



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'MDI

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química
Juny 2025

Iván Romero Lozano
Hind Douief Merras
Carla Delgado Campaña
David Garcia Jounou
Kilian Correro Luque
Gino Zambrano Cedeño

TUTOR

Rafa Bosch Palacios



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'MDI

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

CAPÍTOL 6. MEDI AMBIENT

Taula de continguts

6.1. Introducció	3
6.2. Instruments obligatoris i/o de l'administració	3
6.2.1. Autoritzacions, llicències i comunicació ambiental	3
6.2.2. Millors tècniques disponibles (MTD)	4
6.2.2.1. Documents BREF	5
6.2.3. Jerarquia de gestió de residus	6
6.3. Gestió ambiental	7
6.3.1. Polítiques i normatives	8
6.3.1.1. Normativa ISO-14001.....	8
6.3.1.2. EMAS	9
6.3.2. Sistemes de gestió ambiental.....	10
6.4. Gestió de residus	11
6.4.1. Residus sòlids	12
6.4.1.1. Zones d'emissió.....	12
6.4.1.2. Tractament.....	13
6.4.2. Residus líquids.....	17
6.4.2.1. Marges legals	18
6.4.2.2. Localització.....	18
6.4.2.3. Tractament.....	19
6.4.3. Residus gasosos.....	19
6.4.3.1. Localització.....	20
6.4.3.2. Tractament.....	20
6.5. Altres contaminants.....	21
6.5.1. Contaminació lumínica	21
6.5.1.1. Marges legals	21
6.5.1.2. Tractament.....	22
6.5.2. Contaminació acústica	23
6.5.2.1. Marges legals	23
6.5.2.2. Tractament.....	23
6.6. Gestió externa	24

6.6.1 Subministrament de matèries primeres	24
6.6.2 Gestió externa de residus	25
6.6.3. Impactes ambientals i mesures associades.....	27
6.7. Matriu de Leopold	28
6.8. Bibliografia	32

6.1. Introducció

La indústria química és una de les que genera més emissions contaminants al medi ambient. En l'empresa MDIchem es pren molt seriosament l'impacte mediambiental que es pugui generar, responsabilitzant-se al màxim en la reducció d'aquest.

En l'elaboració de l'MDI es generen molts tipus de residus i de contaminacions perjudicials. Alguns dels reactius són contaminants, les reaccions que es duen a terme, els equips i els tractaments que es duen a terme, entre altres. Tots aquests focus de contaminació s'han de tenir en compte i regular per tal de complir uns rangs d'emissió i unes lleis que tenen com a objectiu aconseguir regular l'impacte negatiu que suposa l'empresa en el medi ambient.

Aquí s'enuncia els requisits per a l'acompliment dels marges legals, els mateixos marges, així com les lleis i instruments. Amb aquests es podrà explicar els tipus de gestions que es fan, tant mediambientals com de residus, per a seguir amb els objectius. Així com la regulació d'altres possibles contaminants com l'acústic i el lumínic. Tot això en referència a les gestions que realitza internament l'empresa, si més no, no es pot gestionar tot de manera autònoma, per aquest motiu també es parlarà de la gestió interna que es decideix dur a terme.

Finalment, per a fer un estudi de l'impacte ambiental, es realitza una matriu de Leopold amb la finalitat de donar-li un valor a aquest per a futures gestions amb l'objectiu de reduir aquests resultats.

6.2. Instruments obligatoris i/o de l'administració

6.2.1. Autoritzacions, llicències i comunicació ambiental

La producció de MDI a escala industrial, tal com està plantejat aquest projecte, implica una activitat d'alt impacte ambiental i risc químic. Per això, es requereix el compliment estricte d'un ampli ventall de requisits legals i ambientals abans de la seva posada en marxa. A continuació es detallen els principals tràmits necessaris:

La planta està subjecta a una Autorització Ambiental Integrada (AAI), ja que es tracta d'una activitat inclosa dins l'Annex I de la Llei 20/2009, per la qual s'integren les autoritzacions sectorials en matèria d'atmosfera, aigües, residus i sòl, i s'aplica també la Directiva d'Emissions Industrials 2010/75/UE. Aquesta autorització és obligatòria per a:

- Instal·lacions químiques per a la fabricació de compostos orgànics, especialment isocianats.
- Ús de substàncies altament tòxiques com el fosgen.
- Manipulació i emmagatzematge de grans volums de substàncies perilloses.

És, per tant, obligatori per a la planta MDIchem l'aplicació d'aquesta autorització.

La AAI estableix les condicions d'explotació, incloent-hi les Millors Tècniques Disponibles (MTD), límits d'emissió, programes de control ambiental i plans de vigilància.

- Emissions atmosfèriques: El procés genera emissions de clorur d'hidrogen, compostos orgànics volàtils (COVs), i possibles traces de fosgen. Per tant, es requereix una autorització d'emissions a l'atmosfera d'acord amb el Reial decret 100/2011.
- Abocaments aigua: Si hi ha generació d'aigües residuals (p. ex. per neteges, refrigeració o purgues), caldrà gestionar una autorització d'abocament, ja sigui al sistema de sanejament municipal o al medi receptor (sòl o aigües superficials), segons l'òrgan competent.

La planta ha d'estar inscrita com a productora de residus peril·losos, seguint la Llei 7/2022 de residus i sòls contaminats, a més els residus derivats de la síntesi com el material contaminat amb isocianats o fosgen s'han de gestionar mitjançant operadors autoritzats.

També es requereix l'autorització per a l'emmagatzematge i manipulació de substàncies peril·loeses, segons la reglamentació APQ i el Reglament CLP per a classificació, etiquetatge i envasament de productes químics.

Ja que es té l'ús de fosgen, que és una substància altament tòxica, i les quantitats manipulades, la instal·lació estaria afectada per la Directiva SEVESO III (2012/18/UE), transposada mitjançant el Reial decret 840/2015, que obliga a:

- Elaborar un Informe de Seguretat.
- Implementar un Pla d'Emergència Interior.
- Participar en la coordinació amb Protecció Civil per al Pla d'Emergència Exterior.
- Llicència urbanística i ambiental municipal, que garanteix la compatibilitat de l'activitat amb el planejament urbanístic i els requisits ambientals locals.
- Comunicació i autorització per a instal·lacions de pressió i conduccions, si s'utilitzen sistemes pressuritzats per a fosgen o clorobenzè.
- Permisos de connexió elèctrica, subministrament d'aigua i gestió d'energia tèrmica.

Finalment, l'empresa ha d'implementar un pla de control ambiental, amb monitoratge periòdic d'emissions, inspeccions internes, revisions de les condicions d'autorització i comunicació de qualsevol incidència ambiental significativa.

6.2.2. Millors tècniques disponibles (MTD)

La Directiva 2010/75/UE del Parlament Europeu i del Consell, relativa a les emissions industrials, estableix un marc legal europeu destinat a reduir l'impacte ambiental de les activitats industrials mitjançant una gestió integrada de la contaminació.

Les MTD són aquelles tècniques que garanteixen el més alt nivell de protecció ambiental, tècnicament viables i econòmicament assumibles, considerant tant els processos com el seu disseny, explotació, manteniment i desmantellament. L'objectiu principal és prevenir o, si no

fos possible, reduir significativament les emissions a l'atmosfera, a l'aigua i al sòl, així com disminuir la generació de residus.

Segons la Directiva, les empreses del sector químic que duen a terme activitats amb un alt potencial contaminant han d'obtenir una Autorització Ambiental Integrada (AAI), que inclogui les condicions ambientals específiques de funcionament. Aquesta autorització ha de basar-se en les MTD definides en els Documents de Referència sobre les Millors Tècniques Disponibles (BREFs, per les seves sigles en anglès), elaborats pel Centre Europeu de Sevilla.

Els BREFs inclouen tant descripcions detallades de processos i tecnologies com valors límit d'emissió associats a les MTD. Aquest enfocament permet harmonitzar les exigències ambientals dins la Unió Europea i promou una millora contínua en les pràctiques industrials.

L'aplicació de les MTD també comporta beneficis afegits per a l'empresa, com ara una millor eficiència de recursos, una reducció de consums energètics i la minimització de riscos ambientals i legals, tot millorant la sostenibilitat del procés productiu.

D'aquesta manera, amb el seu ús i desenvolupament s'intenta dur a terme accions mediambientalment generoses com: reduir emissions, aprofitar els residus afavorint així l'economia circular o aprofitar l'energia al màxim. Moltes d'aquestes tècniques es posen en pràctica en la planta MDIchem.

6.2.2.1. Documents BREF

Els documents BREF (Best Available Techniques Reference Documents) tenen com a objectiu establir una base tècnica comuna per identificar i aplicar les MTD prèviament presentades, en els diferents sectors industrials, d'acord amb la Directiva 2010/75/UE. Aquests documents descriuen els processos productius, les emissions i consums associats, així com les tècniques aplicables per minimitzar l'impacte ambiental.

L'objectiu d'aquests documents és servir de referència per al sector industrial al qual siguin aplicables.

Els BREF també inclouen els Valors d'Emissió Associats (VEA), que serveixen de referència per fixar els límits en els permisos ambientals. A més, contribueixen a harmonitzar els criteris d'autorització ambiental entre els estats membres i fomenten la innovació i la sostenibilitat en la indústria. Finalment, són una eina de suport per a les autoritats competents en l'establiment de condicions ambientals específiques per a cada instal·lació.

Els documents BREF estan formats pels següents apartats, presents en la *Taula 6.2.1*.

Taula 6.2.1. Apartats dels documents BREF amb les seves respectives descripcions

Apartat	Descripció
Prefaci	Presenta els objectius, motivacions i la metodologia d'elaboració del document, així com les indicacions generals per a la seva utilització.
Abast	Defineix els sectors d'activitat i processos industrials als quals és aplicable el document.
Contingut	Desenvolupa els diferents capítols del BREF, incloent-hi: - Introducció al sector o activitats de referència. - Descripció dels processos. - Tècniques a considerar per a la determinació de les MTD.
Conclusions sobre les MTD	Recull les tècniques considerades com a MTD per al sector, juntament amb els valors límit d'emissió (VLE) o valors d'emissió associats (VEA).
Tècniques emergents	Inclou les tècniques en fase de desenvolupament que podrien esdevenir MTD en el futur.
Observacions finals i recomanacions	Ofereix una anàlisi crítica del procés d'elaboració, el grau de consens assolit i la proposta de termini per a la futura revisió del document.
Referències	Relació de les fonts documentals i treballs utilitzats durant l'elaboració del BREF.
Glossari	Llista dels termes tècnics i abreviacions emprades al document, amb el seu significat corresponent.
Annexos	Inclou taules, gràfics i informació complementària rellevant no continguda al cos principal del document.

6.2.3. Jerarquia de gestió de residus

La gestió ambientalment responsable dels residus generats durant la producció de MDI és una part clau del disseny i operació de la planta. La jerarquia de residus, definida en l'àmbit europeu per la Directiva 2008/98/CE i transposada al marc normatiu espanyol mitjançant la Llei 7/2022 de residus i sòls contaminats per a una economia circular, estableix un ordre de prioritats en la gestió dels residus que cal aplicar sempre que sigui tècnicament i econòmicament viable.

Aquesta jerarquia es compon, de major a menor preferència, de les següents etapes:

1. **Prevenió.** L'objectiu principal és evitar la generació de residus des de la fase de disseny del procés. En el cas de la producció de MDI, això inclou la selecció òptima de condicions de reacció, la millora del rendiment dels processos de foscilació i la minimització de subproductes o purgues contaminants.
2. **Preparació per a la reutilització.** Aquesta etapa implica la regeneració o recirculació de corrents útils dins del mateix procés. Per exemple, el clorobenzè es recupera per destil·lació i és reintroduït com a solvent, mentre que s'estudia la recuperació de fosgen no reaccionat en sistemes tancats, a la seva alta toxicitat i cost.
3. **Reciclatge.** Quan la reutilització directa no és viable, es prioritza el reciclatge de materials. En aquest cas, els corrents residuals que contenen solvents orgànics poden ser tractats per regeneració fora de planta. Tanmateix, l'alt grau de toxicitat i reactivitat dels compostos implicats (sobretot el MDA i el MDI cru) limita les opcions de reciclatge convencional.
4. **Valorització.** Determinats residus líquids orgànics o polímers subproductes poden ser revalorats energèticament mitjançant la seva incineració controlada amb recuperació de calor, sempre que es disposi d'un sistema adequat de tractament de gasos per evitar emissions de compostos aromàtics halogenats o isocianats.
5. **Eliminació.** L'última opció, i la menys desitjable, és l'eliminació per abocador o incineració sense recuperació energètica. Aquesta via s'ha de reservar únicament per a residus peril·losos que no puguin ser tractats d'altra manera, com ara certs llots contaminats amb fosgen residual, reactius degradats o mescles amb alta peril·lositat biològica o ambiental.

En el disseny de la planta, s'han considerat mesures específiques per complir amb aquesta jerarquia:

- Implementació de sistemes tancats per a la manipulació del fosgen.
- Destil·lació per a la recuperació del clorobenzè.
- Tractament de gasos residuals amb unitats de neutralització i adsorció.
- Gestió externa de residus peril·losos per empreses autoritzades (seguint el catàleg CER).

Aquest enfocament permet reduir l'impacte ambiental del procés i complir amb les exigències normatives vigents, en línia amb els principis de l'economia circular.

6.3. Gestió ambiental

En l'àmbit de la gestió mediambiental s'ha d'assumir una gran responsabilitat en la reducció de l'impacte perjudicial que pugui tenir-ne l'empresa. Així doncs, cal aplicar un seguit de mesures i s'han de tenir en compte diferents tipus de contaminació o impactes negatius i considerar-ne els àmbits d'actuació pertinents.

Primerament, s'ha de tenir en compte la recollida dels residus generats, tant en el procés d'elaboració del producte final com en el transcurs de les jornades laborals dels treballadors. Tots aquests residus han d'estar degudament separats i classificats per a una recollida selectiva i eficient, d'acord amb una bona distribució i gestió d'aquests.

El transport dels residus és un altre punt a tenir en compte. Aquest ha d'estar efectuat amb eficàcia i per mitjans adequats per a cada un dels residus. Per això s'ha hagut de fer una bona separació prèvia, com s'ha comentat amb anterioritat.

Per al tractament d'alguns residus s'han d'aplicar algunes tècniques específiques. Aquestes poden ser la separació i reciclatge de materials, el tractament i la posterior recirculació d'alguns compostos per a la reutilització d'aquests en el procés productiu. Altres tècniques també poden ser la incineració o llançament de manera controlada d'alguns residus que no es puguin dotar de valor, o bé la comercialització dels que sí que puguin. Pròximament en aquest mateix capítol s'explicarà la metodologia emprada per al tractament dels residus generats a les instal·lacions de MDIchem.

Per a seguir unes bones directrius i elaborar una bona política de gestió ambiental cal seguir unes polítiques i normatives determinades, les quals doten a l'empresa d'una certificació de responsabilitat i compromís amb el medi ambient.

6.3.1. Polítiques i normatives

Les polítiques i normatives mediambientals estan regides per les institucions governamentals de les regions on s'estableixen. Aquestes serveixen per a garantir un mínim de responsabilitat quant al medi ambient. El bon compliment d'aquestes polítiques i normatives suposa un prestigi per a l'empresa. Així doncs, les empreses busquen una constant millora per a complir de manera correcta amb totes aquestes o per a ser pioneres en el sector quant a la gestió mediambiental, ja que suposa un avantatge competitiu important.

Les més importants que s'han considerat en la planta de MDIchem són l'ISO 14001 i la EMAS. Aquestes dues són normatives de prestigi europeu i totes dues estableixen una necessitat d'establir un pla de gestió mediambiental i doten de prestigi i garantia mediambiental a les empreses que les segueixen. Per a un correcte compliment d'ambdues cal que tota l'empresa i els seus integrants es responsabilitzin amb elles i procurin una bona pràctica i seguiment de les polítiques i objectius marcats per l'empresa.

6.3.1.1. Normativa ISO-14001

La normativa ISO-14001 és un estàndard internacional per a seguir una bona gestió ambiental. Es basa en una millora contínua i ajuda a identificar i controlar l'impacte mediambiental que té l'empresa o organització.

Aquesta ajuda a les empreses o entitats a complir uns requisits i a establir un sistema de gestió ambiental, el qual ha d'estar revisat periòdicament per a comprovar que segueix els objectius i interessos definits. Una bona certificació d'aquest demostra una gran implicació i

responsabilitat de l'empresa quant al medi ambient. Aquest fet té un impacte positiu en la imatge i reputació de l'empresa.

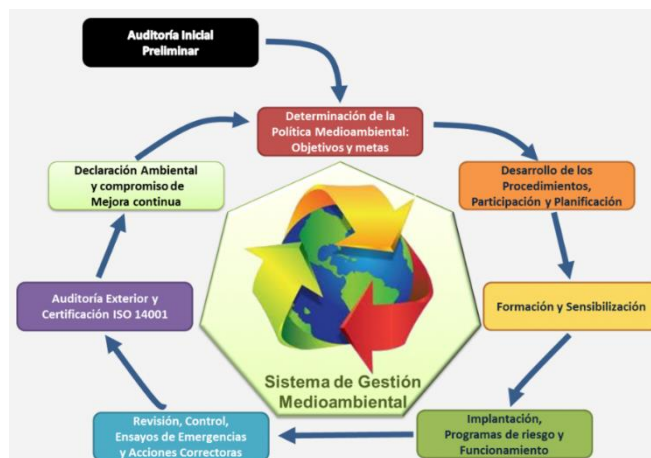


Figura 6.3.1. Sistema de gestió mediambiental, ISO 14001

Tal i com es mostra en la *Figura 6.3.1* el sistema de gestió mediambiental segons aquesta normativa, es tracta d'un procés cíclic el qual està sempre en continua revisió i millora.

La normativa requereix una determinació d'una política de gestió per part de l'empresa. Aquesta ha d'estar establerta per la direcció i tota l'organització se n'ha de fer responsable del seu compliment. A banda d'això és necessari que s'estableixin uns objectius i unes metes a seguir quant a gestió mediambiental, d'aquesta manera se'n pot fer un seguiment més exacte del progrés i el rumb que pren. S'ha de fer un seguiment periòdic de la situació en la qual es troba l'empresa mitjançant certes auditories on es determina si les línies de progrés i els ritmes són els adequats.

Per a determinar aquesta política i les fites a establir, cal fer un exercici d'avaluació i identificació de l'impacte ambiental. En aquest s'ha de tenir en compte totes les activitats, productes o serveis que realitzi l'organització i puguin tenir un cert impacte mediambiental. El primer pas ha de ser identificar els possibles focus d'emissions i seguidament se n'ha de fer una avaluació per meditar les millors vies d'actuació per a un control adequat.

Finalment, la normativa també exigeix la implementació de pràctiques i procediments per a controlar la gestió de residus, energies i contaminants.

6.3.1.2. EMAS

El Reglament Comunitari d'Ecogestió i Ecoauditoria (EMAS), és una eina de reconeixement desenvolupada per la Unió Europea, orientada a organitzacions que han implantat un bon sistema de gestió ambiental i han adoptat un compromís de millora contínua, verificat mitjançant auditories independents.

Les empreses o organitzacions reconegudes per la EMAS han hagut d'implantar una política ambiental definida i uns sistemes de gestió mediambientals, el funcionament dels quals ha de ser verificat periòdicament a través de declaracions mediambientals. Les entitats que

compleixen amb els requisits ostenten el logotip EMAS, el qual és símbol de garantia i compromís ferm respecte al medi ambient.



Figura 6.3.2. Logotip EMAS

El reglament EMAS ajuda de manera voluntària ajuda les empreses a contribuir al desenvolupament de l'economia circular.

A banda de tot això el sistema EMAS obliga a implementar uns indicadors de comportament ambiental per a registrar i analitzar l'ús eficient de tots els recursos. També assegura el compliment legal i l'anticipació de nous requisits ambientals, aquest aspecte requereix la conscienciació dels empleats en la importància de la seva participació en la gestió mediambiental. A més a més, suposa un motor per a la innovació, això és degut a la millora contínua que promou, aquesta fa que les entitats que l'adopten estiguin interessades en la investigació de nous objectius, la recerca de materials menys contaminants, reducció del consum i altres iniciatives innovadores i de desenvolupament.

6.3.2. Sistemes de gestió ambiental

Per a seguir amb les normes ISO-14001 i EMAS, anteriorment mencionades, des de MDIchem s'ha decidit implementar un sistema de gestió ambiental basat en el creixement i desenvolupament de l'empresa per a reduir l'impacte mediambiental negatiu d'aquesta.

Primerament, cal establir unes polítiques ambientals i uns objectius a complir en uns terminis determinats. Així com protocols i procediments per a identificar i avaluar l'impacte mediambiental de l'empresa.

Paral·lelament, per a assegurar-ne un bon control dels progressos i una bona gestió dels imprevistos, cal concertar una sèrie d'auditories entre els membres dirigents de l'empresa i de les diferents seccions. D'aquesta manera es podran determinar els punts febles del progrés i abordar-los amb més efectivitat i puntualitat.

A banda d'això, les altres entitats que mantinguin relacions d'algun tipus hauran d'estar compromeses amb el medi ambient. La raó és que l'empresa no vol comptar amb socis, proveïdors o clients que no puguin assegurar una bona gestió mediambiental. Ja que no es

vol promoure les pràctiques perjudicials ni contaminants, perquè va en contra els principis de l'empresa MDIchem, els quals cal mantenir per preservar una identitat.

Aquestes mesures permetran que a MDIchem s'aconsegueixin un seguit d'avantatges enumerats a continuació:

- **Beneficis econòmics.** Les fites marcades per l'empresa en la gestió mediambiental poden tenir com a objectiu secundari o com a conseqüència l'estalvi econòmic i la reducció de despeses. Un exemple podria ser la revaloració de residus, el qual proporcionaria un autoabastiment de l'empresa i una reducció dels costos d'adquisició d'alguns productes.
- **Prestigi comercial.** L'empresa pot assegurar un compromís amb una gestió ambiental demostrable, fet que és atractiu en el sector i que dota de cert prestigi a l'empresa de cara a possibles clients i socis.
- **Millora de relacions amb administracions.** El fet de complir les normatives i promoure una política de reducció d'impacte mediambiental negatiu fa que les administracions vegin amb bons ulls els projectes i pràctiques que realitzi l'empresa, fet que millora la capacitat d'adquirir permisos o autoritzacions, ja que es poden garantir l'acompliment dels seus respectius requisits.
- **Desenvolupament.** La bona gestió mediambiental va estretament lligada amb el desenvolupament de l'empresa. Per a aconseguir unes bones gestions i una millora contínua cal invertir en I+D+i, fet que no només millorarà l'empresa en l'àmbit ambiental sinó en tota aquesta.
- **Bona relació amb els entorns propers.** El fet de reduir contaminacions i possibles emissions farà que les localitats, entitats o instal·lacions properes estiguin més a gust amb la presència de l'empresa en els seus voltants. Ja que sempre resulta millor estar en un ambient net i lliure de contaminacions.

En conclusió, des de l'empresa MDIchem està molt conscienciada amb el medi ambient i en la reducció del seu impacte negatiu en aquest. Així doncs, s'estableix un sistema de gestió mediambiental que buscarà, a través del compliment de les normatives ISO-14001 i EMAS, una millora constant. Per a controlar el camí a seguir s'estableixen unes polítiques i unes fites assolir en uns terminis determinats, realitzant també auditories constants per a assegurar que s'està seguint la línia desitjada i poder abordar els diferents àmbits d'actuació en cas negatiu.

6.4. Gestió de residus

A la planta MDIchem s'emeten una certa quantitat de residus a tractar de manera adequada. La classificació es divideix en l'estat de la matèria que conforma el residu (sòlid, líquid o gas). Cada un d'aquests efluents haurà de ser tractat d'una manera diferent. Sempre complint els marges legals i buscant una màxima reducció o reaprofitament d'aquests, per a seguir amb la filosofia de respecte al medi ambient que té l'empresa.

En aquesta classificació es determinarà tots els efluent contaminants que tingui l'empresa i s'especificarà els àmbits d'actuació en cada cas. Aquestes tècniques no són fixes, ja que des de l'empresa es busca la millora constant i s'intentarà sempre implementar les millors tècniques disponibles.

6.4.1. Residus sòlids

D'efluents sòlids n'hi ha de dos tipus, els que es produeixen de manera industrial i els que es poden assimilar a residus urbans.

El primer cas es refereix a residus que es produeixen en el procés de producció industrial. Segons regeix la Llei 7/2022 establerta el 8 d'abril del BOE, es defineixen com a residus industrials els procedents de la producció, fabricació, transformació, ús, consum, neteja o manteniment generats per l'activitat industrial a conseqüència de la seva activitat principal. Aquestes es recullen en el llistat següent:

- Peces de màquines
- Màquines
- Filtres
- Aparells (vàlvules, aparells de control, canonades, entre altres)
- Residus de laboratori

El segon cas, els residus assimilables a urbans, són residus sòlids que es produeixen en la planta i que no surtin directament de la part productiva d'aquesta, sinó que es generen en zones com l'oficina o les zones de treballadors. És a dir, aquests residus són els mateixos als que es puguin trobar en qualsevol zona urbana, com ara els presentats a continuació:

- Papers i cartó
- Vidres
- Plàstics
- Matèria orgànica
- Piles i bateries
- Bombetes i fluorescents
- Material de primers auxilis
- Material de protecció individual per a treballadors

Així doncs, el total de tots aquests esdevé el conjunt de residus sòlids que emet la planta. Els dos grups establerts són per a classificar els residus, el tractament d'aquests és independent al grup al qual pertanyen.

6.4.1.1. Zones d'emissió

Per a fer-ne un seguiment de les zones amb més emissions sòlides, es fa un recull de la zona on s'emet cada un dels residus anteriorment esmentats. Es recull aquesta informació en la *Taula 6.4.1* que es mostra a continuació:

Taula 6.4.1. Llistat de residus sòlids amb les seves zones d'emissió i la seva classificació

Residus sòlids	Zona	Classificació
Aparells	De A-100 a A-900	Industrial
Bombetes i fluorescents	Totes	Urbà
Filtres	De A-100 a A-800	Industrial
Màquines	De A-100 a A-800	Industrial
Matèria orgànica	A-1000 i A-1100	Urbà
Material de protecció individual	Totes	Urbà
Material de primers auxilis	A-1100	Urbà
Papers i cartó	Totes	Urbà
Piles i bateries	Totes	Urbà
Plàstics	Totes	Urbà
Peces de màquines	De A-100 a A-800	Industrial
Residus de laboratori	A-900	Industrial
Vidres	Totes	Urbà

6.4.1.2. Tractament

Els tractaments dels residus es realitzaran per separat segons les necessitats de cada un, ja que hi ha molta diversitat de materials. Per a un correcte tractament per separat caldrà fer-ne una correcta separació, així doncs aquests s'abocaran per separat en els següents contenidors que es troben distribuïts per tota la planta. Aquests seran buidats obligatòriament un cop per setmana. En cas de ser requerit, perquè algun d'aquests està ple, també serà necessari el seu buidatge. Per a fer-ho s'abocarà el contenidor en concret en un altre més gran que correspongui al tipus de residu que conté el petit. Aquest contenidor més gran estarà situat a l'exterior de la planta per facilitar-ne la recollida dels residus de l'interior. La recollida es durà a terme per empreses externes que se n'encarregaran de la gestió de cada un dels residus prèviament separats. Aquest és el procediment general, en cas que per algun residu s'hagi de gestionar diferentment s'especificarà en el llistat que es mostra a continuació:

- **Residus industrials.** Aquests són tots els recollits en el llistat fet anteriorment en l'apartat 6.4.1. Per a la seva gestió es contractarà una empresa de gestió externa. Aquests, a excepció de tots els altres no seguiran el procediment habitual, sinó que es recolliran i emmagatzemaran en una zona neta, per a ser preparats per al seu transport. Per tal de facilitar la feina a l'empresa que s'encarregui dels residus en qüestió, aquest hauran d'estar degudament classificats, ordenats i etiquetats.
- **Bombetes i fluorescents.** El mateix nom esmenta el tipus de residu que es troba en aquesta secció. Si bé les bombetes i els fluorescents solen ser de vidre, aquests no es

poden llençar al contenidor verd. Tots dos residus corresponen al grup de Residus Aparells Elèctrics i Electrònics (RAEE), per això han d'anar a uns contenidors especials. Aquest és el que es mostra en la *Figura 6.4.1*. Les zones de descans o oficines queden exemptes de disposar d'aquest tipus de contenidors, així doncs, per a llençar aquest tipus de residu caldrà buscar un dels contenidors distribuïts per la planta.



Figura 6.4.1. Contenidor de bombetes i fluorescents

- **Matèria orgànica.** Computa com a matèria orgànica les restes d'aliments, paper de cuina, paper, càpsules de cafè, entre altres. La matèria orgànica, com el seu propi nom indica, pertany al grup de la fracció orgànica. Així doncs, s'ha d'abocar al contenidor marró. El contenidor corresponent es troba representat en la *Figura 6.4.2*. Per raons estètiques, en les oficines no es comptarà amb aquest tipus de contenidors. En aquestes es podran trobar papereres com les de la *Figura 6.4.3*, en les quals només es podran abocar residus orgànics.



Figura 6.4.2. Contenidor de matèria orgànica



Figura 6.4.3. Paperera de matèria orgànica

- **Material de protecció individual.** Aquest tipus de residu es refereixen a equips de protecció individual, aquests s'han d'abocar dins de bosses de plàstics correctament

tancades i aboca'ls en contenidors de fracció resta. D'aquesta manera, el contenidor corresponent, serà de color gris i igual al de la *Figura 6.4.4*.



Figura 6.4.4. Contenedor de material de protecció individual

- **Material de primers auxilis.** Per als materials de primers auxilis també se'n farà una gestió diferent de la resta. Dins aquest grup també poden ser-hi presents alguns materials que puguin entrar en un altre tipus de classificació present en aquest llistat. Un exemple d'això poden ser els plàstics que embolcallen alguns materials sanitaris, aquests plàstics poden ser abocats als contenidors per a plàstics presents en tota la planta. D'altra banda, per a la resta de residus que siguin estrictament sanitaris cal fer-ne una gestió externa, facilitant que aquests arribin en òptimes condicions i degudament classificats a les empreses que se n'encarreguin de la seva gestió. Per a això aquests han de ser abocats i recollits en unes bosses de plàstic degudament tancades.
- **Papers i cartó.** El mateix nom indica el tipus de residu que es troba en aquesta secció. Aquest contenidor serà de color blau, tal com es mostra en la *Figura 6.4.5* i estaran repartits per tota la planta. De totes maneres, per raons estètiques, dins les oficines o zones de descans no hi haurà aquests contenidors, sinó que es disposarà d'unes papereres especials tal com es mostra en la *Figura 6.4.6*, en les quals només es podrà llençar aquest tipus de residu.



Figura 6.4.5. Contenedor de paper i cartó



Figura 6.4.6. Paperera de paper i cartó

- **Piles i bateries.** Totes les piles i les bateries corresponen al grup de residus de piles i acumuladors. Aquestes no es poden barrejar amb segons quins tipus de residus, ja que no poden acabar en abocadors, pel fet que amb el temps, els materials tòxics que les componen es poden filtrar en el terra i acabar a pous d'aigües subterrànies, contaminant-les. Així doncs, aquestes es llençaran en un contenidor adequat per aquestes, concretament el que apareix en la *Figura 6.4.7*.



Figura 6.4.7. Contenidor de piles i bateries

- **Plàstics.** Aquests abasten tota mena de residus fets de plàstic, com ara els envasos d'ampolles d'aigua, embolcalls d'algun material o peça adquirit, restes d'alguna màquina, entre molts més. Per a aquests s'estableixen els contenidors presents en la *Figura 6.4.8*. Per raons estètiques, en oficines o zones de descans no hi haurà aquests contenidors, sinó que es disposarà d'unes papereres especials tal com es mostra en la *Figura 6.4.9*, en les quals només es podrà llençar aquest tipus de residu.



Figura 6.4.8. Contenidor de plàstics



Figura 6.4.9. Paperera de plàstics

- **Vidres.** Com ja s'ha mencionat, les bombetes i els fluorescents formen part d'un grup de residus aliè a aquest. Així doncs, com el seu propi nom indica, aquests residus són els que estan conformats per qualsevol mena de vidre, com ara miralls o finestres trencats, envasos de vidre, panells de vidre, entre altres. Aquests s'abocaran en contenidors, com el de la *Figura 6.4.10*, repartits per tota la planta. En llocs com les oficines o zones de descans no hi haurà aquest tipus de contenidors, així que caldrà anar a buscar-ne un per a poder abocar el residu.



Figura 6.4.10. Contenidor de vidres

- **Residus de laboratori.** Els materials presents en un laboratori poden ser molt diversos, així doncs també se'n farà una gestió diferent de la resta de residus. Els residus que puguin pertànyer a algun altre grup de residus, presents en aquest llistat, seran abocats als contenidors pertinents. Sempre que aquest residu no hagi estat sotmès a cap tractament ni en contacte amb cap material que el pugui transformar en perillós d'alguna manera. En el cas mencionat o en cas que algun dels residus tinguin certa toxicitat o perillositat, aquests seran degudament classificats i tractats per a poder ser expulsats de la manera més segura possible, sigui mitjançant una gestió externa o una gestió pròpia, ja que es preveu que es tracti de quantitats molt petites.

6.4.2. Residus 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 MDIchem 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.

En MDIchem se'n poden classificar les següents emissions:

- Aigües residuals industrials
- Aigües residuals pluvials
- Aigües residuals d'ús personal
- Residus líquids de laboratori

6.4.2.1. Marges legals

Els residus líquids no es poden abocar lliurement, aquests han de complir uns límits legals per a ser expulsats. Aquests límits estan regits pel decret 130/2003, del 13 de maig, pel qual s'aprova el reglament de serveis públics de sanejament. Així doncs, els marges legals d'abocament de líquids residuals es recullen en la *Taula 6.4.2*.

Taula 6.4.2. Llistat dels límits legals per a l'abocament de residus líquids

Paràmetres	Valor límit	Unitats
Temperatura	40	°C
PH (interval)	6-10	pH
MES (Matèries en Suspensió)	750	mg/L
DBO5	750	mg/L O2
DQO	1500	mg/L O2
Olis i greixos	250	mg/L
Clorurs	2500	mg/L Cl-
Conductivitat	6000	µS/cm
Diòxid de sofre	15	mg/L SO2
Sulfats	1000	mg/L SO4 2-
Sulfurs totals	1	mg/L S2-
Sulfurs dissolts	0,3	mg/L S2-
Fòsfor total	50	mg/L P
Nitrats	100	mg/L NO3-
Amoni	60	mg/L NH4+
Nitrogen orgànic i amoniacal	90	mg/L N

6.4.2.2. Localització

Per a fer-ne un correcte estudi és molt important saber quines són les zones d'emissió d'aquests residus líquids dins la planta. Així doncs, en la *Taula 6.4.3*, se'n fa un recull d'aquestes dades.

Taula 6.4.3. Llistat de residus líquids amb les seves zones d'emissió

Residus líquids	Zona
Aigües residuals industrials	De A-100 a A-800
Aigües residuals pluvials	Totes
Aigües residuals d'ús personal	A-1000 i A-1100
Residus líquids de laboratori	A-900

6.4.2.3. Tractament

Cada un dels efluents líquids tindrà una composició diferent, per tant, no es podrà realitzar el mateix tipus de tractament per a tots. El que es procurarà és fer que els líquids emesos per l'empresa MDIchem compleixin els límits legals per a ser abocats. Això es realitzarà mitjançant tractaments específics realitzats per empreses externes. A continuació es mostren tots els àmbits d'actuació en funció dels tipus d'efluents líquids presents:

- **Aigües residuals industrials.** Aquestes són les aigües procedents de diferents etapes del procés de producció industrial, les aigües que provenen de la neteja d'equips i de la resta de la planta i les aigües o residus líquids que provenen de possibles vessaments. Per a la gestió d'aquestes es dirigeixen a una EDAR, la qual s'encarregarà de reduir els nivells de contaminació per a la correcta emissió d'aquestes al medi ambient, de manera que no resultin perjudicials.
- **Aigües residuals pluvials.** Aquestes són les aigües que precipiten sobre la zona de la planta industrial en el succés de fenòmens meteorològics. Aquestes es recolliran en la xarxa de clavegueram general. Això és possible ja que, aquestes no entren en contacte amb cap mena de residu químic ni tòxic, així doncs no suposen un perill.
- **Aigües residuals d'ús personal.** Aquestes són les aigües provinents dels vestuaris dels treballadors, lavabos, aixetes, fonts, oficines o altres punts de la planta on hi hagi aigua destinada a l'ús personal. Aquestes, com que no estan en contacte amb cap mena de producte químic, també seran transportades a una EDAR que se n'encarregarà del seu correcte tractament.
- **Residus líquids de laboratori.** Aquests són els possibles residus líquids que surtin del laboratori i no puguin ser abocats per l'aigüera. Com que resulten residus de baixa quantitat, per al tractament d'aquests es contractarà a una empresa privada que se n'ocuparà de tractar-los en una EDAR.

6.4.3. Residus gasosos

Les emissions gasoses són comunes també en la indústria química. Aquestes cal tractar-les adequadament, ja que els gasos emesos van directes a l'atmosfera. Per a fer-ne un tractament

detallat cal identificar aquestes emissions, d'aquesta manera es podrà fer un tractament específic per a cada un d'aquests i reduir al màxim l'impacte mediambiental que puguin generar.

Així doncs, en l'empresa MDIchem 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

6.4.3.1. Localització

Per a realitzar un estudi detallat de les emissions és important saber quines són les zones on es generen aquestes. Així doncs, en la *Taula 6.4.4* es fa un recull d'aquestes dades.

Taula 6.4.4. Llistat de residus gasosos amb les seves zones d'emissió

Residus gasosos	Zona
Gasos de procés	De A-100 a A-800
Gasos de la inertització	A-100 i A-200
Gasos dels tancs	A-100
Gasos de la posada en marxa	Totes
Gasos de purga	A-400

6.4.3.2. Tractament

Un cop fetes les classificacions pertinents i analitzades les zones d'emissió, cal fer-ne un estudi de les possibles actuacions enfront de la gestió d'aquest tipus de residus. Cal comentar que l'empresa no disposa de la capacitat per a una correcta gestió dels residus gasosos. Així doncs, l'actuació general serà la dependència d'una empresa externa que se'n faci càrrega.

L'objectiu és arribar a un acord amb les empreses pertinents perquè aquestes en facin el tractament des de la mateixa planta de MDIchem, instal·lant en aquesta l'equipament necessari. També es posaran les majors facilitats possibles per al correcte treball d'aquestes empreses dins la planta, fent adaptacions en aquesta per a ajustar-se al treball de les empreses subcontractades o proporcionant prou espai pel seu treball. Aquesta opció és viable, ja que no hi ha massa varietat d'emissions gasoses. Això pot fer que es pugui repartir bé l'espai.

Com s'ha mencionat en anteriors ocasions, a MDIchem es busca reduir al màxim l'impacte mediambiental que es pugui generar a la planta. D'aquesta manera, les empreses subcontractades per a la gestió d'aquests residus estaran correctament seleccionades,

prioritzant la correcta gestió que en puguin fer del residu emès per damunt del cost que pugui suposar. Una altra prioritat a l'hora d'escollir les empreses de gestió serà que aquestes puguin tractar més d'un efluent gasós, per a no sobrecarregar la planta d'empreses diferents que puguin perjudicar-se internament entre elles.

6.5. Altres contaminants

A banda de l'emissió de residus, les empreses químiques emeten altres tipus de contaminants en les seves plantes de producció. Aquests tipus de contaminació es refereixen a les contaminacions lumíniques, acústiques o odorífera.

Tot i poder ser passades per alt a simple vista, cal fer-ne una bona gestió, ja que el fet de tenir-les ben regulades ajuda a una bona relació amb les institucions, empreses o poblacions properes a l'empresa.

Els tres tipus de contaminació esmentats també poden afectar els mateixos treballadors de l'empresa, així doncs cal prendre mesures per a prevenir un mal estat d'aquests i poder-ne millorar la seva eficiència.

6.5.1. Contaminació lumínica

És evident que l'empresa fa ús d'il·luminació artificial per a mantenir la correcta visibilitat en totes les zones de la planta, en tot moment del dia. Tot i això, aquesta cal regular-la i evitar que s'emeti a l'exterior per a no generar problemes a l'exterior.

D'altra banda, l'exposició perllongada a la llum artificial pot generar alteracions en el cicle circadiari dels treballadors. Així doncs, cal regular-la de manera que no pugui resultar perjudicial per a aquests.

6.5.1.1. Marges legals

Abans de prendre mesures per a reduir la contaminació lumínica cal conèixer i entendre els marges legals establerts per a aquesta.

En primer lloc, cal entendre la zona en la qual es troba l'empresa per a conèixer la vulnerabilitat del medi nocturn a aquesta contaminació. El mapa de Catalunya es divideix en quatre zones diferents, des de E1 fins E4. Essent aquesta primera la zona amb el grau de màxima protecció i la segona mencionada la zona amb el grau de menor protecció.

Segons la classificació regida per la generalitat, l'empresa MDIchem pertany a la categoria E3. Aquesta es cataloga com a zona de protecció moderada. Són les àrees que el planejament urbanístic classifica de terrenys urbanitzables o terrenys urbans. Exceptuant les àrees que són zona E1, E2 i E4. Així com els espais d'ús intensiu nocturn situats en terrenys no urbanitzables que els ajuntaments proposin i siguin aprovats pel departament competent en matèria del medi ambient.

Un cop coneguda la zona, es pot prendre més consciència de la responsabilitat que ha de prendre l'empresa quant a aquest tipus de contaminació. Així doncs, és important conèixer els marges legals que cal seguir. Aquests es veuen representats en la *Taula 6.5.1*. Estan regits pel decret 190/2015, de 25 d'agost, de desplegament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.

Taula 6.5.1. Llistat dels límits legals per a les emissions lumíniques permeses

Paràmetre	Reglament
Tipus de làmpades	Menys del 15% de radiància per sota dels 440 nm (dins un rang de longituds compreses entre 280-780nm)
Percentatge màxim de flux lluminós	10% en horari de vespre i 5% en horari de nit
Nivells màxims d'il·luminació intrusa	10 lux en horari de vespre i 5 lux en horari de nit
Intensitat lluminosa màxima	10.000 cd
Luminància màxima d'enlluernament exterior comercial i publicitari	800 cd/m ²
Luminància per a l'enllumenat exterior o ornamental	5 cd/m ² luminància mitjana i 10 cd/m ² luminància màxima

6.5.1.2. Tractament

Per a evitar sobrepassar els marges legals i tenir una bona relació amb l'impacte lumínic a MDIchem es decideix implementar les següents mesures:

- Ús de làmpades i bombetes LED de temperatura de color. Aquestes compleixen els requisits legals i poden emetre prou llum per a la correcta il·luminació de la planta.
- La planta constarà d'il·luminació natural, d'aquesta manera, si les condicions meteorològiques i el nivell d'il·luminació natural ho permeten, la planta no requerirà llum artificial durant certes hores del dia i en certes zones. Aquesta mesura no es podrà aplicar a tota la planta ni a totes hores.
- Les fons d'il·luminació natural també poden ser fonts de contaminació lumínica quan la llum de dins la planta sigui superior a la de l'exterior, per a no emetre aquesta llum a l'exterior, aquestes fonts (finestres, portes, obertures...) disposaran d'uns mecanismes que faran possible el seu tancament i evitaran el traspàs de llum de l'interior de la planta a l'exterior.
- La planta no disposarà de cartells luminescents excessius, sinó dels mínims necessaris per a la correcta visió de textos o imatges importants. Aquests estaran ajustats als marges legals corresponents.
- S'evitarà costir el que costi projectar llums enfocant directament al cel.
- Es conscienciarà als treballadors de l'ús correcte de les llums dins la planta, perquè facin servir la llum necessària en moments necessaris. Intentant així evitar que certes

llums romanguin obertes sense que ningú se'n benefici o obrir més llums de les necessàries.

6.5.2. Contaminació acústica

Es determina com a contaminació acústica la quantitat de soroll que prové de l'empresa i és detectada des de l'exterior o interior d'aquesta.

Per a l'exterior, aquesta contaminació pot ser molesta per a gent que transiti a prop de la zona, residents propers, empreses properes o entorns naturals amb la seva fauna. Així doncs, l'empresa ha de procurar emetre sons pràcticament nuls a l'exterior d'aquesta.

També cal tenir en compte els sorolls que se senten a l'interior d'aquesta, els quals poden ser molestos pels treballadors i dificultar-ne la comunicació verbal en les diferents zones o bé generar problemes auditius.

6.5.2.1. Marges legals

Per al correcte compliment de la normativa cal conèixer els marges legals. Aquests venen representats en el Decret 176/2009, de 10 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica.

Aquests límits de contaminació acústica es classifiquen segons franges horàries. De les 7:00 fins a les 19:00 és el període de dia (Ld). De les 19:00 fins a les 23:00 és el període de tarda (Le). I de les 23:00 fins a les 7:00 és el període de nit (Ln).

Igual que en la contaminació lumínica, en la contaminació acústica també es classifiquen unes zones, on la capacitat acústica permesa varia segons la sensibilitat acústica. L'empresa MDIchem correspon a la classificació C, zona de sensibilitat acústica baixa. De manera més concreta correspon a la classificació C2, la qual es refereix a àrees amb predomini de sòl d'ús industrial. Els valors límit d'immissió, expressats en decibels amb ponderació A, són 70 per als períodes de dia i de tarda i 60 per al període de nit.

6.5.2.2. Tractament

Tenint en compte aquests límits d'emissions acústiques, l'objectiu és la reducció d'aquestes, de cara a l'exterior, així com la procuració de mantenir unes condicions auditives òptimes per als treballadors de la planta. Per a assolir aquests objectius s'han dut terme les següents mesures:

- Reforçar les parets, sòls i sostres amb panells acústics que evitin que les emissions acústiques es propaguin a l'exterior. Així com l'ús de barreres i encapsulats acústics.
- Implementar amortidors i bancades d'inèrcia antivibradors.
- L'adquisició de maquinària silenciosa o amb emissions acústiques mínimes. En cas de no poder ser viable aquesta opció, es pot apostar per la recerca constant de millores per aconseguir millores per a les màquines i fer-les menys silencioses.

- Separar les zones amb més soroll de les zones de descans i servei, a banda d'una deguda protecció acústica d'aquestes. D'aquesta manera els treballadors no estan constantment sentint sorolls.
- Dotar als treballadors d'equips de protecció acústica de seguretat per a prevenir possibles problemes auditius, obligant-los a fer-ne ús en determinades zones de la planta on els sorolls ho requereixin.

6.6. Gestió externa

En un procés industrial de fabricació de MDI, la gestió externa representa una part fonamental per garantir el correcte funcionament de la planta, el compliment normatiu i la seguretat en tota la cadena de subministrament i evacuació. Aquest capítol té com a objectiu descriure i analitzar els recursos, serveis i elements que, tot i no formar part directa del procés intern de producció, són imprescindibles per al seu desenvolupament.

S'hi inclouen aspectes com el subministrament de matèries primeres essencials com el fosgen, el clorobenzè i la MDA, l'aprovisionament energètic i de fluids auxiliars, i la gestió de residus i subproductes per empreses externes. També s'examina la logística associada, el transport de productes perillosos, la gestió de la documentació tècnica i legal, i la coordinació amb proveïdors i gestors autoritzats.

Donada la perillositat de les substàncies manipulades, especialment el fosgen, la gestió externa no només compleix una funció logística, sinó també estratègica, sent clau per garantir la seguretat, la sostenibilitat i el compliment de la normativa vigent en matèria de medi ambient i seguretat industrial.

6.6.1 Subministrament de matèries primeres

El subministrament de matèries primeres per al procés de fabricació de MDI s'organitza de manera eficient i segura, ateses les característiques de perillositat dels compostos implicats i la seva disponibilitat. Aquestes matèries primeres s'incorporen al sistema productiu mitjançant dos canals principals: transport terrestre en camions i connexions per canonada des d'indústries properes.

El clorobenzè s'aprovisiona setmanalment mitjançant camions cisterna, procedents de proveïdors autoritzats. Es tracta d'un líquid inflamable classificat dins la ITC MIE APQ-1 classe B1, amb un punt d'inflamació de 28 °C, la qual cosa requereix mesures específiques de seguretat tant durant el transport com en la descàrrega i emmagatzematge.

Els camions arriben amb sistemes ADR per a transport de mercaderies perilloses, i la descàrrega es realitza en una àrea habilitada amb sistemes de contenció i ventilació. El clorobenzè es bombeja a tancs de seguretat inertitzats i equipats amb sistemes de detecció de fuites i sensors de gasos explosius.

Donada la seva extrema toxicitat, el fosgen no es transporta per carretera. En aquest projecte el subministrament és obtingut per canonada directa des d'una planta veïna, que el genera in situ. Aquesta estratègia elimina els riscos associats al transport i minimitza l'inventari a la planta, cosa que permet un subministrament controlat i continu del producte segons la demanda del procés.

Les canonades estan construïdes amb materials resistents a la corrosió (acer inoxidable 316L) i compten amb sistemes de control automàtic, vàlvules de seguretat, purgadors i detectors de fuites amb alarma remota. Aquest circuit funciona sota protocols estrictes de manteniment i monitoratge continu.

L'MDA, compost precursor de l'MDI, també se subministra per canonada des de la mateixa indústria propera. Aquest subministrament facilita una gestió centralitzada dels precursors i permet operar amb menors volums emmagatzemats a planta.

Igual que amb el fosgen, la connexió per canonada inclou sistemes de seguretat activa i passiva per evitar contaminacions o vessaments. Es tracta d'un compost de manipulació relativament menys crítica, però que pot tenir certa toxicitat, per la qual cosa es manté sota condicions controlades de temperatura i atmosfera inerta.

6.6.2 Gestió externa de residus

En la planta MDIchem, que opera amb reactius en fase líquida, la gestió adequada dels residus esdevé una part fonamental del sistema ambiental. Malgrat no treballar amb gasos reactius directament en fase gasosa, els processos poden generar una varietat de residus líquids i traces gasoses que requereixen una gestió externa especialitzada.

Els residus generats inclouen:

- Solucions contaminades amb solvents orgànics.
- Subproductes líquids resultants de reaccions incompletes.
- Llots procedents de reactors, filtracions o decantadors.
- Petites purgues o emissions residuals generades per l'ús de nitrogen inert.

Tots aquests residus són caracteritzats in situ mitjançant criteris físic-químics i són codificats conforme al Catàleg Europeu de Residus (CER). Aquests codis permeten una gestió estandarditzada i legalment reconeguda en totes les etapes del tractament extern.

Els residus líquids es recullen en contenidors específics, impermeables i compatibles amb la seva naturalesa química. Es mantenen temporalment a l'interior de la planta en zones de magatzematge degudament senyalitzades i amb mesures de contenció, com cubetes de retenció, sistemes de ventilació i control d'accessos.

La gestió externa es realitza a través d'empreses gestores de residus autoritzades, que s'encarreguen tant del transport com del tractament final, sempre d'acord amb la normativa

vigent (Llei 7/2022 de residus i sòls contaminats per a una economia circular, Reglament REACH, ADR, etc.). El transport s'efectua sota condicions controlades, i en el cas de substàncies perilloses, sota la normativa ADR. Cada moviment de residus queda documentat a través del full de seguiment corresponent.

Els tractaments habituals aplicats a aquests residus líquids inclouen:

- Incineració amb valorització energètica, en el cas de dissolvents i barreges orgàniques.
- Tractament fisicoquímic, per a residus aquosos amb càrrega orgànica.
- Solidificació o inertització, en cas de llots estabilitzats.

L'empresa manté un registre informatitzat de residus, efectua auditories ambientals internes i externes, i presenta anualment la Declaració de Residus (DAR) davant l'autoritat competent. A més, tota la gestió forma part del sistema integrat de medi ambient segons la norma ISO 14001, amb compromís de millora contínua i minimització de riscos ambientals.

Els residus líquids i sòlids classificats segons el codi CRC i la perillositat del tipus de residu es mostra en la *Taula 6.6.1*.

Taula 6.6.1. Tipus de residus amb les seves classificacions

Codi de gestió de residus	Tipus de residu	Classificació
130308	Olis sintètics d'aïllament i transmissió de calor	Perillós
160506	Productes químics de laboratori que consisteixen en substàncies perilloses, incloses les mescles de productes químics de laboratori, o les contenen	Perillós
160807	Catalitzador usat contaminat amb substàncies perilloses	Perillós
170903	Metalls (d'equips i aparells trencats)	Perillós
200101	Paper i cartó	No perillós
200102	Vidre	No perillós
200108	Fracció orgànica	No perillós
200136	Material informàtic	No perillós
200139	Plàstic	No perillós

El Sistema Documental de Residus (SDR) és una eina que facilita l'accés al catàleg d'empreses autoritzades per a la gestió i el transport de diferents tipus de residus. A l'hora d'escollir un

gestor extern, és fonamental considerar tant la naturalesa del residu com el tipus de tractament requerit, així com la proximitat geogràfica de l'empresa gestora. A la taula següent es recullen els gestors seleccionats per al tractament dels residus generats a MDIchem.

Taula 6.6.2. Llistat d'empreses de gestió de residus

Codi gestor	Empresa gestora	Adreça	Codi dels residus a gestionar
E-466.97	Sarpi Constantí, SLU	Pol. Ind. Constantí – Av. D'Europa, S/N, 43120 Constantí	130308, 160506
E-1952.23	Petra Recycling Europe S.L	C/ Masia del Furó, 1, 43719 Bellvei	160807
E-01.89	Atlas Gestión Medioambiental, SA	Can Palà, S/N, 08179 Castellolí	170903
E-1666.16	Ecotrans Tarraco, SL	Pol. Ind. Entrevies – C/ de la Classificació, 8, 43006 Tarragona	200101, 200102, 200108, 200136, 200139

6.6.3. Impactes ambientals i mesures associades

La producció de MDI mitjançant la reacció entre MDA i fosgen en presència de clorobenzè comporta una sèrie de riscos ambientals potencials a causa de la toxicitat de les substàncies emprades, la generació de residus i emissions, així com pel consum de recursos. Aquest apartat identifica els principals impactes ambientals associats al procés i les mesures implementades per minimitzar-los.

Un dels impactes ambientals més rellevants és la possible emissió de compostos volàtils a l'atmosfera. Tant el clorobenzè com el fosgen presenten una volatilitat elevada i una toxicitat significativa. El fosgen, en particular, és extremadament perillós fins i tot en concentracions molt baixes, i pot provocar efectes greus en persones exposades de manera accidental. El clorobenzè, per la seva banda, és un compost orgànic persistent, classificat com a contaminant perillós per a la salut i el medi ambient. A més, durant el procés també es pot generar àcid clorhídric gasós (HCl), un subproducte que, si no es tracta adequadament, pot contribuir a la formació de pluja àcida i a la corrosió d'infraestructures.

Per prevenir aquestes emissions, en les instal·lacions s'han incorporat sistemes de captació i tractament d'aire com rentadors químics, filtres de carbó actiu i circuits tancats per evitar l'alliberament de vapors a l'atmosfera. També es fan servir analitzadors en línia i sistemes de detecció contínua per controlar en temps real la presència de gasos tòxics, amb alarmes automàtiques i protocols d'actuació immediata en cas de fuga.

A banda de les emissions atmosfèriques, també existeix el risc de contaminació d'aigües, especialment si es produeixen fuites, purgues o abocaments accidentals durant les operacions de neteja d'equips. Substàncies com el clorobenzè, el MDI residual o l'àcid clorhídric poden arribar a les aigües residuals, afectant-ne la qualitat i posant en perill la fauna aquàtica. Per evitar-ho, es disposa de sistemes de conducció separativa que recullen les aigües contaminades i les condueixen cap a plantes de tractament específiques, on es duu a terme un procés de neutralització i eliminació de contaminants abans del seu abocament.

Un altre impacte ambiental significatiu és la generació de residus, tant líquids com sòlids. Es produeixen dissolvents contaminats, llots de neutralització, filtres usats, equips de protecció individual (EPIs) impregnats de substàncies perilloses i altres materials que cal gestionar de manera adequada. Aquests residus són classificats i etiquetats d'acord amb la normativa europea (codi LER) i gestionats per empreses autoritzades, garantint-ne el transport i tractament amb traçabilitat mitjançant el Sistema Documental de Residus (SDR).

Finalment, tot i que amb un impacte ambiental menor, cal considerar el soroll i la integració visual de la planta. El funcionament de compressors, bombes i altres equips pot generar molèsties en entorns propers si no s'hi apliquen mesures correctores com l'aïllament acústic o la col·locació de pantalles vegetals o estructurals per reduir l'impacte visual.

6.7. Matriu de Leopold

Amb l'objectiu d'identificar, categoritzar i quantificar els impactes ambientals que pot generar l'activitat industrial de MDIchem, s'ha elaborat una matriu de Leopold, un instrument clàssic en l'avaluació d'impactes ambientals que permet creuar les accions que es duen a terme a la planta amb els factors ambientals potencialment afectats.

La metodologia consisteix a construir una matriu de doble entrada on, en les columnes s'indiquen les accions o activitats del projecte com ara emmagatzematge, gestió de residus o emissions atmosfèriques. A les files, en canvi, s'estableixen els elements del medi ambient susceptibles de rebre un impacte, com ara l'aigua, l'aire o també la salut humana entre altres factors.

A cada encreuament s'assigna un valor qualitatiu basat en dos paràmetres, la magnitud de l'impacte (en una escala de -10 a 10, sent negatius els impactes adversos i positius els beneficis ambientals) i el nivell d'importància (de l'1 al 10, de menys a més important) que identifica la rellevància de l'impacte en qüestió. Aquesta aproximació permet identificar quines accions requereixen mesures correctores i quines ja es troben ben gestionades. La magnitud es presenta en la part superior esquerra de la casella, mentre que el nivell d'importància es presenta a la part inferior dreta.

La matriu s'ha elaborat tenint en compte totes les etapes de la vida de la planta: construcció, operació i manipulació, així com accions associades a la gestió de residus, emissions i

seguretat dels productes manipulats, especialment pel risc químic derivat de l'ús del fosgen o el clorobenzè. D'aquesta manera, s'han tingut en compte les millors tècniques disponibles implementades, la normativa aplicable i les mesures correctores detallades anteriorment en aquest capítol.

La matriu de Leopold proporciona, per tant, una visió estructurada i sistemàtica de l'impacte ambiental global del projecte, i serveix com a base per a futures revisions del sistema de gestió ambiental i l'establiment de polítiques de millora contínua a MDIchem.

A la *Taula 6.7.1* es pot observar la matriu de Leopold dissenyada per a MDIchem.

Taula 6.7.1. Matriu de Leopold

Factor ambiental \ Accions de la planta	Emissions VOC	Emissions difuses	Gestió aigües residuals	Emmagatzematge químics	Gestió residus perillosos	Consum energia	Calderes i turbines	Sorolls i vibracions	Transport intern/extern	Risc d' accident químic	Cogeneració elèctrica	Aliment i N ₂ inert	Tractament aigües	Afectacions positives	Afectacions negatives	Impacte per factor ambiental ponderat
Aire	-6 8	-4 6	0 0	-2 6	-2 5	-2 4	-5 7	-3 5	-2 5	-8 9	2 5	2 4	0 0	2	9	-216
Aigua	-2 5	-1 3	-7 8	-2 6	-3 6	0 0	-1 2	0 0	-1 2	-5 8	0 0	0 0	3 7	1	8	-122
Sòl	-1 4	-1 3	-2 5	-4 7	-4 7	0 0	-1 3	0 0	-1 3	-6 9	0 0	1 3	0 0	1	8	-130
Fauna	-1 3	0 2	-1 4	-1 4	-2 3	0 1	0 2	-1 3	-1 3	-2 6	0 0	0 0	0 0	0	7	-35
Flora	-1 3	0 2	-1 4	-1 4	-1 3	0 1	0 2	-1 3	-1 3	-2 6	0 0	0 0	0 0	0	7	-32
Paisatge	-1 2	0 2	0 2	-1 3	-1 2	0 1	0 2	-1 4	-1 2	-1 5	0 0	0 0	0 0	0	6	-18
Salut humana	-5 9	-3 7	-2 6	-4 8	-3 7	-2 3	-2 5	-2 6	-2 5	-9 10	0 0	3 7	0 0	1	10	-238
Recursos naturals	-3 6	-2 5	-3 5	-2 5	-3 5	-3 8	-3 6	0 0	-2 4	-3 6	5 8	2 4	0 0	2	9	-88
Afectacions positives	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	-879		
Afectacions negatives	8	5	6	8	8	3	5	5	8	8	0	0	0			
Impacte per accions ponderat	-133	-61	-101	-105	-103	-38	-68	-37	-41	-303	50	40	21			

Un cop realitzada la matriu de Leopold, presentada a la *Taula 6.7.1*, i sumats tots els impactes ambientals associats a l'operació de la planta MDIchem, s'obté un valor total de l'impacte ambiental de -879 punts, el qual reflecteix la naturalesa intensiva i complexa d'un procés químic com la producció contínua de MDI. Aquest valor evidencia que, tit i les mesures preventives i correctores adoptades, l'activitat industrial té un impacte ambiental globalment significatiu, especialment sobre els vectors aire, aigua, sòl i, destacadament, salut humana. Les accions que generen els impactes més negatius són les relacionades amb:

- Emissions de compostos volàtils i gasos corrosius
- Risc d'accidents químics per la manipulació de substàncies perilloses com el fosgen
- Generació i gestió de residus perillosos i aigües residuals amb càrrega contaminant

Tot i això, cal destacar la presència d'impactes ambientals positius derivats de l'adopció de tecnologies eficients i bones pràctiques ambientals, com ara:

- La implementació d'un sistema de cogeneració d'electricitat que comporta que no es consumeixi electricitat externa
- La inertització dels tancs amb nitrogen, que minimitza el risc d'emissions per evaporació i incendis
- El tractament efectiu dels residus generats a la planta

Així doncs, el resultat de la matriu no només permet identificar les àrees més crítiques des del punt de vista ambiental, sinó que també confirma que les accions de mitigació implementades tenen un efecte positiu real i han estat ben orientades. Aquest diagnòstic serveix com a base per prioritzar futures millores ambientals, reforçar la gestió del risc i orientar el pla de sostenibilitat a mitjà i llarg termini.

6.8. Bibliografia

- [1] Arriols, E. (2018, enero 9). Soluciones para la contaminación lumínica. *ecologiaverde.com*.
<https://www.ecologiaverde.com/soluciones-para-la-contaminacion-luminica-1071.html>
- [2] BOE-A-2002-3378 *Resolución de 4 de febrero de 2002, de la Universidad de Castilla-La Mancha, por la que se nombra a don Juan Sebastián Castillo Valero Profesor titular de Universidad del área de conocimiento de "Economía, Sociología y Política Agraria", adscrita al Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal.* (s/f). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-3378>
- [3] BOE-A-2010-563 *Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de las actividades.* (s/f). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/2009/12/04/20/con>
- [4] BOE-A-2011-1643 *Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.* (s/f). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/01/28/100>
- [5] BOE-A-2015-11268 *Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.* (s/f). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2015/09/21/840/con>
- [6] BOE-A-2022-5809 *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.* (s/f-a). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/eli/es/l/2022/04/08/7/con>
- [7] BOE-A-2022-5809 *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.* (s/f-b). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/eli/es/l/2022/04/08/7>
- [8] BOE-A-2022-5809 *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.* (s/f-c). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-5809>
- [9] BOE-A-2022-5809 *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.* (s/f-d). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2022-5809>
- [10] BOE.es - Normas ELI. (s/f). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/eli/es/res/2023/01/20>
- [11] *Calidad y Evaluación Ambiental.* (s/f). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/ca/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas>
- [12] *Consultoría ISO 14001 - Mejore su gestión ambiental con nosotros.* (s/f). AEQ Consulting. Recuperado el 2 de junio de 2025, de https://aeq-consulting.es/servicios/consultoria-iso-14001/?gad_source=1&gad_campaignid=20465883119&gbraid=0AAAAAD-

[tZVZAKJzryQSGU9Yltv5z7WN-y&gclid=CjwKCAjw_pDBBhBMEiwAmY02NocYQ1jTiEqP0ty4C2j9QkiVii1UAbnPP43nk1NljVwMIGJbr-BQaRoCVPwQAvD_BwE](https://www.mdi-chem.com/tZVZAKJzryQSGU9Yltv5z7WN-y&gclid=CjwKCAjw_pDBBhBMEiwAmY02NocYQ1jTiEqP0ty4C2j9QkiVii1UAbnPP43nk1NljVwMIGJbr-BQaRoCVPwQAvD_BwE)

- [13] De abril, 22. (s/f). *LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SANITARIOS Y HOSPITALARIOS*. Clubemas.cat. Recuperado el 2 de junio de 2025, de https://clubemas.cat/mm/file/EU-HCWM/ARC_2015_04_22_Gestion%20EXTRACENTRO%20residuos%20Sanitarios.pdf
- [14] de Excelencia_, R. E. (2015, abril 20). *ISO 14001: La importancia de la política ambiental*. Escuela Europea de Excelencia. <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2015/04/iso-14001-la-importancia-de-la-politica-ambiental/>
- [15] *Directiva - 2008/98 - EN - EUR-Lex*. (s/f). Europa.Eu. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>
- [16] *Document*. (s/f-a). Portal Jurídic de Catalunya. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=322238>
- [17] *Document*. (s/f-b). Portal Jurídic de Catalunya. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2015/08/25/190/>
- [18] *Document*. (s/f-c). Portal Jurídic de Catalunya. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=701266>
- [19] *Document*. (s/f-d). Portal Jurídic de Catalunya. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=534022>
- [20] Redondo, J. A. G. (2020, julio 16). *Reducir el ruido industrial*. PROLISUR. <https://www.prolisur.com/noticias/reducir-el-ruido-industrial/>
- [21] *Residus on vas*. (s/f). Residuonvas.Cat. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.residuonvas.cat/ca/residus/buscar?paraulesclau=piles+i+bateries>
- [22] *Zonas según el grado de protección contra la contaminación lumínica*. (s/f). Medio Ambiente y Sostenibilidad. Recuperado el 2 de junio de 2025, de https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_luminica/mapa-de-proteccio-contra-contaminacio-luminica/zones_proteccio_contaminacio_luminica/
- [23] (S/f). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.boe.es/doue/2010/334/L00017-00119.pdf>