

# 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 9: OPERACIÓ DE LA PLANTA



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





## Índex

9.1.Introducció.....	6
9.2.Departaments de la planta .....	6
9.3.Operació per àrees .....	11
9.3.1.L'àrea A-100: Emmagatzematge de matèries primeres .....	11
9.3.2.L'àrea A-200: Mescla de reactius .....	12
9.3.3.L'àrea A-300: Reacció .....	13
9.3.4.L'àrea A-400: Concentració i cristal·lització del producte .....	14
9.3.5.L'àrea A-500: Assecatge i trituració del producte.....	16
9.3.6.L'àrea A-600: Sitja de producte acabat i empaquetadora .....	16
9.3.7.L'àrea A-700: Tractament de gasos i concentració de l'àcid nítric .....	17
9.3.8.L'àrea A-800: Tractament de líquids .....	17
9.3.9.L'àrea A-900: Disposició de sòlids per a tractament gestionat externament	18
9.3.10.L'àrea A-1000: Auxiliars .....	18
9.3.11.L'àrea A-1100: Balsa contra incendis i estació de bombament.....	19
9.3.12.L'àrea A-1600: Magatzem de big-bags.....	19
9.3.13.Altres àrees 1200-1500: Oficines, laboratoris, taller, vestidors, cantina i àrea social.....	19

## 9. Operació de la planta

### 9.1. Introducció

Una vegada s'ha accionat la posada en marxa de la planta i s'ha arribat a l'estat estacionari es realitza un exhaustiu control de l'operació de la planta. Es requereix l'aprovació del director de planta.

Primerament es detallen els horaris i departaments dels treballadors de l'empresa OXALIN, S.L. Després es descriuen les diferents àrees i es determinen les tasques d'operació, supervisió i control més importants.

Les característiques més rellevants del procés són:

- Producció en continu
- Equips a pressió
- Substàncies perilloses: corrosives, irritants, perilloses per la salut, comburent i oxidant a baixa pressió
- Zones ATEX

### 9.2. Departaments de la planta

Partint de la programació en el Capítol 1. Especificacions de la planta, la planta de producció d'àcid oxàlic en forma de dihidrat opera en continu 320 dies i es realitzen parades de planta durant 45 dies, que es reparteixen en les 3 setmanes a l'agost, 17 dies durant les festes de Nadal i Setmana Santa. El nombre de treballadors totals és de 82. El funcionament de la planta serà regit pel Director de Planta, el qual serà reportat per un total de set departaments. Cadascun d'aquests departaments serà dirigit per un Cap de Departament. Per sota del Cap de Departament, diversos empleats que treballaran segons dos règims diferents: torn partit o torn rotatori.

- Torn partit:

Els empleats que treballen a torn partit són els Directius, els Administratius i els Tècnics.

Taula 1. Horari establert pels treballadors de torn partit.

	DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOUS	DIVENDRES
Horari	8:00-16:00 h	8:00-16:00 h	8:00-16:00 h	8:00-16:00 h	8:00-16:00 h
TOTAL	40 hores setmanals				

- Torn rotatiu:

Als departaments de Garantia de Qualitat, Enginyeria i Manteniment, Logística i HSE, s'establiran dos torns, es mostra els torns de treball a la *taula 2*. A més, s'establirà una rotació entre els integrants de cada torn per a desenvolupar retens fora de l'establiment durant les nits i els caps de setmana.



Taula 2. Horari establert pels treballadors de torn rotatiu.

	DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOURS	DIVENDRES
Matins	6:00-14:00 h	6:00-14:00 h	6:00-14:00 h	6:00-14:00 h	6:00-14:00 h
Tardes	14:00-22:00 h	14:00-22:00 h	14:00-22:00 h	14:00-22:00 h	14:00-22:00 h

Al departament de Producció, s'establiran cinc torns, tres dels quals treballaran (matins, tardes i nits) i dos dels quals descansaran. S'establiran períodes de sis dies seguits treballant i quatre dies descansant. A més, s'optarà per al model americà, acordat amb la representació sindical, incrementant-se les hores de descans dels treballadors en tant que durant els sis dies de treball, treballaran dos dies de matins, seguits de dos dies de tardes i acabant amb dues jornades nocturnes. Es presenta la distribució esmentada al mes de setembre, on s'inclou una llegenda dels torns a les taules 3 i 4.

Taula 3. Planificació dels torns del departament de Producció al mes de setembre de 2021.

	SETEMBRE 2021																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	dc	dj	dv	ds	dg	dl	dt	dc	dj	dv	ds	dg	dl	dt	dc	dj	dv	ds	dg	dl	dt	dc	dj	dv	ds	dg	dl	dt	dc	dj
Matins (6:00-14:00h)	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Blue	Blue	Purple	Purple	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Blue	Blue	Purple	Purple	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Blue	Blue	Purple	Purple
Tardes (14:00-22:00h)	Purple	Purple	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Blue	Blue	Purple	Purple	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Blue	Blue	Purple	Purple	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Blue	Blue
Nits (22:00-6:00)	Blue	Blue	Purple	Purple	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Blue	Blue	Purple	Purple	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Blue	Blue	Purple	Purple	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Descans	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Green
Descans	Red	Red	Red	Red	Purple	Purple	Purple	Purple	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Purple	Purple	Purple	Purple	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Purple	Purple	Purple	Purple	Yellow	Yellow

Taula 4. Llegenda dels torns de treball.

TORN 1	Green
TORN 2	Purple
TORN 3	Blue
TORN 4	Yellow
TORN 5	Red





L'empresa es troba governada per un Comitè de Direcció, en el qual s'assignarà un director per a la Direcció General, la Direcció de Recursos Humans i Comunicació Corporativa, la Direcció Tècnica, la Direcció Financera, Direcció d'Estratègia Comercial i per a la Direcció de Planta. La darrera direcció esmentada fa referència al director de planta encarregat de coordinar els diversos departaments que la componen. Reportarà directament al Director de Planta el Químic de Planta. Els departaments que dirigeix són els següents:

- **Departament de Producció:** encapçalat per Cap de Producció, és el departament encarregat de l'operació dels processos que tenen lloc a la planta i que tenen l'objectiu de transformar les matèries primeres en el producte d'interès. El Cap de Producció serà el número dos del Director de Planta en quant a qüestions de l'operació de la mateixa. El Cap de Producció disposarà d'un back-up, amb càrrec de Plant Manager. Per sota del Cap de Producció s'establiran cinc torns, formats per un Cap de Torn, dos operadors i dos auxiliars. El reduït nombre de treballadors que conformen els torns es deu al fet que la planta treballa en continu, la qual cosa fa que no s'hagin de portar a terme tasques de càrrega, descàrrega i neteja d'equips de forma freqüent i a l'automatització dels processos. Els operadors s'encarregaran de controlar els paràmetres que governen el procés i supervisar les diverses operacions, mentre que els auxiliars s'encarregaran d'operar etapes com la d'empaquetatge, descàrregues mecàniques dels filtres de mànigues, comprovació del correcte posicionament de les vàlvules i totes aquelles que se'ls delegui per part del Cap de Torn.
- **Departament de Sistemes de Gestió:** dirigit pel Cap de Sistemes de Gestió, correspon a aquest departament l'avaluació de les diverses etapes del procés productiu, la redacció de protocols per a la correcta i eficient operació de la planta, la realització d'auditories internes i la supervisió del compliment de les pautes que s'estableixen per a l'obtenció dels diversos certificats d'excel·lència operacional. El Cap del departament serà assistit per un Tècnic encarregat de l'Excel·lència Operacional, que s'encarregarà de la implementació de la filosofia Lean Manufacturing a tots els nivells de la planta i de desenvolupar campanyes de millora contínua de l'activitat en la mateixa.
- **Departament de Garantia de Qualitat:** serà responsabilitat del Cap del departament que s'assoleixi en totes les accions del procés de producció un alt nivell de qualitat, no només en el producte sinó també a nivell operacional i mediambiental. Reportarà directament al Cap del departament el Responsable de Control de Qualitat, encarregat de coordinar les actuacions de verificació de la qualitat de les matèries primeres, el producte i la formulació i empaquetatge del mateix. L'Àmbit de Control de Qualitat s'organitzarà en dos torns, formats per un Analista en cada cas, que s'encarregarà de portar a terme els testos analítics pertinents per a assegurar la qualitat de les diverses matèries.



- **Departament d'HSE (Healthy, Safety and Environment):** correspon a aquest departament assegurar la seguretat dels treballadors de la planta en totes les activitats que s'hi realitzen, tant a l'interior de l'establiment com en l'exterior, per exemple, en els trajectes dels treballadors del domicili a l'empresa. Així mateix, serà objectiu del dit departament controlar el funcionament de les diverses operacions dirigides al tractament d'efluents líquids i gasosos derivats del procés productiu, així com efectuar la contractació de la gestió externa dels residus sòlids. Formaran part d'aquest departament un Tècnic de Seguretat i Prevenció de Riscos, que s'encarregarà de la redacció i implementació de protocols per a l'assoliment de l'objectiu "Accidentalitat 0", la contractació de formació i simulacres en matèria de seguretat i la supervisió del compliment de la normativa en matèria de seguretat a la planta i en els projectes que es decideix executar. També en formarà part un Responsable Tècnic de Mediambient, del qual dependran dos Operadors organitzats en dos torns que s'encarregaran de l'operació de l'EDAR.
- **Departament d'Enginyeria i Manteniment:** donades les dimensions de la planta i la complexitat del procés, s'ha decidit fusionar el dos Àmbits sota una sola Direcció de Departament. A l'Àmbit d'Enginyeria, dirigit per delegació del Cap de departament per l'Enginyer de Planta, correspon la implementació de millores tècniques al procés i l'elaboració i seguiment de l'execució de nous projectes per a la millora de les instal·lacions i del procés productiu. Per tant, correspon a aquest departament la gestió de les partides més quantioses dels capítols corresponents al pressupost variable de la planta. A l'Àmbit de Manteniment, encapçalat per un Responsable Tècnic, correspondrà la realització de les reparacions sobre els equips i accessoris, els circuits elèctrics i els instruments que conformen el procés productiu. Així mateix, aquest Àmbit té com a objectiu desenvolupar intenses tasques de manteniment i neteja d'equips durant les parades tècniques de la planta. L'Àmbit de Manteniment es trobarà format per dos torns, formats cadascun per un especialista mecànic i especialista instrumentista.
- **Departament de Logística:** dirigit pel Cap de Logística, a aquest departament correspon la planificació de les diverses activitats que es porten a terme a la planta. Dependran directament del Cap del departament dos auxiliars d'alt rang, un de Planificació i un d'Administració de Planta. El departament de Logística té com a principal objectiu coordinar les expedicions de producte acabat, l'emmagatzematge del mateix i de les matèries primeres, l'harmonització de les relacions entre el departament de Producció i l'Àmbit de Control de Qualitat i la correcta identificació de les diverses remeses produïdes per tal d'assegurar la traçabilitat del producte. El departament es divideix en dos Àmbits dirigits per dos Responsables Tècnics: el de Magatzem i Expedicions, que s'encarregarà de portar a terme la gestió del magatzem de

producte acabat, el transport del producte des de l'àrea de producció a la d'emmagatzematge i de realitzar les operacions de càrrega de tràilers i descàrrega de cisternes així com de l'elaboració de la documentació que acompanya aquestes activitats; i el de Transports, el responsable del qual s'encarregarà de la contractació del transport dels diversos productes.

- **Departament de Compres:** té per objectiu assegurar l'abastiment de matèries primeres de forma ininterrompuda durant els períodes de producció. Així mateix, correspon a aquest departament l'aprovació i execució de nous medis de transformació i equipament de laboratori, tallers i oficines. Un Tècnic de Compres reporta directament al Cap d'aquest departament.

### 9.3. Operació per àrees

#### 9.3.1. L'àrea A-100: Emmagatzematge de matèries primeres

L'àrea 100 consta de 8 tancs d'emmagatzematge dissenyats amb les normatives del codi Api 650 i 653, per a tancs a pressió atmosfèrica. Les substàncies que s'emmagatzemen són l'etilenglicol, àcid nítric, àcid sulfúric i l'oxigen. Per determinar les distàncies entre els diferents equips s'ha utilitzat les ITC-MIE-APQ-1, 6 i 7. El disseny dels tancs consisteix en cilindres verticals amb fons inferiors i superiors toriesfèrics. Els tancs es troben en cànids a l'interior de cubetes de retenció per prevenir fuites, que així els fluids no es dispersessin per tota la planta. El material dels tancs és acer inoxidable 316L. Les canonades que transporten les matèries aniran degudament aïllades amb llana de roca, per evitar en climes freds que es congelin, sobre tot l'àcid sulfúric.

Les tasques que s'han de realitzar per un correcte funcionament es mostren a la *taula 5*.

*Taula 5. Tasques de l'àrea 100.*

<b>Operació</b>	Assegurar-se de la descarrega de les cisternes en el tanc corresponent.
	Operacions de manteniment de l'àrea
	Correcta pressió i connexió de les canonades de ventilació
	Assegurar percentatge de puresa dels tancs d'àcid nítric i sulfúric
<b>Supervisió</b>	Revisió del funcionament correcte dels tancs de forma continuada.
	Revisió periòdica de les vàlvules i del tubs de càrrega i descarrega
<b>Control</b>	Control de nivell a partir de sensors que alerten quan s'assoleix una cota superior al 90% i vàlvules ON/OFF.
	Control de temperatura a partir d'aireació i l'aïllament del tanc
	Control de pressió a partir d'aireació per vàlvules, sensors de nivell i d'alarmes

#### 9.3.1.1. Emmagatzematge d'etilenglicol

L'etilenglicol en condicions normals es troba en estat líquid. És una substància que provoca efectes irritants i perillosos per la salut. Es tracta del reactiu principal que



s'oxidarà amb oxigen. Es requereixen tres tancs d'emmagatzematge per tenir reserva tota la setmana. L'etilenglicol és de classe D, per tant, la distància mínima entre recipients és 1,5 metres. El disseny mecànic d'aquest tanc d'etilenglicol es realitza mitjançant el codi ASME per tancs inertitzats amb nitrogen. Les condicions d'operació són a temperatura de 35°C i pressió de 2,07 atmosferes.

### *9.3.1.2. Emmagatzematge d'àcid nítric i l'àcid sulfúric*

L'àcid nítric i l'àcid sulfúric es troben en fase líquida, un actuarà com a catalitzador generant vapors de nitrogen, i l'altre com a promotor de la transformació aquosa. L'àcid nítric és una substància comburent, tòxica i corrosiva, i l'àcid sulfúric únicament corrosiu. Com es tracten de líquids corrosius, la paret interior de les cubetes distarà com a mínim de 1,5 metres de la tanca exterior de la planta. A més la separació entre dos recipients de líquids corrosius ha de ser suficient per garantir el bon accés, com a mínim d'1 metre. Es requereixen 2 tancs per a cadascú que aconseguix abastir 1 setmana de producte. L'àcid nítric i sulfúric es troben tots dos a 35°C i a una pressió de 2,231 i 2,185 atm, respectivament.

### *9.3.1.3. Emmagatzematge d'oxigen*

L'oxigen és l'agent oxidant en el procés químic i es troba parcialment vaporitzat i parcialment en fase líquida. El tanc és de doble paret amb un aïllant de perlita, per evitar vaporitzacions. S'utilitzen vaporitzadors a la sortida d'oxigen per enviar-ho des de la zona d'emmagatzematge a la zona de producció en fase gas. El tanc d'oxigen treballa a 19,8 bar i a temperatures baixes -180°C. No es requereixen compressors perquè treballa a elevada pressió, però si la instal·lació de vàlvules autoreductores, que permeten reduir la pressió de l'oxigen fins a la pressió de treball dels reactors.

### 9.3.2. L'àrea A-200: Mescla de reactius

Es tracta de l'àrea de mescla i la componen 4 mescladors. En tres d'ells es donen a terme les mescles prèvies a l'entrada del reactor (M-201, M-202 i M-203). L'altre recircula diferents corrents del procés (M-204). Aquests mescladors es consideren com a tancs cilíndrics amb tapa i fons fixos, els quals seguiran un disseny guiat per la normativa ASME, per tal d'evitar fugues dels compostos al medi, avaries al procés i causar accidents. El material emprat pel disseny dels tancs de mescla és acer inoxidable 316L. Per l'agitació dels tancs s'empra una hèlix i a la vegada s'aprofita la gravetat per transportar les mescles.

En el primer mesclador es barreja àcid nítric amb etilenglicol, en el segon s'addiciona sulfúric i en el tercer hi arriba el contingut d'un quart mesclador, en el qual arriben diversos corrents que es recirculen del downstream. El mesclador de recirculació mescla la sortida del tanc de condensats i la fase líquida de la primera centrífuga.

Per assegurar una correcta operació dels mescladors es fan les següents operacions, supervisions i controls de planta.

Taula 6. Tasques de l'àrea 200.

<b>Operació</b>	Instal·lació d'un tanc pulmó
	Instal·lació de sensors de nivell
	Instal·lació d'un grup electrogen per al funcionament dels motors en cas de fallada elèctrica
	Instal·lació de bombes de desplaçament positiu
<b>Supervisió</b>	Supervisió del correcte funcionament del <i>hand switch</i> per a les aturades immediates del agitadors
	Manteniment i revisió de les bombes
	Lectura dels indicadors de pressió
	Seguiment a la sala de control la velocitat de rotació del motor
	Comprovació periòdica del funcionament de les vàlvules de seguretat
<b>Control</b>	Control de nivell a partir de vàlvules ON/OFF
	Control de pressió mitjançant vàlvules de seguretat a continuació de la bomba
	Control de cabal a partir de cabalímetres màssiques per a la sortida del mesclador

### 9.3.3. L'àrea A-300: Reacció

És la zona on s'assoleix la transformació de l'etilenglicol a partir d'oxigen en àcid oxàlic. Es tracta d'una reacció altament exotèrmica, això fa que es treballi amb dues línies paral·leles amb dos reactors en sèrie cadascuna (R-301, R-302, R-303 i R-304). Els reactors bifàsics de primera etapa disposen d'un coil i mitja canya per a la seva refrigeració. Els de segona etapa disposen d'una mitja canya. A més estan equipats amb difusors per a la injecció d'oxigen i d'agitadors per tal d'aconseguir una bona mescla. Es pretén assolir una conversió total del 70%. Els reactors treballen a 80°C i a una pressió de 3,72 atm, per qüestions de seguretat s'ha instal·lat una vàlvula de seguretat amb disc de ruptura. El disseny constructiu dels presents equips es realitza seguint la normativa ASME.

És col·loquen quatre bescanviadors de calor previs als reactors. Aquests permeten assolir la temperatura d'entrada dels reactius als reactors. Se situen paral·lelament dos bescanviadors de cada. Els dos primers aprofiten productes de l'àrea de reacció per a refredar-se i al mateix temps escalfar (E-301 i E-302). Els dos últims treballen amb vapor que prové d'una caldera (E-303 i E-304), es generarà un líquid a causa de la condensació del vapor que s'enviarà al tanc de condensats (T-301). A més es requereixen bescanviadors de calor que refredin amb etilenglicol els reactors de primera i segona etapa. Això permet controlar encara més la temperatura de reacció (E-305, E-306, E-307, E-308 i E-309).

Tant els reactors com els bescanviadors situats abans dels reactors s'ha seleccionat el material uranus per a la seva construcció, ja que permet treballar amb

un menor gruix a les parets dels reactors i ofereix una gran resistència a la corrosió generada per l'àcid nítric. Per a la resta d'equips s'ha decidit utilitzar acer inoxidable 316L per reduir els costos.

Els reactors es troben separats a una distància de seguretat i permet així una fàcil operació de manteniment. Per quan assoleix elevades temperatures s'aïlla amb llana de roca i xapa d'alumini. Dels reactors surt un corrent de gasos rics en oxigen i òxids de nitrogen produït durant la reacció que es condueix a l'àrea de tractament de gasos i recuperació de l'àcid nítric.

Taula 7. Tasques de l'àrea 300.

<b>Operació</b>	Instal·lació de deflectors
	Instal·lació de disc de ruptura
	Instal·lació de cabalímetres
	Instal·lació de línies alternatives amb regulació manual de cabal per a la càrrega d'oxigen i la descàrrega de venteig
	Instal·lació d'un mesurador de temperatura
	Instal·lació de vàlvules d'alleujament de pressió i de venteig
	Regulació del cabal de vapor
	Descalcificació de l'aigua
<b>Supervisió</b>	Supervisió del sistema de control de temperatura
	Manteniment periòdic de les vàlvules
	Establiment d'un protocol de posada en marxa
	Revisió del correcte posicionament de les vàlvules crítiques
	Revisió periòdica del funcionament de la caldera
	Revisió de la línia de subministrament de vapor i canonades del sistema de refrigeració
	Revisió del <i>hand switch</i>
	Rentat del reactor abans de la posada en marxa
	Actuació des de la estació de control sobre els variadors de freqüència
	Exhaustives operacions de manteniment i resoldadura de les mitges canyes
<b>Control</b>	Control de cabal a partir de vàlvules de control
	Control de temperatura amb vàlvules de seguretat
	Control de temperatura a partir de transmissors generant una senyal a la vàlvula
	Control del cabal de vapor de forma automàtica mitjançant un llaç de control
	Control amb sensor de nivell i vàlvula de regulació de cabal
	Control de la vàlvula de venteig

#### 9.3.4. L'àrea A-400: Concentració i cristallització del producte

És l'àrea més gran de la planta i compren gairebé la totalitat del downstream. Està equipat per dos evaporadors, els quals permeten eliminar les substàncies més volàtils, l'aigua i l'àcid nítric. En els evaporadors de feix de tubs amb oli tèrmic es produeixen gasos, que a partir d'un bescanviador es condensaran per retornar a l'àrea

de mescla. Els bescanviadors de calor (E-401 i E-402) estan connectats a un sistema de generació al buit per treballar per sota de la pressió atmosfèrica. Cal destacar que l'operació d'evaporació és crítica per poder assolir la producció desitjada de l'àcid oxàlic i no perdre-la en la fase líquida.

Aquesta àrea també conté les calderes d'oli tèrmic, utilitzades per tenir un circuit de calefacció i no dependre d'una xarxa de vapor, que pot generar fluctuacions de pressió de disponibilitat de línia.

S'utilitza un tanc per homogeneïtzar la mescla (M-401), un tanc de condensats (T-401) on arriba la fase líquida de l'evaporador i un redissolver (RD-401) que redissol en vapor d'aigua els cristalls. Tots estan dissenyats amb el material acer inoxidable 316L.

Per concentrar i precipitar l'àcid oxàlic en forma de dihidrat s'utilitzen dos cristal·litzadors de Suspensió Mesclada i Remoció de Producte Mesclat, els quals requereixen etilenglicol del chiller.

Es transporta per gravetat líquid i sòlid a la centrífuga. La dificultat de transportar líquid-sòlid fa que la instal·lació de la centrífuga i del cristal·litzador estiguin a prop. La centrífuga fa una separació del líquid per retornar-lo a l'àrea 200 i del sòlid, el qual conté una part d'impureses. A la segona centrífuga s'acaba d'eliminar els líquids que acompanyen el sòlid. Els líquids s'enviaran a l'EDAR i la fase sòlida es transporta per visos sense fi a l'àrea 500.

Es mostra tot un llistat de les operacions, comprovacions i controls dels equips.

Taula 8. Tasques dels equips que comprenen l'àrea 400.

<b>Operació</b>	Instal·lació de sensors de nivell i temperatura
	Instal·lació de vàlvules d'alleujament de pressió
	Instal·lació d'un circuit calefactor amb oli tèrmic
	Aïllament de les canonades
	Instal·lació d'un espiell a la sortida dels condensadors
	Instal·lació de un filtre prebomba
	Instal·lació d'una vàlvula autoreductora i bomba alternativa
<b>Supervisió</b>	Implementació d'un protocol de revisió del funcionament de les vàlvules de control
	Enviament de la informació sobre el funcionament del motor
	Actuació des de la sala de control sobre el variadors de freqüència
	Comprovació del correcte funcionament de les vàlvules de seguretat i les bombes del circuit
	Manteniment de la línia d'oli tèrmic, de la caldera i les bombes
	Manteniment freqüent de la bomba de buit i tanc de succió
	Manteniment intensiu de les canonades
	Revisió exhaustiu del chiller
Revisió del <i>hand switch</i>	



	Revisió del funcionament de la centrífuga i realització de neteges periòdiques del disc
<b>Control</b>	Control de nivell del cabal de sortida i al cristal·litzador
	Control de pressió
	Control per a la regulació del cabal d'oli tèrmic
	Implementació d'un llaç de control pel cabal i la temperatura
	Control de la velocitat de les bombes que impulsen l'etilenglicol
	Control de regulació de l'obertura de les vàlvules
	Control de temperatura

### 9.3.5. L'àrea A-500: Assecatge i trituració del producte

L'objectiu principal és condicionar el producte, acabar d'eliminar el dissolvent per assecatge i micronitzar-lo per assolir la mida desitjada pel client. Es fa una separació sòlid-líquid a partir d'aire sec deshidratat a alta temperatura per eliminar el dissolvent restant que impregna els cristalls. Una separació de sòlid-gas mitjançant un cicló. La utilització de molins permeten assolir la mida desitjada de 0,4 mm d'àcid oxàlic en forma de dihidrat. Separació de sòlids travessant una tamisadora, els de major mida es tornaran a triturar. Per termes de seguretat s'instal·la un filtre de mànigues al molí per evitar que es formin atmosferes explosives.

Cal destacar que aquesta àrea conté zones ATEX, en el molí, a la tamisadora i al voltant d'equips, això fa que els treballadors hagin de treballar amb els equips i dispositius certificats ATEX per minimitzar els riscos d'una explosió.

Taula 9. Tasques dels equips que comprenen l'àrea 500.

<b>Operació</b>	Instal·lació elèctrica certificada ATEX
	Instal·lació d'un sensor de nivell fix
	Instal·lació d'un assecador de cilindre rotatori
	Instal·lació de filtres d'aire i de mànigues
<b>Supervisió</b>	Revisions freqüents del funcionament de la centrífuga
	Neteges periòdiques del disc
	Revisions dels cargols sense fi
	Seguiment des de la sala de control
<b>Control</b>	Control de cabal
	Sensor de temperatura i nivell
	Control que regula l'entrada de fluid calefactor

### 9.3.6. L'àrea A-600: Sitja de producte acabat i empaquetadora

És l'àrea que s'encarrega d'emmagatzemar el sòlid en una sitja i empaquetar en big-bags. La sitja actua com a tanc pulmó per possibles avaries de l'empaquetadora. Per termes de seguretat s'instal·la un filtre de mànigues (FM-601 i FM-602).



El transport del material es realitza en una cinta transportadora, quan arriba al final de la cinta, la banda, en donar-se la volta, fa que el material transportat sigui avocat fora de la mateixa gràcies a l'acció de la gravetat o de la inèrcia. El manteniment i reparació de qualsevol component de la cinta acostumen a ser tasques ràpides i fàcils.

Per a l'empaquetament de l'àcid oxàlic com a producte es realitza en big-bags de 1000 Kg. Són big-bags laminats o plastificats, tenen una pel·lícula de polietilè que evita que es pugui perdre producte en el cas de formar-se pols. El sistema d'ompliment de sacs permet l'empaquetament de 120 big-bags per hora aproximadament. És un sistema versàtil que destaca per una precisió de pesatge i el seu disseny. Proporciona una durabilitat alta.

Taula 10. Tasques de l'àrea 600.

<b>Operació</b>	Instal·lació de detectors i apaivagadors de guspies
	Instal·lació de bombins amb CO <sub>2</sub> i bicarbonat
	Instal·lació de filtres antideflagrants
	Recanvi de les mànigues
	Realització d'anàlisis de qualitat de l'aire
	Instal·lació d'un interruptor de nivell a les cubetes
<b>Supervisió</b>	Revisions periòdiques de les mànigues del filtre
	Comprovació del correcte funcionament del compressor
	Reparació de la cinta d'empaquetatge i les peces
<b>Control</b>	Control de la qualitat de l'aire
	Control de nivell per vàlvules ON/OFF
	Implementació d'un llaç de control que provoqui l'aturada de la vàlvula rotativa
	Sensor de pressió per detectar anomalies

### 9.3.7. L'àrea A-700: Tractament de gasos i concentració de l'àcid nítric

Als reactors es generen uns gasos que s'han de tractar. S'utilitza un scrubbers amb aigua que és capaç d'eliminar els gasos contaminats. Com a dissolvent s'ha triat l'aigua, ja que no és corrosiu i es produeix la reacció de formació d'àcid nítric. S'aprofitarà per recircular-lo al sistema i tornar-lo a utilitzar com a matèria primera. A partir d'una columna de rectificació se separa l'aigua i l'àcid nítric. Es tracten de columnes empacades amb un rebliment de tipus ordenat. El material de disseny és l'acer inoxidable 304. L'aigua obtinguda s'enviarà a l'EDAR.

### 9.3.8. L'àrea A-800: Tractament de líquids

A l'EDAR s'envien els gasos de la segona centrífuga juntament amb la cua de la columna de destil·lació a un tanc de neutralització d'àcids. Es neutralitza l'àcid nítric i l'àcid sulfúric amb hidròxid de sodi, el qual generarà sulfat sòdic i nitrat sòdic. El sulfat sòdic s'envia a un tanc de precipitació de sulfats, després a un filtre de premsa on el sulfat de sodi es porta a gestió externa. El nitrat sòdic es porta a un tanc de

desnitrificació, on es transformarà en nitrogen gas. El que surt del tanc entra a un decantador secundari, on es purga una part tornant a introduir-la al tanc de desnitrificació i una altra part passa per un filtre premsa on les cèl·lules assecades es porten a gestió externa.

#### 9.3.9. L'àrea A-900: Disposició de sòlids per a tractament gestionat externament

Àrea que gestiona l'arribada de camions d'empreses externes per emportar-ho a gestió externa. Aquests camions s'emporten el sulfat de sodi i el residu de la purga del tanc de desnitrificació.

#### 9.3.10. L'àrea A-1000: Auxiliars

Aquesta àrea està destinada a tots els serveis de la planta, així com, aigua de xarxa, aigua contra incendis, aigua descalcificada, aigua de refrigeració, etilenglicol de refrigerant, vapor d'aigua, aire comprimit, oli tèrmic, electricitat i gas natural.

Es requereix una torre de refrigeració (TR-1001) per subministrar als bescanviadors de calor una aigua de 30°C. La part que s'escalfa es retorna com a circuit tancat a la torre. La part que es perd en forma gas de la torre es reemplaça per aigua de xarxa prèviament descalcificada.

Per la descalcificació de l'aigua es necessita una descalcificadora capaç d'abastir el cabal total d'aigua a tractar (DC-1001).

El vapor es produeix a partir d'aigua descalcificada i prové d'una caldera. Es necessiten dues calderes de vapor (CV-1001 i CV-1002). Això permet escalfar a 180°C els bescanviadors de calor del procés.

L'oli tèrmic se subministra a partir d'una caldera d'oli (CO-1001) capaç d'abastir la potència requerida. De la caldera sortirà a una temperatura de 290°C i retornarà a 260°C.

Com les torres no poden refredar per sota de 30°C, s'utilitzen chillers refredats per aire. Com a fluid refrigerant s'agafa etilenglicol i permet refredar els bescanviadors de calor pel reactor i els cristal·litzadors. Es requereix un chiller pels bescanviadors de calor (CH-1001) i un pels cristal·litzadors (CH-1002).

La planta disposa d'una estació transformadora, un grup electrogen i un sistema d'alimentació ininterrompuda (SAI), per assegurar un correcte subministrament d'electricitat.

El gas natural permet produir les reaccions de combustió a la caldera i grup electrogen.

Taula 11. Tasques de l'àrea 700.

<b>Operació</b>	Anàlisi epidemiològics de les torres de refrigeració i prevenció de la Legionel·la
	Recarrega el cabal d'aigua descalcificada
<b>Supervisió</b>	Revisió periòdica dels equips
	Revisió de les purgues a les calderes i torres de refrigeració
	Neteja del filtre d'aire comprimit
<b>Control</b>	Automatitzar tots els equips

#### 9.3.11. L'àrea A-1100: Balsa contra incendis i estació de bombament

En una balsa de 3000 m<sup>3</sup> s'emmagatzema l'aigua que s'utilitzarà en cas d'incendis en els equips ruixadors. Es tracta d'una aigua de xarxa descalcificada per evitar incrustacions en les canonades del sistema d'extinció d'incendis. Porta incorporada una petita estació de bombament que dona servei a tots els hidrants i ruixadors de la planta.

#### 9.3.12. L'àrea A-1600: Magatzem de big-bags

S'emmagatzema les big-bags que contenen l'àcid oxàlic en forma de dihidrat. Es tracta d'una àrea crítica perquè es poden formar atmosferes explosives. Les persones que accedeixin a aquesta zona hauran d'anar equipats amb les proteccions adequades per una zona ATEX.

Per a l'arribada de camions s'ha facilitat un marc diàfan per poder accedir a la càrrega de l'àcid oxàlic. Generalment es tenen entre cinc i sis expedicions de camions diàriament.

#### 9.3.13. Altres àrees 1200-1500: Oficines, laboratoris, taller, vestidors, cantina i àrea social

En aquest apartat s'engloben les diferents àrees. Se subdivideix en dos grans grups. En un inclou els laboratoris i els tallers, on la finalitat serà aconseguir la qualitat del producte i garantir les característiques de demanda del client. Es presenten informes diaris i serà supervisat per un responsable de Control de Qualitat de Matèries Primeres i Packaging i un responsable de Control de Qualitat de Producte Acabat. Els tècnics analistes s'encarregaran de solucionar els problemes que li sorgeixin al client, aniran equipats amb els EPIS descrits al Capítol 5. Pel que fa al taller de manteniment, s'utilitzarà per fer les reparacions necessàries de la planta.

L'altre grup es basa a garantir un bon ambient social als treballadors de l'empresa. Això inclou una cantina, les oficines, els vestidors i una àrea social.

Els aspectes a operar i supervisar en aquesta àrea són els següents:



Taula 12. Tasques a realitzar.

<b>Operació</b>	Manteniment de la il·luminació a les àrees
	Manteniment dels instruments del laboratori
	Manteniment continu de les zones de treball a partir de desinfectant
<b>Supervisió</b>	Revisió de l'estat dels aparells que s'utilitzen al taller
	Revisió del sistema de ventilació
	Revisió del sistema d'alarmes i control d'incendi un cop al mes