gaudir de majors facilitats administratives i d'una imatge de major prestigi, ja que el logotip EMAS és un segell de màxima qualitat i de compromís ecològic a nivell europeu. És a dir, aquest reglament està pensant per les empreses que busquen l'excel·lència i volen demostrar-ho a qualsevol entitat o persona. [\[49\]](#) [\[50\]](#)



Figura 6.6. Logotip reglament EMAS

6.5 Gestió de Residus

En la planta de producció formaldehid, com en la gran majoria d'empreses químiques, degut a l'activitat de la planta es generen tota mena de residus que calen gestionar. Tots el residus que es generen en la planta s'han d'analitzar i classificar segons les seves propietats físiques i químiques segons el seu nivell de perillositat i contaminació ambiental, abans de ser alliberats, per garantir que el tractament que rep cada residu és l'adequat.

Segons el nivell de classificació dels residus a tractar, hi ha una sèrie de normatives, lleis i decrets que expliquen i defineixen com ha de ser la gestió d'aquests.

A nivell europeu, es destaca la Directiva 2008/98/CE (de nivell europeu) la qual estableix principis bàsics de la gestió de residus, com per exemple, la jerarquia de gestió i el principi de responsabilitat del productor. En canvi, a nivell estatal es troba la Llei 22/2011 de residus i sòls contaminants, que regula de manera integral la producció i gestió de residus. Aquesta llei estableix els diferents tipus de residus, les obligacions dels productors i les condicions d'emmagatzematge, transport per tal de minimitzar l'impacte ambiental i de la salut humana.[\[51\]](#) [\[52\]](#)

Aquesta última llei estatal, ajuda a tenir una traçabilitat i control dels residus, amb sistemes de registre i seguiment de tots ells. Per altra banda, un dels aspectes importants de la llei és la classificació de residus segons la seva perillositat per al medi ambient o la salut humana. Es diferencien dos grans grups: [\[53\]](#)

- **Residus perillosos:** Residus tòxics, inflamables, corrosius... que poden suposar un risc per al medi ambient o la salut. Aquests residus tindran una gestió més estricta.
- **Residus no perillosos:** No presenten les característiques anteriors, tot i que també poden suposar impactes ambiental i per aquest motiu també han de ser gestionats adequadament. Hi ha subcategories com podrien ser els residus industrials no perillosos, els assimilables a urbans o el residus inerts.

Pel que fa la gestió de residus de la planta de formaldehid, els residus seran classificats segons el seu estat físic, i dins de cada grup es tindrà en compte el nivell de perillositat i el sistema de tractament per a cadascun. Els tres grups són els següents:

- Residus sòlids
- Residus líquids
- Residus gasosos

6.5.1 Gestió de Residus Sòlids

Els residus sòlids que s'obtenen a la planta són tots aquells materials o substàncies que s'obtenen o es produeixen a conseqüència de l'activitat industrial i que no formen part del producte final. En aquest grup ens podem trobar materials provinents d'operacions de procés com podria ser el catalitzador esgotat, fins a residus assimilables a urbans que es generen en oficines o sales de reunions. Com que la naturalesa d'aquests residus és tan àmplia, es classificaran entre residus sòlids no perillosos i residus sòlids perillosos.

La gran majoria de residus sòlids no perillosos es poden separar i recollir en contenidors segons les propietats de cada residu. A continuació es detallen els diferents contenidors que té la planta:

- **Contenidor verd:** Destinat a envasos o materials fets de vidre, un cop el contenidor estigui ple, aquest serà recollit per a una empresa externa per a que el vidre es recicli i es tracti adequadament.



Figura 6.7. Contenidor per a vidre

- **Contenidor groc:** Destinat a envasos o materials fets principalment de plàstic, llaunes o brics. Una vegada ple, serà recollit per una empresa per ser tractat i reciclat adequadament.



Figura 6.8. Contenidor per a plàstics

- **Contenidor blau:** Destinat a residus de paper i cartró, aquests residus no han d'estar contaminats per altres substàncies.



Figura 6.9. Contenidor per a paper i cartró

- **Contenidor marró:** Destinat per a restes de residus orgànics.



Figura 6.10. Contenidor per a residus orgànics

- **Contenidor gris:** Destinat a residus no reciclables, aquells que no es poden separar efectivament i per tant, reciclar.



Figura 6.11. Contenidor per la resta

- **Contenedor de residus de obra:**



Figura 6.12. Contenedor per a residus d'obra

A continuació es mostren els contenidors per a residus amb un grau de perillositat superior, la seva separació es més específica:

- **Contenedor de tinta i cartutxos:**



Figura 6.13. Contenedor per a tinta i cartutxos

- **Contenedor de piles i bateries:**



Figura 6.14. Contenedor per a piles i bateries

- **Contenedor de bombetes i fluorescents:**



Figura 6.15. Contenedor per a bombetes i fluorescents

6.5.1.1. Tractament de residus sòlids

El procediment per al tractament dels residus sòlids serà eficaç si hi ha una correcta separació d'aquests en els contenidors adequats i una posterior recollida i gestió que es duu a terme mitjançant empreses externes.

En el cas de la recollida de residus assimilables als urbans com són els contenidors de paper i cartró, vidre, plàstic, fracció resta i biodegradables el gestor seleccionat per a la gestió d'aquests residus és 'Externa Grup'. Aquesta empresa s'encarregarà de la recollida (setmanal) i la posterior gestió dels residus. Tota la informació del gestor es troba en la taula 6.1. [54]

Taula 6.1 Dades sobre el gestor de residus assimilables

Nom del gestor	Externa Grup	Codi del Gestor	E-1614.16
Direcció	Avinguda del Passeig, 50-Ponts	Municipi	Ponts, Lleida
Correu electrònic/ Número Mòbil	hola@externagrup.com / 973460792		
Servei	Recollida i posterior tractament dels residus		
Tipus de residus gestionats	Paper i cartró, vidre, plàstic, fracció resta i biodegradables		

Per altra banda, els residus d'obra que es generin durant la construcció, reforma o manteniment de la planta seran recollits en contenidors especials per aquest ús i la seva posterior recollida i gestió es duu a terme mitjançant la empresa 'GRACS.CAT'. Empresa tarragonina especialitzada en recollida i gestió de ruïnes, restes d'obra... A continuació, a la taula 6.2 s'observa més informació sobre l'empresa. [55]

Taula 6.2 Dades sobre el gestor de residus d'obra

Nom del gestor	GRCS.CAT	Codi del Gestor	E-428.97
Direcció	Carrer Jaume I, 29 entresol 2-3	Municipi	Paratge de la Budallera, Tarragona
Correu electrònic/ Número Mòbil	controlderunes@tinet.cat / 977213901		
Servei	Recollida i posterior tractament dels residus d'obra		
Tipus de residus gestionats	Residus d'obra		

Els residus que es dipositen en el contenidor de piles i bateries seran recollits i gestionats per la empresa anomenada 'Pratgir', la qual s'encarrega de recollir una gran varietats de residus i reciclar-los de la manera més eficient i mediambientalment respectuosa possible. En la taula 6.3 s'observa més informació sobre l'empresa que proporciona el servei. [56]

Taula 6.3 Dades sobre el gestor de piles i bateries

Nom del gestor	Pratgir	Codi del Gestor	E-287.96
Direcció	Carrer Polònia,3,	Municipi	Les Franqueses del Vallès, Barcelona
Correu electrònic/ Número Mòbil	pratgir@pratgir.com / 938466629		
Servei	Recollida i posterior tractament		
Tipus de residus gestionats	Bateria i piles		

Pel que fa els contenidors de tintes i cartutxos, la empresa encarrega de la recollida del contenidor i posterior tractament dels residus del seu interior és 'Ofik', la qual està incorporada a l'empresa 'Externa Group' des del 2024. La informació del gestor es troba en la Taula 6.4. [57]

Taula 6.4 Dades sobre el gestor de tintes i cartutxos

Nom del gestor	Ofik	Codi del Gestor	E-1614.16
Direcció	Carrer Artesans, 82	Municipi	Valls, Tarragona
Correu electrònic/ Número Mòbil	ofik@ofik.cat / 977604496		
Servei	Recollida i posterior tractament		
Tipus de residus gestionats	Tinta i cartutxos		

En el cas de les bombetes i fluorescents, el gestor que realitzarà la recollida i gestió d'aquests residus és l'empresa anomenada 'AMBILAMP', la qual destaca per la recollida i tractament de bombetes, fluorescents, LEDs i altres llums. Cal destacar, que és un sistema col·lectiu de responsabilitat ampliada del productor (SCRAP) per gestionar residus de llums i RAEE d'il·luminació i que per aquest motiu no necessita un codi de gestor individual com els gestor comercials de residus. A la Taula 6.5 hi ha informació sobre el gestor extern AMBILAP. [58]

Taula 6.5 Dades sobre el gestor de bombetes i fluorescents

Nom del gestor	AMBILAMP	Codi del Gestor	-----
Direcció	Avinguda de Burgos, 17- Planta 9ª	Municipi	Madrid, Espanya
Correu electrònic/ Número Mòbil	recogidas@ambilamp.com / 900102749		
Servei	Recollida i posterior tractament		
Tipus de residus gestionats	Fluorescents i bombetes		

6.5.2. Efluents líquids

Els residus líquids són molt abundants en la indústria química, aquests necessiten un bon tractament, ja que poden contenir molts tipus de contaminants en grans quantitats. Per això cal un bon control dels efluents que s'emeten i de la seva composició.

Des de FormalAir es busca reduir al màxim la repercussió mediambiental que tenen les emissions líquides en el medi ambient, per això se'n fa una deguda classificació per a poder ne oferir una gestió específica per a cada tipus d'efluent líquid.

6.5.2.1. Localització i classificació

A continuació es defineixen els següents tipus d'efluents líquids que hi ha a la Planta de FormalAir i on es troben ubicats: [59]

- **Aigües de neteja:** Es diferencien dos tipus d'aigües de neteja dins de la planta. D'una banda, les procedents de la neteja general dels equips, que únicament contenen detergents i poden ser abocades a llera pública. D'altra banda, les aigües generades durant la neteja de canonades, vàlvules, bombes i altres elements del procés, les quals contenen agents químics com àcids i, per tant, han de ser tractades en una EDAR abans del seu abocament.
- **Aigües pluvials:** Les aigües de pluja no entren en contacte amb substàncies químiques ni amb corrents de procés, motiu pel qual es condueixen directament al sistema de clavegueram.
- **Aigües de servei:** Les aigües procedents dels serveis auxiliars de la planta presenten una elevada càrrega de matèria orgànica i, consegüentment, requereixen tractament en una Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR).
- **Fuites o vessaments:** Tot i que la probabilitat de vessaments als tancs d'emmagatzematge és reduïda, la planta disposa de cubetes de contenció destinades a recollir possibles pèrdues o

fuites. Els líquids retinguts són posteriorment enviats a una EDAR per al seu tractament adequat.

- **Aigües sanitàries i d'ús domèstic:** Aigües dels lavabos, de cuines, piques i totes aquelles que siguin per ús personal.

A la Taula 6.6 s'identifiquen tots els efluents líquids residuals i la localització a la planta, no tots tenen a veure amb el procés, alguns són deguts a activitats diàries.

Taula 6.6 Localització dels residus líquids en la planta

TIPUS D'AIGÜES	ZONA
Aigua de neteja d'equips	800
Aigües de serveis	700
Aigües domèstiques	700 i 800
Aigües pluvials	700
Aigües de laboratoris	800

6.5.2.2. Límits d'abocament

Segons el Reial Decret 130/2003, del 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis públics de sanejament, no caldrà tractar tots els residus líquids que generi la planta, això és degut al fet que aquest decret estableix uns paràmetres amb uns valors límits que s'haurà de complir. Per tant, sí que s'analitzaran els efluents líquids i es tractaran si excedeixen aquests límits establerts. A la Taula 6.7 es mostren els paràmetres establerts pel Decret 130/2003: [\[60\]](#)

Taula 6.7 Líquids d'abocament per a diferents paràmetres

Paràmetres	Valor límit
Temperatura (°C)	40
pH	6 a 10
Matèries en suspensió	750
DBO5 (mg/L)	750
DQO (mg/L)	1500
Olis i greixos (mg/L)	250
Clorurs (mg/L)	2500
Conductivitat (uS/cm)	6000

Diòxid de Sofre (mg/L)	<u>15</u>
Sulfats (mg/L)	1000
Sulfurs totals (mg/L)	1
Sulfurs dissolts (mg/L)	0,3
Fòsfor total (mg/L)	50
Nitrats (mg/L)	100
Amoni (mg/L)	60
Nitrogen orgànic i amoniacal (mg/L)	<u>90</u>

6.5.3 Efluents gasosos

Qualsevol substància alliberada a l'atmosfera, tant si prové de processos naturals com d'activitats industrials o humanes, pot produir efectes negatius sobre la salut de la població i sobre el medi ambient. Amb l'objectiu de prevenir, controlar i disminuir la contaminació atmosfèrica, es va establir la Llei 34/2007, de 15 de novembre, relativa a la qualitat de l'aire i la protecció de l'atmosfera. Aquesta normativa regula especialment les activitats industrials i fixa, mitjançant el Reial decret 102/2011, els valors límit d'emissió permesos. En conseqüència, les indústries estan obligades a aplicar mesures de reducció d'emissions, disposar de les autoritzacions ambientals corresponents i realitzar controls periòdics de les emissions generades.

Les emissions gasoses constitueixen una problemàtica habitual dins de la indústria química, ja que els contaminants emesos són alliberats directament a l'atmosfera. Per aquest motiu, és necessari aplicar sistemes de tractament adequats que permetin minimitzar el seu impacte ambiental. Per poder dur a terme una gestió eficient de les emissions, primer és imprescindible identificar-ne l'origen i la composició, de manera que es puguin implementar tractaments específics adaptats a cada tipus de contaminant i reduir al màxim les afectacions sobre el medi ambient. [\[61\]](#) [\[62\]](#) [\[63\]](#)

Així doncs, en l'empresa FormalAir s'enumeren les emissions gasoses següents:

- Gasos emesos en el procés
- Gasos de la inertització amb nitrogen
- Gasos procedents dels tancs d'emmagatzematge
- Gasos emesos en la posada en marxa
- Gasos de purga

6.5.3.1. Localització i classificació

A la Taula 6.8 es mostren les emissions atmosfèriques existents i la distribució entre les diferents zones de la planta, es mostren tant activitats que es desenvolupen com equips concrets.

Taula 6.8 Localització dels residus gasosos de la planta

Residus gasosos	Zona de la planta
Inertització amb N2	A-100, A-600, A-300
Producció	<u>A-300, A-400</u>
Posada en marxa	A-500, A-700
Calderes	A-700

6.5.3.2. Compostos orgànics volàtils

Els COVs són substàncies químiques orgàniques que tenen la capacitat d'evaporar-se fàcilment a temperatura ambient i pressió atmosfèrica, fent que passin a l'atmosfera en forma de gasos. Aquestes es troben en gran varietat FormalAir trobem el metanol i el formaldehid.

Els COVs tenen moltes aplicacions industrials, però poden ser perjudicials tant per les persones com pel medi ambient. Alguns d'aquests són cancerígens i poden formar compostos que al ser emesos són molt contaminants. Per prevenir això s'han establert normatives per tal de limitar-los i establir mesures de control d'emissions en llocs de treball. Com que en el procés hi ha substàncies químiques volàtils, caldrà demanar una autorització ambiental per l'ús d'aquestes substàncies. [\[64\]](#) [\[65\]](#)

6.5.3.3. Tractament de residus gasosos

- **Inertització a partir de Nitrogen:** Per tal de minimitzar els riscos associats a la manipulació i emmagatzematge de productes inflamables presents a la planta, s'ha previst un sistema d'inertització mitjançant nitrogen. Aquest sistema consisteix en la introducció controlada de nitrogen als tancs d'emmagatzematge i a determinades línies de procés, amb l'objectiu de desplaçar l'oxigen de l'interior dels equips.

La reducció de la concentració d'oxigen evita la formació d'atmosferes potencialment explosives i disminueix el risc d'ignició dels vapors de metanol i altres compostos presents durant l'operació de la planta. A més, la inertització contribueix a reduir possibles emissions derivades de l'oxidació de productes i millora la seguretat global de la instal·lació.

Aquest sistema constitueix una mesura preventiva de caràcter ambiental i de seguretat industrial, ja que permet un control més eficient dels gasos presents als equips d'emmagatzematge i procés, garantint unes condicions d'operació més segures i respectuoses amb el medi ambient.

- **Oxidador tèrmic regeneratiu (RTO):** Tot i les diferents etapes de separació i purificació presents al procés de producció de formaldehid, una petita fracció de compostos contaminants continua present en els gasos residuals de la planta. Principalment es tracta de restes de metanol no reaccionat, formaldehid i monòxid de carboni generat com a subproducte de la reacció principal. A causa de les seves característiques contaminants i dels límits d'emissió establerts per la normativa ambiental vigent, aquests gasos han de ser tractats abans de la seva emissió a l'atmosfera.

Per aquest motiu, la planta disposa d'un oxidador tèrmic regeneratiu (RTO), una de les tecnologies més eficients per al control d'emissions de compostos orgànics volàtils (COVs). El funcionament d'aquest sistema es basa en l'oxidació tèrmica dels contaminants presents en la corrent gasosa a elevades temperatures, transformant-los principalment en diòxid de carboni i vapor d'aigua, compostos amb un impacte ambiental significativament menor i compatibles amb els límits legals d'emissió.

L'ús d'un RTO permet assolir elevades eficiències de destrucció dels contaminants presents als gasos residuals, reduint de manera considerable les emissions de formaldehid i metanol a l'atmosfera. Aquesta reducció contribueix directament a minimitzar l'impacte de la planta sobre la qualitat de l'aire i garanteix el compliment dels requisits ambientals aplicables a aquest tipus d'instal·lacions industrials.

Un altre aspecte destacable d'aquest sistema és la seva elevada eficiència energètica. Gràcies a la recuperació de calor entre els diferents cicles d'operació i a l'energia alliberada durant les reaccions d'oxidació, el consum de combustible extern es limita pràcticament a les operacions de posada en marxa. Això permet reduir tant el consum energètic global de la instal·lació com les emissions indirectes associades a la generació d'energia.

6.6. Contaminació acústica

La contaminació acústica que pot generar la nostra planta és un altre paràmetre que s'ha de tenir en compte a l'hora d'analitzar les contaminacions que es generen a la planta, no només els residus generen contaminació, sinó que, la pròpia activitat de la planta pot generar altre tipus de contaminacions igual de fortes com pot ser la contaminació acústica.

La contaminació acústica es tot aquell augment apreciable dels nivells de soroll mig amb greus conseqüències en la qualitat del medi ambient que l'envolta. En el cas de la planta de FormalAir, la contaminació acústica pot ser deguda a les següents activitats: [\[66\]](#) [\[67\]](#)

- Funcionament o mal funcionament dels equips d'operació per la producció de formaldehid de la planta.
- Sistemes de seguretat i control com les alarmes degut a pujades de temperatures, incendis...
- Conductes o maquinaries que estiguin en continua vibració i soroll degut a un mal manteniment o cop.

Un cop s'ha analitzat els diferents sorolls que pot tenir la planta, es classificaran el tipus de soroll segons la continuïtat i força d'aquests:

- Continus: Sorolls que es caracteritzen per no tenir pausa, com poden ser sorolls de bombes, ventiladors...
- Intermitents: Sorolls que es caracteritzen per tenir una pausa prolongada durant un determinat temps, normalment es donen en equips que operen per cicles, com podria ser un reactor batch.
- Impulsius: Sorolls que són provocats per eines.

Com s'ha pogut veure, els sorolls que es desenvolupen en una planta química son molt variats i alguns poden arribar a ser constants, sobretot, en zones amb maquinària amb bombes, compressors, forns, agitadors... Treballar en aquests entorns d'exposicions prolongades al soroll té greus conseqüències per la salut de treballador o per les espècies d'animals de l'entorn de la planta com la pèrdua auditiva a causa del soroll o altres físiques com l'estrès, fatiga crònica, migranyes o efectes negatius en la qualitat del somni.

6.6.1. Límits d'emissions acústiques

Com ja s'ha vist anteriorment, un increment del soroll pot afectar negativament a la salut dels treballadors de la planta i de l'entorn que l'envolta, per aquest motiu, és necessari limitar el soroll en uns límits d'emissió i immissió acústica tant a nivell europeu, estatal i autonòmic.

- **A nivell europeu:** Directiva 2002/49/CE responsable a l'avaluació i gestió del soroll ambiental, amb aquesta normativa europea, s'elaboren mapes de soroll i plans d'acció per a zones més sensibles o crítiques.

- **A nivell estatal:** Llei 37/2003 del Soroll, és la responsable de la protecció de la contaminació acústica i estableix criteris per a la mesura i control de les emissions sonores que provenen de l'activitat industrial. A través de diversos decrets, aquest llei es desenvolupada i concreta diverses metodologies de mesura i valors de referencia per a diferents zones i horaris.
- **A nivell autonòmic (Catalunya):** Llei 16/2002 responsable de la protecció contra la contaminació acústica que regulen els nivells màxims admissibles de soroll segons la tipologia de la zona i l'horari.

A continuació, es descriurà els límits legals d'emissions de soroll segons la zona i horari determinat. Pel que efa l'horari, es determinen 3 categories, i cadascuna d'elles tindrà un índex de soroll diferent. Les tres categories són: [\[68\]](#) [\[69\]](#) [\[70\]](#)

- Horari de dia: Ld, horari de 7 a 21 hores.
- Horari de vesprada: Le, horari de 21 a 23 hores
- Horari de nit: Ln, horari de 23 a 7 hores

Per altra banda, hi ha diferents zones de sensibilitat acústica, específicament, les següents 3:

- Zona de sensibilitat acústica Alta (A):
 - o A1: Espais d'interès natural
 - o A2: Predomini de sòl d'ús sanitari, docent i cultural
 - o A3: Vivendes situades en medi rural
 - o A4: Predomini de sòl d'ús residencial
- Zona de sensibilitat acústica moderada (B):
 - o B1: Coexistència de sòl industrial amb activitats o infraestructures de transport
 - o B2: Predomini de sòl d'ús terciari diferent a C1
 - o B3: Àrees urbanitzades existents afectades per sòl d'ús industrial
- Zona de sensibilitat acústica baixa (C):
 - o C1: Ús recreatius i d'espectacles
 - o C2: Predomini de sòl d'ús industrial
 - o C3: Àrees de territori afectades per sistemes generals d'infraestructures de transport

El nostre cas, la zona d'estabilitat en la que es classifica la nostra activitat industrial és la zona de sensibilitat acústica baixa (C), més específicament, el predomini de sòl d'ús industrial (C1). Els límits d'emissió de la categoria C2 es poden veure en la Taula 6.9.

Taula 6.9 Valors límits d'emissions zona acústica C2

	Índex de soroll (dB)		
	Ld	Le	Ln
(C2) Predomini del sòl d'ús industrial	70	70	60

6.6.2. Tractament d'emissions acústiques

Les anteriors normatives marquen els límits d'emissions que la planta FormalAir no pot sobrepassar, per aquest motiu, és necessari implantar una sèrie de procediments, estratègies i comportaments per reduir i prevenir al màxim la contaminació acústica com:

- Totes aquelles sales on es trobin màquines o instruments que facin gran soroll, s'afegirà un aïllant tèrmic en les parets de la sala per limitar i mitigar el soroll emès de la planta en punts específics. Aquest aïllant tèrmic poden ser escumes de poliuretà o llana de roca recobrint les parets.
- Al llarg de les canonades s'afegiran diversos suports per a reduir les vibracions.
- En tota la planta hi haurà una adequada senyalització de les zones amb major exposició al soroll, s'intentarà que siguin zones on les estàncies dels treballadors no sigui llarga.
- Als treballadors de la planta se'ls hi facilitaran EPIs, sistemes de protecció contra el soroll com taps per les orelles o cascos que eliminen el soroll.

6.7. Contaminació lumínica

Un altre tipus de contaminació que s'ha de tenir en compte, apart de la contaminació per part dels residus i del soroll, és la contaminació lumínica. Aquesta contaminació es defineix com la presència de llum artificial en horari nocturn en intensitats, direccions innecessàries que provoca una degradació de la foscor natural del cel i dels ecosistemes.

Les conseqüències de no aprofitar la llum natural del dia o no tenir una adequada llum artificial en horari nocturn són les següents:

- Ambientals: Al haver una mala llum de nit, pot crear una alteració dels ecosistemes nocturns i per tant, els ritmes biològics d'animals i plantes.
- Salut humana: Trastorns del son
- Energètiques: Malbaratament d'energia per il·luminació ineficient

Un cop vist les conseqüències que té la contaminació lumínica és necessari recurrir a les normatives establertes i determinant metodologies per erradicar o disminuir aquesta contaminació. [71]

6.7.1. Valors límits d'emissions lumíniques

Pel que fan les normatives que regulen la política de la contaminació lumínica, s'explicarà la normativa en l'àmbit autonòmic que afecta directament a Tarragona. Aquesta normativa clau és la Llei 6/2001 que regula la contaminació lumínica a Catalunya, tenint com a objectius la protecció del medi nocturn, la reducció de l'impacte ambiental i millorar l'eficiència energètica. La llei és ampliada pel Decret 190/2015, que s'encarrega de marcar valors límits d'il·luminació segons la zona. [72]

En la Figura 6.16 es pot observar el mapa de Catalunya amb diferents límits de contaminació lumínica segons la zona.

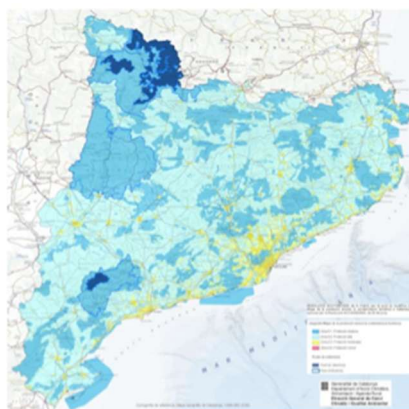


Figura 6.16 Mapa de Catalunya de límits de contaminació acústica

Tal i com s'observa en la imatge hi ha diferents zones de contaminació lumínica, a continuació s'explicarà les característiques i límits de cada zona.

- **Zona E1:** Zona de màxima protecció, és la zona més restrictiva. El tipus d'espai d'aquesta zona són parcs naturals, espais protegits o zones d'interès astronòmic. L'objectiu d'aquesta protecció és mantenir la foscor natural gairebé intacta.
- **Zona E2:** La restricció de la il·luminació és moderada amb limitacions d'horari nocturns. Es tipus d'espai que s'aplica les restriccions són zones rurals o espais periurbans amb densitat.
- **Zona E3:** Zones de protecció moderada amb límits d'intensitat lumínica, regulació i control d'enllumenat públic i privat. Els espais d'aquesta zona són espais urbans i residencials com ciutats i pobles.

- **Zona E4:** Zones de baixa protecció amb restriccions més flexibles on es permet més intensitat lumínica tot i que no es permet la llum directa cap el cel o fora del recinte. Els tipus d'espais ho conformen polígons industrials, zones comercials i infraestructures.

En el cas de la planta de FormalAir, la zona en la qual es troba situada és la zona E4 (industrial) i té menys restriccions que les altres zones, tot i que, s'ha de controlar la direcció de la llum, evitant emissions cap el cel i limitant l'impacte fora del recinte. En la Taula 6.10 es pot observar com varia les condicions de lluminositat de la planta segons els horaris.

Taula 6.10 Propietats dels sistema d'il·luminació a utilitzar en FormalAir

LLUMS		
FhSinst(%)*	10	5
Nivell màxim d'intrusió lumínica (lux)	10	5
Intensitat lumínica màxima (cd)	10	
Luminància màxima d'il·luminació exterior (comercial) (cd/m ²)	800	
Superfície de l'element d'il·luminació (m ²)	0,5<S<2	
Luminància mitja per il·luminació exterior ornamental	10	
Luminància màxima per il·luminació exterior ornamental (cd/m ²)	60	

*Percentatge màxim de flux lluminós d'hemisferi superior instal·lat

6.7.2. Tractaments per la contaminació lumínica

Com ja s'ha comentat anteriorment, és necessari limitar i controlar els sistemes d'il·luminació, especialment en horari nocturn. Per aquest motiu, la planta establirà mecanismes de control que garantiran el correcte funcionament de les instal·lacions d'il·luminació. S'establiran els següents mètodes:

- Instal·lació de sistemes d'il·luminació eficients tant energèticament com mediambientalment, com l'ús de llum LEDs.
- Control del manteniment i revisió periòdics dels controls d'il·luminació, per detectar, mitigar o solucionar qualsevol llum en mal estat.

- Adequar els sistemes d'il·luminació per a que no il·luminin zones sense necessitat de llum.
- Implementació de sistemes de regulació de llum, tant per encendre com per apagar, i així millorar l'eficiència energètica de la planta.

6.8. Avaluació Ambiental

6.8.1. Introducció

L'avaluació ambiental és una eina fonamental per a la protecció del medi ambient i per garantir que el desenvolupament d'activitats industrials es dugui a terme de manera sostenible. Segons la Llei 21/2013, de 9 de desembre, d'avaluació ambiental, aquest procediment permet incorporar criteris ambientals en la presa de decisions relacionades amb plans, programes i projectes susceptibles de generar impactes significatius sobre el medi.[\[73\]](#)

Mitjançant l'avaluació ambiental es poden identificar, prevenir i analitzar els possibles efectes derivats d'un projecte abans de la seva execució, així com establir mesures correctores o compensatòries adequades per minimitzar-ne les conseqüències. D'aquesta manera, aquesta eina contribueix a assegurar la compatibilitat entre el desenvolupament industrial i la protecció ambiental.

L'avaluació ambiental és actualment un instrument plenament consolidat tant a nivell estatal com internacional. En l'àmbit internacional, destaquen el Conveni d'Espoo, signat el 1991, relatiu a l'avaluació de l'impacte ambiental en contextos transfronterers, així com el Protocol sobre Avaluació Ambiental Estratègica. En l'àmbit europeu, aquesta matèria està regulada principalment per la Directiva 2001/42/CE, relativa a l'avaluació dels efectes de determinats plans i programes sobre el medi ambient, i per la Directiva 2011/92/UE, referida a l'avaluació dels impactes ambientals de projectes públics i privats. [\[74\]](#)

A més, a Espanya també és aplicable el Conveni Europeu del Paisatge, ratificat l'any 2007, que integra la protecció paisatgística dins dels procediments d'avaluació ambiental.

La Llei 21/2013 estableix el marc normatiu que regula l'avaluació ambiental dels plans, programes i projectes susceptibles de produir efectes significatius sobre el medi ambient, amb la finalitat d'assolir un elevat nivell de protecció ambiental i promoure un model de desenvolupament sostenible.[\[75\]](#)

Els principals objectius d'aquesta llei són:

- integrar els aspectes ambientals en la planificació i autorització de projectes,
- analitzar alternatives ambientalment viables,

- prevenir, corregir o compensar els impactes ambientals adversos,
- i establir mesures de seguiment, vigilància i control ambiental.

Així mateix, la normativa fomenta la cooperació entre administracions públiques i impulsa la participació ciutadana dins dels procediments d'avaluació ambiental.

Entre els principis bàsics que regeixen l'avaluació ambiental destaquen:

- Protecció i millora del medi ambient
- Principi de precaució
- Prevenció i correcció dels impactes
- Principi de “qui contamina paga”
- Desenvolupament sostenible
- Integració dels criteris ambientals en la presa de decisions
- L'aplicació del millor coneixement científic disponible.

Una vegada identificades i estudiades totes les emissions i residus generats a la planta de FormalAir, es procedeix a realitzar una avaluació de l'impacte ambiental associat a l'activitat industrial. Aquesta anàlisi és fonamental per assegurar el desenvolupament sostenible de la planta i minimitzar les possibles afectacions sobre el medi ambient.

Per tal d'obtenir una avaluació precisa i detallada, és necessari aplicar metodologies específiques que permetin estudiar de manera ordenada els diferents impactes ambientals derivats del procés productiu. Entre aquestes eines destaca la matriu de Leopold, un mètode sistemàtic que facilita la identificació, quantificació i anàlisi dels efectes que l'activitat de l'empresa pot generar sobre el medi ambient. [\[71\]](#) [\[72\]](#) [\[73\]](#) [\[74\]](#) [\[75\]](#) [\[76\]](#)

6.8.2. Matriu de Leopold

La matriu de Leopold és una eina d'avaluació ambiental qualitativa desenvolupada als Estats Units durant la dècada dels anys setanta. La seva principal funció és identificar les activitats d'un projecte susceptibles de generar impactes sobre el medi ambient, així com estimar-ne la magnitud i la importància abans de l'aprovació del projecte. D'aquesta manera, permet obtenir una visió global dels possibles efectes ambientals associats a una activitat industrial.

El funcionament de la matriu es basa en un sistema de doble entrada. A les files s'hi representen els diferents factors ambientals susceptibles de ser afectats, com ara el sòl, l'aire, l'aigua, la flora, la fauna o la població. A les columnes s'hi inclouen les diferents activitats o fases del projecte. En cada intersecció es poden assignar dos valors: un corresponent a la magnitud de l'impacte, habitualment valorada entre -10 i +10, i un altre relacionat amb la importància o significació de l'impacte, valorada d'1 a 10. [\[76\]](#)

Entre els principals avantatges d'aquesta metodologia destaca la seva simplicitat i claredat visual, ja que permet identificar de manera ràpida quins són els impactes ambientals més significatius. A més, és una eina flexible i adaptable, fet que facilita la incorporació de nous elements o modificacions del projecte i permet comparar diferents alternatives per determinar la més favorable des del punt de vista ambiental. Aquestes característiques fan que sigui una metodologia fàcil d'interpretar i comunicar.

No obstant això, la matriu de Leopold presenta també algunes limitacions. Es tracta d'un mètode amb un cert grau de subjectivitat, ja que les valoracions depenen en gran part del criteri de la persona encarregada de l'anàlisi. A més, l'avaluació és principalment qualitativa i no quantitativa, de manera que els resultats poden no representar amb exactitud l'abast real dels impactes ambientals. Tot i això, continua essent una eina molt útil per facilitar la comprensió i l'estudi dels efectes ambientals d'un projecte. [\[77\]](#) [\[78\]](#)

A la Taula 6.11 es pot observar la Matriu de Leopold desenvolupada per aquest projecte.

Factor Ambiental \ Accions		Fase constructiva			Fase explotació								Afectacions positives	Afectacions negatives	Impacte ambiental total
		Condicionament del terreny	Cimentació i estructures	Obres d'instal·lacions	Transport matèries primeres i productes	Emmagatzematge	Càrrega/desàrrega	Reactor	Columnes	Bescanviadors de calor	Oficines	Transport de personal			
Terra	Qualitat del sòl	-6 5	-4 6	-1 2	-4 -4	-2 5		-4 7	-3 6	-2 5	-1 2	-1 2	16	-126	-110
Aigua	Qualitat	-2 3	-1 2								-3 4		0	-20	-20
	Consum	-2 2	-2 2	-2 3				-1 2	-5 7	-4 6	-3 4		0	-87	-87
Atmosfera	Qualitat de l'aire	-6 7	-3 3	-6 3	-4 5	-2 6	-3 4	-8 9	-6 8	-3 5		-5 9	0	-293	-293
	Contaminació acústica	-7 5	-6 5	-6 3	-5 4	-2 3	-7 6	-4 6	-3 5	-3 4		-2 3	0	-208	-208
	Contaminació odorífera	-1 1	-1 1	-5 4	-1 3	-2 5	-2 2	-6 8	-5 7	-2 4		-1 5	0	-135	-135
	Contaminació lumínica					-2 3	-2 3	-2 3	-2 3		-1 2		0	-26	-26
Fauna i flora	Alteració hàbitat	-7 6	-4 4										0	-58	-58
	Animals	-6 5	-3 3										0	-39	-39
	Vegetació	-7 6	-4 4										0	-58	-58
Aspectes socials	Seguretat	-2 3	-2 3	-3 4	-3 4	-4 7	-4 7	-5 8	-3 6	-2 5			0	-160	-160
	Salut i benestar	-1 2	-1 2	-1 2	-1 2	-2 5	-2 5	-2 6	-2 6				0	-52	-52
	Treball	+4 5	+5 5	+5 5	+5 5	+5 6	+2 4	+3 5	+2 4	+2 4	+6 7		206	0	206
Aspectes econòmics	Valorització zona	-3 4	-2 3			-3 5	-2 4	-4 6	-3 5		+1 2		2	-80	-78
	Impostos	+2 4	+3 5	+3 5	+3 5	+4 5	+3 4	+7 8	+5 6	+4 5	+4 5		211	0	211
Energia i recursos	Consum d'energies	-3 3	-2 3	-2 3	-2 3	-2 3	-2 4	+8 8	-4 5	+8 8	-2 3	-2 4	128	-75	53
	Consum oli tèrmic							-8 8	-6 7	-2 3			0	-112	-112
	Generació energia							+8 8	+3 4	+8 8			140	0	140
Afectacions positives		28	40	40	56	50	20	199	50	156	64	0	-703		
Afectacions negatives		-261	-131	-84	-63	-103	-118	-320	-264	-85	-34	-66			
Impacte total		-233	-91	-44	-7	-53	-98	-121	-214	71	30	-66			

6.8.3 Anàlisi de la Matriu de Leopold

La matriu de Leopold elaborada permet identificar i valorar els principals impactes ambientals associats a les diferents fases de la planta de producció de formaldehid a partir de metanol. En aquesta matriu s'han considerat tant les accions de la fase constructiva com les de la fase d'explotació, i s'han relacionat amb diferents factors ambientals, socials, econòmics i energètics.

De manera global, el resultat total de la matriu mostra un impacte ambiental negatiu de -703 punts, fet que indica que, tot i existir alguns efectes positius associats al projecte, el balanç general és desfavorable des del punt de vista ambiental. Aquest resultat és coherent amb el tipus d'activitat analitzada, ja que es tracta d'una instal·lació industrial química on es manipulen substàncies com metanol, formaldehid i monòxid de carboni, i on existeixen consums energètics, emissions atmosfèriques i alteracions sobre l'entorn.

Pel que fa als factors ambientals més afectats, destaca clarament la qualitat de l'aire, amb un impacte total de -293 punts, sent el valor negatiu més elevat de tota la matriu. Aquest resultat es deu principalment a la presència d'emissions atmosfèriques associades al reactor, a les columnes, als sistemes de tractament de gasos i al transport de materials. També dins del factor atmosfera, la contaminació acústica presenta un impacte de -208 punts, relacionada sobretot amb el funcionament d'equips mecànics, compressors, bombes, bufadors i transport de personal o mercaderies.

Un altre impacte important correspon a la seguretat, amb un valor total de -160 punts. Aquest resultat és lògic en una planta de producció de formaldehid, ja que el procés implica la utilització de reactius inflamables i tòxics, treball a pressió i temperatura, i presència d'equips crítics com reactors, columnes, compressors i sistemes auxiliars. Per aquest motiu, la seguretat industrial ha de ser un dels aspectes principals a controlar mitjançant mesures de prevenció, manteniment, sistemes de detecció, ventilació i protocols d'actuació.

També s'observen impactes negatius rellevants en la qualitat del sòl, amb -110 punts, i en el consum de recursos energètics, amb valors negatius associats especialment al consum de combustibles i d'energia durant l'operació de la planta. La fase d'explotació és la que concentra la major part dels impactes negatius, especialment en les accions relacionades amb el reactor, les columnes i els bescanviadors de calor. Aquest resultat és coherent, ja que aquests equips són els principals responsables del funcionament continu del procés i concentren els majors consums energètics i riscos operatius.

Analitzant les accions de la matriu, s'observa que les més desfavorables són les associades al reactor, amb un impacte total de -121 punts, i a les columnes, amb -214 punts. Les columnes representen l'acció amb major impacte negatiu global, fet que es pot relacionar amb la seva importància dins del procés de separació, el consum de serveis auxiliars, la generació de corrents residuals i la necessitat de control ambiental. També destaca negativament el transport de personal, amb -66 punts, i la fase d'emmagatzematge, amb -53 punts, degut als possibles riscos associats a la manipulació i presència de substàncies químiques.

Pel que fa a la fase constructiva, els impactes negatius principals es concentren en el condicionament del terreny, la cimentació i estructures, les obres d'instal·lació, el transport de matèries primeres i productes i l'emmagatzematge. Aquests impactes estan relacionats amb l'ocupació del sòl, la generació de soroll, l'alteració de l'hàbitat, les emissions derivades de la maquinària i el transport, així com la possible afectació temporal sobre la qualitat de l'aire i del sòl. Tot i això, aquests impactes tenen un caràcter més temporal, ja que es produeixen principalment durant la construcció de la planta.

En canvi, durant la fase d'explotació, els impactes són més permanents i estan directament relacionats amb el funcionament de la instal·lació. Els equips de procés, especialment el reactor, les columnes i els bescanviadors de calor, presenten valors negatius importants perquè treballen de manera continuada i intervenen en les etapes més crítiques del procés. Per aquest motiu, les mesures correctores han de centrar-se sobretot en aquesta fase.

Malgrat el balanç ambiental negatiu, la matriu també mostra efectes positius importants. El factor treball presenta un impacte positiu de +206 punts, fet que indica que la construcció i explotació de la planta genera ocupació directa i indirecta. També destaca el factor impostos, amb +211 punts, relacionat amb l'activitat econòmica que genera la planta i la seva contribució fiscal. Finalment, la generació d'energia presenta un impacte positiu de +140 punts, vinculat a l'aprofitament energètic i a la recuperació de calor dins del procés.

Aquests impactes positius compensen parcialment els efectes negatius del projecte, especialment des del punt de vista social i econòmic. No obstant això, no són suficients per neutralitzar completament els impactes ambientals associats a la planta. Per aquest motiu, és necessari aplicar mesures de prevenció, reducció i control ambiental, especialment en relació amb les emissions atmosfèriques, el consum energètic, la seguretat industrial i la gestió dels corrents residuals.

En conclusió, la matriu de Leopold indica que la planta de producció de formaldehid presenta un impacte ambiental global negatiu, principalment associat a la qualitat de l'aire, la contaminació acústica, la seguretat i el consum energètic. Tot i això, també genera efectes positius en l'àmbit social i econòmic, especialment per la creació de llocs de treball i l'activitat econòmica associada. Per tant, el projecte pot considerar-se viable sempre que s'implementin correctament les mesures ambientals previstes, com el tractament de gasos mitjançant RTO, el control d'emissions, la refrigeració adequada dels equips, la gestió segura dels reactius i l'aplicació de protocols de seguretat industrial.

6.9 Bibliografia

1. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2006). Reglament (CE) núm. 1907/2006 relatiu al registre, avaluació, autorització i restricció de substàncies i mesclures químiques (REACH). Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32006R1907>
2. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2014). Directiva 2014/52/UE relativa a l'avaluació de les repercussions de determinats projectes públics i privats sobre el medi ambient. Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32014L0052>
3. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2008). Directiva 2008/50/CE relativa a la qualitat de l'aire ambient i a una atmosfera més neta a Europa. Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32008L0050>
4. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2000). Directiva 2000/60/CE per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües. Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>
5. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2019). Reglament (UE) 2019/1021 sobre contaminants orgànics persistents (POP). Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32019R1021>
6. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2008). Directiva 2008/98/CE sobre els residus. Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>
7. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2010). Directiva 2010/75/UE sobre les emissions industrials. Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32010L0075>
8. España. Jefatura del Estado. (2001). Llei 6/2001, de 8 de maig, de modificació del Reial decret legislatiu 1302/1986, d'avaluació d'impacte ambiental. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-10542>
9. España. Jefatura del Estado. (2002). Llei 16/2002, d'1 de juliol, de prevenció i control integrat de la contaminació. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-13042>
10. España. Jefatura del Estado. (2006). Llei 27/2006, de 18 de juliol, per la qual es regulen els drets d'accés a la informació, participació pública i accés a la justícia en matèria de medi ambient. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-13010>

11. Junta de Andalucía. (2007). Llei 7/2007, de gestió integrada de la qualitat ambiental. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-20691-consolidado.pdf>
12. España. Jefatura del Estado. (2007). Llei 26/2007, de 23 d'octubre, de responsabilitat mediambiental. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18475>
13. España. Jefatura del Estado. (2010). Llei 6/2010, de 24 de març, de modificació del text refós de la Llei d'avaluació d'impacte ambiental de projectes. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-6545>
14. España. Jefatura del Estado. (2013). Llei 21/2013, de 9 de desembre, d'avaluació ambiental. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913>
15. España. Ministerio de la Presidencia. (2008). Reial decret legislatiu 1/2008, d'11 de gener, pel qual s'aprova el text refós de la Llei d'avaluació d'impacte ambiental de projectes. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-1405>
16. Generalitat de Catalunya. (2009). Llei 20/2009, de 4 de desembre, de prevenció i control ambiental d'activitats. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2009/12/04/20>
17. España. Jefatura del Estado. (2016). Reial decret legislatiu 1/2016, de 16 de desembre, pel qual s'aprova el text refós de la Llei de prevenció i control integrats de la contaminació. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-12601>
18. España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2013). Reial decret 815/2013, de 18 d'octubre, pel qual s'aprova el Reglament d'emissions industrials. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-10949>
19. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2001). Recomanació 2001/331/CE sobre criteris mínims de les inspeccions mediambientals als Estats membres. Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32001H0331>
20. Generalitat de Catalunya. (2010). Llei 26/2010, de règim jurídic i de procediment de les administracions públiques de Catalunya. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2010/08/03/26>
21. Generalitat de Catalunya. (2011). Llei 9/2011, de promoció de l'activitat econòmica. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2011/12/29/9>
22. Generalitat de Catalunya. (2015). Llei 16/2015, de simplificació de l'activitat administrativa. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2015/07/21/16>

23. Generalitat de Catalunya. (2009). Llei 6/2009, de 28 d'abril, d'avaluació ambiental de plans i programes. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2009/04/28/6>
24. Generalitat de Catalunya. (2006). Llei 12/2006, de mesures en matèria de medi ambient. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2006/07/27/12>
25. Generalitat de Catalunya. (2001). Llei 13/2001, de modificació de la Llei 3/1998 de la intervenció integral de l'administració ambiental. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2001/07/13/13>
26. Generalitat de Catalunya. (2011). Decret 308/2011, de 5 d'abril. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2011/04/05/308>
27. Generalitat de Catalunya. (2010). Ordre MAH/611/2010, de 23 de desembre, de tramitació electrònica dels procediments d'intervenció administrativa d'activitats. Portal Jurídic de Catalunya. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/o/2010/12/23/mah611>
28. Ajuntament de Tarragona. (2025). Zona de Baixes Emissions (ZBE) de Tarragona. Recuperat de <https://www.tarragona.cat/medi-ambient/zbe>
29. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (s.f.). REACH: Reglamento de registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas. EU-OSHA. Recuperado de <https://osha.europa.eu/>
30. Ajuntament de Badalona. (s.f.). Autorització ambiental (Annex I). Recuperado de <https://www.badalona.cat/>
31. Ajuntament d'Esparreguera. (s.f.). Tràmits Carpeta Ciutadana - Llicència ambiental. Recuperado de <https://tramits.esparreguera.cat/>
32. Canal Empresa Generalitat de Catalunya. (s.f.). Llicència ambiental (Annex II) (tràmit FUE municipal). Recuperado de <https://canalempresa.gencat.cat/>
33. Generalitat de Catalunya. (s.f.). Marc normatiu. Medi Ambient i Sostenibilitat. Recuperado de <https://mediambient.gencat.cat/>
34. España. Jefatura del Estado. (2002). Llei 16/2002, d'1 de juliol, de prevenció i control integrat de la contaminació. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-13042>
35. Generalitat de Catalunya. (s.f.). Autoritzacions ambientals. Medi Ambient i Sostenibilitat. Recuperat de https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/empresa_i_produccio_sostenible/prevencio_i_control_dactivitats/autoritzacions_ambientals/

36. Ministerio de Trabajo y Economía Social. (s.f.). ¿Qué es el PRTR?. Recuperado de <https://www.mites.gob.es/>
37. IDAE. (s.f.). Qué es el PRTR. Portal Ayudas IDAE. Recuperado de <https://www.idae.es/>
38. Generalitat de Catalunya. (s.f.). Registre, avaluació, autorització i restricció (REACH). Medi Ambient i Sostenibilitat. Recuperado de <https://mediambient.gencat.cat/>
39. Safety and Health at Work EU-OSHA. (s.f.). REACH: Reglamento de registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas. Recuperado de <https://osha.europa.eu/>
40. INERCO. (s.f.). Mejores técnicas disponibles (MTD). Recuperado de <https://www.inerco.com/>
41. Generalitat de Catalunya. (s.f.). Què és una MTD?. Medi Ambient i Sostenibilitat. Recuperado de <https://mediambient.gencat.cat/>
42. Generalitat de Catalunya. (s.f.). Avaluació ambiental. Medi Ambient i Sostenibilitat. Recuperado de <https://mediambient.gencat.cat/>
43. GTA Ambiental. (s.f.). ¿Qué es la jerarquía de residuos?. Recuperado de <https://www.gtaambiental.com/>
44. ScrapAd. (s.f.). Qué es la jerarquía de residuos y cómo funciona. Recuperado de <https://www.scrapad.com/>
45. Randstad. (s.f.). Qué es la norma ISO 14001 y para qué sirve. Recuperado de <https://www.randstad.es/>
46. Audelco. (s.f.). Certificación ISO 14001. Recuperado de <https://audelco.es/>
47. Eurofins Environment Testing Spain. (s.f.). La norma ISO 14001: para qué sirve. Recuperado de <https://www.eurofins-environment.es/>
48. ISO. (s.f.). ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental. Recuperado de <https://www.iso.org/>
49. Eurofins Environment Testing Spain. (s.f.). Reglamento EMAS. Recuperado de <https://www.eurofins-environment.es/>
50. Generalitat de Catalunya. (s.f.). Què és l'EMAS?. Medi Ambient i Sostenibilitat. Recuperado de <https://mediambient.gencat.cat/>
51. Associació Catalana de Gestors de Residus de Construcció i Demolició. (s.f.). Control de Runes - GRCD. Recuperado de <https://www.grcd.info/>
52. Home del Sac. (s.f.). Què és la gestió de residus?. Recuperado de <https://homedelsac.ad/>
53. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Gestión de residuos. Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/>
54. Externa Grup. (s.f.). Externa Grup. Recuperado de <https://externagrup.com/>
55. GRC. (s.f.). Acceptació de residus. Recuperado de <https://www.grc.cat/documentacio/acceptacio/>

56. Pratgir. (s.f.). Qui som. Recuperado de <https://pratgir.com/>
57. Ofik. (s.f.). Contacte. Recuperado de <https://www.ofik.cat/>
58. AMBILAMP. (s.f.). Quiénes somos. Recuperado de <https://www.ambilamp.es/>
59. GC Tratamiento. (s.f.). Qué son los efluentes industriales. Recuperado de <https://www.gctratamiento.com/>
60. Generalitat de Catalunya. (2003). Decret 130/2003, de 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis públics de sanejament. DOGC. Recuperat de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2003/05/13/130>
61. España. Jefatura del Estado. (2007). Llei 34/2007, de 15 de novembre, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-19744>
62. España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2011). Reial decret 102/2011, de 28 de gener, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-1645>
63. Generalitat de Catalunya. (s.f.). Límits d'emissions. Medi Ambient i Sostenibilitat. Recuperat de https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/emissions-industrials/limits-demissio/
64. España. Jefatura del Estado. (2007). Llei 34/2007, de 15 de novembre, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-19744>
65. España. Ministerio de la Presidencia. (2003). Reial decret 117/2003, de 31 de gener, sobre limitació d'emissions de compostos orgànics volàtils degudes a l'ús de dissolvents en determinades activitats. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-2351>
66. Diputació de Barcelona. (s.f.). Contaminació acústica - Salut pública. Recuperado de <https://www.diba.cat/>
67. Iberdrola. (s.f.). Contaminación acústica: qué es, causas, efectos y soluciones. Recuperado de <https://www.iberdrola.com/>
68. Endesa. (s.f.). Causes de la contaminació lumínica i com ens afecten. Recuperado de <https://www.endesa.com/>
69. Generalitat de Catalunya. (s.f.). Què és la contaminació lumínica?. Medi Ambient i Sostenibilitat. Recuperado de <https://mediambient.gencat.cat/>
70. Universidad de Barcelona. (s.f.). Contaminació lumínica. La UB Divulga. Recuperado de <https://www.ub.edu/>

71. España. Jefatura del Estado. (2013). Llei 21/2013, de 9 de desembre, d'avaluació ambiental. BOE. Recuperat de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913>
72. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (1991). Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context (Espoo Convention). Recuperat de <https://unece.org/environment-policy/public-participation/espoo-convention-text>
73. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2001). Directiva 2001/42/CE relativa a l'avaluació dels efectes de determinats plans i programes sobre el medi ambient. Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32001L0042>
74. Parlament Europeu i Consell de la Unió Europea. (2011). Directiva 2011/92/UE relativa a l'avaluació de les repercussions de determinats projectes públics i privats sobre el medi ambient. Recuperat de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32011L0092>
75. Consejo de Europa. (2000). Convenio Europeo del Paisaje. Recuperat de <https://www.coe.int/en/web/landscape/the-european-landscape-convention>
76. Ponce, V. M. (s.f.). La matriz de Leopold. San Diego State University. Recuperat de http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html
77. Software ISO. (s.f.). Matriz Leopold de causa y efecto para los impactos ambientales. Recuperado de <https://www.isotools.us/>
78. Ponce, V. M. (s.f.). La matriz de Leopold. San Diego State University. Recuperado de <http://ponce.sdsu.edu/>
79. Intel·ligència Artificial. *Claude*. (Versió 2026). Utilitzada per la cerca de papers i articles científics així com per la millora de la redacció.