

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID OXÀLIC EN FORMA DE DIHIDRAT A PARTIR D'ETILENGLICOL

Grau en Enginyeria Química



Marc Jurkiewicz Cortada
Miguel López Olid
Carla Gil Solano
Álvaro Grau Cuellas
Tania Marin Sánchez
Anna Ortiz Fort
Rafael Palacios Bosch (Tutor)

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID OXÀLIC EN FORMA DE DIHIDRAT A PARTIR D'ETILENGLICOL

CAPÍTOL 6: MEDI AMBIENT



Marc Jurkiewicz Cortada
Miguel López Olid
Carla Gil Solano
Álvaro Grau Cuellas
Tania Marin Sánchez
Anna Ortiz Fort
Rafael Palacios Bosch (Tutor)



Índex

6.Medi Ambient.....	6
6.1. Introducció	6
6.2. Instruments obligatoris i/o de l'administració.....	6
6.2.1 Autorització, llicència i comunicació ambiental	7
6.2.2 Milliores tècniques disponibles (MTD)	10
6.2.3 Jerarquia de gestió de residus	11
6.2.4.Gestió de residus.	13
6.3 Gestió ambiental	14
6.3.1 Política ambiental	15
6.3.2 Sistemes de gestió mediambiental (SGMA).....	18
6.4.Contaminació acústica.....	22
6.4.1.Normativa contaminació acústica.	23
6.4.2. Identificació d'impactes i accions.	24
6.5. Contaminació lumínica	25
6.5.1. Límits d'emissions lumíniques	27
6.5.2 Tractaments per contaminacions lumíniques	27
6.5.3. Normativa	28
6.6.Avaluació de l'impacte ambiental (EIA).....	28
6.6.1.Objectius i característiques de la EIA.....	29
6.6.2. Normativa de l'impacte ambiental	29
6.6.3.Matriu de Leopold	30
6.7. Residus industrials.....	33
6.7.1. Residus sòlids.....	33
6.7.2.Estratègies per al control de la contaminació	39
6.8.Gestió contaminació atmosfèrica	39
6.8.1.Identificació fonts d'emissions gasoses	40
6.9.Tractaments a OXALIN, S.L.	41
6.9.1. Torre absorció.....	41
6.9.2.Columna de destil·lació	52
6.9.3.Filtres de mànegues.....	61
6.9.4. Tractament corrents líquids.	74
6.10. Referències bibliogràfiques	92

6. Medi Ambient

6.1. Introducció

El medi ambient és un sistema format per elements naturals i artificials que estan interrelacionats i que són modificats per l'acció humana. Es tracta de l'entorn que condiciona la forma de vida de la societat i que inclou valors naturals, socials i culturals que existeixen en un lloc i moment determinat.

Degut a la constant evolució industrial, les lleis sobre el medi ambient van variant cada any. Actualment la preocupació transcendeix a l'àmbit científic, convertint-se en una prioritat política i social. El medi ambient s'ha convertit en una tasca més en la gestió de l'empresa. Els impactes ambientals ocasionats durant la producció d'àcid oxàlic poden produir conseqüències pel medi ambient si no són tractats adequadament.

Per a que un procés productiu d'una fabrica química sigui el millor, el primer que s'ha de mirar és que sigui sostenible. Aquest terme es defineix per uns factors, el social, econòmic i mediambiental, tot i que aquestes estan relacionades entre si com s'especifica a la següent figura:

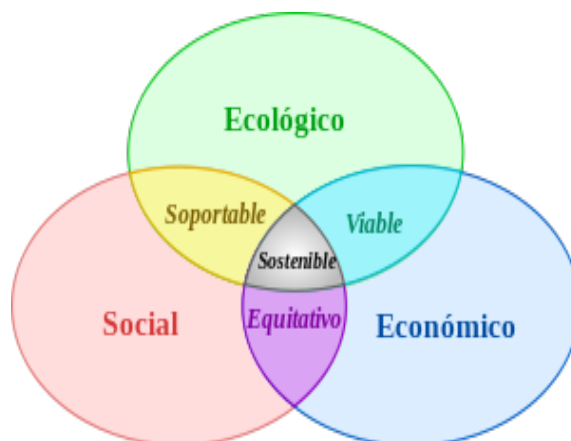


Figura 1. Desenvolupament sostenible i els vincles amb els factors econòmics, socials i ecològics

El procés es sostenible si es compleixen els tres factors del "triangle sostenible", per tant serà un procés productiu que no afecta a l'ecosistema i sigui favorable i respecti els drets humans.

6.2. Instruments obligatoris i/o de l'administració

L'administració competent disposa de diferents instruments per fer complir la llei:

- Autorització, llicència i comunicació ambiental.
- Informe de l'impacte ambiental.
- Millores tècniques disponibles (MTD).
- Jerarquia de gestió de residus.

6.2.1 Autorització, llicència i comunicació ambiental

Per les activitats realitzades a la planta OXALIN és necessari demanar una autorització a la Generalitat de Catalunya. Aquest tipus d'autoritzacions estan regulades a la Llei 20/2009 del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats. Aquest procediment està regulat per normatives europees i transportat a la legislació catalana.

L'autorització i la llicència ambientals tenen caràcter operatiu en matèria ambiental per al funcionament de les activitats i no generen drets més enllà dels que s'estableixen en l'autorització o la llicència mateixes i en aquesta llei.

Cal tenir en compte la connexió de les llicències urbanístiques amb altres autoritzacions administratives, i en aquest cas l'article 16 del Decret 64/2014 del 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament sobre protecció de la legalitat urbanística, estableix que les llicències s'atorguen sense perjudici de les altres autoritzacions administratives exigibles. No obstant, en els actes que comporten l'execució d'obres que requereixen altres autoritzacions amb la llicència urbanística, s'ha d'atorgar l'autorització ambiental per poder disposar de la llicència.

En el cas de les comunicacions, d'acord amb l'article 52 de la llei anterior, s'han de formalitzar una vegada acabades les obres i les instal·lacions necessàries, les quals han d'estar emprades per la llicència urbanística corresponent. Si es vol utilitzar per a l'ús concret d'edificacions existents construïdes sense ús específic, llavors caldrà un informe previ favorable de compatibilitat urbanística de l'ajuntament.

Per tant, en els casos d'autoritzacions i llicències, primer cal obtenir aquestes autoritzacions i després fer les obres. En canvi, en el regim de comunicació, primer cal fer les obres i després la comunicació.⁵

6.2.1.1. Autorització ambiental

La documentació necessària per a sol·licitar l'autorització s'ha de presentar en el format i el suport informàtic que fixa el departament competent en matèria de medi ambient. Aquesta sol·licitud ha d'anar acompanyada de la documentació següent:

- a) Estudi de l'impacte ambiental del projecte signat pel personal tècnic competent.
- b) Projecte bàsic que contingui la descripció detallada i l'abast de l'activitat i de les instal·lacions.
 - Les normatives sectorials de les diferents administracions amb competències d'intervenció administrativa i les normes tècniques que estableixen el contingut del projecte.
- c) Documentació perceptiva sobre accidents greus que determini la legislació sectorial corresponent.
- d) Informe urbanístic de l'ajuntament on s'ubica l'activitat que acredita la compatibilitat de l'activitat amb el planejament urbanístic, la disponibilitat i la suficiència dels serveis públics que s'exigeixen.



- e) Característiques del sòl on s'emplaça l'activitat projectada, sempre que l'activitat estigui definida com potencialment contaminant del sòl per la normativa específica.
- f) Designació del personal tècnic responsable de l'execució del projecte, per part de la persona titular de l'activitat.
- g) Declaració de les dades que gaudeixen de confidencialitat de conformitat amb la disposició addicional de la Llei d'avaluació d'impacte ambiental aprovada pel Reial decret legislatiu 1/2008 (11 de gener), a criteri de la persona que ho sol·licita.
- h) Qualsevol altre documentació que determini per reglament o que sigui exigible per la legislació aplicable a l'activitat.
- i) Si es sol·licita, juntament amb l'autorització ambiental, l'autorització d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, cal adjuntar la documentació que estableix la Llei de l'Estat 1/2005 del 9 de març, per la qual es regula el regim del comerç de drets d'emissió de gasos d'efecte d'hivernacle.

La sol·licitud de les autoritzacions ambientals juntament amb la documentació preceptiva, s'ha de dirigir a l'Oficina de gestió ambiental unificada (OGAU) corresponent. Els tràmits són els següents:

1. Verificació de la documentació presentada.
2. Anàlisi de suficiència i idoneïtat del projecte.
3. Informació pública i informes preceptius.
4. Declaració d'impacte ambiental i proposta de resolució provisional.
5. Tràmit d'audiència.
6. Proposta de resolució.
7. Resolució.
8. Notificació i comunicació.
9. Publicació de la declaració d'impacte ambiental.
10. Publicació de la resolució de l'autorització ambiental de les activitats.

La resolució del procediment d'autorització ambiental de les activitats de les activitats s'ha de dictar i notificar en el termini de 8 mesos. El termini per a resoldre resta suspès en cas que es demani una millora de la documentació, ja sigui en els tràmits de verificació formal o en la fase de la proposta de la resolució provisional.

L'autorització ambiental caduca quan l'activitat no se sotmet a un control ambiental inicial. En el termini establert per l'autorització ambiental, la persona o empresa titular té dret a obtenir una prorroga del termini de control ambiental inicial i la posada en funcionament, si en justifica els motius i necessitat. Si l'autorització ambiental no estableix el termini, transcorreguts 4 anys des de la data en que es va atorgar, una

vegada caducada aquesta autorització ambiental, l'òrgan ambiental competent ha de declarar i acordar l'arxivament de les activitats amb l'empresa titular.

6.2.1.2. La llicència ambiental

Aquesta sol·licitud ha d'anar acompanyada de la documentació següent:

- a) Projecte bàsic amb estudi ambiental signat pel personal tècnic competent.
- b) Característiques del sòl on s'emplaça l'activitat projectada, sempre que l'activitat sigui potencialment contaminant pel sòl.
- c) Designació del personal tècnic responsable d'executar el projecte.
- d) Declaració de les dades que gaudeixen de confidencialitat d'acord amb la legislació.
- e) Qualsevol altra documentació determinada per reglament o exigible per la legislació.

En cas de ser una modificació substancial en una activitat ja autoritzada, la sol·licitud s'ha de referir a les parts de l'activitat que es modifiquen amb relació a tota l'activitat. En cas que el projecte estigui situat a un espai natural protegit, està sotmesa al procés de consulta prèvia respecte a la necessitat d'avaluació d'impacte ambiental. La sol·licitud de la llicència ambiental se sotmet als tràmits següents:

1. Verificació formal de la documentació presentada.
2. Anàlisi de suficiència i idoneïtat del projecte bàsic amb estudi ambiental.
3. Informació pública i veïnal.
4. Informes perceptius.
5. Proposta de resolució.
6. Tràmit d'audiència.
7. Resolució.
8. Notificació i comunicació.

La resolució es dicta i es notifica en un termini màxim de 6 mesos a comptar de la data de presentació de la sol·licitud.

La llicència de les activitats de l'annex II està subjecta a les revisions periòdiques que determini la legislació sectorial en matèria d'aigua, aire o residus. En el cas de les activitats amb la certificació del sistema d'ecogestió i ecoauditoria de la Unió Europea (EMAS), la revisió periòdica ha de coincidir amb la renovació del registre de l'EMAS. S'ha de revisar anticipadament la llicència ambiental i modificar-la en el supòsits següents:

- Si la contaminació produïda per l'activitat fa convenient revisar els valors límits d'emissió fixats en l'autorització o la llicència, o incloure'n de nous.
- Si hi ha una variació important del medi receptor respecte de les condicions que presentava en el moment que es va atorgar l'autorització o la llicència.



- Si apareixen modificacions importants en les millors tècniques disponibles, validades per la Unió Europea, fa possible reduir les emissions sense imposar costos excessius.
- Si la seguretat de funcionament de l'activitat fa necessari utilitzar altres tècniques.
- Si així ho exigeix la normativa ambiental aplicable.

6.2.1.3. Regim de comunicació

En el cas que l'activitat estigui situada en un espai natural protegit, està sotmesa al procés de consulta prèvia respecte a la necessitat d'avaluació d'impacte ambiental. La comunicació no atorga a l'empresa facultats sobre el domini públic, el servei públic o els bens col·lectius.

En realitat no es sol·licita, sinó que es comunica i aquesta ha d'anar acompanyada de la documentació següent:

- a) Descripció de l'activitat mitjançant un projecte bàsic amb memòria ambiental.
- b) Certificació lliurada pel personal tècnic competent que acrediti que l'activitat i les instal·lacions s'adeqüen a l'estudi ambiental i al projecte.
- c) En casos que es determini per reglament, per comprovar emissions a l'atmosfera com sorolls, vibracions, lluminositat... cal també una certificació lliurada per una entitat col·laboradora de l'administració ambiental.

L'autoritat ambiental competent elabora una resolució on es dictamina la declaració d'impacte ambiental. Poden dictaminar tres casos sobre l'activitat de la planta, que són:

- Positiva condicionada: l'autoritat competent dictamina que el projecte es pot dur a terme, però modificant alguns aspectes del projecte per adaptar-se a unes mesures dictaminades per l'autoritat competent, fent així que el projecte sigui adequat des d'un punt de vista ambiental.
- Positiva absoluta: l'autoritat competent dictamina que el projecte es pot dur a terme sense la necessitat de modificar cap aspecte del projecte ja que es considera "adequat" des d'un punt de vista ambiental.
- Negativa: l'autoritat competent dictamina que el projecte no es pot dur a terme des de el punt de vista ambiental degut a que l'activitat de la planta és molt perjudicial per al medi ambient.

6.2.2 Millors tècniques disponibles (MTD)

Segons estableix la Directiva 2010/75/UE d'emissions industrials (prevenció i control integrats de la contaminació) s'entenen com Millors Tècniques Disponibles (MTD):

- La fase més eficaç i avançada de desenvolupament de les activitats i de les seves modalitats d'explotació, que demostrin la capacitat pràctica de determinades



- tècniques per constituir la base dels valors límit d'emissió i altres condicions del permís destinades a evitar o reduir les emissions i l'impacte mediambiental.
- També s'entenen per "tècniques": la tecnologia utilitzada juntament amb la forma en la que la instal·lació estigui dissenyada, construïda, mantinguda, explotada i paralitzada.
 - "Tècniques disponibles": les tècniques desenvolupades a una escala que permeti la seva aplicació en el context del sector industrial corresponent, en condicions econòmiques i tècnicament viables, prenent en consideració els costos i els beneficis, tant si les tècniques s'utilitzen o produeixen a l'Estat membre corresponent com si no, sempre que el titular pugui tenir accés a elles en condicions raonables.
 - "Millors": les tècniques més eficaces per aconseguir un nivell elevat general de protecció del medi ambient al seu conjunt, aquelles tecnologies utilitzades a una instal·lació juntament amb la forma en la que la instal·lació estigui dissenyada, construïda, mantinguda, explotada i paralitzada, i sempre que siguin les més eficaces per arribar a un alt nivell de protecció del medi ambient i que puguin ser aplicades en condicions econòmiques i tècnicament viables.

Les MTD són normatives que s'han de complir de manera obligatòria si es vol realitzar una activitat i descriuen de manera general com s'hauria de realitzar l'activitat amb l'objectiu de provocar el mínim impacte medi ambiental. L'objectiu és aconseguir el balanç sostenible entre l'activitat, el desenvolupament econòmic i el consum de recursos.

Els documents que recullen aquestes MTD a l'àmbit europeu són les denominades Documents BREF (Best available REFerence documents). L'objectiu principal dels documents són:

- Servir de referència pels diferents sectors d'àmbit industrial.
- Servir de referència de per les autoritats ambientals responsables d'establir els valors límits d'emissió en l'autorització ambiental.

6.2.3 Jerarquia de gestió de residus

La jerarquia de residus és un concepte que indica el tipus i prioritat de tractament que ha de rebre el residu. La seva finalitat és protegir millor el medi ambient, per això els Estats membres adoptaran mesures per afavorir els diferents tractaments segons la jerarquia. Les administracions competents, en el desenvolupament de les polítiques i de la legislació en matèria de prevenció i gestió de residus, aplicaran per aconseguir el millor resultat ambiental global, la jerarquia de residus pel següent ordre de prioritat:



Figura 2. Jerarquia de residus segons la prioritat

6.2.3.1. Prevenció

Conjunt de mesures adoptades a la fase de concepció i disseny, de producció, de distribució i de consum d'una substància, material o producte, per reduir.

- La quantitat de residu, inclús mitjançant la reutilització dels productes o l'allargament de la vida útil dels productes.
- Els impactes adversos al medi ambient i la salut humana dels residus generats, inclús l'estalvi a l'ús de materials o energia.
- El contingut de substàncies nocives en materials o productes.

6.2.3.2. Preparació per la reutilització

Operació de valorització que consisteix en la comprovació, neteja o reparació, mitjançant la qual productes o components de productes que s'hagin convertit en residus es preparen per a que es puguin reutilitzar sense cap transformació prèvia.

6.2.3.3. Reciclatge

Operació de valorització mitjançant la qual els materials de residus són transformats de nou en productes, materials o substàncies, tant si és amb la finalitat original com amb qualsevol altre finalitat.

Inclou la transformació del material orgànic, però no la valorització energètica ni la transformació en materials que vagin a utilitzar com combustibles o per a operacions de farciment.

6.2.3.4. Valorització energètica

Una valorització és qualsevol operació on el seu resultat principal és que el residu tingui una finalitat útil als substituït altres materials, que d'alguna altra manera s'haurien utilitzat per complir una funció particular, o que el residu es prepari per complir aquella funció a la instal·lació o a l'economia en general.

6.2.3.5. Eliminació

És qualsevol operació que no sigui la valorització, inclús quan aquesta operació tingui com a conseqüència secundària l'aprofitament de substàncies o energia.

6.2.4. Gestió de residus.

En la gestió de residus, que inclou la recollida, emmagatzematge, transport, valorització i l'eliminació d'aquests, la intenció de la gestió és que qualsevol moviment que es faci amb aquests quedi registrat i hi hagi una traçabilitat, per tant, es pugui conèixer en qualsevol moment que ha passat amb un determinat residu o rebuig.

OXALIN, com a productor de residus compleix amb les següents obligacions, que es redacten al real decret 115/1994, de 6 d'abril:

1. Detecció de tots els residus que es generen a la instal·lació. Dur a terme la seva caracterització per conèixer la seva naturalesa i la seva posterior classificació segons el Catàleg Europeu de Residus (CER) i gestió.
2. Donar prioritat a l'aplicació de tecnologies de producció que permetin la reducció de residus o l'aplicació de tècniques per l'eliminació de les substàncies perilloses contingudes als residus.
3. Evitar barrejar i dilució dels residus.
4. Limitar el temps d'emmagatzematge de residus a 6 mesos en el cas de residus especials i de 2 anys per la resta.
5. Envasar i etiquetar els recipients que continguin residus perillosos de manera que reglamentàriament es determini.
6. Tenir un registre dels residus produïts.
7. Estar inscrit en el Registre de Productors e Residus Industrials.
8. Presentació de l'informe anual a l'Administració pública competent, en el que s'especifiqui com a mínim: la quantitat de residus perillosos produïts i el destí final.

Anualment es presentarà la declaració anual de residus industrials (DARI) on s'acredita les dades dels residus produïts per la planta OXALIN durant un any natural.

Els residus produïts seran classificats segons el Catàleg Europeu de Residus (CER), un document en el que es descriuen tots els residus que es generen a Catalunya classificats segons les categories establertes en la Llei 6/1993, reguladora de residus, així com la seva codificació i la determinació de les vies de gestió més correctes.

En la descripció dels residus apareix la següent informació per a poder-lo descriure:

- Origen: indica la operació o procés que origina el residu.
- CER: codi del residu. Codi de sis dígits on els dos primers fan referència al grup, el tercer i el quart indiquen el subgrup i els dos últims especifiquen el tipus de residu.



- Descripció
- Classificació: indica la categoria a la que pertany el residu, ja sigui especial, no especial. (perillós/no perillós).
- Valorització: s'exposen les línies de valorització que es poden aplicar a cada tipus de residu.
- TDR (Tractament i disposició del rebuig): S'exposen els sistemes de tractament a la que pot ser sotmès el residu.

6.3 Gestió ambiental

L'èxit de l'equilibri entre el medi ambient, la societat i l'economia es considera essencial per satisfer les necessitats del present sense posar en risc la capacitat de les generacions futures per satisfer les seves necessitats. El desenvolupament sostenible com a objectiu s'aconsegueix mitjançant l'equilibri dels tres pilars de la sostenibilitat. Les expectatives de la societat han evolucionat dins del context de les legislacions cada vegada més estrictes, pressions creixents amb relació a la contaminació del medi ambient, l'ús ineficient de recursos, gestió inapropiada dels residus, canvi climàtic, etc. Tot això ha conduït a que els organitzacions adoptin un enfoc sistemàtic amb relació a la gestió ambiental mitjançant la implementació de sistemes de gestió ambiental, amb l'objectiu de contribuir al pilar ambiental de la sostenibilitat.

La gestió ambiental són un conjunt de mesures orientades a treballar de manera integral el sistema ambiental. És a dir, l'estratègia per a que l'acció humana afecti de la menor manera possible al medi ambient i aconseguir un desenvolupament sostenible. Aquest concepte es coneix també com a gestió del medi ambient.

Aquesta estratègia permet que les empreses:

- Millorin la comprensió dels mecanismes de generació de contaminació dels processos de producció.
- Prenguin decisions equilibrades prop les mesures mediambientals.
- Evitin solucions temporals i inversions sense rendiment.
- Actuïn de manera adequada i proactiva respecte els nous avanços mediambientals.

Existeixen dues normes fonamentals sobre les que basar el disseny dels sistemes de gestió ambiental:

- ISO-14001: es una norma acceptada internacionalment que estableix com implantar un sistema de gestió ambiental eficaç. La norma s'implanta per gestionar l'equilibri delicat entre el manteniment de la rendibilitat i la reducció de l'impacte mediambiental.
- EMAS: es una eina de gestió ambiental que emana de la normativa voluntària de la Unió Europea. Les companyies reconegudes amb EMAS tenen una política



mediambiental definida, fan ús d'un sistema de gestió mediambiental i donen compte periòdicament del funcionament del sistema a través d'una declaració mediambiental verificada per organismes independents.

A OXALIN,S.L. s'implantarà el sistema ISO 14001, ja que l'ús d'estàndards de gestió com poden ser els que proporciona ISO, facilita la creació de productes i serveis que siguin segurs, sostenibles, fiables i de qualitat. Més endavant es veurà amb més profunditat.

Una correcta gestió mediambiental, tant a la societat en general amb les accions de responsabilitat social de les empreses, té múltiples beneficis entre ells els següents:

- Reducció de l'impacte mediambiental derivat de l'acció humana.
- Respecte a la biodiversitat i als ecosistemes.
- Millora de la competitivitat de les empreses, ja que la imatge externa de les companyies és un factor molt important, a més d'un factor favorable a considerar a les licitacions públiques, i cada vegada més empreses privades ho exigeixen als seus proveïdors.
- Compliment de la legislació mediambiental per les empreses.
- Millora de la consciència social.

Tot i així, també es troben dificultats davant la gestió ambiental, com per exemple, els recursos materials i humans que s'han de dedicar a la gestió ambiental, les limitacions derivades de la necessitat de comptar amb un expert dins del camp on s'exigeixen coneixements ambientals, legislatius, que van canviant i són diferents a cada país, i la necessitat del compromís de tota la organització amb la gestió ambiental per obtenir uns bons resultats.

Els sistemes de gestió ambiental són instruments amb un gran potencial per protegir l'entorn i actuar sobre l'impacte ambiental que generen les empreses. Les empreses i institucions espanyoles ocupen els primers llocs quan es parla de certificats de qualitat de gestió mediambiental segons la norma ISO-14001. Això demostra que existeix una consciència mediambiental dins la nostra societat cada vegada més desenvolupada.

6.3.1 Política ambiental

La política ambiental és un document transversal del sistema de gestió ambiental on s'estableixen de forma resumida els objectius, estratègies i implicacions que la organització assumeix en relació amb la cura de l'entorn natural i els seus recursos, per provenir la sostenibilitat i la millora de la seva relació amb l'entorn ambiental.

Les normes de certificació internacionals, i en concret la ISO 14001:2015, estableixen que les companyies han de definir, implementar i mantenir la "política ambiental" de l'organització. La norma ISO 14001:2015 defineix la política ambiental com les intencions i direccions generals d'una empresa relacionades amb el compliment

ambiental, com les ha expressat formalment la alta direcció². Per tant, és una declaració d'intencions de la direcció en relació amb el medi ambient i la seva gestió, a més de les demostracions més visibles de la implicació d'aquesta a l'eficaç gestió ambiental. Si es realitza de manera adequada és l'eix transversal sobre el qual es sustenta tot el Sistema de Gestió Ambiental segons la normativa ISO 14001:2015.²

Per algunes empreses aquest document és un simple tràmit, el qual cada cert temps es revisa a l'informe de revisió per la direcció mitjançant una lectura lleugera que, en poques ocasions, suposava realitzar canvis més enllà dels purs tecnicismes, però amb la revisió de la norma ISO 14001 i la seva publicació sota la versió del 2015, es van introduir diferents novetats com la obligació de que la política que es trobi disponible per les diferents parts interessades i el compromís de protecció del medi ambient junt amb la prevenció de la contaminació. D'aquesta manera, la política ambiental ha de fer referència al text de manera explícita i fàcil de comprendre:

- Dur a terme accions per a protegir el medi ambient.
- Complir amb la legislació aplicable de caràcter ambiental, a més d'aquells assumits voluntàriament amb les diferents parts interessades.
- Millora continua de l'eficàcia del Sistema de Gestió Ambiental.

Taula 1: Política ambiental qüestions.

<i>En que consisteix la política ambiental?</i>
<ul style="list-style-type: none">- Ha d'estar ben definida per l'alta direcció, sent conforme a la política empresarial i amb les polítiques de qualitat i seguretat de l'empresa, amb el principal objectiu d'aconseguir la millora continua.- Cada empresa pot decidir i definir el grau de compromís que vol aconseguir amb la seva política ambiental i quin serà el seu nivell d'exigència.- Convé mantenir una visió que s'apropi a la realitat que permeti establir uns propòsits adequats i viables segons la magnitud i els impactes ambientals de les activitats, productes i serveis.
<i>Que s'ha de garantir a una política ambiental?</i>
<ul style="list-style-type: none">- Que s'estigui adaptant a la problemàtica ambiental de les activitats, serveis o productes de la seva empresa.- Que s'estigui compromentent a l'empresa, al compliment de la legislació que se li apliqui.- Que sigui una base adequada per al desenvolupament dels objectius i les metes ambientals.- Que es fixi un compromís per part de tot el personal de l'empresa d'una millora continua de la seva gestió ambiental, incloent una prevenció de la contaminació.- Que es mantingui amb fàcil accés a disposició del públic i que s'hagi comunicat i donat a conèixer a tot el personal de l'empresa.

- Que estigui correctament documentada, establerta i revisada, i es mantingui sempre actualitzada.

L'alta direcció de l'organització ha d'assegurar-se que la política ambiental es posi en marxa correctament per tota l'organització i que s'estigui complint.

6.3.1.1 Responsible Care

Responsible Care és la iniciativa global i voluntària del sector químic per la millora continua de la seguretat, la salut i la protecció del medi ambient a totes les seves operacions d'acord amb els principis del desenvolupament sostenible i la responsabilitat social empresarial. Aquesta iniciativa constitueix una visió integradora del legítim desenvolupament de l'activitat productiva de les empreses químiques juntament amb la contribució de la indústria al benestar social i al desenvolupament.³

A Europa, més del 60% del sector químic està adherit al programa Responsible Care, aportant a les empreses, entre altres beneficis, els que es citen a continuació:

- L'empresa realitza una contribució important cap a l'èxit d'un desenvolupament sostenible.
- L'empresa podrà demostrar que opera de manera responsable.
- L'empresa formarà part de la majoria d'empreses químiques líders que ja participen al programa.
- El logotip Responsible Care està associat globalment a les companyies que actuen amb responsabilitat i ofereixen una confiança, és a dir, que millora la imatge i la reputació de l'empresa davant dels treballadors, autoritats, clients i públic en general.
- Les empreses adherides al Programa Responsible Care a tot el món generen aproximadament el 70% de la producció química mundial.
- El programa d'AECQ (Associació Espanyola del Comerç Químic) facilita a la empresa complir amb la Legislació Ambiental, de Salut i Seguretat, juntament amb la disminució dels riscos mediambientals, de salut i errors de seguretat.
- Aquesta iniciativa optimitza les condicions operacionals així com el rendiment de la companyia.



RESPONSIBLE CARE
El Compromiso de la Industria Química
con el Desarrollo Sostenible

*Figura 3. Logotip de
Responsible Care*



La indústria química està representada per FEIQUE (Federació Empresarial de la Indústria Química Espanyola) fundada al 1977, que es un organisme de màxima representació empresarials i defensa dels interessos del sector químic a Espanya amb més de 150 comitès i òrgans de govern tant de les diferents Administracions publiques com de tota classe d'organismes de naturalesa publica o privada, nacionals i internacionals. Aquesta Federació es la part activa del procés d'implantació del programa Responsible Care, tant a nivell de la Unió Europea com de la resta del món.

6.3.2 Sistemes de gestió mediambiental (SGMA)

Un sistema de gestió mediambiental és un mètode utilitzat per orientar a una organització, en aquest cas la planta OXALIN, a assolir i mantenir un funcionament conforme amb les metes establertes i responent eficaçment als canvis de pressions reglamentaris, socials, financers i competitius, així com als riscos mediambientals. Per tant, un SGMA és la part del sistema general de gestió de la organització que aporta la base per canalitzar, mesurar i avaluar el funcionament de l'empresa amb el fi d'assegurar que les seves operacions es duguin a terme consegüentment amb la reglamentació mediambiental aplicable i la política corporativa. Aquest sistema no suposa per si sol una disminució immediata de l'efecte mediambiental, sinó que tan sols és un instrument que permet a la organització la consecució del nivell mediambiental que ella desitgi. ⁴

Els principals objectius d'un SGMA són:

- Identificar i valorar els efectes mediambientals de les activitats, productes i serveis de la organització, tant actuals com futurs.
- Identificar i avaluar els efectes mediambientals a causa d'incendis, accidents i situacions d'emergència.
- Recopilar i aplicar la normativa corresponent.
- Possibilitar l'adopció de prioritats i la definició dels objectius i metes mediambientals de la organització.
- Facilitar la planificació, control, supervisió, auditoria i revisió per assegurar que la política es compleixi.
- Evolucionar per adaptar-se al canvi de circumstancies.

Els elements clau de caràcter general d'un SGMA inclouen els següents:

Taula 2: Elements clau del SGMA.

La política mediambiental	Document públic on es recull el compromís de la direcció per la gestió adequada del medi ambient. Normalment sol ser una declaració pública d'intencions i principis d'acció relacionada amb el medi ambient.
El programa mediambiental	Es recullen les actuacions previstes per l'empresa pels pròxims anys. Es concreta la política mediambiental en una sèrie d'objectius i metes definint-se les activitats necessàries per la consecució i les responsabilitats del personal implicat, assignant els recursos necessaris per la execució.
L'estructura organitzativa	Assignació clara de les responsabilitats a persones amb competències en activitats amb incidència, directa o indirecta, en el comportament mediambiental de l'empresa.
La formació	Informació interna i competència professional a persones que desenvolupen activitats amb incidència en el comportament mediambiental de l'empresa.
La integració	De la gestió mediambiental a la gestió de les operacions de l'empresa, a través de documents de treball que incorporen condicionants de comportament mediambiental als diferents aspectes de les activitats i operacions de l'empresa.
La vigilància i el seguiment	Per controlar i mesurar regularment les principals característiques de les operacions i avaluar els resultats.
La correcció i prevenció	Mitjançant accions encaminades a eliminar les causes de no conformitats, reals o potencials, relatives a objectius, metes, criteris operatius i/o especificacions.
Auditoria	Del sistema de gestió mediambiental per comprovar periòdicament l'adequació, eficàcia i funcionament del sistema.
La revisió	Del sistema de gestió mediambiental per la direcció, per avaluar periòdicament l'eficàcia i l'adequació del sistema.
La comunicació externa	Per informar a les persones interessades sobre els resultats del comportament mediambiental.

Els SGMA s'implanten basant-se en alguna norma estàndard, generalment les EMAS i ISO 14001, les quals s'expliquen més detalladament a continuació.

6.3.2.1 ISO 14001

La norma internacional ISO 14001 neix com a resposta a la preocupació mundial pel medi ambient i la proliferació de normatives ambientals regionals.⁴ S'ha de tenir present que les normes estipulades per ISO 14001 no fixen metes ambientals per la prevenció de la contaminació i la protecció del medi ambient, ni tampoc s'involucren en

l'acompliment ambiental a nivell mundial, sinó que estableixen eines i sistemes enfocats als processos de producció a l'interior d'una empresa o organització, i dels efectes que deriven al medi ambient, ajudant d'aquesta manera a reduir els riscos ambientals.

A la següent figura es veuen els passos que s'exigeix a la normativa ISO 14001:



Figura 4. Sistema de gestió ambiental ISO 14001

Un dels principals objectius de la norma es prevenir un llenguatge comú per la gestió ambiental al establir un marc per la certificació de sistemes de gestió ambiental (SGA) per tercers ajudant a la indústria a satisfer la demanda dels consumidors i agències governamentals d'una major responsabilitat ambiental. Aquest certificat es compatible amb els certificats ISO dels que disposi qualsevol entitat. ⁴

La norma ISO 14001 sorgeix per la necessitat de protegir el medi ambient d'acord amb els principis de desenvolupament sostenible. Es per això que aquesta norma rep l'apel·latiu de ISO "verd". Aquest concepte necessita de la participació de tota la organització, per la qual cosa és un pas més en el concepte de control establert per la Normativa en la Gestió de Qualitat ISO 9001. Tot i així, aquesta normativa de la sèrie ISO 14000, és aplicable a tot tipus d'organització i empresa, ja que aquestes normatives no imposen, no defineixen com fer les coses, sinó que són normes de definició de la política de gestió. Per tant, els requisits de la norma ISO 14001 es basen en l'acreditació i demostració de la responsabilitat davant el medi ambient adaptant-se a les característiques de cada organització.



Hem de tenir en compte que els costos associats al projecte d'implantació comporten tant l'ús de recursos interns com externs, derivats dels serveis de consultoria i certificació. A la norma ISO 14001, és important l'amortització de costos amb el Retorn de la Inversió. Moltes de les empreses han aconseguit ja una important reducció de costos com a resultat de la implantació de la norma, tot i que el que realment buscaven era el reconeixement internacional i adaptar l'empresa a requeriments de tercers. Diversos estudis aporten que la reducció de costos en empreses de fabricació poden arribar als 15% de les operacions implantant processos de reciclatge.

6.3.2.2 EMAS

El reglament europeu EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) defineix un esquema de gestió i auditoria ambientals obert a qualsevol tipus d'organització a nivell internacional i independentment de la seva activitat. Aquest model està basat en la norma ISO 14001 i proposa una sistemàtica eficaç per ajudar a les diferents organitzacions a gestionar i millorar contínuament l'acompliment ambiental. Tot i així, les EMAS contenen requisits propis que converteixen el model en excel·lència per la gestió ambiental.⁵

A més dels avantatges de la implantació del sistema de gestió ambiental ISO 14001, el reglament EMAS ajuda a les organitzacions a contribuir al desenvolupament de l'economia circular:

- Obliga a establir uns indicadors de comportament ambiental per analitzar i mesurar l'ús eficient dels recursos.
- Permet assegurar el compliment legal i anticipar-se a l'aprovació dels nous requisits de caràcter ambiental. Tot això contribueix a minimitzar riscos des d'una manera preventiva i a identificar noves oportunitats de negoci.
- Requereix la implicació dels treballadors obligatòriament, fent-los conscients de la importància de la seva participació al sistema de gestió.
- La Declaració Ambiental validada per un verificador independent i acreditat és una eina de comunicació potent que ajuda a la organització a posar un valor de l'esforç derivat de la implantació d'un sistema de gestió ambiental.
- Suposa un motor per a la innovació, ja que al promoure la millora continua, l'organització ha d'investigar nous objectius de reducció de consums, canvis de processos, etc.

Per tant, EMAS és símbol de la gestió mediambiental moderna, de la transparència i de la participació mediambiental i està gestionat pels membres de la Unió Europea. El seu objectiu principal específic pel qual s'implementa aquesta normativa és per promoure la millora continua del comportament mediambiental, com s'ha esmentat anteriorment.



*Figura 5. Logotip certificat
EMAS*

Els principals avantatges del registre EMAS a l'empresa són:

Taula 3: Avantatges del registre EMAS.

Redueix els costos associats a la gestió de recursos i residus.
Redueix al mínim els riscos mediambientals i el risc de multa per infracció a la normativa mediambiental.
Aconsegueix un avantatge competitiu al millorar la seva credibilitat, transparència i bona reputació entre els clients.
Millora les relacions amb les parts interessades internes i externes.
Millora contínuament el rendiment mediambiental.

I els principals requisits pel registre:

Taula 4: Requisits registre EMAS.

1. Avaluació mediambiental.
2. Adoptar una política i un programa mediambiental en el que participen els treballadors i els interessats externs.
3. Establir i aplicar una declaració mediambiental.
4. Verificador mediambiental que haurà de verificar el sistema de gestió mediambiental i validar la declaració mediambiental.

6.4. Contaminació acústica.

La contaminació acústica s'entén com a qualsevol tipus de soroll o vibració que comporta riscos per a les persones, el desenvolupament de les seves activitats o que causin efectes significatius sobre el medi ambient.

El soroll es pot classificar en tres grans blocs en funció de la distribució temporal:



- Continu estable, quan el nivell de pressió sonora és relativament uniforme, amb pocs canvis (+- 2dB) durant un període de temps. Com ara una bomba d'aigua.
- No continu (fluctuant), quan existeixen variacions apreciables del nivell de pressió sonora considerant períodes de temps relativament curts, un exemple seria el transit.
- Intermitent, quan es presenten nivells significatius de pressió sonora en períodes no majors a 15 minuts i amb variacions superiors a les esmentades.

Com bé s'ha esmentat, la exposició al soroll en les zones de treball és perjudicial per a la salut dels treballadors, essent un dels efectes més coneguts, la pèrdua d'audició. També pot augmentar els nivells d'estres i multiplicar el risc de patir un accident laboral. Per a evitar totes les repercussions que pot provocar el soroll al medi ambient, es mesura i s'estudia el soroll tant dins de la planta com el que es pot emetre a l'exterior de la mateixa.

Per tal d'avaluar el soroll a la planta de producció OXALIN, s'ha classificat el soroll segons els nivells de decibels i segons les consideracions de la normativa vigent referent al soroll on:

- 10-30 dB es considera baix.
- 30-55 dB, el nivell es baix.
- 55 dB es considera un ambient sorollós.
- 75 i 100 dB soroll fort. (OMS)
- 100 dB.

S'ha dissenyat tota la planta OXALIN per a evitar sorolls superiors als 60 dB, a més a més, es realitza un control exhaustiu dels equips i del manteniment dels mateixos per a evitar possibles danys que puguin provocar que augmenti aquest límit establert.

6.4.1. Normativa contaminació acústica.

-Directiva 2003/10/CE del Parlament Europeu y del Consell, de 6 de febrer de 2003, sobre les disposicions mínimes de seguretat i de salut relatives a l'exposició dels treballadors als riscos derivats dels agents físics (soroll).

-Decret 245/2005, de 8 de novembre, pel qual es fixen els criteris per a l'elaboració dels mapes de capacitat acústica.

-Reial decret 1513/2005, de 16 de desembre, per el qual es modifica es desenvolupa la llei 37/2003, de 17 de novembre, el soroll, en lo referent a l'avaluació i gestió del soroll ambiental

-Directiva 79/113/CEE (adaptació de RD 85/406/CEE) sobre emissió sonora d'equips. (RD 245/1989).

-Reial decret 1367/2007, de 19 d'octubre, per el qual es desenvolupa la llei 37/2003, de 17 de novembre, del soroll, en lo referent a zonificació acústica, objectius de qualitat i emissions acústiques

-Llei 37/2003, de 17 de Novembre, del Soroll.

-Reial Decret 286/2006, de 10 de març, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició al soroll.

Per al compliment de la normativa esmentada anteriorment, s'han de respectar els límits acústics establerts. A la següent taula es mostren els límits acústics per a diferents àrees.

Els límits acústics representats són els següents:

-Ld: índex acústic de soroll per el dia.

-Le: índex acústic de soroll per la tarda.

-Ln: índex acústic de soroll per la nit.

Taula 5: Límits acústics per a les diferents àrees.

Tipo de área acústica		$L_{Keq,d}$	$L_{Keq,e}$	$L_{Keq,n}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	70	70	70
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60

6.4.2. Identificació d'impactes i accions.

La contaminació acústica de la planta pot ser causada per diferents equips, entre ells les bombes, compressors, calderes, vàlvules i motors d'agitació. No obstant, els equips han estat dissenyats i fabricats per a complir amb els límits d'emissions acústiques.

S'han implementat diferents mesures preventives per a minimitzar la contaminació acústica produïda al a industria.

S'han eliminat els possibles fregaments de les màquines, a partir de mesures de seguretat com ara la distància entre equips o suports dels equips al terra per a reduir les vibracions que puguin produir sorolls.

També s'ha tingut en compte en el disseny de les canonades evitar les possibles turbulències en els fluids.

Per a evitar la transmissió de vibració que pot ser ocasionada per les bombes o altres accessoris o equips, s'han col·locat unions elàstiques i s'han incorporat materials amortidors entre les superfícies que es troben en contacte i poden produir vibració. Per tant, s'han utilitzat materials amb propietats absorbents amb l'objectiu d'emetre menys contaminació acústica i protegir als treballadors.

S'han instal·lat silenciadors i sistemes d'absorció acústica a les zones o aparells que tendeixen a emetre soroll.

I per últim, un dels mètodes més coneguts per a frenar la trajectòria de les ones de soroll és el del tancament a una cabina del equip que pugui ocasionar-lo. Aquestes zones es construeixen amb materials de gran amortiment per a que produeixin grans disminucions del nivell de soroll que travessa.

El condicionament acústic resulta de gran utilitat per a reduir el soroll cap a l'exterior, no obstant, no actua de manera directa cap als treballadors que han d'estar a prop de la font de soroll.

Per tal de protegir als treballadors s'han establert diferents mesures de seguretat i prevenció que s'expliquen a l'apartat de seguretat de la planta.

6.5. Contaminació lumínica

Els dos aspectes principals que hem de tenir en compte al parlar de contaminació lumínica són el cel i la il·luminació artificial. La contaminació lumínica és aquella produïda per les emissions de llum que provenen de fonts artificials amb una intensitat elevada. La contaminació és la brillantor que es veu al cel per les nits provocat per la il·luminació ineficient. En comptes d'enviar la llum cap al sòl, la llum s'emet cap al cel. ⁷

Taula 6: Conseqüències de la contaminació lumínica.





Conseqüències de la contaminació lumínica:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Malbaratament d'energia: la llum es dirigeix cap al cel, per tant es necessita més energia per aconseguir la il·luminació necessària.- Es produeixen enlluernaments perillosos pels conductors i afecten a la seguretat vial.- Dificulta el tràfic aeri i marítim. |
|--|

- Es generen residus contaminants mentre es produeix l'excés d'energia (diòxid de carboni o substàncies radioactives).
- S'alteren els cicles biològics d'alguns animals i plantes (desorientació d'ocells i canvis dels seus cicles biològics).
- Es perd patrimoni cultural i científic, ja que el cel estrellat desapareix. La UNESCO va declarar el cel estrellat com a Patrimoni de la Humanitat a l'any 2008.

Espanya és el tercer país europeu amb més contaminació lumínica (6). La contaminació a Catalunya es classifica en zones en funció de la seva vulnerabilitat davant la contaminació lumínica, on el grau màxim de protecció és la zona E1 i el mínim és la zona E4.

Taula 7. Classificació de les zones de protecció per la contaminació lumínica

Zona	Color de la zona	Descripció
E1		Espais d'interès (PEIN), xarxa natura 2000, platges, costos i ribes d'aigües continentals, no integrades en nuclis.
E2		Sòl no urbanitzable fora de les zones E1 i les que aprova el departament a proposta de l'ajuntament.
E3		Àrees que el plantejament urbanístic qualifica com a sòl urbà o urbanitzable i àrees que, tot i ser no urbanitzables, tenen un ús intensiu durant la nit per l'altra mobilitat de persones o per la seva elevada activitat comercial o d'oci, a proposta de l'ajuntament.
E4		Àrees en sòl urbà d'ús intensiu durant la nit per l'altra mobilitat de persones o per la seva elevada activitat comercial d'oci. A proposta de l'ajuntament. La distància mínima entre les zones E4 i E1 és de 2 km.

Aquesta classificació s'observa a la següent imatge:

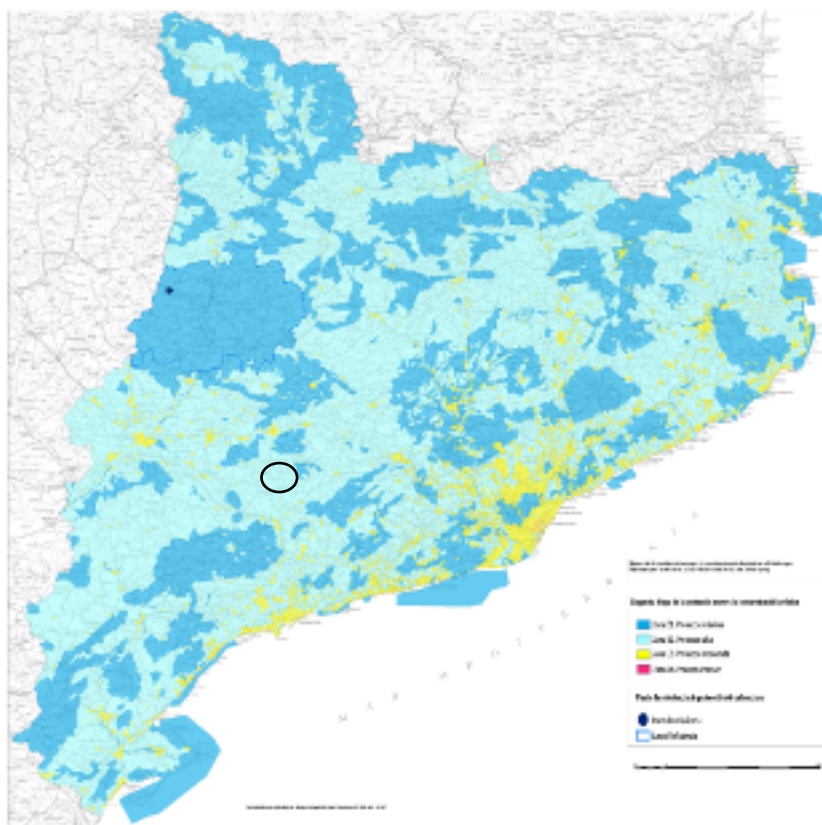


Figura 6. Mapa de la contaminació a Catalunya

En el nostre cas, com ja s'ha esmentat anteriorment, la planta OXALIN està situada al municipi de Tàrraga, Lleida. Com s'observa a la figura 6 és una de les zones d'alta protecció de la contaminació lumínica. Són les àrees que el plantejament urbanístic classifica com a sòl no urbanitzable fora de les zones E1.

6.5.1. Límits d'emissions lumíniques

Es defineixen dues franges horàries amb l'objectiu de contribuir mínimament amb la contaminació lumínica (artificial):

- Horari de nit o nocturn: franja horària des de les 00:00 fins la sortida del sol. Fora del nucli urbà (zones E1 i E2) l'horari de nit s'inicia una hora abans.
- Horari de vespre: des que es pon el sol fins que comença l'horari de nit (23:00).

6.5.2 Tractaments per contaminacions lumíniques

Les mesures contra la contaminació lumínica poden, entre d'altres:

- Mantenir tancades les llums innecessàries.
- Aprofitar al màxim la llum natural amb l'objectiu de reduir l'ús de llums artificials.
- Utilitzar sensors de moviment, de tal manera que les zones estiguin il·luminades tan sols si hi passen treballadors per allà.

- Il·luminar tan sols les zones i àrees que ho necessiten, sempre de baix a dalt sense deixar que la llum es dispersi cap a altres zones.
- Respectar les recomanacions internacionals respecte els nivells d'il·luminació adequats.
- Aprovar legislacions autonòmiques que regulin la il·luminació per prevenir aquest tipus de contaminació, tenint en compte l'eficiència i l'estalvi energètic.

6.5.3. Normativa

Les normatives aplicables a la contaminació lumínica són les següents:

Taula 8: Normativa contaminació lumínica.

Llei 6/2001 del 31 de maig	Ordenació ambiental d'enlluernament per a la protecció del medi nocturn.
Decret 190/2015 del 25 d'agost	Desplegament de la llei 6/2001 d'ordenació ambiental d'enlluernament per a la protecció del medi nocturn.
Reial decret 1890/2008 del 14 de novembre	S'aprova el reglament d'eficiència en instal·lacions d'enlluernament exterior i les seves instruccions tècniques complementaries EA-01 a EA-07.
Llei 34/2007 del 15 de novembre	Qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera.
Llei 21/2013 del 9 de desembre	Avaluació ambiental.
Reglament (CE) nº 245/2009 de la comissió del 18 de març del 2009	S'aplica la directiva 2005/32/CE del parlament europeu i del consell en lo relatiu als requisits de disseny ecològic per làmpades fluorescents, de descàrrega d'alta intensitat i lumíniques que poden funcionar (es deroga la directiva 2000/55/CE del parlament europeu i del consell).
Directiva 2009/125/CE del parlament europeu i del consell del 21 d'octubre del 2009	S'instaura un marc per l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes relacionats amb l'energia.

6.6. Avaluació de l'impacte ambiental (EIA)

L'avaluació de l'impacte ambiental o també coneguda com EIA és un procés destinat a millorar el sistema de decisions i està orientat a garantir que les opcions de projectes en consideració, siguin ambiental i socialment sostenibles. Per tant, és un conjunt d'estudis

i sistemes tècnics que permeten estimar els efectes que pot suposar un projecte, obra o activitat sobre el medi ambient.

Actualment, s'entén com un procés d'anàlisi que anticipa als futurs impactes ambientals, negatius i positius d'accions humanes, permetent seleccionar alternatives que, complint amb els objectius proposats, maximitzin els beneficis i disminueixin els impactes no desitjats.

Els factors que s'han de tenir en comte són el medi ambient, com a entorn vital en el que interacciona l'individu i la comunitat, medi natural, com el sistema constituït per els components inerts i biòtics, i el medi socioeconòmic que fa referència als components del medi ambient que permeten el desenvolupament de l'activitat industrial.

6.6.1. Objectius i característiques de la EIA.

La EIA és el resultat d'un procés acumulatiu d'investigació, anàlisi i valoració de les activitats plantejades en el projecte industrial. D'aquesta manera, es determinen les conseqüències sobre el medi ambient de l'acció humana i les possibles repercussions sobre el medi natural i efectes sobre la salut pública.

La idea d'avaluar l'impacte produït per l'activitat industrial sorgeix amb l'objectiu de conservar els recursos naturals basant-se en una economia sostenible i per a protegir l'entorn.

Tota activitat provoca una degeneració en la qualitat ambiental, però la EIA permet minimitzar l'alteració de l'ecosistema i conscienciar de la gran problemàtica ecològica. Els objectius principals són els següents:

- Identificar i prevenir els impactes sobre el medi ambient.
- Mitigar els efectes negatius.
- Desenvolupar alternatives més eficients al projecte.
- Determinar resultats amb la finalitat de ser publicats.

La característica principal de implementar una avaluació de l'impacte ambiental, sempre i quan s'augmentin els efectes positius i es disminueixin els negatius, és la millora de la productivitat de l'empresa i el fet de convertir-se en una eina de planificació per a evitar costos en la correcció de processos.

6.6.2. Normativa de l'impacte ambiental.

Segons la llei 21/2013 del 9 de Desembre, de l'avaluació ambiental on estableix les bases que es deuen adequar a l'avaluació ambiental dels projectes que realitzin activitats presents en l'annex I, II i III i que estaran afins a l'avaluació de l'impacte ambiental de

Programes i Projectes, es defineix un índex per la EIA de la planta OXALIN, que constarà dels següents punts extret de l'article 35 de la Llei 21/2013:

- a) Descripció general del projecte que inclou informació sobre la ubicació, disseny, dimensions i altres característiques pertinents al projecte. Previsions en el temps sobre la utilització del sòl i d'altres recursos naturals. Estimació dels tipus i quantitats de residus generats i emissions de matèria o energia resultants.
- b) Descripció de les diverses alternatives raonables estudiades que tinguin relació amb el projecte i les seves característiques específiques, incloses, les alternatives zero, o de no realització del projecte, i una justificació de les principals raons de la solució adoptada, tenint en compte els efectes del projecte sobre el medi ambient.
- c) Identificació, descripció, anàlisi i si procedeix, quantificació dels possibles efectes significatius directes o indirectes, secundaris o acumulatius del projecte sobre els següents factors: la població, la salut humana, la flora, la fauna, la biodiversitat, el sòl, el subsòl, l'aire, l'aigua, el clima i el paisatge.
Per a realitzar els estudis anomenats anteriorment, s'inclourà informació rellevant obtinguda a partir de les avaluacions de riscos realitzades de conformitat.
- d) Mesures que permetin prevenir, corregir, i en cas de ser necessari, compensar els possibles efectes adversos sobre el medi ambient i paisatge.
- e) Programa de vigilància ambiental.
- f) Resum no tècnic de l'estudi de l'impacte ambiental i conclusions.

6.6.3. Matriu de Leopold

Un dels sistemes d'estudi més utilitzats per a avaluar l'impacte ambiental és la realització d'una matriu de Leopold. És un mètode sistemàtic que permet avaluar els impactes del projecte de forma seqüenciada i segmentada. Consisteix en una taula de doble entrada on apareix un llistat de comprovació per a elaborar un diagnòstic ambiental.

A partir de la anàlisi no s'obté un resultat quantitatiu, sinó més bé de coneixement per a garantir que els impactes de les diverses accions que es determinen puguin ser avaluats i pròpiament considerats a l'etapa de planificació del projecte.

La base del sistema és una matriu en la que les entrades segons les columnes són accions que l'activitat pot fer alterar el medi ambient i les entrades a les files són característiques del medi ambient (factors ambientals) que poden ser alterades. Amb aquestes entrades definides, es pot definir les interaccions existent.

Per tant, en primer lloc s'han definit totes les columnes que corresponen a aquestes activitats que a la planta OXALIN poden tenir una repercussió sobre el medi ambient i

seguidament tots els factors ambientals que poden quedar afectats significativament per aquestes activitats.

Cada quadricula admet dos valors:

- Magnitud: Segons un número de l'1 al 10, on el 10 correspon a l'alteració màxima provocada en el factor ambiental considerat i 1 el mínim
- Importància (ponderació): és el que dona pes relatiu que té el factor ambiental considerat dins del projecte, o la possibilitat de que es presentin alteracions.

Els valors de magnitud van acompanyats d'un signe positiu (+) en el cas es tracti d'efectes positius o un signe negatiu (-) en el cas de tractar-se d'efectes negatius.

6.6.3.1. Avantatges i desavantatges de la matriu de Leopold

Entre els avantatges de l'aplicació de la matriu de Leopold es destaca:

1. Presenta una forma esquemàtica las accions d'un projecte i els possibles efectes sobre factors ambientals, essent fàcils de comprendre.
2. Inclou tant l'ordre de la magnitud de l'impacte com la importància que s'assigna al mateix.
3. Es pot comparar diferents matrius elaborades per a diferents alternatives en el projecte.
4. És una metodologia de baix cost.
5. És molt útil com a mètode d'aplicació inicial per a una primera aproximació. A partir dels resultats es pot planificar estudis més complexes.
6. És aplicable a tot tipus de projecte que implica una afectació ambiental.

Pel que fa als desavantatges, es destaca:

1. La subjectivitat en la definició dels impactes, així com l'assignació de magnitud i importància. L'investigador realitza les assignacions segons el seu criteri.
2. Considera únicament interaccions lineals (efectes primaris), no interaccions complexes entre accions o entre factors ambientals o efectes secundaris.
3. No es té en consideració la dimensió temporal de l'impacte, per tant, no es diferencia entre efectes a curt, mitjà o llarg termini.
4. La llista d'accions i de factors ambientals pot deixar fora elements de projectes específics.
5. No es té en consideració la probabilitat de que es doni realment l'impacte, ja que es suposa un 100% de probabilitat de que succeeixi.

6.6.3.2. Matriu de Leopold



		TRANSPORT	CÀRREGA I DESCÀRREGA	TANCOS EMMGATZEMATGE	REACTORS	EVAPORADORS	CRISTAL·LITZADORS	CENTRÍFUGUES	REDISOLVER	TAMISSADORA	COLUMNA DE DESTIL·LACIÓ	ABSORBIDOR	SECADOR	MOLÍ	OFICINES	LABORATORIS	
AMBIENT	Sorolls i vibracions	-3	4-5	7-6	8-9	8-6	7-7	6-9	8-7	8-4	6-7	9-7	8-8	9-6	8-7	5-5	7
AIRE	Emissions i olors	-7	7-3	6		-5	7	-4	6	-3	5		-4	7	-3	2-5	8
LLUM	Qualitat	-1	3-2	3											-6	8-5	5
SÒL	Composició i qualitat	-1	5-3	5-4	4	-4	5	-5	7-4	6				-4	7-3	3-3	5
SUBSÒL		-1	7-3	5-5	6	-5	5	-5	7-5	7				-4	6-3	3-3	4
RENOVABLES	Aigua			-2	4	-6	5	-6	8-6	8	-6	8-7	8		-3	6-3	6
NO RENOVABLES	Pàstics	-2	6														
	Energia elèctrica			-7	8-6	9-4	7-5	7-7	9-6	8-5	7-6	9-4	7-7	9-6	8-8	9-5	7
	Substàncies químiques	-5	7-6	8-4	5-5	7										-6	7
	Combustible	-9	8-2	4													
PAISATGE	Paisatge de la zona		-4	6													
POBLACIÓ	Treball	4	7	6	8	7	7	8	8	7	8	9	7	8	7	8	8
INFRAESTRUCTURA I SERVEIS	Accessos i carretera	6	8-6	3													

6.7. Residus industrials.

Els residus industrials a OXALIN comprenen tots aquells residus que resulten del procés de fabricació d'àcid oxàlic, d'utilització, de consum, de neteja o de manteniment generats per l'activitat industrial.

6.7.1. Residus sòlids

Els residus sòlids són tots aquells materials que després d'haver fet la seva funció o d'haver servit per a una activitat determinada, són descartats.

S'ha de tenir en consideració que alguns residus sòlids no presenten efectes sobre el medi ambient degut a la seva composició d'elements contaminants és mínima.

Des del punt de vista normatiu, s'inclouen en aquesta definició tots aquells residus que encara essent líquids o gasosos són emmagatzemats i transportats en contenidors per a la seva recuperació o eliminació. En aquests casos el caràcter de residu sòlid l'aporta el contenidor o recipient que els conté.

Els residus sòlids es poden generar a partir de:

- Residus finals del procés: Resulten de les operacions que no utilitzen matèries primes o d'aquelles operacions on es generen residus no utilitzables en el procés. També s'inclouen els residus de sistemes de tractament d'efluents líquids i gasosos.
- Productes rebutjats: Provenen dels processos de control de qualitat, en els que un producte o matèria prima pot ser rebutjada quan entra fora d'especificacions.
- Embalatges: Tots els envasos i contenidors de matèries primes, es rebutja un cop han complert el seu objectiu de transport i distribució del producte. També s'ha de tenir en compte tots els productes de neteja envasats.
- Generació de sals a partir de neutralitzacions dels contaminants gasosos o líquids excedents del procés.
- Final de la vida útil del producte: normalment els productes tenen data de caducitat o un temps de vida determinat, passat aquest, no es recomanable el seu ús.

Identificació de residus sòlids

Dins de la planta es poden diferenciar dos grups de residus sòlids que es generen; els residus sòlids industrials generats a partir de l'activitat industrial i els residus sòlids urbans, que es generen degut a l'activitat dels treballadors de la planta.

1. Residus urbans generats a les oficines, vestuaris, menjadors i altres espais de la planta OXALIN.

-Vidre

- Paper i cartró
- Envasos
- Matèria orgànica
- Piles i bateries.
- Material d'oficina
- Material elèctric d'administració

2. Residus industrials

- Residus sòlids del laboratori, material utilitzat per a realitzar anàlisis.
- Peces dels equips trencats o canonades deteriorades.
- Bidons amb productes rebutjats per qualitat (gestió externa).
- Vermiculita, residu que es genera quan hi ha un vessament d'alguna substància perillosa al terra. (gestió externa).

6.7.1.1. Tractament dels residus sòlids

Un cop identificats els residus sòlids urbans i industrials de la planta, es descriu el tractament per a cada tipus de residu:

A) Tractament residus urbans:

- Vidre: Hi haurà dos contenidors de vidre de color verd. On es dipositarà el vidre, i un cop per setmana el contenidor serà buidat i portat al tractar per l'empresa contractada.



Figura 7: Contenedor vidre.

- Envasos lleugers: es disposarà de 3 contenidors de color groc per a tots els envasos. Un cop per setmana serà buidat i portat a tractar a l'empresa contractada.



Figura 8: Contenidor envasos lleugers.

- Paper i cartró: Hi haurà un contenidor lateral de color blau on es depositarà el paper i cartró, un cop per setmana serà buidat i portat a tractar per l'empresa contractada.



Figura 9: Contenidor paper i cartró.

- Matèria orgànica (poda del jardí, residus de menjar, etc.): hi haurà un contenidor de color marró on es depositarà la matèria orgànica provinent de la poda del jardí. També hi haurà un contenidor marró més petit a l'àrea de menjador on es podrà depositar la resta de menjar. Tres cops per setmana el contenidor serà buidat per el camió de recollida de matèria orgànica municipal.



Figura 10: Contenidor matèria orgànica.

- **Resta:** es disposarà d'un contenidor de color gris on es dipositarà la fracció de residus d'origen domèstic. Essent aquell que s'obté un cop efectuades les recollides, però que pot contenir materials valoritzables en diferents quantitats en funció dels nivells de recollida que es aconseguixi de les altres fraccions. Un cop ple, aquest serà reemplaçat per l'empresa contractada.



Figura 11: Contenidor resta.

- **Piles:** hi haurà un contenidor de color taronja on es dipositaran les piles i acumuladors, ja que aquests contenen alguns materials pesats com mercuri, cadmi o plom, que són potencialment perillosos per a la salut i el medi ambient. L'empresa contractada serà avisada un cop ple el contenidor.



Figura 12: Contenidor per piles.

- **Medicaments:** A l'àrea de primers auxilis, hi haurà un contenidor de color verd clar en el que es dipositaran tots els medicaments caducats i els seus envasos

buits. Un cop ple el contenidor, aquest serà transportat fins un punt indicat per a la recollida.



Figura 13: Contenidor medicaments.

- **Contenidors per bombetes:** Contenidors en els quals es depositen els residus sòlids que no poden ser depositats en altres contenidors anomenats anteriorment i que són bombetes.



Figura 14: Contenidor per bombetes.

- **Contenidors per tòners i cartutxos d'impressores:** tots els tòners i cartutxos utilitzats a la planta OXALIN, a les instal·lacions de les oficines dels treballadors, un cop esgotats, es dipositaran en el contenidor de tòners.



Figura 15: Contenidor per tòners i cartutxos d'impresora.

- Material d'oficina i elèctric (escriptoris, cadires, ordinadors..): hi haurà un contenidor de color vermell en el que es depositarà tots els equips electrònics, com ara , pantalles d'ordinadors, ordinadors, que un cop ple serà recollit per l'empresa contractada per a la retirada del residu.



Figura 16: Contenidor material d'oficina i elèctric.

B) Tractament residus industrials

- Residu dels laboratoris: de la mateixa manera que els residus sòlids generats al laboratori s'acumulen a un bidó per a ser portat a gestió externa, aquests s'acumularan a un contenidor.
- Les peces d'equips trencades i canonades deteriorades seran depositades a un contenidor per a que l'empresa encarregada de gestionar aquest residu pugui endur-s'ho.

6.7.2. Estratègies per al control de la contaminació

El ús cada cop més generalitzat de materials i energies ha originat una creixent pressió en la qualitat dels ecosistemes locals, regionals i mundials.

La principal estratègia que es planteja és el control de la contaminació del medi ambient. Es defineixen dos conceptes bàsics per a aquest control:

- El concepte de capacitat d'assimilació, que reconeix l'existència d'un cert nivell d'emissions al medi ambient sense efectes apreciables en la salut humana i ambiental.
- El concepte el principi de control, que suposa que el dany ambiental pot evitar-se controlant la forma, duració i la velocitat d'emissió dels contaminants al medi ambient.

Per a entendre la contaminació, s'ha d'entendre el que és un residu, per tant, aquest es considera com un subproducte no desitjat del procés de producció que ha de controlar-se per a garantir que els recursos de terra, aigua i aire no es vegin contaminats per sobre dels nivells considerats acceptables.

El control de les fonts emissores pot portar al risc de transferir la contaminació d'un medi a un altre, on aquests, poden causar problemes ambientals igual de greus o inclús acabar actuant com a font directa de contaminació per al mateix.

Per tant, la prevenció de la contaminació es centra directament en la utilització de processos, pràctiques, materials i fonts d'energia que evitin o redueixin al mínim la creació de contaminants i residus, en comptes d'haver de recórrer a altres mesures de control.

6.8. Gestió contaminació atmosfèrica

La gestió de la contaminació atmosfèrica té com a objectiu l'eliminació o la reducció fins a nivells acceptables, d'aquells agents (gasos, partícules en suspensió, agents biològics) on la seva presència en l'atmosfera puguin ocasionar efectes adversos en la salut del medi ambient i de les persones.

És de gran importància tenir un control i prevenció ja que la contaminació atmosfèrica no respecta fronteres i les emissions d'una regió poden provocar efectes en una altra regió situada a una gran distància.

Hi ha dos tipus de fonts d'emissió de contaminació atmosfèrica:

- Estàtiques: són aquelles que no estan en moviment, com la planta de producció, zones industrials, edificis, etc.
- Mòbils: com ara els vehicles amb motor de combustió, avions etc.

Per a tractar el tema de la contaminació atmosfèrica, es classifiquen els tipus de contaminants que poden haver-hi:

- Partícules en suspensió: incloent gasos de motors dièsel, cendres, pluges acides (àcid sulfúric). Les partícules en suspensió, tenen efectes respiratoris corrosius, cancerígens irritants i destructors per la vida, intervenen el la llum del sol formant-se boires que dificulten la penetració de la radiació i actuen com a superfícies catalítiques per a la reacció de les substàncies químiques absorbides.
- Contaminants gasosos: entre els més comuns i perillosos es troben el diòxid de sofre i triòxid de sofre, monòxid de carboni, compostos nitrogenats (òxid nítric NO) diòxid de nitrogen i compostos orgànics volàtils (COV), compostos halogenats HCL.
Aquests compostos poden generar contaminants secundaris a traves de reaccions tèrmiques o químiques.

Per a poder mantenir un control de la qualitat de l'aire, s'ha d'analitzar quines són les fonts d'emissió de contaminants a l'atmosfera de la planta OXALIN.

6.8.1. Identificació fonts d'emissions gasoses

A continuació, s'exposen les fonts d'emissió de contaminació atmosfèrica de la planta OXALIN i els tractaments que es realitzen.

- Sistema de ventilació dels laboratoris: les emissions gasoses que poden produir-se al laboratori per la manipulació de substàncies o reaccions per als anàlisis de qualitat de l'àcid oxàlic seran tractades per una campana d'extracció de gasos, pols i dissolvents. També serà utilitzada per a la manipulació de substàncies corrosives.



Figura 17: Campana ventilació laboratoris.

- Ventilació de les oficines: l'aire de les oficines és filtrat abans de sortir de les instal·lacions per a evitar possibles partícules en suspensió contaminants.
- Els gasos provinents dels reactors contenen diòxid de nitrogen i oxigen. La presència del diòxid de nitrogen a l'aire, contribueix a la formació i modificació d'altres contaminants com ara l'ozó i altres partícules en suspensió, així com l'aparició de la pluja àcida.
- Partícules en suspensió o pols que es poden generar a les zones on es troben els molins i les tamisadores i també a la sitja.

A la següent taula es mostren els valors límits d'emissió de diòxid de nitrogen a l'atmosfera:

Taula 9: Límits emissions atmosfera de diòxid de nitrogen.

	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite horario.	1 hora.	200 µg/m ³ de NO ₂ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil.	50 % a 19 de julio de 1999, valor que se reducirá el 1 de enero de 2001 y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes anuales idénticos, hasta alcanzar un 0 % el 1 de enero de 2010. 50 % en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de acuerdo con el artículo 23.	Debe alcanzarse el 1 de enero de 2010.
2. Valor límite anual.	1 año civil.	40 µg/m ³ de NO ₂	50 % a 19 de julio de 1999, valor que se reducirá el 1 de enero de 2001 y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes anuales idénticos, hasta alcanzar un 0 % el 1 de enero de 2010. 50 % en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de acuerdo con el artículo 23.	Debe alcanzarse el 1 de enero de 2010.
3. Nivel crítico (1).	1 año civil.	30 µg/m ³ de NO _x (expresado como NO ₂).	Ninguno.	En vigor desde el 11 de junio de 2008.

Al procés de producció d'àcid oxàlic de la planta OXALIN es produeixen aproximadament uns 3 Km³/s de diòxid de nitrogen juntament amb l'oxigen que no ha reaccionat.

Per tant, aquest corrent no pot ser emes a l'atmosfera directament, ha de passar per un procés de tractament per a poder alliberar de l'aire les substàncies nocives per al medi ambient i la salut.

6.9. Tractaments a OXALIN, S.L.

6.9.1. Torre absorció.

S'ha dissenyat una torre d'absorció o Scrubber per a el tractament dels gasos de la sortida dels reactors ja que com bé s'ha anomenat abans, aquests tenen un alt contingut en diòxid de nitrogen i no pot ser emes directament a l'atmosfera.

Els scrubbers són equips utilitzats per al control de la contaminació a l'aire i que poden ser utilitzats tant per a l'eliminació de partícules com gasos contaminants que no es volen emetre a l'atmosfera.

Aquests, són sistemes de contacte entre gas-líquid que s'utilitzen per a la transferència de massa, energia i quantitat de moviment entre fases, sota les condicions d'equilibri fisicoquímiques.

El procés que es duu a terme a l'equip, és l'absorció. Aquesta és una operació en la qual un component (solut A) d'una mescla gasosa (A+inert) es transferit a la fase líquida (dissolvent S). Ambdues fases es posen en contacte en contracorrent per a operar en continu mitjançant la torre d'absorció amb rebliment per afavorir el mateix contacte, fent que el líquid descendeixi, arrossegant el contaminant o component a tractar i la fase gas ascendeixi disminuint el contingut del mateix.

Aquesta transferència de gas a líquid és controlada per la Llei de Henry.

Existeixen diferents tecnologies d'absorbidors:

- Dry scrubbing

És un sistema d'absorció sec o semisec que s'utilitza per a l'eliminació de gasos àcids principalment originats en combustions. El sistema consisteix a introduir el material absorbent del gas àcid, generalment en forma de partícules, a la corrent gas i seguidament eliminar les partícules deixant un corrent gasós que es pot emetre a l'atmosfera.

- Wet scrubbing

És un sistema que es basa en una corrent de gas contaminada que es posa en contacte amb una dissolució absorbent a través de spray o fent forçar al gas a passar per la columna inundada de líquid.

Com bé s'ha dit anteriorment, els scrubbers són capaços d'eliminar partícules o gasos contaminants. Pel que fa a les partícules, aquestes són capturades pel líquid i pels gasos, aquests són eliminats mitjançant absorció o dissolució a la corrent líquida.

Per al disseny de la torre d'absorció és important la selecció del dissolvent, en aquest cas s'ha escollit l'aigua, ja que aquest no és corrosiu, és estable, no viscos i no inflamable i a més a més, es produeix la reacció de formació d'àcid nítric. D'aquesta manera es pot recircular al sistema i tornar a utilitzar com a matèria prima. És un dissolvent de baix cost entre altres i d'alta solubilitat.

Per tant, s'ha pogut observar a partir de dades bibliogràfiques que per a la neutralització de NO₂ s'utilitzen les columnes empacades, ja que aquestes són molt efectives per a materials corrosius i per a tractament de components contaminants que es volen evitar a l'atmosfera.¹⁷

El tipus de rebliment s'ha seleccionat en funció de la resistència mecànica i la corrosió, la capacitat dels fluids que s'han de tractar i el cost del mateix.

Les columnes empacades són torres en les que s'utilitza el contacte continu a contracorrent.

Aquestes estan plenes amb un material adequat, el rebliment, que té una gran àrea superficial. La fase líquida entra per la part superior de la columna i es distribueix sobre la superfície de l'empacat. El líquid descendeix a través d'aquest exposant-se a un gran contacte amb la fase gas ascendent. Aquesta fase entra per el fons de la torre.

El tipus de rebliment que s'ha seleccionat és de tipus ordenat, ja que aquest és més efectiu per a varies etapes d'equilibri, a més a més, degut a les característiques de la fase líquida i gas, s'ha escollit que el material sigui acer AISI-304 ja que aquest té característiques similars al acer utilitzat a la planta (AISI-316L) i permet treballar en condicions de corrosió sense ser un problema.

A la següent taula es mostren les característiques del tipus de material utilitzat per l'empacat de la columna:

Taula 10: Propietats Mellapak AISI-304 de Jiangxi Chemsun.

Àrea superficial (m ² /m ³)	Volumen llibre (%)	Angulo de inclinació (°)	Densidad del relleno (Kg/m ³)	Factor de relleno
250	97	45	200	155

S'ha escollit el Mellapak AISI-304 de JIANGXI CHEMSUN ja que aquest presenta rangs de propietats que s'ajustaven al sistema.

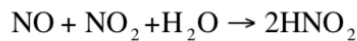
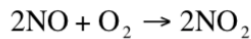
Equip de procés

L'equip de procés s'ha seleccionat per a eliminar l'NO₂ present a la corrent gasosa que prové dels reactors, ja que aquesta no pot ser emesa a l'atmosfera degut a la estricta normativa d'emissions d'òxids de nitrogen.

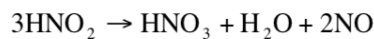
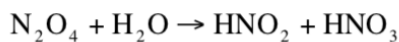
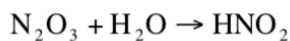
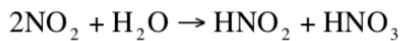
L'absorbidor permet convertir l'NO₂ de la fase gas provinent dels reactors a HNO₃ al líquid de sortida del mateix. Quan l'NO₂ entra en contacte amb l'aigua es produeixen reaccions tant en la fase gas com a la fase líquida.

Les reaccions que es produeixen a cada fase són les següents:

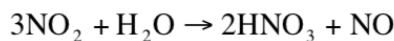
-Fase gas



-Fase líquida



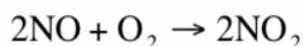
Degut a que es produeixen moltes reaccions, es feia complicat trobar una cinètica clara, per tant s'ha considerat una reacció única i s'ha agafat el valor de la constant cinètica aproximat a partir de dades bibliogràfiques.¹⁷



On la constant cinètica pren valor de $k = 3,80 \cdot 10^9 \text{ Kmol/m}^3$.

La reacció és exotèrmica de manera que s'ha de mantenir la temperatura a uns 70°C per a evitar que els components líquids no s'evaporin.

La reacció següent s'ha suposat que es dona de forma instantània dins l'absorbidor i per tant, es pot suposar que no hi ha generació neta de monòxid de nitrogen (tot es converteix en diòxid de nitrogen) i per tant, es pot considerar que tot s'acaba absorbint i reaccionant.



Disseny funcional

Per al disseny de l'absorbidor, s'ha considerat que aquest opera a un 99,99% de rendiment ja que la normativa que regula les emissions de diòxid de nitrogen a l'atmosfera és molt estricta. La pressió a la que opera és de 1 atm i a una temperatura de 70°C per a no evaporar l'àcid nítric que es forma a la fase líquida.

A la següent figura es mostra l'esquema simplificat de les variables d'entrada i sortida utilitzades, on:

G' = Cabal de gas portador [Kmol/h]

L' = Cabal de líquid d'aigua [kmol/h]

X_{sort} = Raó molar de NO₂ al líquid de sortida

X_0 = Raó molar de NO₂ al líquid d'entrada

Y_{en} = Raó molar de NO₂ al gas d'entrada

Y_{sort} = Raó molar de NO₂ al gas de sortida

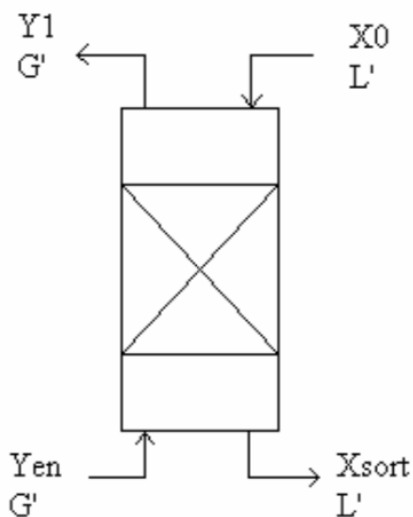


Figura 18: Esquema entrades i sortides gas/líquid en una columna d'absorció.

Seguidament es presenten els cabals del gas i el líquid a l'entrada i sortida del absorbidor a la següent taula obtinguts a partir dels balanços del sistema:

Taula 11: Cabals molars de l'entrada i sortida de l'absorbidor.

GASOS ENTRADA kmol/s		GASES SALIDA kmol/s	
NO ₂	3,017	0,003	
O ₂	9,515	9,515	
NO	0	0	
LÍQUID ENTRADA		LIQUID SORTIDA	
HNO ₃	0	2,009	
H ₂ O	58,75	58,75	

Els cabals d'entrada de gas són coneguts a partir dels balanços realitzats als reactors de la planta OXALIN, S.L. Pel que fa al cabal de líquid, en aquest cas, aigua de la columna d'absorció s'ha extret bibliogràficament.¹⁵

A partir de la següent taula extreta del document, es pot observar els valors de cabals de gas i cabals de líquid utilitzats.

En el nostre cas, coneixem el cabal de gas a l'entrada i s'aproxima a un valor similar al de la taula i a partir d'aquest es pot suposar un cabal d'aigua a l'entrada que entrarà en la mateixa proporció que la que facilita la taula.

Liquor Flow G./sec.	Air Flow G. moles/sec.	Reynolds No.	d/x
..	0.0295	4300	17.0
4.00	0.0357	5200	19.9
..	0.0317	4650	17.9
2.78	0.0247	3650	14.6
3.80	0.0206	3000	12.8
1.85	0.0392	4950	18.3
3.08	0.0280	4050	16.7
5.90	0.0226	3300	14.6
2.97	0.0300	4350	17.6
..
2.03	0.0301	4250	16.3
1.63	0.0372	5200	19.3
4.35	0.0223	3200	14.7
1.33	0.0317	4500	16.0
3.13	0.0182	2600	10.5
..	0.0328	4750	22.9
..	0.0197	2850	13.7
..	0.0238	3450	16.6
..	0.0168	2450	11.3
..	0.0391	5800	30.7
..	0.0286	4350	24.3
..	0.0239	3600	20.0
..	0.0201	3050	16.3

Figura 19: Taula de valors experimentals extrets de la bibliografia.¹⁵

Càlcul variables d'entrada i sortida

Un cop coneguts els cabals d'entrada per al gas i per al líquid, es calculen les raons molars del diòxid de nitrogen.

Cabal de gas inerts $G' = 28,55$ Kmol/h

Cabal de líquid aigua $L' = 200,6$ Kmol/h

La raó molar de diòxid de nitrogen a l'entrada del gas es pot calcular de la següent manera:

$$Y_{en} = \frac{\text{Cabal NO}_2 \text{ al gas}}{G'}$$

Equació 1

Substituint a l'equació s'obté:

$$Y_{en} = \frac{6,87}{28,55} = 0,24$$

La raó molar a la sortida del gas es calcula a partir de la següent expressió:

$$Y_1 = \frac{\text{Cabal NO}_2 \text{ al gas} \cdot (1 - Rd)}{G'}$$

Equació 2

Substituint els valors a l'expressió anterior per a la raó molar a la sortida:

$$Y_1 = \frac{6,87 \cdot 0,999}{28,55} = 0,0024$$

La raó molar de diòxid de nitrogen a l'entrada del líquid és zero ja que el líquid és aigua i entra pur, per tant, $X_0=0$

La raó molar a la sortida del líquid correspon a :

$$X_{sort} = \frac{\text{Cabal NO}_2 \text{ al gas} \cdot (1 - Rdm)}{L'}$$

Equació 3

Substituint els valors a l'equació 3 s'obté:

$$X_{sort} = \frac{6,87 \cdot (1 - 0,999)}{200,6} = 0,03$$

Un cop definides les variables d'entrada s'utilitza el gràfic d'Eckert per a la determinació del diàmetre intern de la columna.

Per a fer-ho, es necessita un nombre de càlculs que depenen fonamentalment del tipus de rebliment i de la caiguda de pressió al llarg de la columna. Aquests càlculs permeten saber si la secció de la columna és l'adequada per al bon funcionament.

Les corbes representen la caiguda de pressió en polsades d'aigua/ft de l'altura empacada. (1 in h₂O/ft=817 Pa·m)

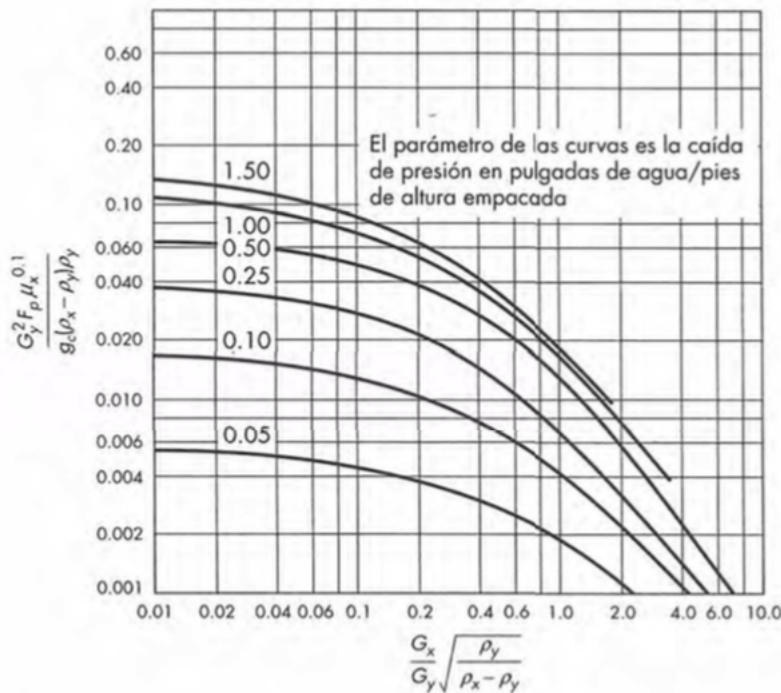


Figura 20: Gràfic d'Eckert.

L'eix de les absisses correspon a : $\frac{L}{G} \cdot \left(\frac{\rho_{gas}}{\rho_{liq}}\right)^{0,5}$

On:

L és el cabal de líquid total en [Kmol/h]

G és el cabal de gas total en [Kmol/h]

ρ_{gas} = Densitat del gas [Kg/L]

ρ_{liq} = Densitat del líquid en [Kg/L]

En primer lloc es calculen els cabals de líquid i gas que corresponen a les següents equacions i prenen valors de:

$$L=L'(1+X)=L'(1+X_{sort})=200,6 \cdot (1+0,03)=218,7 \text{ [Kmol/h]}$$

$$G=G'(1+Y)=G'(1+Y_1)=28,55(1+0,0024)=28,62 \text{ [Kmol/h]}$$

Per tant, substituint els valors al paràmetre corresponent a l'eix d'abscisses i mirant el gràfic per a 0,05 in H₂O/ft reb. a l'eix d'ordenades s'obté el valor de 0,003.

Substituint aquest valor a l'expressió corresponent al eix d'ordenades es troba el valor per la G, el flux màssic de gas d'Eckert.



$$\frac{G^2 \cdot F \cdot \varphi \cdot \mu^{0,2}}{\rho_G \rho_L g_c} = 0,03$$

On:

G és el flux màssic de gas en lb/s·ft²

F és el factor de rebliment=70

$\varphi=1$

μ = Viscositat del líquid en cP=1

ρ_G = Densitat del gas en lb/ft³=0,707

g_c = Factor de conversió en lbft/lbf·s²

Aplicant l'equació, G pren valor de 134,5 Kmol/h·m².

L'àrea i el diàmetre es calculen a partir de les següents relacions:

$$A = \frac{G}{G_{Eckert}} = \frac{28,62}{135,5} = 0,21 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,21}{\pi}} = 0,52 \text{ m}$$

Càlcul nombre d'etapes

El concepte d'unitats de transferència es basa en la idea de dividir la secció de rebliment en varies unitats de contacte anomenades NUT. Per a conèixer-les, s'utilitzen les següents equacions:

$$(NUT)_{OG} = \int \frac{dY}{Y^* - Y} = \frac{Y_1 - Y_{en}}{(Y^* - Y)_{ml}}$$

Equació 4

$$(Y^* - Y)_{ml} = \frac{(Y^* - Y)_{en} - (Y^* - Y)_1}{\ln\left(\frac{(Y^* - Y)_{en}}{(Y^* - Y)_1}\right)}$$

Equació 5

On :

$Y_{en} = 0$ (Es considera que a l'equilibri no hi ha NO₂ perquè ha reaccionat completament).

$Y_1 = 0,00241$

$Y^* = 0$ ($X_0 = 0$)

$$Y_{en}=0,24$$

Substituint els valors a les equacions anteriors el valor per al nombre d'unitats de transferència $(NUT)_{OG}$ és de 4,60 que corresponen a 5 etapes.

Càlcul de la constant d'equilibri

El càlcul de la constant de Henry s'ha realitzat amb els valors i les equacions extretes del article "Compilation of Henry's Law Constants for Inorganic and Organic Species of Potential Importance in Environmental Chemistry" (Rolf Sandler, 1999).¹⁶

L'equació utilitzada per a la constant de Henry és la següent:

$$k_H = k_H^\vartheta \exp\left(\frac{-\Delta s_{oln}H}{R} \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^\vartheta}\right)\right)$$

Equació 6

On k_H i $\frac{-\Delta s_{oln}H}{R}$ són constants tabulades que prenen els següents valors:

$$k_H^\vartheta = 0,03$$

$$\frac{-\Delta s_{oln}H}{R} = 2500$$

Per tant, per a una temperatura d'operació de 70°C i la temperatura a la que es troben els valors tabulats que correspon a 125,15°C s'obté:

$$k_H = 0,074$$

I per al càlcul de la constant de Henry, s'utilitza la següent expressió:

$$He = \frac{\rho_{aigua}}{M_{aigua} \cdot k_H} = 751$$

Càlcul coeficients de transferència

Per al càlcul dels coeficients de transferència de matèria referits al líquid i al gas, s'utilitzen les següents equacions:

$$D \cdot k_G = 3,123 \cdot 10^{-9} \cdot (Q_G \cdot D)^{0,75}$$

Equació 7

On:

$$Q_G = \frac{G_{Eckert}}{\rho} = \frac{134,5 \frac{Kmol}{h \cdot m^2} \cdot 32 \frac{kg}{Kmol} \cdot \frac{1h}{3600s}}{1,4 \cdot 10^{-3} \frac{Kg}{L} \cdot \frac{1L}{1000m^3}} = 0,84 \frac{m^3}{m^2 \cdot s}$$

Per tant, substituint els valors a l'equació 7:

$$k_G = \frac{3,123 \cdot 10^{-9} \cdot (Q_G \cdot D)^{0,75}}{D} = \frac{3,123 \cdot 10^{-9} \cdot (0,84 \cdot 0,52)^{0,75}}{0,52} = 3,2 \cdot 10^{-9} \frac{\text{kmol}}{\text{s m}}$$

$$k_L = 9,414 \cdot 10^{-3} \cdot L_h^{0,7}$$

Equació 8

On:

$$L_h = \frac{218,67 \cdot 18}{0,213 \cdot 3600 \cdot 1000} = 5,13 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

Substituint L_h a l'equació 8 s'obté una $k_L = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kmol/s} \cdot \text{m}^2 \cdot (\text{kgN02/m}^3)$

$$k_y = k_G \cdot P = 3,2 \cdot 10^{-9} \cdot 101325 \text{ Pa} = 3,34 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Kmol}}{\text{sm}^2}$$

$$k_x = k_L \cdot C_{liq} = 2,3 \cdot 10^{-4} \cdot 55 \cdot 18 = 0,24 \frac{\text{Kmol}}{\text{sm}^2}$$

Per tant; el coeficient global de transferència de massa s'expressa en funció dels coeficients individuals a la següent expressió:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{m}{k_x} + \frac{1}{k_y}$$

Equació 9

On:

$$m = \frac{He}{Pt} = \frac{751}{1} = 751$$

Substituint els valors l'equació 9 s'obté una $K_y = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ Kmol/s} \cdot \text{m}^2$.

Càlcul alçada de la columna

$$(HUT)_{OG} = \frac{G}{K_y \cdot A \cdot a} = \frac{28,62 \frac{\text{Kmol}}{\text{h}}}{1,6 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Kmol}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot 0,213 \text{ m}^2 \cdot 420 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}} = 0,56 \text{ m}$$

On el valor per a l'àrea de transferència ve donat per el material de rebliment seleccionat i correspon als 430 m²/m³.

Per tant, l'alçada de la columna es pot calcular de la següent forma:

$$h = (HUT)_{OG} \cdot (NUT)_{OG} = 0,56 \cdot 5 = 2,7 \text{ m}$$

Després de la columna d'absorció és necessari un equip de destil·lació o rectificació per a poder separar del corrent de sortida de l'absorbidor l'àcid nítric de l'aigua i així poder ser reutilitzat com a matèria prima del procés.

En aquesta columna, també es tractarà el corrent de sortida dels condensats de l'evaporador.2 que conté bàsicament àcid nítric i aigua.

A continuació, s'explica el procés de destil·lació i els valors obtinguts per a poder tractar aquests corrents.

6.9.2. Columna de destil·lació

En primer lloc, s'explica breument el funcionament de la columna de destil·lació. A la següent figura es mostra l'esquema simplificat del procés:

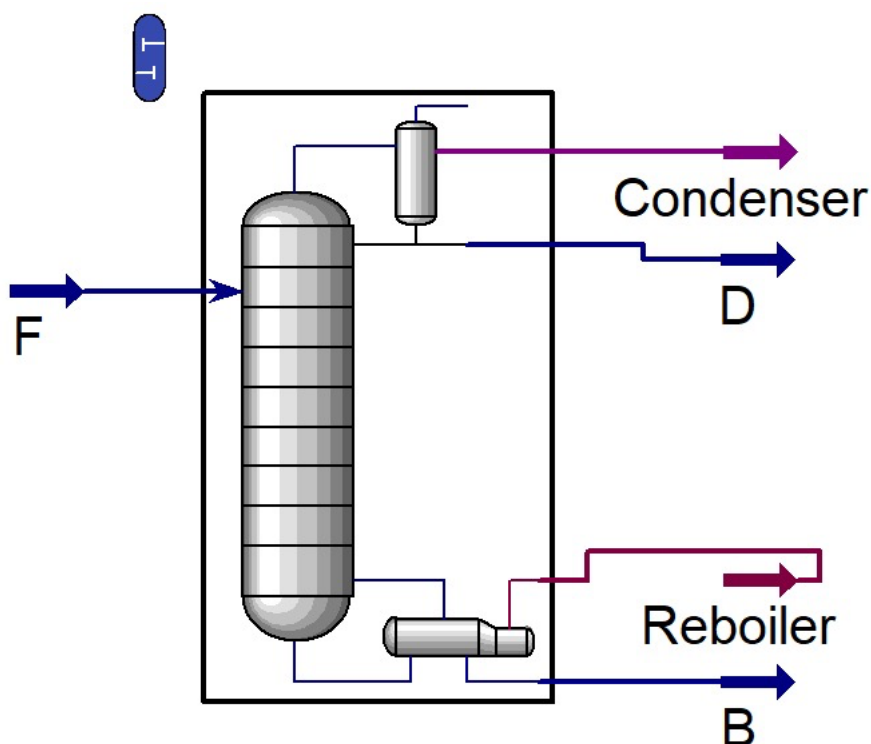


Figura 21: Esquema simplificat columna de destil·lació.

L'aliment, que s'ha de separar en fraccions, és introduït per un punt de l'estructura de la columna. Degut a l'acció de la força de la gravetat entre les fases de vapor i líquid, el líquid flueix cap a baix de la columna, caient de plat a plat, mentre que el vapor ascendeix per la columna, per a entrar en contacte amb el líquid en cada un dels plats.

El líquid que arriba al fons de la columna es vaporitza parcialment en un reboiler que genera vapor reescalfat que ascendeix per la columna. El líquid restant, es retira com a producte de cues de la columna, corrent B.

El vapor que arriba a la part superior de la columna es refreda i condensa com a líquid en el condensador superior. Part d'aquest líquid és recirculat a la columna com a reflux, per a proporcionar el caudal de líquid. La resta de la corrent superior es retira com a producte destil·lat o producte de caps de la columna, corrent D de la figura.1.

Els components més lleugers (amb punt d'ebullició més baix) tendeixen a concentrar-se en la fase vapor, mentre que els més pesats (de punt d'ebullició més alt) tendeixen a fer-ho en la fase líquida.

S'ha dissenyat una columna de destil·lació després del procés d'absorció per a tractar el corrent de sortida líquid d'aquest juntament amb el corrent de sortida de condensats de l'evaporador.2.

El que es vol aconseguir és concentrar l'àcid nítric resultant fins a una composició del 0,63 en pes per a poder emmagatzemar i utilitzar en el procés de producció d'àcid oxàlic.

L'aigua i l'àcid nítric formen un azeotrop quan l'àcid nítric es troba a una composició del 0,68 en pes. Aquest fet impedeix la separació del component, ja que en aquest punt d'ebullició les concentracions són molt properes. ¹⁸

Per tant, s'ha decidit que la composició a la sortida per cues de la columna ha de ser menor a aquesta concentració crítica, essent així el valor de 0,63.

Al següent gràfic es mostra l'azeotrop de la mescla aigua-àcid nítric:

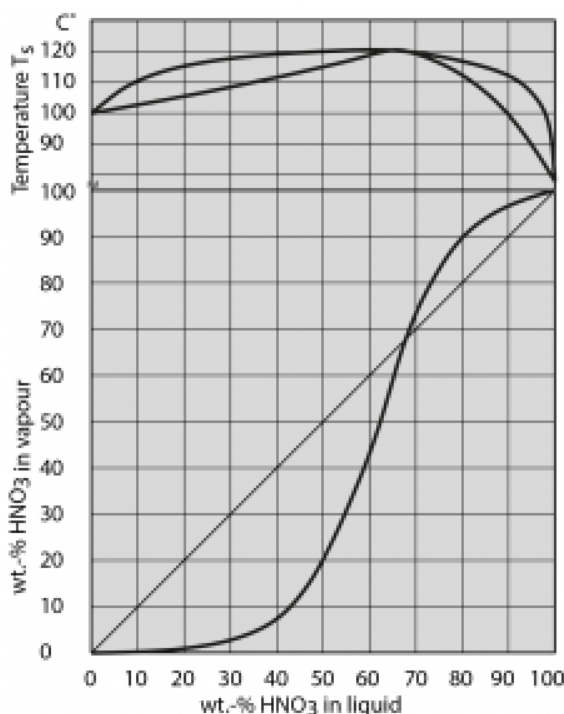


Figura 22: Azeotrop mescla aigua-àcid nítric.

La columna ha estat dissenyada utilitzant el simulador de processos Hysys. A partir de definir el corrent d'entrada a la columna i la concentració desitjada de àcid nítric a la sortida, el mateix programa resol el sistema en qüestió.

En primer lloc s'ha utilitzat el mètode de disseny "Short Cut Distillation" un cop definides les condicions d'entrada. El simulador requereix que es defineixi: la fracció molar del component clau lleuger per cues (àcid nítric), la fracció molar del component pesat per caps (aigua) i la pressió del condensador i del reboiler.

Amb aquestes dades introduïdes, el simulador calcula una relació de reflux mínima. Un cop determinada, el programa calcula el nombre d'etapes per aconseguir la separació, així com també el plat d'aliment adequat.

Disseny pel mètode "Distillation Column"

Amb aquesta informació es torna a calcular la columna amb el mètode rigorós.

És necessari definir a la columna quin són els corrents d'entrada i de sortida de matèria i energia, el nombre de plats que té la columna i el plat d'aliment, les pressions del condensador i del reboiler i finalment, la relació de reflux i el cabal de sortida per caps de la columna.

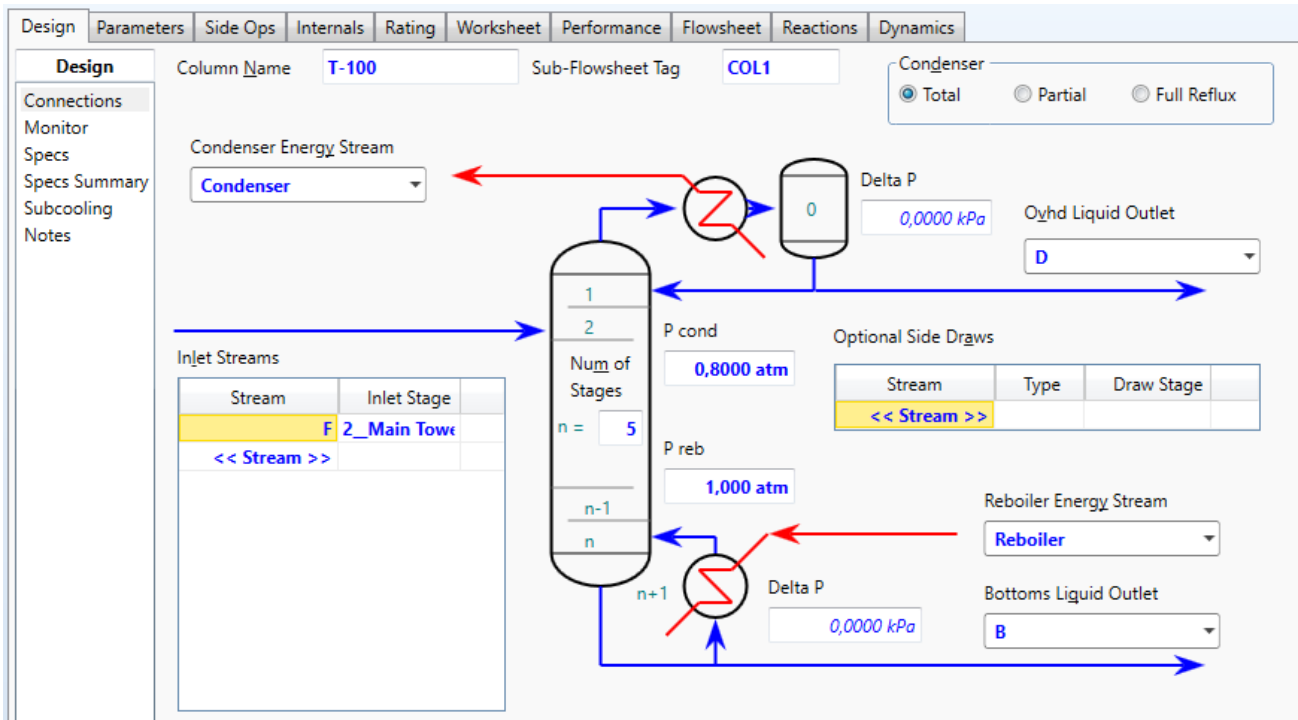
A partir de les dades obtingudes de realitzar el primer mètode, ja es poden introduir totes les altres.

Es fixa la relació de reflux amb un valor de 3 i la composició d'àcid nítric per la sortida de caps 0,63 % en composició massica.

El corrent d'entrada a la columna ve definit a la següent taula:

Taula 12: Caracterització del corrent d'entrada a la columna de destil·lació.

CORRENT ENTRADA F	
Cabal màssic F [Kg/s]	1,425
Composició Àcid nítric	0,187
Composició Aigua	0,813



Imatge 1: Esquema principal per al disseny de la columna de destil·lació amb Hysys.

Els valors retornats pel programa Hysys es mostren a les següents taules extreïdes del mateix:

Stream Name	F	Aqueous Phase
Vapour / Phase Fraction	0,0000	1,0000
Temperature [C]	80,00	80,00
Pressure [atm]	1,000	1,000
Molar Flow [gmole/s]	68,53	68,53
Mass Flow [kg/s]	1,425	1,425
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	4,808	4,808
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,741e+005	-2,741e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	24,89	24,89
Heat Flow [kJ/h]	-6,763e+007	-6,763e+007
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	4,782	4,782
Fluid Package	Basis-1	
Utility Type		

Imatge 2: Valors obtinguts per al corrent d'entrada a la columna de destil·lació.

A la imatge 2 es mostra el corrent d'entrada a la columna de destil·lació, que com bé s'ha anomenat anteriorment, correspon als corrents de sortida de l'absorció i de els condensats de l'evaporador.2.

El cabal correspon als 1,425 Kg/s de la mescla àcid nítric i aigua, el els que les composicions corresponen a 0,8130 per a l'aigua i 0,187 per a l'àcid nítric. Aquest corrent es troba a una temperatura de 80°C i en fase líquida.

Stream Name	D	Aqueous Phase
Vapour / Phase Fraction	0,0000	1,0000
Temperature [C]	83,60	83,60
Pressure [atm]	0,8000	0,8000
Molar Flow [gmole/s]	12,77	12,77
Mass Flow [kg/s]	0,4197	0,4197
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1,183	1,183
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,451e+005	-2,451e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	44,52	44,52
Heat Flow [kJ/h]	-1,127e+007	-1,127e+007
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	1,211	1,211
Fluid Package	Basis-1	
Utility Type		

Imatge 3: Taula resultats del programa Hysys per al corrent de sortida del destil·lat de la columna de destil·lació.

A l'anterior imatge es mostren els valors per al corrent de sortida de destil·lat de la columna, és a dir, el corrent per caps de la mateixa. Es pot observar que s'obté un cabal màssic de 0,4197 Kg/s a una temperatura de 83,60°C i una pressió de 0,8 atm. Les composicions obtingudes per als components en aquest corrent han estat definides en el disseny i corresponen a 0,6326 per a l'àcid nítric i 0,3674 per a l'aigua.

D'aquesta manera s'obté concentrar l'àcid nítric fins a una composició similar a l'àcid nítric que utilitza la planta.

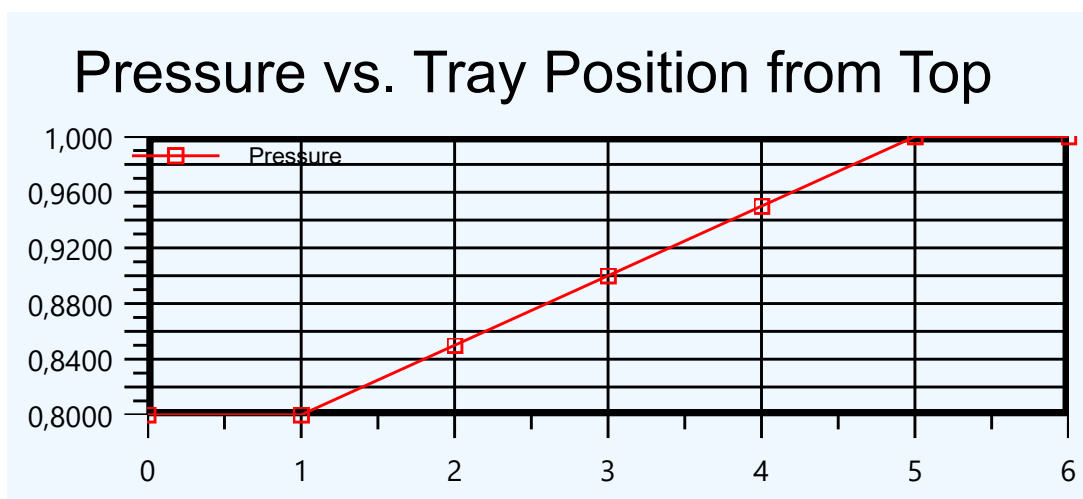
Stream Name	B	Aqueous Phase
Vapour / Phase Fraction	0,0000	1,0000
Temperature [C]	99,94	99,94
Pressure [atm]	1,000	1,000
Molar Flow [gmole/s]	55,76	55,76
Mass Flow [kg/s]	1,005	1,005
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	3,625	3,625
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,792e+005	-2,792e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	23,60	23,60
Heat Flow [kJ/h]	-5,604e+007	-5,604e+007
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	3,565	3,565
Fluid Package	Basis-1	
Utility Type		

Imatge 4: Taula resultats del programa Hysys per al corrent de sortida per cues de la columna de destil·lació.

Finalment, es mostra a la imatge 4 el corrent de sortida per cues de la columna de destil·lació. Es pot observar que s'ha obtingut un cabal màssic de 1,005 Kg/s a una temperatura pròxima als 100°C i a pressió atmosfèrica.

La composició d'aquest corrent és majoritàriament aigua, amb un 0,9990 i només un 0,001 d'àcid nítric. Per tant, es pot concloure que quasi tot el nítric sortirà per caps essent el component que es volia obtenir.

A continuació, es mostren als següents gràfics l'evolució de les propietats de la mescla en diferents punts de la columna facilitats pel programa Hysys.

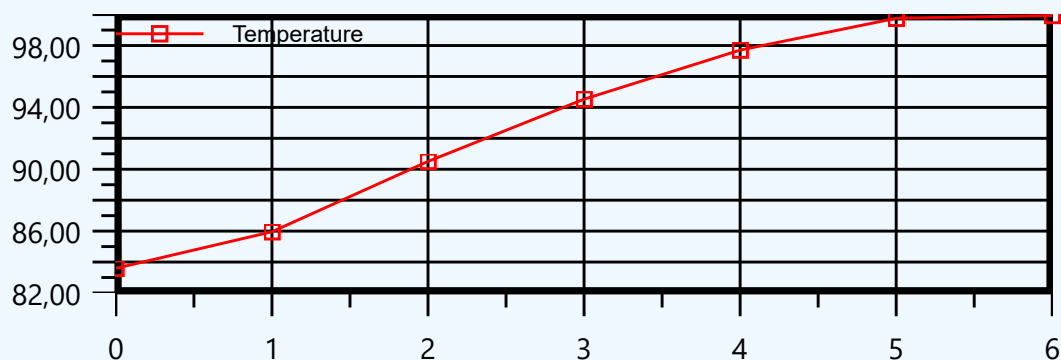


Gràfic 1: Perfil de pressió al llarg de la columna de destil·lació.

Al gràfic 2 es representa al llarg de l'eix x els plats de la columna de destil·lació i a l'eix y la pressió en atmosferes. La pressió inicial correspon al les 0,8 atm i augmenta fins 1

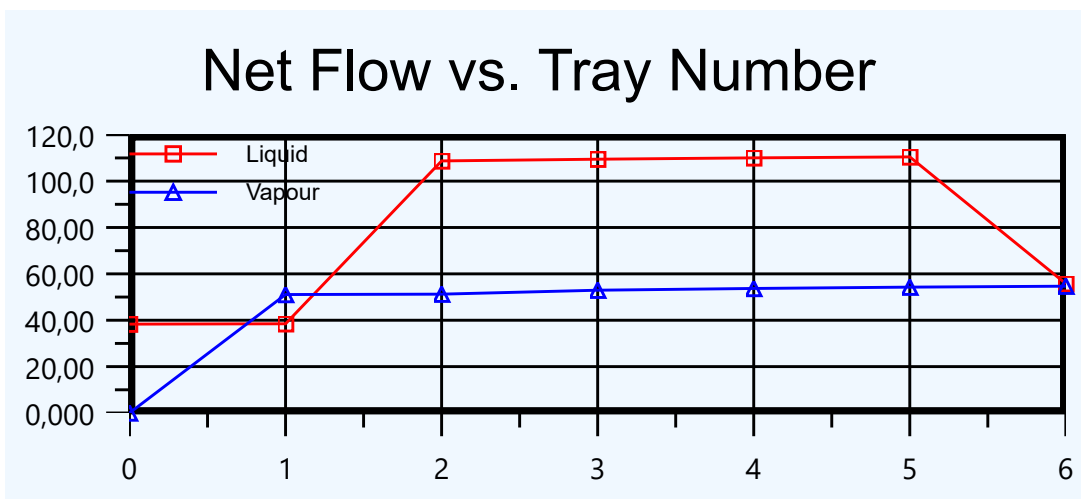
atmosfera a mesura que va augmentant de plats. Com es pot veure a la imatge.1, la pressió del condensador, equip situat als caps de la columna correspon a els 0,8 i la pressió fixada al reboiler, equip situat per cues de la columna, correspon a 1 atm.

Temperature vs. Tray Position from Top



Gràfic 2: Perfil de temperatura al llarg dels plats de la columna.

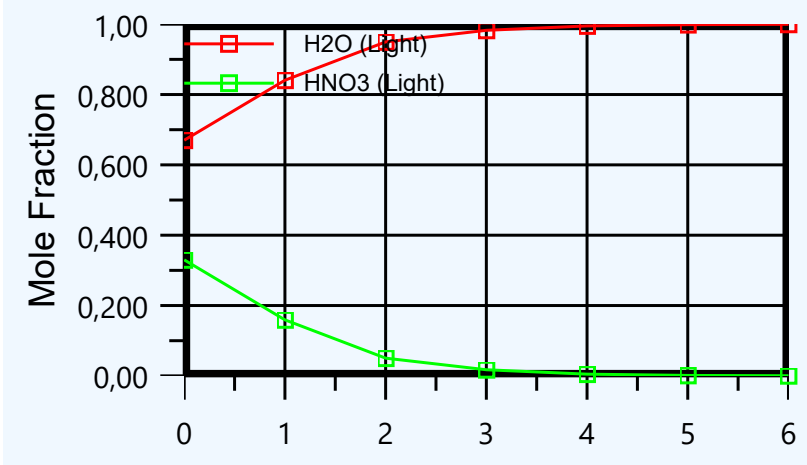
El perfil de temperatures que s'observa al gràfic.3 tendeix a un augment exponencial a mesura que augmentem el nombre de plats.



Gràfic 3: Perfil de cabals de vapor i líquid al llarg de la columna de destil·lació.

Al gràfic.4 es mostra els cabals en mols/s per a la fracció vapor i líquid.

Composition vs. Tray Po



Gràfic 4: Perfil de fracció molar al llarg de la columna de destil·lació.

A la següent taula es mostren les condicions resultants per al reboiler i el condensador:

Condenser		Reboiler	
Type	Total	Type	Regular
Temperature	83,60 C	Temperature	99,94 C
Pressure	0,8000 atm	Pressure	1,000 atm
Duty	7,691e+006 kJ/h	Duty	8,009e+006 kJ/h
Reflux Flowrate	38,32 gmole/s	Outlet Flowrate	55,76 gmole/s

Imatge 5: Resultats obtinguts a partir de Hysys per al Reboiler i Condensador de la columna de destil·lació.

A la imatge 5 es recullen les condicions tant per al reboiler i el condensador de la columna de destil·lació. A la taula es pot observar els valors de la temperatura, la pressió a la que treballa i el cabal de reflux que aporten a la columna.

Un cop determinats tots els corrents i obtingudes les dades d'interès, el mateix programa Hysys, a l'opció "Tray Sizing" permet el dimensionament de la columna a partir de totes les dades fixades i obtingudes. Les dimensions que retorna per als diferents elements de l'equip de destil·lació, han estat ajustades per tal d'aconseguir un funcionament el més òptim possible.

A continuació es mostren els valors obtinguts per al dimensionament de la secció de la columna de destil·lació amb el programa Hysys.

Name Start Stage End Stage Status

Section

Tray Type	Sieve
Diameter [m]	1,000
Tray Spacing [m]	0,6000
Number Of Passes	1
Hole Diameter [mm]	12,70
Hole Area to Active Area	0,1000
Deck Gauge Thickness	10 Gauge
Deck Gauge Thickness Value [mm]	3,404
Cross-Sectional Area [m2]	0,7854
Active Area [m2]	0,6283
Net Area [m2]	0,7069

Downcomer Geometry

Property	Side
Downcomer Clearance (mm)	37,30
Downcomer Width Top (mm)	156,5
Downcomer Width Bottom (mm)	156,5
Downcomer Area Top (m2)	7,854e-002
Downcomer Area Bottom (m2)	7,854e-002

Weir Geometry

Property	Side
Weir Height (mm)	50,00
Weir Length (m)	0,7266

Panels

Property	Panel A
Flow Path Length (m)	0,6870

Imatge 6: Valors obtinguts per al dimensionament de la secció de la columna de destil·lació a partir del programa Hysys.

Tower Sizing	
Tower	Main Tower
Uniform Section	<input checked="" type="checkbox"/>
Internal Type	Sieve
Diameter [m]	1,500
Tray/Packed Space [m]	0,5500
Tray/Packed Volume [m3]	0,9719
Disable Heat Loss Calcs	<input type="checkbox"/>
Heat Model	None
Rating Calculations	<input type="checkbox"/>
Hold Up [m3]	8,836e-002
Weeping Factor	1,000
Tray Sizing Analysis for Costina	Internals-1@Main

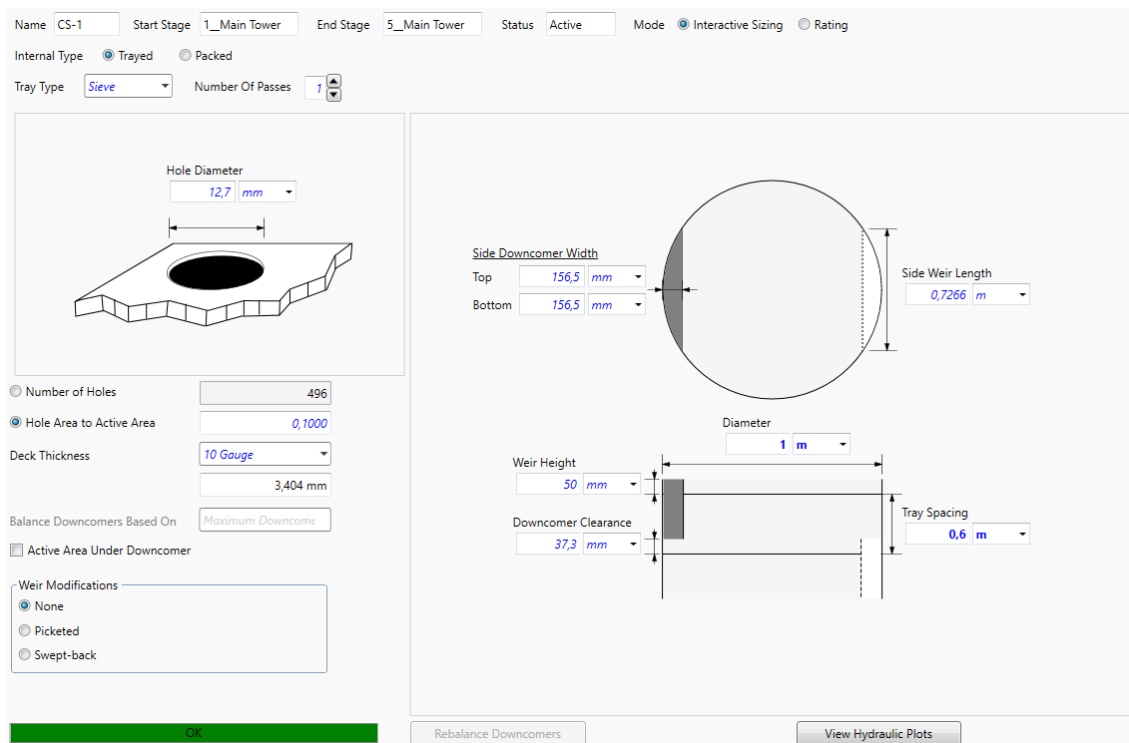
Imatge 7: Valors obtinguts per al dimensionament de la columna de destil·lació.

Un cop coneguda la distància entre plats de la columna, es pot determinar l'alçada d'aquesta de la següent forma:

$$\text{Alçada columna} = (\text{Nombre real de plats}) \times (\text{Distància entre plats})$$

Per tant, la distància entre plats correspon a 0,6 m i la columna consta de 5 plats. L'alçada d'aquesta correspon a 3m, un valor adequat per a la columna de destil·lació.

Finalment, a la següent imatge es mostra el dimensionament per als plats de la columna.



Imatge 8: Dimensionament plats de la columna de destil·lació.

6.9.3. Filtres de mànegues.

Per al tractament de l'aire de les zones on es poden generar pols i partícules en suspensió, s'han escollit els filtres de mànegues.

Els filtres de mànegues són col·lectors de pols i partícules petites format per unes bosses de tela o mànegues en forma de tubs rodons generalment penjats de forma vertical.

S'han incorporat filtres de mànegues a diferents zones de la planta OXALIN per a poder controlar la contaminació ambiental a les diferents parts del procés en les que es puguin generar sòlids a l'aire.

6.9.3.1. Funcionament filtre

El gas carregat de partícules passa per les bosses de la mànega i després radialment a través de la tela d'aquesta. Les partícules són retingudes a les mànegues i el gas net és ventilat a la atmosfera.



Els filtres consten de dues fases, la fase de filtració del gas i la fase de neteja de les manegues.

La fase de neteja depèn del mètode o mecanisme que s'utilitzi en funció de l'aplicació desitjada, en aquest cas s'utilitza per injecció d'aire a pressió per l'interior de les manegues (pulse-jet).

Aquest sistema consisteix en fer passar aire comprimit per l'interior de cada mànega a través d'un venturi creant aire secundari per a generar una ona de xoc que provoca el moviment de la tela i fa que es desprengui la capa de pols formada.

Aquests impulsos d'aire provenen d'un tub inductor situat a dalt de les manegues. La massa de partícules despreses és recol·lectada per així pot ser recirculat al procés.

Aquest procés de neteja no necessita que es talli l'ingrés d'aire al filtre ja que el pols d'aire s'aplica durant pocs instant i no afecta al pas lliure del corrent, així doncs, es dona una filtració continua.

Així doncs, els filtres estan constituïts per les següents parts:

- Cos principal: estructura on es troben les manegues. Aquesta estructura ha de ser hermètica per a evitar fugues de pols, poden ser cilíndriques o cubiques en funció de l'espai disponible per al filtre.
- Sistema de manegues: les manegues utilitzades per al disseny del filtre són de forma cilíndrica ja que són les més comuns al mercat i les més fàcils de fabricar, cada manega està col·locada sobre una estructura cilíndrica anomenada cistella que serveix per a mantenir la seva forma i obtenir una certa rigidesa durant la filtració i la neteja del sistema.
- Les cistelles de les manegues són utilitzades per a que en els períodes de neteja o filtració, aquestes no es col·lapsin i així puguin mantenir la seva forma cilíndrica al llarg de la mateixa. Les cistelles són bàsicament una estructura, normalment d'una sola peça i resistent a la corrosió, que té forma cilíndrica, amb anells en forma circular al llarg de la manega i amb unes barres verticals per a completar la mateixa forma cilíndrica.

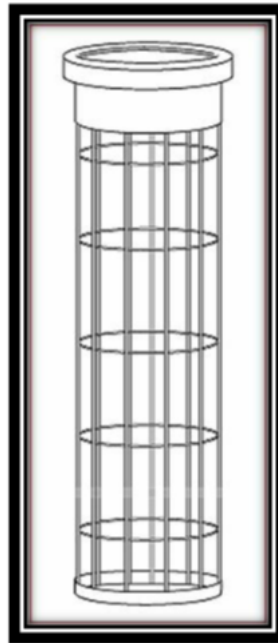


Figura 23: Cistella per a un filtre de mànegues.

Aquestes mànegues han d'estar fixades, i per tant s'utilitza un sistema que les subjecta a la part superior de la càmera de neteja.

A la següent figura es mostren les parts del filtre de mànegues:

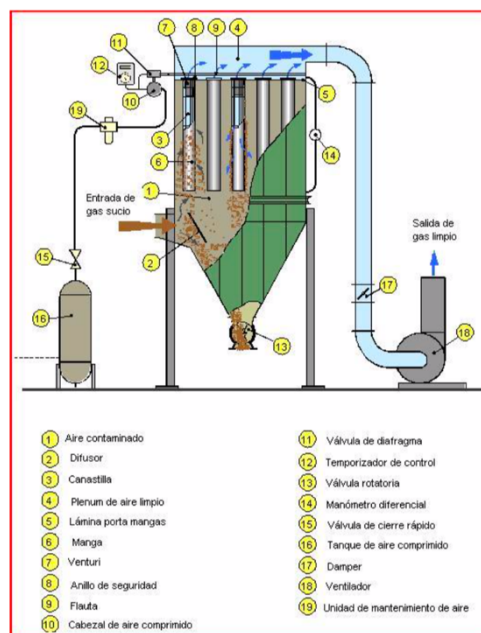


Figura 24: Filtre de mànegues tipus pulse-jet.

6.9.3.2. Disseny

S'han dissenyat dos filtres de mànegues per al tractament de l'aire en diferents zones. El primer i el que s'exposen tots els càlculs correspon al filtre de mànegues que es troba just sobre de la sitja, per a evitar que els pols generats a l'interior d'aquesta puguin

contaminar l'aire i a la vegada, recol·lectar petites quantitats de producte que es pot perdre en l'equip degut al transport del mateix en l'aire.

El segon filtre de mànegues, ha estat dissenyats per a la zona dels molins i les tamisadores, ja que són equips que poden contribuir també a la formació de pols o partícules despreses o suspeses a l'aire.

Per al disseny dels filtres de mànegues és important conèixer les característiques de la partícula recol·lectada, del gas i de les propietats de la tela.

El paràmetre de disseny més important és la relació aire-tela o quantitat de gas en metres cúbics per minut que penetra en un metre quadrat i el paràmetre d'operació d'interès és la caiguda de pressió a través del sistema de filtre.

És important la selecció d'una bona tela de filtració per a l'aire a tractar.

Existeixen dos grups principals de tèxtils per al filtrat, el teixit i el no teixit. S'han tingut en compte diferents paràmetres com ara la temperatura, la composició química de la mescla aire/pols per a l'elecció de la tela.

A la següent taula es mostra un llistat de teixits utilitzats amb la informació útil per a l'elecció del mateix:

TEJIDO	TEMPERATURA °F	RESISTENCIA ACIDA	RESISTENCIA ALCALINA	ABRASIÓN FLEXIBLE
Algodón	180	Pobre	Muy bueno	Muy bueno
Dacrón (polyester)	275	Buena con minerales ácidos	Bueno; regular en alcalinidad fuerte	Muy bueno
Fiberglas	500	Mas o menos a bueno	Regular a bueno	Regular
Nextel	1400	Muy bueno	Bueno	Bueno
Nomex	375	Regular	Excelente a baja temp.	Excelente
Nylon	200	Regular	excelente	Excelente
Orlon	260	Bueno a excelente	Regular a bueno en baja alcalinidad	Bueno
P84*	475	Bueno	Bueno	Bueno
Polipropileno	200	Excelente	Excelente	Excelente
Ryton	375	Excelente	Excelente	Bueno
Teflon	450	Inerte excepto para fluor	Inerte excepto para trifluoruro, cloruro y metales alcalinos	Regular
Lana	200	Muy bueno	Pobre	Regular a bueno

Figura 25: Taula dels tipus de teles i propietats per a filtres de mànegues.

Velocitat de sedimentació

Una partícula en moviment en el fluid en aquest cas aire, és afectada per diferents forces. Per a trobar la velocitat de sedimentació, s'aplica la segona llei de Newton, que estableix que l'acceleració de la massa d'una partícula produïda per una força externa és proporcional a la força i en la direcció de la mateixa. ¹⁴

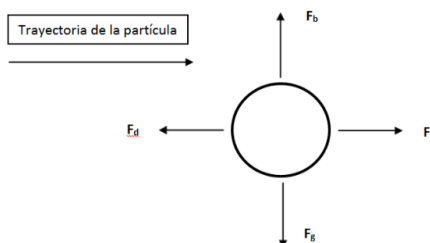


Fig. 3.4 Balance de fuerzas.

Figura 26: Forces que actuen a la partícula suspesa a l'aire.

La segona llei de Newton estableix que:

$$\sum F = m \cdot \frac{dv}{dt}$$

Equació 10

El vector suma de forces és igual a la força resultant "Fr", descrit de la següent manera:

$$Fr = Fg - Fb - Fd = m \cdot \frac{dv}{dt}$$

Equació 11

On Fb correspon a la força de Buoyantes, aquesta és la força resultant produïda per el flux sobre partícules per una component perpendicular al moviment del aire. Aquesta força també se la coneix com a aquella que produeix la suspensió de partícules al aire.

Com les partícules es troben submergides dins del gas, la força de Buoyantes s'expressa a partir de la següent equació:

$$Fb = \frac{\pi \cdot d_p^3 \cdot \rho_g \cdot g}{6}$$

Equació 12

On Fg correspon a la força de la gravetat que experimenta la partícula a l'aire. Considerant una partícula esfèrica es pot expressar a partir de la següent expressió:

$$Fg = \frac{\pi \cdot d_p^3 \cdot \rho_p \cdot g}{6}$$

Equació 13

Com es pot observar, les expressions per a la força de gravetat i Bouyantes són bastant similars, no obstant, la densitat de les partícules suspeses a l'aire és molt més gran que la de l'aire i per tant, es pot considerar menyspreable la F_b en el balanç de forces.

També, la força d'arrossegament sobre la partícula augmenta a mesura que s'incrementa la velocitat fins que aquesta força es tan gran com les altres, en aquest punt la força resultant serà zero i la partícula no s'accelerará, per tant, es mourà a una velocitat constant on totes les forces es trobaran balancejades.¹⁴

Aquest balanç es dona en la velocitat de sedimentació.

Per tant:

$$Fg = Fd$$

Equació 14

Substituint els valors a l'equació anterior:

$$\frac{\pi \cdot d_p^3 \cdot \rho_p \cdot g}{6} = 3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot d_p \cdot v_p$$

Equació 15

Resolent per a la velocitat de la partícula s'obté la velocitat de sedimentació en el regim laminar descrita a partir de la següent expressió:

$$V_t = \frac{g \cdot \rho_p \cdot d_p^2}{18 \cdot \mu}$$

Equació 16

El diàmetre de la partícula ha estat escollit en funció del nivell de retenció que es vol aconseguir al filtre. A la següent taula es recullen les dades per al disseny del filtre de manegues.

Taula 13: Dades preliminars al disseny.

MATERIAL A FILTRAR	Àcid oxàlic
Mida partícula [μm]	100
Concentració partícules [g/m ³]	10
Temperatura màxima treball [°C]	30
Densitat partícula [Kg/m ³]	1,637
Tela filtrant	Polièster



Substituint a l'equació anterior:

$$V_t = \frac{9,8 \cdot 1,637 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}} = 0,31 \text{ m/s}$$

Relació Aire-Tela

Per al càlcul de la relació d'aire i tela s'ha hagut de determinar el cabal que es filtrarà per a cada filtre de mànegues que es disposi.

En el cas del filtre de mànegues que es troba a sobre de la sitja s'ha agafat un valor mitjà de 40 m³/min a partir del volum d'aquesta i consultant a la següent taula basada en consideracions teòriques i empíriques de disseny de plantes.

Observant a la taula, per a sitges cilíndriques, similars a la de la planta, la quantitat d'aire entra dins del rang de valors empírics.

La relació s'estableix a partir de les característiques del material a filtrar, en aquest cas àcid oxàlic i de les condicions de treball. Resulta complicat definir aquesta relació ja que es necessiten coeficients que es determinen de forma empírica.

Per a facilitar el càlcul s'han pres valors recomanats que es mostren a la següent taula:

Taula 14: Valors típics per a cabals d'aire a tractar en funció de l'equip.

Equipo	Tam. (mm)	m ³ /h	Recomendaciones
Alimentador Vibratorio	600	900	
	800	1'500	
	1'000	2'400	
	1'200	3'600	
Bomba de Aire Comp.		60	} 1.5 veces de volumen de aire comprimido
Bomba		50	
Recipiente de Presión		40	
Buhler		30	
Recipiente de Almacenamiento	Grande > 100 t/h	1'000	Alimentación Mecanica
	Pequeño a 100 t/h	500	Alimentación Mecanica
Almacenamiento Clinker		12 - 20'000	Silo Cilindrico
		40 - 60'000	Silo Circular (Cúpula Clinker)
Trituradora de Rodillo	to 50 t/h	36	Por t
	50 - 100 t/h	60	Por t
Trituradora de Mandibula	to 100 t/h	60	Por t
	100 - 400 t/h	45	Por t
	400 - 700 t/h	30	Por t
Trit. de Martillo	to 100 t/h	120	Por t
Trituradora de Impacto	to 100 t/h	90	Por t
	to 300 t/h	60	Por t
	> 300 t/h	40	Por t
Trituradora Giratoria o Trituradora de Cono	to 100 t/h	60	Por t
	100 - 400 t/h	45	Por t
	400 - 700 t/h	30	Por t
Maquina de Embalaje		8'000	8-Empacador de Boquilla Rotativa
		6'000	6-Empacador de Boquilla Rotativa
		300	Alimentador
		2'500	Por linea de envasadora de embudo
		1'500	Giro de Pantalla 1 x 2.5m para llevar Cinta Transportadora la bolsa de Unidad de Limpieza
		2'000	
		2'500	
Carga Movil		5'000	Aire 400 mm Tornillo 1630/1800 Tolvas Moviles Dobles Articulado
		5'000	
		1'500	
		4'000	
Carga de Cabeza		900	Cement 300 m ³ /h
		1'500	Cement 600 m ³ /h
		12'000	Clinker 300 m ³ /h
Cisterna de Vehiculos		540 - 660	Ruta 60 t/h at 2.5 bar
		660	Tren 60 t/h at 2.5 bar

A la taula anterior es mostren les dades de valors per a la relació Aire-Tela per a la velocitat de filtració, en funció del material a capturar.

Taula 15: Dades relació Aire-Tela per a la velocitat de filtració de diferents pols expressats en ft/min.

Polvo	Agitador/Tela Tejida Aire a la Inversa/Tela Tejida	Chorro a Pulso/Tela de Felpa Aire a la Inversa/Te la de Felpa
Oxido de Aluminio (Alúmina)	2.5	8
Asbesto	3.0	10
Bauxita	2.5	8
Carbón Negro	1.5	5
Carbón	2.5	8
Cacao, Chocolate	2.8	12
Arcilla	2.5	9
Cemento	2.0	8
Cosméticos	1.5	10
Residuo de Esmalte	2.5	9
Alimento de Ganado, Granos	3.5	14
Feldspar	2.2	9
Fertilizante	3.0	8
Harina	3.0	12
Ceniza Flotante	2.5	5
Grafito	2.0	5
Yeso	2.0	10
Mineral de Hierro	3.0	11
Oxido Férrico	2.5	7
Sulfato Férrico	2.0	6
Oxido de Plomo	2.0	6
Polvo de Piel	3.5	12
Cal	2.5	10
Piedra Caliza	2.7	8
Mica	2.7	9
Pigmentos de Pintura	2.5	7
Papel	3.5	10
Plásticos	2.5	7
Quarzo	2.8	9
Polvo de Piedra	3.0	9
Arena	2.5	10
Aserín (Madera)	3.5	12
Sílice	2.5	7
Loza	3.5	12
Detergentes, Jabón	2.0	5
Especies	2.7	10
Almidón	3.0	8
Azúcar	2.0	13
Talco	2.5	5
Tabaco	3.5	
Oxido de Zinc	2.0	

S'ha considerat que l'àcid oxàlic en forma de dihidrat que es pot trobar a l'ambient tindrà similituds amb diferents substàncies esmentades a la taula i per tant, s'ha agafat un valor de 12 ft/min per a aquesta relació, que equivalen a 3,657 m/min.

A Aquest valor , se li aplica un coeficient segons l'aplicació la qual s'especifica de la següent forma:

Com es pot observar, per a assecadors i equips similars és de 0,9 o 0,8. Tenint en compte que es vol aconseguir la recol·lecció de producte i la filtració del gas de procés s'ha agafat el valor de 0,9.

Taula 16: Factor d'aplicació per a la velocitat de filtració.

FACTOR DE LA APLICACIÓN	
Ventilación de emisiones molestas (insidiosas). Alivio de los puntos de transferencias, transportadores, estaciones de embalaje, etc.	1.0
Recolección de producto. Transporte-ventilación del aire, molinos, secadoras relámpago, clasificadores, etc.	0.9
Filtración del gas de proceso. Secadoras por aspersion, hornos, reactores, etc.	0.8

Per tant, la velocitat de filtració o de recol·lecció és la següent:

$$V_f = 3,657 \cdot 0,9 = 3,29 \text{ m/min}$$

Àrea neta de filtració

L'àrea neta de filtració s'obté a partir de la relació entre el cabal d'aire a l'entrada i la velocitat de filtració com s'expressa a la següent equació:

$$A_{neta} = \frac{Q_e}{V_f}$$

Equació 17

Per a aquest cas, substituint a l'equació anterior:

$$A_{neta} = \frac{40 \text{ m}^3/\text{min}}{3,29 \text{ m/min}} = 15,2 \text{ m}^2$$

Per tant, aquesta és l'àrea necessària per a filtrar el cabal d'aire determinat, determina la capacitat efectiva de filtració i la quantitat de mànegues necessàries.

Dimensions de la mànega

Les mànegues comercials venen amb diàmetres compresos entre els 120 i 160mm, i la relació entre la longitud està determinada per la següent expressió:

$$\frac{L}{D} < 25$$

S'ha escollit una mànega de 140mm de diàmetre i de 1687mm de longitud. Substituint els valors a la relació anterior, s'obté un valor de 12, per tant, compleix la relació.

L'àrea de la mànega es calcula a partir del dimensionament de la mateixa, i per tant, observant la figura 27 aquesta serà igual al àrea del cilindre més la del cercle:

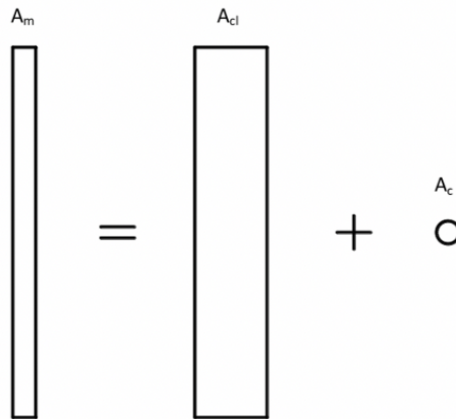


Figura 27: Dimensionament de les manegues.

Per al càlcul de l'àrea del cilindre s'utilitza la següent expressió:

$$A_{cilindre} = \pi \cdot d \cdot L$$

Equació 18

I l'àrea del cercle es calcula de la següent manera:

$$A_{cercle} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

Equació 19

On:

d= Diàmetre de la mànega [m]

L= Longitud de la mànega [m]

$A_{cilindre}$ = Àrea cilindre [m²]

A_{cercle} = Àrea cercle [m²]

Per tant, substituint els valors a les equacions anteriors s'obté:

$$A_{cilindre} = \pi \cdot 0,14 \cdot 1,687 = 0,74 \text{ m}^2$$

$$A_{cercle} = \frac{\pi}{4} \cdot 0,14^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

Per tant, l'àrea de la mànega s'expressa com la suma de les àrees anteriors:

$$A_{manega} = A_{cilindre} + A_{cercle} = 0,76 \text{ m}^2$$

Nombre de mànegues

Un cop coneguda l'àrea d'una mànega, es pot definir el nombre real de mànegues necessàries a partir de la següent expressió:

$$N_m = \frac{A_{neta}}{A_{manega}}$$

Equació 20

Substituint els valors a l'equació anterior:

$$N_m = \frac{15,2}{0,76} = 20 \text{ mànegues}$$

Es considera que cada mànega consta de la seva cistella i venturi formant un conjunt anomenat "mànega-cistella".

Compartiment mànegues

Per al càlcul de les dimensions del compartiment on es troben les mànegues és necessari saber la velocitat ascendent de l'aire després d'ingressar en aquest. Aquesta velocitat pren valors d'entre 1-1,3 m/s i ve definida per la següent expressió.

Partint d'una velocitat de 1,3 m/s es calculen les dimensions de la següent manera:

$$V_a = \frac{Q_e}{A_i}$$

Equació 21

Aïllant A_i :

$$A_i = \frac{Q_e}{V_a} = a \cdot b - C_m \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_m^2}{4} \right)$$

Equació 22

Per tant;

$$a \cdot b = \frac{Q_e}{V_a} + C_m \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_m^2}{4} \right)$$

Equació 23

Substituint els valors a l'equació anterior:

$$a \cdot b = \frac{40}{1,3} + 100 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0,14^2}{4} \right) = 32 \text{ m}^2$$

Per tant, com a i b són iguals degut a la geometria escollida, es calcula el valor del costat a partir de l'arrel del resultat obtenint-se així un valor de 5,7 m.

Pèrdua de pressió

Per al càlcul de la pèrdua de carrega del sistema es calcula la pèrdua de carrega per el filtre de la següent manera.

$$\Delta P = 6,08 \cdot V_f \cdot P_j^{-0,65} + K_2 \cdot V_f^2 \cdot C_e \cdot t_f$$

Equació 24

On:

ΔP = Pèrdua de pressió total [polsades h20]

V_f = Velocitat de filtració [ft/min]

K_2 = Coeficient de resistència específic del pols [Plg h20/ft·min-Lb/ft2]

C_e = Concentració de pols a l'entrada del filtre [Lb/ft3]

T_f = Temps de filtració [min]

Els valors de K_2 i C_e s'han estimat en funció de valors empírics obtinguts bibliogràficament per a aquest tipus de filtre i tela de polièster.¹⁷

Per tant, prenen valors de 2,254 i $6,23 \cdot 10^{-3}$ respectivament.

Substituint els valors a l'equació anterior s'obté una pèrdua de carrega al filtre de mànegues de 9,65 polsades d'H2O.

Per al segon filtre de mànegues, que com bé s'ha dit es trobarà a la zona de les tamisadores i els molins, s'ha dissenyat amb el mateix mètode que el primer. Per tant, es mostra a la següent taula, els valors obtinguts per a aquest.

Taula 17: Valors per al segon filtre de mànegues..

Nombre de mànegues	90
a (m)	13
a x b (m2)	167
Diàmetre mànega (m)	0,14
Longitut mànega (m)	1,687
Qt d'aire requerit (m3/min)	230
Temperatura max treball (°C)	30
AP (polsades/h20)	9,65

6.9.4. Tractament corrents líquids.

6.9.4.1. Introducció.

El corrent líquid de la segona centrifuga juntament amb la cua de la columna de rectificació que conté una petita quantitat d'àcid nítric s'envien a l'EDAR per a poder tractar aquestes aigües del procés.

A continuació s'explica breument el procés que es portarà a terme a l'EDAR.

Aquest corrent líquid anomenat anteriorment, s'introdueix a un tanc de neutralització. En aquest es neutralitza l'àcid nítric i l'àcid sulfúric present als corrents anteriors a partir d'hidròxid de sodi al 50% per a neutralitzar els corrents i ajustar el pH d'aquest corrent. El hidròxid de sodi al 50% s'emmagatzema en un tanc que es dissenyarà en els següents apartats per a poder proporcionar la quantitat necessària al llarg del procés per a la neutralització.

Un cop neutralitzat el corrent líquid, s'envia a un tanc de precipitació. Aquest tanc permet la precipitació dels sulfats al fons del mateix. El tanc de precipitació dona lloc a dues sortides, el precipitat que s'envia a un espessor i finalment a tractament extern, i un altre corrent, amb una concentració de 4,76g/L de sulfats que s'envia a un tanc de desnitrificació.

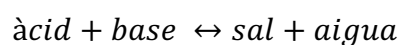
En el tanc de desnitrificació es transforma el nítric present al corrent a nitrogen gas a partir d'una font de carboni que es proporciona per les petites quantitats d'etilenglicol i d'àcid oxàlic que conté els corrents enviats a tractament.

El corrent de sortida del tanc de desnitrificació s'envia a un decantador secundari on una part es recircula al mateix tanc de desnitrificació i l'altre part s'envia a tractament amb membranes selectives per a eliminar les quantitats de sulfats que pugui quedar al corrent fins a arribar a una concentració de 1g/L que és la permesa legalment.

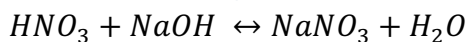
6.9.4.2. Neutralització de l'àcid nítric i de l'àcid sulfúric amb hidròxid de sodi

Una reacció de neutralització és una reacció química entre un àcid i una base en quantitats equivalents, de manera que els productes de la reacció no tenen ni propietats àcides ni alcalines, es neutralitzen.

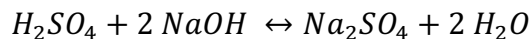
Segons la teoria àcid-base d'Arrhenius una reacció de neutralització és una reacció entre un àcid i una base per a donar una sal i aigua. Consisteix en la reacció entre els cations H^+ dels àcids i els anions OH^- de les bases per donar molècules d'aigua. En aquesta reacció, les propietats de l'àcid, que són degudes al catió H^+ , queden neutralitzades o anul·lades per les de la base, que són degudes a l'anó OH^- , i viceversa.



Per tant, dels dos àcids que volem neutralitzar, l'àcid nítric reacciona amb l'hidròxid de sodi per produir nitrat de sodi i aigua.



Així com l'àcid sulfúric reacciona amb l'hidròxid de sodi per produir sulfat de sodi i aigua.



El procés de neutralització es pot realitzar en batch i en continu. En el tanc batch, l'efluent es reté fins que els seus paràmetres de qualitat compleixen les especificacions prèvies al seu abocament o a continuar el procés. Es recomanen aquests processos quan es tracta de plantes amb tractaments a petita escala amb poca càrrega contaminant, per volums elevats, el procés típicament emprat és la neutralització en continu.

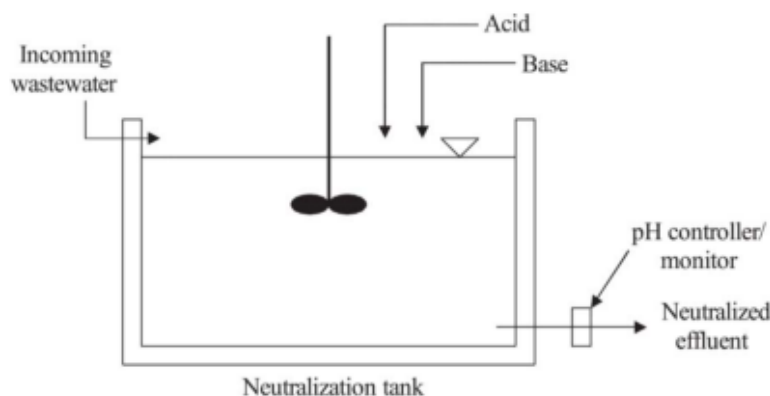


Figura 28. Tanc de neutralització que opera en continu.

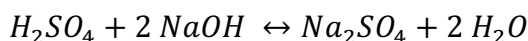
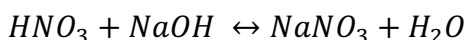
En general, els sistemes de flux continu s'empren quan l'afluent és relativament constant i no s'esperen variacions sobtades molt marcades, les característiques de l'afluent són essencialment constants i la química d'aquest no és crítica, per exemple, el procés forma part d'un sistema de neutralització multi etapa.

Hi ha diferents factors que s'han de tenir en compte en el disseny:

- Capacitats des de 5 fins a 200 m³/h.
- Mantenir característiques estables del cabal i pH a l'afluent.
- Profunditat del tanc de neutralització menor a 3 m.
- El tanc de neutralització ha de ser preferentment circular i amb un diàmetre igual a la profunditat.
- Els temps de retenció en els tancs de neutralització han d'oscil·lar entre els 5 i els 30 minuts.
- Si la mescla al tanc de neutralització es realitza de manera airejada, s'ha d'adquirir un equip que permeti injectar entre 0.3 i 1 m³ d'aire per minut i per m² de tanc.
- Si la mescla en el tanc de neutralització es realitza de manera mecànica, s'ha d'adquirir un equip que desenvolupi una potència entre 40 i 80 W per m³ de tanc.

Es realitzen els càlculs necessaris per conèixer els caudals màssics que entraran i sortiran del tanc de neutralització.

Tenint en compte les dues reaccions de neutralització esmentades anteriorment:



Segons la reacció de neutralització de l'àcid nítric:

$$0.048 \frac{kg}{s} HNO_3 \cdot \frac{1000g}{1kg} \cdot \frac{1mol}{63g HNO_3} \cdot \frac{1mol NaNO_3}{1mol HNO_3} \cdot \frac{85g}{1mol NaNO_3} \cdot \frac{1kg}{1000g} \\ = 0.065 \frac{kg}{s} NaNO_3$$

$$0.048 \frac{kg}{s} HNO_3 \cdot \frac{1000g}{1kg} \cdot \frac{1mol}{63g HNO_3} \cdot \frac{1mol NaOH}{1mol HNO_3} \cdot \frac{40g}{1mol NaOH} \cdot \frac{1kg}{1000g} \\ = 0.0305 \frac{kg}{s} NaOH$$

$$0.048 \frac{kg}{s} HNO_3 \cdot \frac{1000g}{1kg} \cdot \frac{1mol}{63g HNO_3} \cdot \frac{1mol H_2O}{1mol HNO_3} \cdot \frac{18g}{1mol H_2O} \cdot \frac{1kg}{1000g} \\ = 0.014 \frac{kg}{s} H_2O$$

Segons la reacció de neutralització de l'àcid sulfúric:

$$0.118 \frac{kg}{s} H_2SO_4 \cdot \frac{1000g}{1kg} \cdot \frac{1mol}{98g H_2SO_4} \cdot \frac{2mol NaOH}{1mol H_2SO_4} \cdot \frac{40g}{1mol NaOH} \cdot \frac{1kg}{1000g} \\ = 0.096 \frac{kg}{s} NaOH$$

$$0.118 \frac{kg}{s} H_2SO_4 \cdot \frac{1000g}{1kg} \cdot \frac{1mol}{98g H_2SO_4} \cdot \frac{1mol Na_2SO_4}{1mol H_2SO_4} \cdot \frac{119g}{1mol Na_2SO_4} \cdot \frac{1kg}{1000g} \\ = 0.143 \frac{kg}{s} Na_2SO_4$$

$$0.118 \frac{kg}{s} H_2SO_4 \cdot \frac{1000g}{1kg} \cdot \frac{1mol}{98g H_2SO_4} \cdot \frac{2mol H_2O}{1mol H_2SO_4} \cdot \frac{18g}{1mol H_2O} \cdot \frac{1kg}{1000g} \\ = 0.0433 \frac{kg}{s} H_2O$$

Per tant, a la següent taula es mostren els resultats obtinguts per al corrent de sortida del tanc de neutralització:

Taula 18. Resultats dels càlculs del caudal màssic d'entrada i sortida del tanc de neutralització

Entrada	Sortida
0.048 kg/s HNO ₃ 0.0305 kg/s NaOH	0.065 kg/s NaNO ₃
0.118 kg/s H ₂ SO ₄ 0.096 kg/s NaOH	0.143 kg/s Na ₂ SO ₄
1.042 kg/s H ₂ O	1,042 kg/s H ₂ O
0.03 kg/s Etilenglicol	0.03 kg/s Etilenglicol
0.058 kg/s àcid oxàlic	0.058 kg/s àcid oxàlic

Es necessita un tanc d'emmagatzematge d'hidròxid sòdic al 50% per a poder subministrar les quantitats necessàries per a la neutralització.

L'hidròxid de sodi, conegut com a sosa càustica o lleixiu, és un compost altament càustic i alcalí, el qual descompon les proteïnes a temperatures ambientals normals i pot causar cremades químiques severes. És extremadament soluble en aigua i absorbeix fàcilment la humitat i el diòxid de carboni de l'aire.

Una de les seves aplicacions és per la purificació de l'aigua per pujar el pH dels subministres d'aigua. L'increment de pH fa que l'aigua sigui menys corrosiva pel bombeig i redueix la quantitat de plom, coure i altres metalls tòxics que poden dissoldre's a l'aigua corrent.⁸

Pel seu emmagatzematge s'han de seguir les següents recomanacions:

- Mantenir la substància dins de recipients adequats.
- Mantenir recipients ben tancats en un lloc ventilat assegurant-se que aquests no estiguin més del 95% plens.
- No deixar recipients oberts al lloc de treball, ja que al penetrar altres substàncies poden ocasionar reaccions violentes i inesperades. Els vapors són altament corrosius i més pesats que l'aire, a més a més, els cables elèctrics es poden veure afectats per aquesta corrosió.
- S'han d'utilitzar aparells resistents als hidròxids alcalins.
- Abans de reparar recipients, conductes i dispositius de transport, han d'estar buits i nets.
- Evitar durant l'ompliment els vessaments innecessaris. Mantenir una distància mínima amb el recipient al omplir-lo.

Tenint en compte les característiques de les solucions de sosa càustica i la quantitat de producte a emmagatzemar, les condicions d'emmagatzematge de solucions podrien resumir-se així:

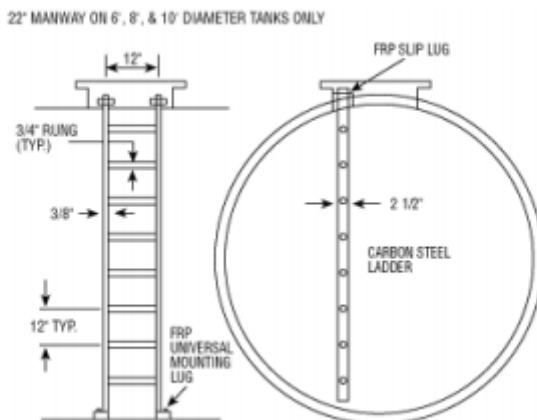


Figura 29. Tanc d'emmagatzematge de sosa càustica

Els tancs d'emmagatzematge estan subjectes a tres diferents condicions ambientals:

- Els tancs superficials estan exposats a la corrosió atmosfèrica.
- Els tancs amb les bases a nivell del terra i enterrats estan exposats a condicions similars que les línies de les canonades.
- La corrosió interna del tanc, donades les propietats del producte que contenen, etc.

El material del tanc no ha de complir tan sols amb la resistència al producte que conté, la resistència a la pressió i la carrega, sinó que ha de ser suficientment resistent a les condicions agressives de l'entorn. El material més emprat és l'acer inoxidable, el qual existeixen diverses classes d'acers al tanc que sigui necessari dissenyar.

6.9.4.3. Tanc de precipitat de sulfats

Després del tanc de neutralització es necessita un tanc de precipitat per decantar el sulfat de sodi i així tenir la concentració màxima que es pot permetre a la sortida del mateix. La precipitació és un procés químic que consisteix en formar partícules a partir de substàncies dissoltes per, finalment, separar-les mitjançant processos addicionals com la flotació per aire, la filtració o la sedimentació. Generalment s'emprenen per l'eliminació de metalls pesats, sulfats, fosfats, fluorurs i, en ocasions especials, per l'eliminació de mercuri.

Al barrejar una solució d'hidroxid de sodi (NaOH) amb una d'àcid sulfúric (H_2SO_4) es forma sulfat de sodi (Na_2SO_4), on aquests sulfats no són gaire solubles, per tant s'introdueix en un tanc per a que precipiti, i així tenir la concentració màxima d'emissió permesa.

El corrent resultant de la sortida del tanc de neutralització conté 74 Kg/m³ de sulfat i la seva solubilitat és de 47,6 Kg/m³, per tant, han de precipitar 26,4 Kg/m³ de sulfats.

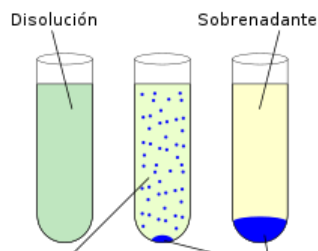


Figura 30: Procés de dilució

Per a dimensionar el tanc de sedimentació es prenen com a paràmetres principals de disseny la càrrega de superfície (C) i el temps de residència (t_R) necessari per a que els sòlids suspesos a l'aigua residual sedimentin.

Com a criteri general, els tancs es dissenyen de manera que el temps de residència del nostre corrent es troba entre 1.5 i 2.5 hores en condicions de caudal mig, garantint d'aquesta manera la sedimentació dels sulfats.

En altres ocasions, quan els equips de sedimentació actuen com a pretractament per processos biològics, els temps de residència es redueixen considerablement, inclús fins valors de 0.5 hores.⁸

La càrrega de superfície (C) considerada pel disseny del tanc de precipitació és funció del tipus de suspensió a sedimentar, i oscil·la normalment entre valors de 1 i 1.35 $m^3/m^2 \cdot h$.

Per tant, a partir d'aquesta premissa s'ha dimensionat el tanc de precipitació, essent el volum:

$$V_{tanc} = Q \cdot t_r = 0.105 \cdot 2 = 0.21 \text{ m}^3$$

Sobredimensionem un 20% el volum del tanc per a poder garantir un marge de seguretat i garantir la precipitació dels sulfats en el mateix, essent el volum sobredimensionat:

$$V = 1.20 \cdot 0.21 = 0.252 \text{ m}^3$$

Amb una càrrega superficial de 1.25 $m^3/m^2 \cdot h$, escollida orientativament a partir dels valors facilitats bibliogràficament per a càrregues superficials es calcula l'àrea necessària per a que es doni la sedimentació:

$$\text{Àrea de sedimentació} = \frac{Q}{C} = \frac{0.105}{1.25} = 0.084 \text{ m}^2$$

Un cop coneguda l'àrea necessària de sedimentació, es pot calcular les dimensions finals del tanc de precipitació.

On:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot H \cdot D^2 \quad i \quad \frac{H}{D} = 1.5$$

El diàmetre del tanc correspon a 0,6 metres i l'alçada d'aquest a 0,9 metres.

Per tant, substituint els valors corresponents a les expressions anteriors, s'obté un volum per al tanc de precipitació de 0,254 m³.

Sobredimensionant un 20% aquest, s'obté un volum de 0,305 m³.

6.9.4.5. Filtre premsa

Per al tractament dels sulfats precipitats resultants del tanc de precipitació, es fan passar per a un filtre de premsa per a poder extreure la quantitat d'aigua que conté aquest corrent i retornar-la al procés de l'EDAR i separar els fangs resultants, emmagatzemar-los i enviar a tractament extern.

El filtre escollit és consisteix en un sistema de plaques i marcs alternats amb una tela filtrant a cada costat de les plaques, on aquestes tenen incisions amb forma de canals per drenar el filtrat a cada placa.

La suspensió d'alimentació es bombeja a la premsa i flueix a través del conducte a l'interior de cada un dels marcs oberts, de manera que va omplint els espais buits. El filtrat flueix entre la tela filtrant i la superfície de la placa, a través dels canals i cap a l'exterior, mentre els sòlids s'acumulen com coca en els marcs. En molts casos, el filtre premsa té una descarrega oberta individual per cada marc, que permet una inspecció visual per verificar la transparència del filtrat.

Els filtres premsa s'utilitzen en els processos per lots, però no es poden emprar per processos d'alt rendiment. Es manegen amb facilitat, són versàtils i d'operacions flexibles. Es poden també utilitzar a altes pressions de corrent si és necessari.

Les plaques del filtre poden ser quadrades o circulars, verticals o horitzontals. El més freqüent és que els compartiments per sòlids estiguin formats per forats a les cares de plaques de polipropilè modelat. En altres dissenys el filtre premsa està format per plaques i marcs com a la següent figura, on les plaques quadrades de 6 a 78 polzades de costat s'alternen entre els marcs oberts. Les plaques tenen un espessor de ¼ a 2 polzades mentre que el dels marcs és de 1/8 a 8 polzades. Les plaques i els marcs es situen verticalment a un bastidor metàl·lic, amb teles cobrint les cares de cada marc i s'acoblen estretament entre sí mitjançant un cargol o una premsa hidràulica. La suspensió entra per un extrem de l'acoblament de plaques i marcs. Passa a través d'un canal que recorre longitudinalment l'acoblament per una de les cantonades de les plaques i marcs. També existeixen canals auxiliars per portar la suspensió des del canal d'entrada fins cada una de les plaques. Els sòlids es dipositen sobre les lones que recobreixen les cares de les plaques. El líquid passa a través de les teles, descendeix per les ranures de les cares de les plaques i surt a través del filtre premsa.

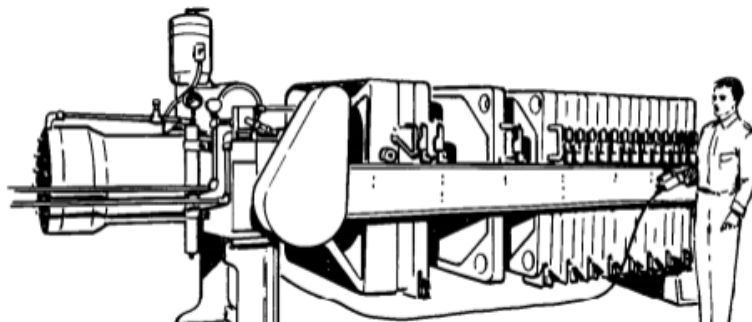


Figura 31. Filtre premsa (descàrrega tancada)

Una vegada instal·lat el filtre premsa, s'introdueix la suspensió mitjançant una bomba a una pressió de 3 a 10 atm. La filtració continua fins que ja no surt líquid pel tub de descarrega o be augmenta bruscament la pressió de filtració. Això passa quan les plaques s'omplen de sòlid i ja no pot entrar més suspensió. Es pot llavors passar líquid de neteja per eliminar les impureses solubles contingudes als sòlids i a continuació insuflar aire o vapor d'aigua per desplaçar la major part del líquid residual. S'obra llavors la premsa i es retira la coca de sòlids, passant-la a un transportador o a un dipòsit d'emmagatzematge.

Els elements bàsics del filtre premsa de marcs i plaques són els següents:

- Suport estructural del filtre
 - Mecanisme de tancament: actualment només s'instal·len sistemes electró-hidràulics amb bomba hidràulica de doble etapa que acciona un o més cilindres de doble acció.
 - Capçal d'accionament: allotja el mecanisme de tancament i constitueix un dels extrems de la premsa. Sol construir-se modularment o conformada en xapa electrosoldada. En el primer cas sol incloure en el disseny el propi cilindre de tancament, a més està suportat mitjançant potes que s'uneixen als suports del filtre de manera rígida o lliscant.
 - Capçal mòbil: transmet la força de tancament sobre el paquet filtrant, allotjant a vegades la resta de connexions externes del filtrat. Està constituït en fosa o xapa d'acer. Aquest, es suporta i es desplaça sobre les barres laterals o la biga superior mitjançant pastilles de lliscament o de roda amb elements d'anivellament.
 - Barres laterals: constitueix un element de connexió entre els capçals extrems de la premsa, a les que van unides rapida o articuladament, i serveixen de suport al paquet filtrant.
- Paquet filtrant: sobre ell es produeix el procés de separació sòlid/líquid.
 - Plaques filtrants: conformen càmeres on es reté i es forma la coca. Aquesta càmera pot ser d'espessor fixe o susceptible de variar el seu

espessor durant el procés d'operació, donant lloc a una classificació bàsica dels filtres premsa: de càmera o de membrana.

- Teles filtrants: realitzen la primera separació, donant lloc a la formació de la pre-capa sobre la qual continua realitzant-se la filtració, determinant el nivell inicial de tall realitzat a la filtració.

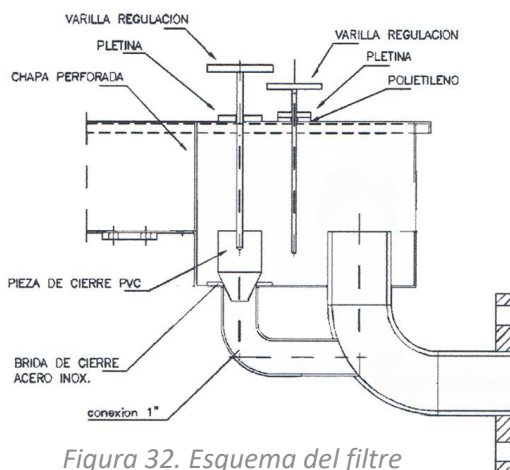


Figura 32. Esquema del filtre premsa

Funcionament del filtre premsa

El principi del filtre premsa està basat en el fet que la pressió necessària per la filtració es distribueix dins del sistema. El filtre està format per un capçal mòbil, que exerceix la pressió entre les plaques, i un fixe, per on penetra el líquid fangós a una determinada pressió. Entre tots dos es situen les càmeres, formades per plaques i marcs o per plaques amb càmera incorporada. Les plaques es cobreixen amb teixits filtrants, que en els dos marcs de les mateixes fan de juntes d'estanqueïtat i al centre formen un conjunt d'espais buits, que s'alimenten amb la suspensió a filtrar mitjançant una bomba.⁹

Amb un dispositiu de tancament mecànic o hidràulic es mantenen en compressió les plaques gracies al capçal mòbil, mentre a través del capçal fixe s'injecta a pressió el líquid que discorre entre les plaques a través d'un forat central obert a les mateixes plaques, formant-se el volum de coca. L'aigua filtrada passa a través d'uns orificis de drenatge previstos a la part inferior de les plaques i s'evacua individualment per cada placa fins un canal exterior de recollida, on es manté un volum determinat.

A mesura que es va assecant la coca de fang, el cabal de filtrat disminueix fins un mínim, llavors un dispositiu elèctric interromp la bomba, fet que provoca que s'interrompi el flux. Una vegada despressuritzat el sistema, el cilindre de pressió es desplaça gracies a l'espai lliure creat per la carrera d'obertura, separant les plaques fins haver entre elles uns 60 mm de separació. En aquell moment s'acciona el motor que fa girar un eix que incorpora unes lleves, les quals actuen sobre les maneguetes de les plaques filtrants, elevant-les i deixant-les anar, col·laborant a que la coca ja seca es desprengui totalment.

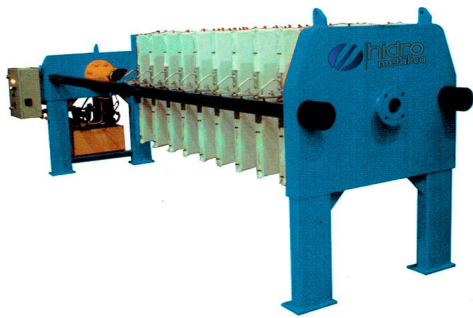
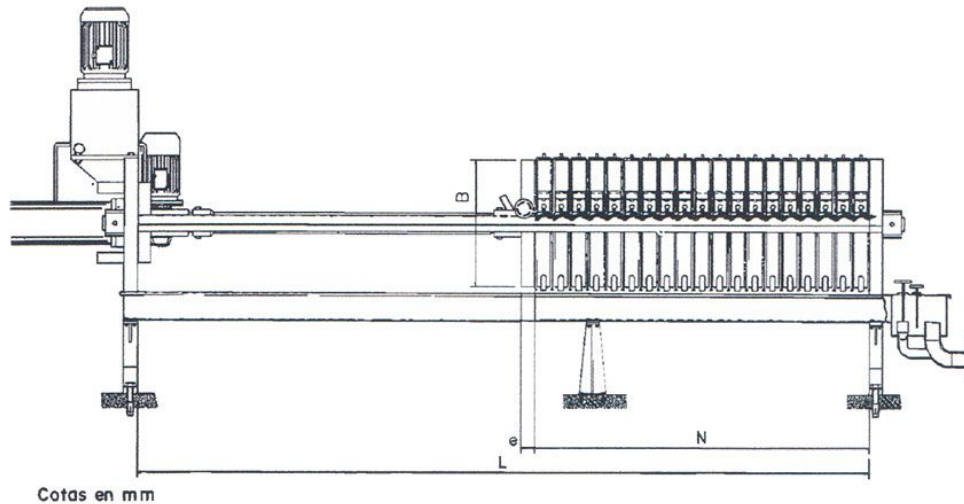


Figura 33. Filtre premsa

Característiques tècniques

Segons l'empresa Hidrometàlica fabrica d'acord amb la normativa de la directiu de la Comunitat Europea "Màquines 89/395/CEE", de recipients a pressió, i amb les seves modificacions i addicions segons les directives 91/368 i 93/44, una gran varietat de filtres premsa.

A la següent figura es mostra l'esquema del filtre de premsa escollit amb les característiques dels diferents models que es distribueixen en funció de les necessitats del corrent a tractar.



MODELO	B Dimensiones placas	Superficie filtrante por placa m^2	Volumen por placa (espesor 30mm) Lts	Número Máximo De placas	L aprox. (25 placas)	N (25 placas)	e
FP-470	470x470	0.28	4.5	50	3760	1750	70
FP-500	500x500	0.33	5.2	50	3760	1750	70
FP-630	630x630	0.56	6.3	60	3760	1750	70
FP-800	800x800	0.94	15.7	95	3890	1875	75
FP-1000	1000x1000	1.53	24.3	105	3890	1875	75
FP-1200	1200x1200	2.28	37.6	120	4020	2000	80
FP-1300	1300x1300	2.52	45.1	130	4150	2125	85
FP-1500	1500x1500	3.2	60.8	150	4280	2250	90
FP-1520	1500x1500	4.25	85.2	165	4410	2375	95
FP-2000	2000x2000	6.52	112.1	170	4670	2625	105

Figura 34. Característiques tècniques del filtre premsa

Requeriment de disseny:

Els requisits del disseny del filtre premsa són el dimensionament físic d'aquest i la capacitat de filtrat. Pel dimensionament físic, la màquina requereix que el transport es faci mitjançant un camió. És per això que es fixa una llargada efectiva del filtre de 8.5 m. També s'ha de complir amb la capacitat de 50 tones/hora pel seu normal funcionament.¹⁰

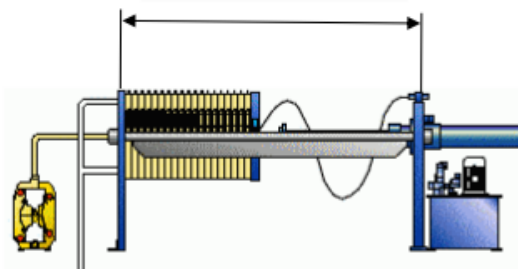


Figura 35. Llargada efectiva del filtre prensa

Dimensionament

Segons la llei, l'alçada i l'amplada màxima d'un camió és de 4.30 m i 2.60 m, respectivament. Juntament amb el requeriment de la capacitat de 50 tones/hora anomenat anteriorment.

Per estimar el nombre de plaques s'utilitza la següent fórmula:

Nombre de plaques

$$= \frac{\text{Capacitat (kg/h)}}{\text{Tasa de filtració (kg/m}^2\text{h)} \cdot \text{Incertesa} \cdot \text{Àrea de filtració (m}^2\text{)}} + 1$$

On la incertesa s'estima generalment a 1.20.

Per estimar la llargada màxima de l'estructura és necessari calcular el valor quan el filtre es troba amb totes les plaques obertes. Per poder obtenir aquest valor es consideren les següents dimensions:

- Espessor de la placa (e) = 85 mm
- Separació entre plaques obertes (s) = 120 mm

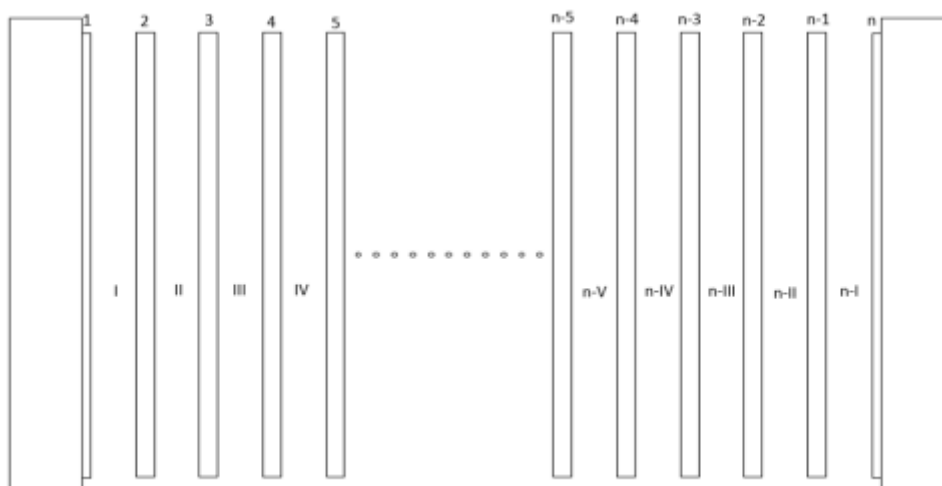


Figura 36. Esquema de càlculs per nombre de plaques i càmera del filtre

Per calcular la llargada efectiva pel filtre s'utilitza l'equació següent:

$$Llargada efectiva = e \cdot n + (n - 1) \cdot s$$

Estructura

Donat el funcionament del filtre premsa, les dues forces externes principals que actuen sobre l'estructura del sistema estan donades pel pes que suporta l'estructura, conformat casi totalment per les plaques i el contingut a filtrar i la força exercida per la pressió als dos capçals, com s'aprecia a la figura següent.

El càlcul de l'estructura es basa en el cas desfavorable de treballar a la major pressió que treballen els filtres, en aquest cas 15 bars, i amb la placa d'àrea major.

Els valors utilitzats per als següents càlculs són els següents:

Taula 19. Valors pel càlcul estructural

Pressió de treball	15 bar
Àrea filtrant de la placa	1.87 m ²
Àrea del marc	0.40 m ²
Força deguda a la pressió de treball (Fa)	2807 kN

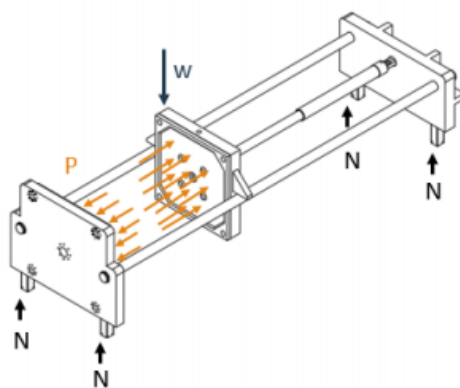


Figura 37. Diagrama de les forces principals sobre l'estructura del filtre premsa

$$Força = Pressió \cdot Àrea$$

Les dimensions del capçal mòbil es determinen per les dimensions de la placa, donada la geometria quadrada amb dos suports laterals que tindran com a funció guiar i sostenir el capçal a les barres laterals. A més a més, l'estructura ha de tenir un canal intern des de la part superior fins la part frontal a l'interior de les càmeres, permetent així l'ingrés de polpa i aire per poder netejar el canal principal. El capçal és d'acer fos i està sotmès

a dues forces que mantindran l'element en equilibri. La primera és la força exercida pel pistó hidràulic i la segona és la força exercida per la pressió sobre la placa més la normal del contacte entre plaques.

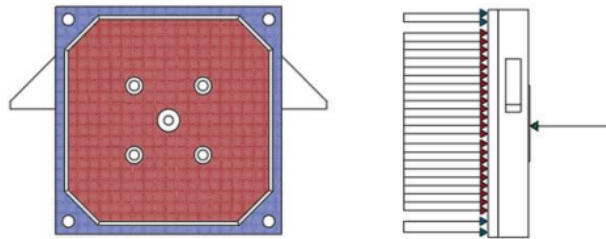


Figura 38. Forces sobre el capçal mòbil

La geometria del capçal fixe i d'accionament va estar dissenyada en funció de la mida de la placa i la dimensió de les bigues laterals.

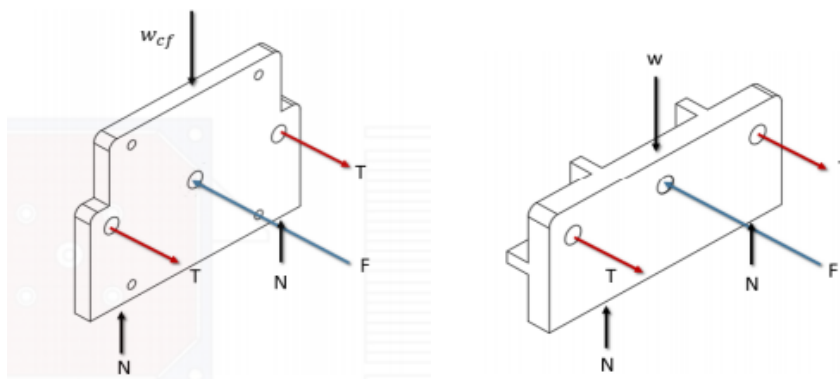


Figura 39. Capçal fixe i d'accionament

6.9.4.6. Tanc de desnitrificació i decantador secundari

El nitrogen es considera un nutrient limitant vital que significa que sol ser el nutrient més escàs a la naturalesa, el qual el seu subministrament regula el creixement.

Per contra, l'excés de nitrogen a l'aigua pot causar la proliferació d'algues tòxiques que interfereixen amb el tractament d'aigües, a més de posar en risc la salut humana. Degut als perills per la salut i el medi ambient, la desnitrificació és un tractament d'efluents important perquè converteix un contaminant perillós en un gas benigne que es pot descarregar sense produir cap impacte ambiental.

Existeixen tres tractaments diferents per l'eliminació de nitrats; l'intercanvi iònic, la desnitrificació i la reducció química. Segons la Organització Mundial de la Salut (OMS), l'intercanvi iònic s'utilitza típicament per tractar aigües subterrànies, mentre que les aigües superficials es tracten amb desnitrificació.¹²

INTERCANVI D'IONS

- Els ions no desitjats dissolts a l'aigua, com els nitrats, s'intercanvien per ions amb càrrega similar a mesura que passen sobre un llit de perles de resina.

DESNITRIFICACIÓ BIOLÒGICA

- Els microbis fan la major part del treball en aquest procés.
- Les bacteries d'ús comú que poden utilitzar nitrogen oxidat (desnitrificadors) inclouen Pseudomonas, Alcaligenes i Paracoccus.
- Quan descomponen el NO_3 per metabolitzar l'oxigen, s'allibera el nitrogen.

REDUCCIÓ QUÍMICA

- En aquests processos, s'utilitzen químics com els àcids com agents reductors per formar amoníac o nitrogen elemental.
- Aquests processos requereixen condicions especials, com l'ús dels catalitzadors o les altes temperatures i pressions.

Figura 40: Intercanvi de ions, desnitrificació biològica i reducció química.

En el procés de desnitrificació el nitrogen present al corrent es transforma en nitrogen gasós (N_2) apte per la descàrrega a l'atmosfera.

Per al procés de desnitrificació és important la presència d'una font de carboni, proporcionada per la quantitat d'etilenglicol i d'àcid oxàlic del mateix corrent d'entrada principal i mantenir la relació de DQO/N desitjada per a que es doni la desnitrificació i per a la supervivència de les bacteries.

La relació de DQO/N òptima per a alcohols i àcids orgànics com a font de carboni ha de ser com a mínim de 4,7 Kg DQO/Kg Nitrogen. Pel que fa a la DQO per Kg de carboni alimentada és de 1,3 Kg.

El procés de desnitrificació consisteix en la reducció del nitrat a nitrit i posteriorment a compostos de nitrogen gas, com l'òxid nítric, òxid nítrós o nitrogen diatòmic, en presència d'una font de carboni orgànica.¹³

El nitrat i el nitrit reemplacen l'oxigen a la respiració microbiana, per la qual cosa es solen produir als ambients anòxics, és a dir, mancats d'oxigen i amb disponibilitat de nitrit i nitrat com acceptors d'electrons.

A la següent taula es mostra el corrent d'entrada al tanc de desnitrificació:

Taula 20: Corrent entrada al tanc de desnitrificació.

ENTRADA DESNITR. [Kg C]	0,0879
ENTRADA DESNITR. [Kg DQO]	0,114257
ENTRADA DESNITRIFICACIÓ [Kg nitrats]	0,065
ENTRADA DESNITRIFICACIÓ [Kg de N]	0,010705882

Un cop realitzat els càlculs que es mostren a la taula 21 es pot comprovar que es compleix la relació mínima i per tant, es pot concloure que el nitrogen i la matèria orgànica s'eliminen fins complir els límits legals.

Després del tanc de desnitrificació, el corrent de sortida d'aquest s'envia a un decantador secundari. El corrent que decanta es divideix en una part que es recircula al tanc de desnitrificació i una altre corrent que s'envia al filtre de premsa i al posterior tractament extern de fangs.

El corrent per caps d'aquest decantador s'envia a una membrana selectiva per a l'eliminació de les petites quantitats de sulfats que puguin resultar en aquest corrent.

El corrent resultant del pas per la membrana selectiva contindrà aigua amb una concentració de 1g/L de sulfats, respectant així els límits establerts legalment per al abocament d'aigua.

Les noves regulacions que limiten els sulfats en els abocaments d'aigües superficials estan portant a la indústria a buscar noves tecnologies disponibles per a la reducció d'aquests sulfats. Una d'aquestes noves tecnologies per la eliminació de sulfats dels efluent és la precipitació química i la nano filtració, la qual està captant l'atenció dels cinc continents. De les diferents tècniques de tractament d'aigües amb sulfats considerades avui en dia, la nano filtració és la que presenta major interès amb l'objectiu de reciclar les aigües, però la gestió del corrent de rebuig és una de les dificultats a resoldre de manera fiable i econòmica.

El procés d'eliminació de sulfats permet donar resposta a la normativa, cada vegada més restrictiva, que regula el contingut de sulfats a l'abocament d'aigües superficials, així com permet a les indústries reutilitzar l'aigua per altres usos del procés industrial.

Com bé s'ha anomenat anteriorment, és necessari aconseguir reduir el contingut de sulfats per sota dels 1 g/L obtenint un efluent adequat per la reutilització o l'abocament.

Entre les solucions del tractament d'aigües amb elevades concentracions de sulfats, utilitzar membranes de nano filtració (NF) genera un permeat de qualitat i una solució amb una corrent de rebuig d'alta concentració de ions sulfat.

L'adició de ions de sodi fa que es precipiti el sulfat de sodi i es redueixi la seva concentració. Amb l'objectiu de millorar l'alternativa, s'ha desenvolupat un procés combinat amb la finalitat d'usar la reacció de precipitació del sulfat de sodi i després

Planta de producció d'àcid
oxàlic en forma de dihidrat



Medi Ambient

generar la precipitació de la sal, per tal d'obtenir una concentració de sulfat inferior a 1g/L.

Finalment, s'adjunten les taules amb els càlculs realitzats per al procés de tractament de l'EDAR a la taula 21, expressats els valors en Kg/s.

Taula 21: Càlculs realitzats per als equips de l'EDAR.

	Corrent d'entrada a l'EDAR			Tanc de neutralització d'àcids			Tanc de precipitació de sulfats		Tanc de desnitrificació + Decantador secundari
	Corrent procedent de cues de columna de rectificació	Corrent procedent de la fase líquida de S-402	Corrent procedent de la deshumidificació de l'aire assecador	Corrent d'entrada a l'EDAR	Corrent d'entrada de NaOH (50%)	Corrent de sortida	Corrent de sortida líquids	Corrent de sortida líquids	Sortida de corrent líquid
Cabal	1,0050	0,0610	0,2310	1,2970	0,2530	1,5500	0,0409	1,3820	1,3820
Etilenglicol	0,0000	0,0035	0,0254	0,0290	0,0000	0,0290	0,0000	0,0290	Compleix límit
Àcid nítric	0,0010	0,0132	0,0347	0,0489	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Àcid sulfúric	0,0000	0,0144	0,1040	0,1184	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Aigua	1,0040	0,0262	0,0116	1,0418	0,0000	1,1000	0,0000	1,1000	1,1 + la generada per les cèl·lules
Àcid oxàlic	0,0000	0,0035	0,0554	0,0589	0,0000	0,0589	0,0000	0,0589	Compleix límit
Hidròxid de sodi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2530	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Nitrat de sodi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0650	0,0000	0,0650	Compleix límit
Sulfat de sodi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1700	0,0409	0,1291	Eliminació amb membrana

6.4. Referències bibliogràfiques

¹F.S. CHAMBERS, JR., AND T. K. SHERWOOD Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass.

²Blog nueva ISO14001. (2018). *Cambios clave*. <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/10/como-conseguir-una-eficaz-politica-ambiental-con-la-norma-iso-14001-2015/>

³AECQ. *Responsible care*. Recuperat el 22/04/2021. <https://www.aecq.es/responsible-care/>

⁴Normas ISO. *ISO14001 Gestión Medioambiental*. Recuperat el 22/04/2021. <https://www.normas-iso.com/iso-14001/>

⁵AENOR confía. *Certificación EMAS. Más allá de ISO 14001*. Recuperat el 22/04/2021. <https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/reglamento-emas>

⁶Sanchez Moragas, Francesc Xavier. (2015). *Les autoritzacions ambientals*. <https://laciutatamblei.wordpress.com/2015/11/03/les-autoritzacions-ambientals/>

⁷Naturaliza educació. (2019). *La contaminación lumínica y sus consecuencias*. Recuperat el 25/04/2021. <https://www.naturalizaeducacion.org/2019/05/14/contaminacion-luminica/>

⁸Duraplas. *Tanques para almacenamiento de hidróxido desodio*. Recuperat el 25/04/2021. <https://www.duraplas-argentina.com/blog/tanques-para-almacenamiento-de-hidroxido-de-sodio-soda-caustica>

⁹Ospino de la Oz, Isamar. (2015). *Diseño y montaje a escala piloto de un sistema de filtración con filtro prensa para los Laboratorios de operaciones unitarias de la universidad de san Buenaventura sede Cartagena*. http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2793/1/Dise%C3%B1o%20y%20montaje%20a%20escala%20piloto%20de%20un%20sistema_Isamar%20ospino_USBCTG_2015.pdf

¹⁰Hidrometálica. *Filtro de Prensa*. Recuperat el 5/05/2021. [Filtro de Prensa | Hidrometálica \(hidrometalica.com\)](http://hidrometalica.com)

¹¹Brito Ferrer, Ibo Ignacio. *Diseño y optimización de un filtro de placas verticales*. Recuperat el 5/05/2021.



[https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46583/3560900260859UTF
SM.pdf?sequence=1](https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46583/3560900260859UTF
SM.pdf?sequence=1)

¹²FLUENCE. *¿Qué es la desnitrificación?*. Recuperat el 2/06/2021.

<https://www.fluencecorp.com/es/que-es-la-desnitrificacion/>

¹³Claros Bedoya, Javier Alonso. *Estudio del proceso de desnitrificación vía nitrito para el tratamiento biológico de corrientes de agua residual con alta carga de nitrogeno amoniacal.*

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17653/tesisUPV3951.pdf?sequ>

¹⁴Hernan Galíndez, Mauro. Cálculo y diseño de filtro de mangas (Tipo Pulse-Jet).

¹⁵Columns", 2005 Bernhard Hüpen, Eugeny Y.Kenig "Rigorous modelling of NOx absorption in tray and packed.

¹⁶Atmospheric Chemistry and Physics, "Compilation of Henry's law constants for water as solvent.

¹⁷Yunda Liu, David Bluck, "Static and dynamic simulation of NOx absorption tower based on a hybrid kinetic-equilibrium reaction model".

¹⁸E.G.Laggis, "Pilot plant nitric acid recovered by distillation of condensate waste". Union Carbide.