PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID ADÍPIC

GRUP 4
Xavier Costa
Júlia Gubern
Ariadna Mitjà
Quim Pla
Rosa Rojas

1. ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

ÍNDEX:

1.1 Definició del projecte 1

1.1.1 Objectiu del projecte 1
1.1.2. Bases del projecte 1
1.1.3. Abast del projecte 1
1.1.4. Localització de la planta 2

1.1.4.1. Ubicació de la planta 2
1.1.4.2. Vies d'accés a la planta 4
1.1.4.3. Climatologia 6
1.1.4.4. Usos de l'àcid adípic 7

1.1.5. Abreviacions 8

1.2. Descripció del procés de fabricació 10

1.3. Requeriments de serveis i necessitats 31

1.3.1. Requeriments i necessitats de serveis a límit de planta 32

1.3.1.1. Aigua de xarxa 32
1.3.1.2. Clavegueram 33
1.3.1.3. Gas Natural 34
1.3.1.4. Energia elèctrica 35

1.3.2. Requeriments i necessitats de serveis a projectar 36

1.3.2.1. Aigua de refrigeració 36
1.3.2.2. Vapor 36
1.3.2.3. Oli tèrmic 37
1.3.2.4. Etilenglicol 38
1.3.2.5. Aire comprimit 39
1.3.2.6. Aigua desionitzada 39

1.4. Constitució de la planta 40

1.4.1. Legislació 40
1.4.2. Distribució de la planta 41

1.4.2.1. Distàncies mínimes aplicades 42

1.4.3. Àrees de la planta 43

1.5. Balanços 46

1.5.1. Balanç de matèria fluid de procés 46
1.5.2. Balanç de matèria serveis 46
1.5.3. Balanç d'energia fluid de procés 46
1.5.4. Balanç d'energia serveis 46

1.1 Definició del projecte

1.1.1 Objectiu del projecte:

L'objectiu d'aquest projecte és el disseny d'una planta de producció d'àcid adípic a partir de la oxidació d'una mescla de ciclohexanol-ciclohexanona (KA oil) mitjançant àcid nítric. El projecte ha de complir la legislació vigent a part de ser viable tècnicament i econòmicament.

1.1.2 Bases del projecte:

La planta té una producció anual de 60000 tn/any i opera en continu.

1.1.3 Abast del projecte:

El projecte engloba els següents apartats:

- Disseny i especificació de tots els equips que composen el procés. (producció, purificació,...)
- Disseny i especificació de totes les unitats d'emmagatzematge de matèries primeres i de les estacions de càrrega i descàrrega necessàries.
- Disseny i especificació de totes les unitats d'emmagatzematge de producte acabat i de les estacions de càrrega i descàrrega necessàries.
- Disseny dels sistemes de control i seguretat necessaris per un bon funcionament de la planta.
- Disseny i especificacions de les unitats de serveis necessàries.
- Disseny i càlcul de les unitats necessàries pel compliment de la legislació vigent.
- Estudi de la viabilitat econòmica de la planta.

Les especificacions de la instal·lació es mostren a continuació:

- Capacitat: 60000 tn/any d'àcid adípic[1)]
- Funcionament: 330 dies anuals de producció[2)]

1) El producte final es presentarà amb els següents formats:

- A granel
- En sacs de 25 Kg
- En Big Bags

2) Els 35 dies restants anuals es destinaran a possibles parades de planta i manteniment de la mateixa.

1.1.4 Localització de la planta:

El terreny del qual es disposa està situat al polígon industrial 'Nylon-66' de la Zona Franca, a la provincia de Barcelona.

La parcel·la ocupa una extensió de 53235 m^2 de terreny. La resistència del terreny a una profunditat de 1,5 m de profunditat és de 2,5 Kg/cm^2 sobre graves.

1.1.4.1 Ubicació de la planta

La situació de la parcel·la de la que es disposa és molt bona, ja que garanteix la accessibilitat de la planta tant per terra com per mar.
La parcel·la pertany a un polígon industrial de la Zona Franca situat al sud de la ciutat de Barcelona, on es concentra la major xarxa de comunicacions del territori català, tant terrestres, com aèries, com marítimes.

**Els deu districtes de Barcelona i localització de la planta dins la província*

Barcelona es divideix en deu districtes. La Zona Franca pertany al districte 3 Sants-Montjuïc. A continuació es mostra una fotografia aèria de la Zona Franca:

**Fotografia aèria de la Zona Franca*

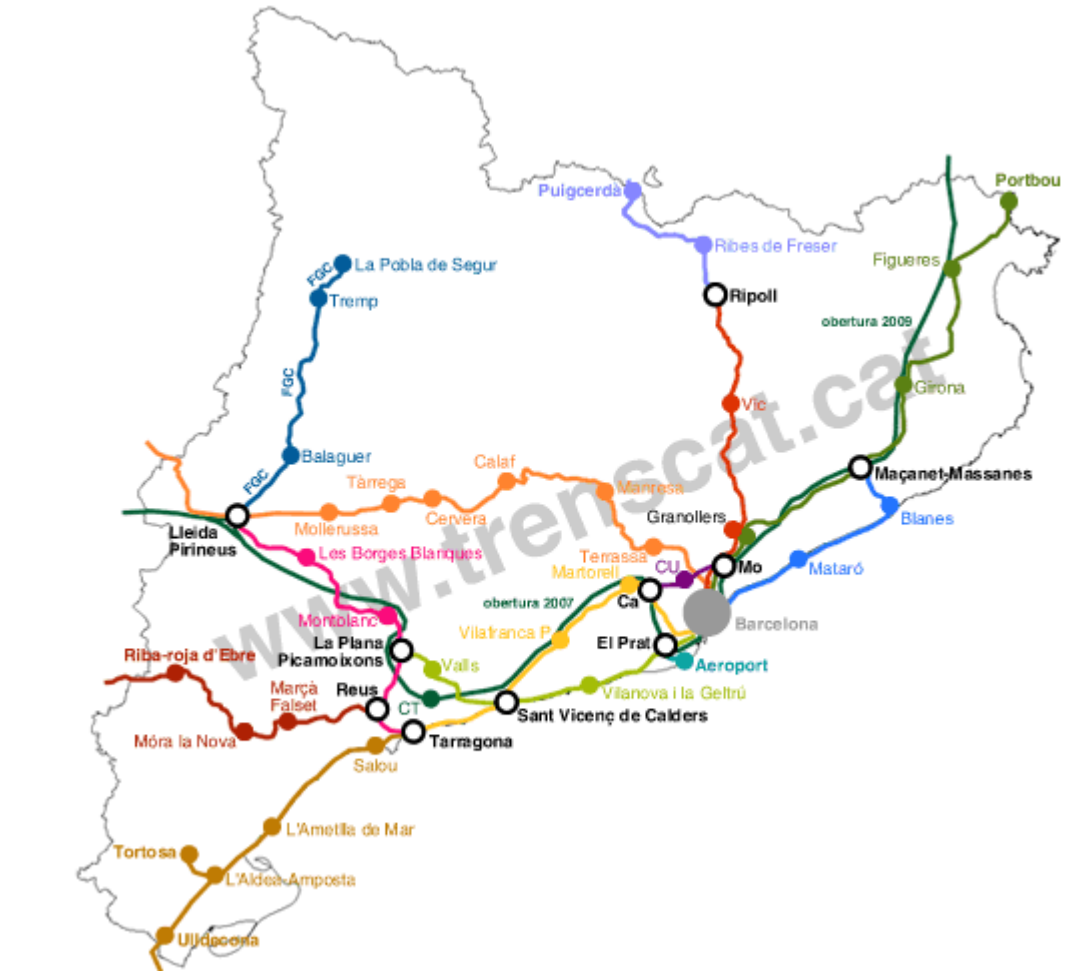
1.1.4.2 Vies d'accés a la planta:

Per tal d'assegurar una bona operació de la planta és bàsic conèixer la accessibilitat de la planta ja que influirà tant en l'arribada de matèries primeres com en la sortida del nostres productes. Aquestes arribades i sortides comporta un flux diari de camions important.

Els accessos per carretera a la nostra planta es poden observar en el següent mapa vial de la zona:

**Accessos per carretera*

La xarxa ferroviària a Catalunya és de tipus radial amb centre a la ciutat de Barcelona, i per tant, es disposa de moltes línies tant de llarga i mitjana distància com de rodalies. Les comunicacions ferroviàries es poden observar a continuació:



renfe Rodalies

R1 Molins de Rei - L'Hospitalet - Barcelona - Mataró - Calella - Blanes - Maçanet

R2 St.Vicenç - Vilanova - Barcelona - Granollers - St.Celoni - Maçanet

R3 L'Hospitalet - Barcelona - La Garriga - Vic - Ripoll - Ribes - La Tor

R4 St.Vicenç - Vilafranca - Martorell - Barcelona - Terrassa - Manresa

R7 L'Hospitalet - Barcelona - Cerdanyola Universitat - Martorell

R10 Barcelona - Aeroport

renfe Mitjana Distància

Ca1 Barcelona - St.Vicenç - Tarragona - Port Aventura - Salou - L'Aldea - Tortosa

Ca2 Barcelona - St.Celoni - Girona - Figueres - Porbou - Cervera de la Marenda

Ca3 Barcelona - St.Vicenç - Tarragona - Reus - Móra la Nova - Flix - Riba-roja

Ca4 Barcelona - Reus/Valls - Lleida | Barcelona - Manresa - Cervera - Lleida

Ca6 Barcelona - Tarragona - Reus - Móra la Nova - Flix - Casp - Zaragoza

R42 Lleida - Almacelles - Montsó - Zaragoza

L7 Tortosa - L'Aldea - Ulldecona - Vinaròs - Castelló - València

renfe Llarga Distància

Altaria Alvia Arco AVE Estrella Euromed Talgo Trenhotel

FGC Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

Lleida - Balaguer - Tremp - La Pobla de Segur

www.trenscat.cat

També ens interessa les comunicacions per mar ja que en molts casos, les matèries primeres arriben per aquest medi:

**Fotografia aèria del Moll d'inflamables del port de Barcelona*

1.1.4.3 Climatologia:

Conèixer la climatologia de la zona és important ja que pot influir en el disseny i posicionament d'alguns equips de la planta.

La zona que estem estudiant tindrà un clima mediterrani. Aquest clima es caracteritza per tenir les següents propietats:

- Localització: La localització intermèdia entre la zona subtropical i la temperada fa que durant l'estiu les altes pressions dominin i les pluges o siguin absents o només ocasionals. A la resta de l'any hi poden penetrar els fronts de pluges de la zona temperada occidental.

- Precipitacions: La irregularitat pluviomètrica anual és molt marcada i oscil·la entre el 20 i el 50% en contrast amb els climes oceànics on acostuma a ser inferior al 15%.

- Temperatura: Els hiverns relativament suaus són també característics. La classificació habitual americana considera que la temperatura mitjana del mes més fred ha de ser superior als 7 ºC. La temperatura mitjana d'estiu es situa entre els 20 i 26 ºC. En general, la temperatura mitjana en les localitats amb clima mediterrani oscil·la entre els 12 i 18 ºC.

1.1.4.4 Usos de l'àcid adípic:

L'àcid adípic és l'àcid alifàtic dicarboxílic més important dels produïts a escala industrial (Davis 1985). L'àcid adípic és un producte químic de base però s'utilitza també en productes de consum. Dos dels productors més importants d'àcid adípic són la Bayer i la BASF. El producte resultant d'aquestes plantes, s'enfoca per a diferents usos de la següent manera:

Usos	Bayer	BASF
Monòmer per polièsters i polièsters poliuretans	80	20
Monòmer per a poliamides		60
Entremig sintètic per la producció de 1,6-hexadiol	15	
Entremig sintètic per la producció plastificants, tints, productes farmacèutics, insecticides i adhitius.	5	7
Preparació de formulacions destinades al tractament de pells.		2
Altres usos (fixant per a perfum i additius per la alimentària)		

A escala global, el producte més important que s'obté a partir de l'àcid adípic és el nylon 66. Més d'un 70% de la producció d'àcid adípic de l'any 1996 s'utilitzà en la fabricació de fibra (68% als EUA, 46% a Europa, 33 % al Japó)

En la industria alimentària, l'àcid adípic s'utilitza com a additiu dietètic, com acidulant per a gelatines i melmelades o com a agent neutralitzant.

1.1.5 Abreviacions:

A continuació es mostren totes les possibles abreviacions utilitzades en la memòria del projecte. Les abreviacions s'utilitzen per la nomenclatura de les àrees que conformen la planta, els diferents equips i les substàncies presents en el procés:

- ÀREES DE LA PLANTA:

A-100	Emmagatzematge matèries primeres i producte acabat
A-200	Tractament de gasos
A-300	Reacció
A-400	Cristal·lització
A-500	Evaporació
A-600	Depuració efluents líquids
A-700	Serveis
A-800	Empaquetat
A-900	Oficines

- NOMENCLATURA DELS EQUIPS:

AS	Assecador
C	Condensador
CA	Columna d'absorció
CB	Columna Bescanvi Iònic
CD	Columna Destil·lació
CF	Centrífuga
CL	Cicló
CR	Cristal·litzador
CS	Columna d'stripping
D	Desionitzador
E	Bescanviador de calor
EC	Elevador de canguilons
EM	Empaquetadora
F	Filtre de màniga
FV	Fons vibrant
H	Heater

KR	Kettle Reboiler
M	Mescladora
R	Reactor
S	Sitja
SE	Sedimentador
T	Tancs
TB	Tolba
TD	Tanc de dissolució
TF	Tanc Flash
TH	Tanc homogeneïtzació
TM	Tanc de mescla
TP	Tanc pulmó
X	Xemeneia

❖ NOMENCLATURA DE LES SUBSTÀNCIES PRESENTS EN EL PROCÉS:

AA	Àcid adípic
GA	Àcid glutàric
SA	Àcid succínic
HNO_3	Àcid nítric
KA	Mescla tècnica ciclohexanol/ciclohexanona
NO_X	Òxids de nitrogen (NO i NO_2)
NO	Monòxid de nitrogen
NO_2	Diòxid de nitrogen
N_2O	Òxid de dinitrogen
CO_2	Diòxid de carboni
CH_4	Metà - gas natural
NaOH	Sosa càustica
H_2O	Aigua

1.2 Descripció del procés de fabricació:

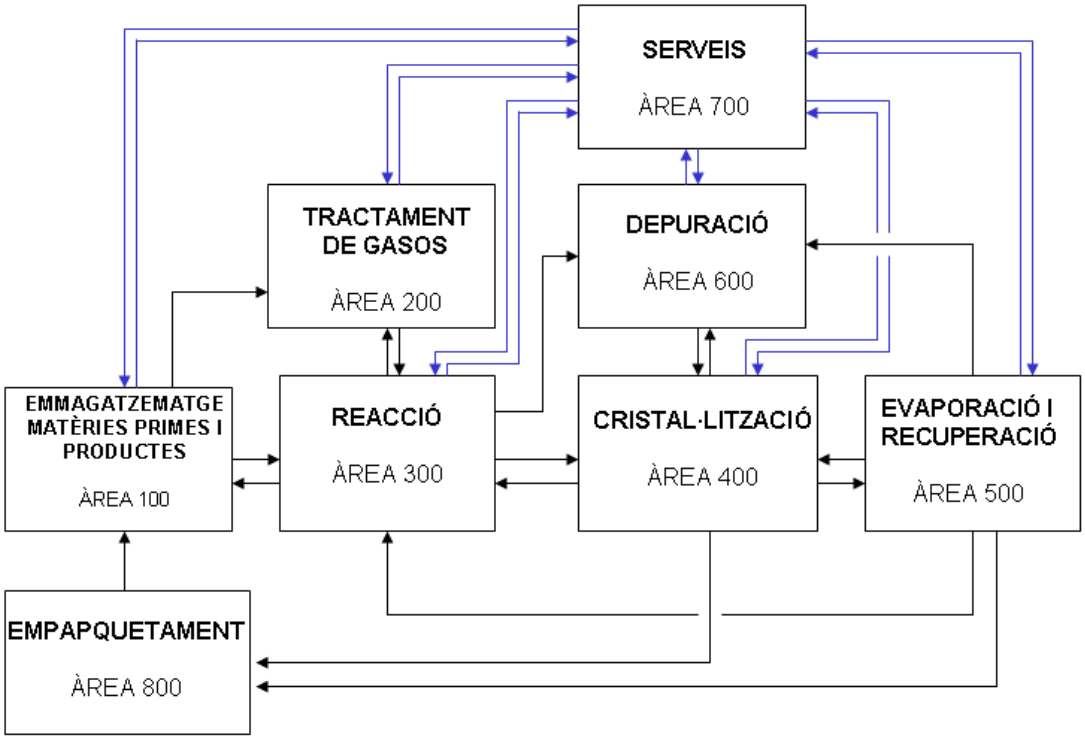
A partir de la dècada dels 40, dècada en què l'àcid adípic es va convertir en un producte comercialment important, s'ha publicat diferents processos d'obtenció. Històricament, l'àcid adípic s'ha fabricat de forma majoritària a partir de ciclohexà, tot i que s'ha produït també a partir de fenol.

El procés d'obtenció d'adípic a partir de ciclohexà consta de dues etapes de reacció principals. En la primera etapa s'obté el KA, producte intermedi que un cop separat del ciclohexà que no hagi reaccionat i d'altres subproductes, és utilitzat com a reactiu de la segona etapa de reacció. La segona etapa de reacció doncs, és on el KA és convertit a àcid adípic mitjançant una oxidació amb àcid nítric.

En el nostre cas, el procés es veu reduït a la segona etapa de reacció, ja que es parteix de KA com a matèria primera. Per tant, s'oxida el KA amb una solució de nítric al 60% en massa i en presència de catalitzadors de coure i vanadi.

Per començar a definir el procés implantat, varem basar-nos en el procés descrit a l'enciclopèdia de tecnologia química Kirk-Othmer. Partint d'aquesta base, es va anar definint de forma més acurada el procés a partir de moltes altres patents i altres articles que s'anomenaran quan en sigui el cas.

A continuació es mostra un diagrama de blocs amb totes les àrees de producció i com estan relacionades entre elles:



Per tal de descriure el procés es parlarà separadament de cada una de les àrees de manera que s'entengui el funcionament global de la planta. L'àrea 300 s'explicarà abans de l'àrea 200, ja que interessa fer-ho així per poder comprendre millor el procés. Per tal de seguir l'explicació del procés serà més fàcil de comprendre si es segueix el plànol on hi ha el diagrama de procés.

A-100: Emmagatzematge de matèries primeres i producte acabat

En aqueta àrea es disposen tots els tancs, tolbes i sitges d'emmagatzematge de totes les matèries primes necessàries per dur a terme el procés i dels productes acabats.

- Tancs d'emmagatzematge d'àcid nítric (T-101/T-108):

L'àcid nítric emmagatzemat es troba en forma de solució al 60% en pes. Aquest producte arriba a la planta mitjançant camions cisterna de 30 tn i s'emmagatzema en tancs.
L'àcid nítric és un producte altament corrosiu i per tant, la zona d'emmagatzematge d'aquest producte s'ha d'ajustar a tot el que s'estableix a la ITC MIE-APQ-6 referit a "Almacenamiento de líquidos corrosivos", instrucció tècnica complementària del RD 379/2001. Totes les distàncies mínimes i altres especificacions de seguretat es poden observar en els LayOuts, i per més detall s'explicaran al punt 5 de la memòria, dins de Seguretat i Higiene.

Aquest líquid s'emmagatzema a temperatura ambient i pressió atmosfèrica. Els tancs es construiran amb un material resistent a la corrosió com és l'AISI-304.

Per tal de garantir l'abastiment en continu d'aquest producte a la planta, pel disseny del parc de tancs s'ha considerat un stock de producte per abastir 3 dies de producció, ja que s'ha de pensar en qualsevol problema que pugui sorgir en el subministrament d'aquest producte. Per tant, es necessitaran 8 tancs de 100 m^3 cadascun. Els tancs es disposaran en dues fileres de quatre cadascuna dins la cubeta de retenció.

- Estacions de càrrega i descàrrega per l'àcid nítric:

Degut a les necessitats diàries de nítric arribaran a la planta 9 camions al dia per a subministrar-nos aquest producte. S'instal·laran 3 estacions de càrrega, ja que contant que un camió cisterna de 30 tn inverteix aproximadament unes 3 hores en descarregar el producte, temps que inclou la descàrrega i totes les maniobres anteriors i posteriors necessàries, poder garantir així aquestes operacions.

- Tancs d'emmagatzematge de KA (T-109/T-112):

L'emmagatzematge de KA segueix la instrucció tècnica ITC MIE-APQ-1: «Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles», ja que el KA pertany al grup de classe C ja que el seu punt d'inflamació esta comprès entre 55 i 100ºC (T=68ºC). Igual que en el cas dels tancs de nítrics, tots els aspectes legislatius s'explicaran en el punt 5 de la memòria.

Aquest líquid s'emmagatzema a temperatura ambient i pressió atmosfèrica. Igual que en el cas de l'àcid nítric, s'ha considerat de tenir un stock per a 3 dies de producció.
En aquest cas hi haurà 4 tancs de 130 m^3 de capacitat.

Els tancs aniran encamisats ja que el ciclohexanol té un punt de fusió de 23 ºC i per tant, a l'hivern es podria solidificar. Així doncs, es disposarà d'un control de temperatura que permetrà regular la necessitat o no de dur a terme aquest bescanvi de calor.

- Estacions de càrrega i descàrrega pel KA:

En aquest cas, es necessitarà 5 camions diaris i per tant, s'instal·laran dues estacions de càrrega, ja que tot i patir una averia en una d'elles, es podria continuar garantir l'abastiment diari necessari.

- Sitges d'emmagatzematge d'àcid adípic:

L'àcid adípic produït, s'emmagatzema en sitges. El producte es vendrà en tres formats diferents: a granel, en big bags i en sacs de 25 Kg. Un 50% de la producció es destinarà a la venta a granel i els 50% restant s'empaquetarà en sacs i en big bags a parts iguals.

Es disposarà de 5 sitges de 93 m^3 cadascuna. S'ha de tenir en compte que una sitja tindrà un flux continu d'entrada i sortida ja que serà la que s'utilitzarà per enviar la quantitat d'adípic necessari cap a la zona d'empaquetament (A-800). Les altres 4 ens serviran per emmagatzemar l'adípic que es vendrà a granel i ens permetran de tenir, igual que en tots els altres casos, un stock de 3 dies.

L'adípic es transporta de l'àrea 400 fins l'àrea 100 i de la 100 a la 800 mitjançant transport pneumàtic i es carrega per gravetat directament als camions, que es col·locaran durant la operació de càrrega sota les sitges.

- Sitja d'emmagatzematge d'àcid glutàric (S-106):

Durant el procés de producció d'àcid adípic es generen diferents subproductes. Principalment es forma glutàric i succínic. Tot i ser un percentatge minoritari en comparació a l'àcid adípic, es produeix una quantitat molt important d'aquest producte, per tant, es va veure que no era viable tractar aquests corrents com a residu, sinó que s'havien de purificar per tal de poder-los vendre, ja que són substàncies amb una bona sortida comercial.

Anualment es produeixen 3430 tn d'àcid glutàric. L'àcid glutàric s'emmagatzemarà en una sitja de 39 m^3. El sistema de càrrega a camions serà exactament igual que en el cas de l'àcid adípic.

- Tancs d'emmagatzematge d'anhídrid succínic (T-113/T-114):

El succínic es produeix en forma d'anhídrid succínic. Per tant, s'emmagatzemarà en estat líquid en dos tancs de 15 m^3.

- Estacions de càrrega i descàrrega per l'anhídrid succínic:

S'instal·len dues estacions de càrrega i descàrrega per aquest producte. La raó de disposar de dues estacions en aquest cas recau no en la necessitat sinó en la seguretat de disposar sempre d'una estació contant amb la fallada d'una d'elles.

- Pesatge dels camions:

Sempre entri un camió a la planta es pesarà a l'entrar i al sortir per tal de controlar la quantitat de producte carregat sigui la desitjada. Per això es col·loquen bàscules de camions a l'entrada i la sortida de la planta.

A-300: Reacció

Per a la producció de 60.000 Tn anuals d'àcid adípic s'ha previst disposar de dos tancs reactors amb una capacitat de 20 m^3 cadascun, que operaran al 75% del seu volum. Es tracta de reactors continus de tanc agitat (RCTA) fabricats amb acer inoxidable AISI-314.

- Reacció:

La reacció principal de formació d'àcid adípic té lloc mitjançant l'oxidació d'aquest amb àcid nítric. Aquesta reacció té un 20% de conversió per pas al reactor. Degut a aquesta baixa conversió per pas, el diagrama de procés de producció d'adípic presenta una gran recirculació per aconseguir el màxim rendiment del nostre producte d'interès, l'àcid adípic.

- Matèries primeres:

Les matèries primes arriben al reactor per canonada. L'àcid nítric utilitzat esta en forma de solució aquosa i es troba a una concentració del 60% en pes i en el sí d'aquest corrent ja estan presents els catalitzadors. Els catalitzadors que s'utilitzen són nitrat de coure i òxid de vanadi en forma de sal. Aquests es dissolen al tanc de dissolució previ a l'entrada dels reactors (TD-301). El corrent s'introdueix als reactors mitjançant una entrada en la part inferior d'aquest.

D'altra banda, el KA arriba al reactor mitjançant el corrent de retorn del fluid de procés un cop ha intercanviat el calor de reacció en quatre bescanviadors, (E-301/304).
El motiu d'aquest funcionament radica en el fet que entrant el KA en aquest punt, s'aconsegueix que la pujada de temperatura al reactor deguda a la reacció sigui menor.[3.1]

- Calor de reacció:

La reacció de l'àcid nítric amb el KA és molt exotèrmica (6280 KJ/Kg) i és necessari extreure tot el calor de reacció per evitar que la temperatura es descontroli.
Per aconseguir extreure el calor produït s'utilitzen dos bescanviadors de carcassa i tubs (A=160m^2) per a cada reactor amb una gran recirculació del fluid de procés

(400.000Kg/h). La recirculació és tan elevada degut a que per extreure el calor el que es fa és baixar la temperatura del fluid de procés, però no es pot disminuir molt, ja que llavors l'àcid adípic precipitaria i quedaria incrustat al bescanviador. El fluid refrigerant que s'utilitza per absorbir el calor és aigua de servei a (15ºC).

- Agitació i mescla:

Per assegurar la mescla de la fase orgànica (KA) i la fase aquosa (nítric i catalitzadors) cal un sistema d'agitació, que en el nostre cas consisteix en un agitador de turbina, juntament amb la ja esmentada recirculació que es produeix en el reactor, que també ajuda a la homogeneïtzació. Per evitar la formació de vòrtex al reactor, s'han incorporat bafles a cada reactor.

- Subproductes:

El mecanisme de reacció de l'oxidació del KA a àcid adípic és molt complex i està format per un gran nombre de reaccions, que donen com a producte majoritari l'àcid adípic, però també s'obtenen altres àcids orgànics com a subproductes (succínic i glutàric). Tot i que es tracta d'un petit percentatge, per al procés productiu suposen un gran tonelatge anual i és per això que hem previst la purificació i comercialització d'aquests dos subproductes per a una millor rendibilitat econòmica de la planta.

- Generació de gasos:

La reacció té lloc a pressió atmosfèrica i durant el pas de reactius a productes es generen gasos. Aquest gasos surten del reactor per la canonada col·lectora de gasos situada a la part superior d'aquest. Aquests gasos, seran tractats posteriorment per tal de recuperar àcid nítric i evitar que les emissions de gasos superin la normativa vigent.

- Paràmetres del reactor:

Temps de residència	7.5 min
Temperatura d'operació	80ºC
Pressió d'operació	1 atm
Relació Nítric/KA al reactor	15:1
Concentració de catalitzadors al reactor (% pes)	
Nitrat de coure	0.05%
Nitrat de vanadi	0.03%

- Arrossegament de gasos (stripping):

El corrent que surt dels reactors presenta una certa quantitat de gasos dissolts en el sí del líquid. Per eliminar aquests gasos, el corrent s'envia a una columna de desabsorció de gasos (stripping).

La columna d'arrossegament de gasos és de rebliment, ja que millora el contacte entre la fase gasosa i la líquida. El rebliment de la columna consisteix en anells raschig de material ceràmic. La raó d'utilitzar un rebliment de tipus ceràmic és per evitar problemes de corrosió en el rebliment.

Per arrossegar els gasos del corrent principal s'utilitza aire comprimit a temperatura ambient.

- Columnes de destil·lació:

En aquesta part és on té lloc l'eliminació d'aigua del procés i per tant la concentració de nítric en el corrent principal de procés.

Aquest és un procés que presenta l'inconvenient que l'àcid nítric i l'aigua formen un azeòtrop amb una concentració del 66% de nítric i mitjançant una destil·lació simple és la màxima concentració a la que es podrà obtenir el nítric. D'altra banda, per al procés, el 66% de força àcida és suficient per el funcionament òptim de la planta i no serà necessari fer una destil·lació extractiva per aconseguir una concentració de nítric més elevada.

Així doncs, l'objectiu principal d'aquesta destil·lació serà eliminar aigua per caps. Aquesta aigua anirà acompanyada d'orgànics volàtils, que són més volàtils que l'azeòtrop que forma l'aigua amb el nítric. En el residu que surt de la caldera s'obté el fluid de procés amb àcid nítric en una concentració del 66%.

Per aconseguir aquesta destil·lació en condicions normals de pressió (pressió atmosfèrica), es necessita aportar una gran quantitat de calor a l'equip. És per això que aquest tipus de columnes solen operar al buit. El buit en aquest cas s'aconsegueix utilitzant una bomba de buit situada en el condensador de la mateixa columna.

Per al disseny de les columnes hem utilitzat dades bibliogràfiques [3.2], el buit a les columnes és de 102 mm de Hg. Pel que fa a les condicions d'operació, tant el condensador com la caldera treballen al buit, el primer a una temperatura de 52ºC i la caldera a 83ºC.

Són columnes de plats, que utilitzen una relació de reflux baixa, per motius d'estalvi energètic. Les columnes tenen 14 etapes d'equilibri més caldera (8 etapes exhauriment i 7 rectificació).
Es tracta de columnes de grans dimensions, ja que tracten cabals elevats de vapor que han de condensar.

El residu obtingut en la columna és el corrent principal de procés i en sortir de la columna de destil·lació serà refredat i posteriorment una cinquena part anirà a la zona de cristal·lització per concentrar i obtenir el producte sòlid i la resta (4/5 parts) seran recirculades a la zona de reacció.

- Columnes de bescanvi iònic:

Per tal de recuperar el catalitzadors que s'utilitzen en el reactor, que estan dissolts en el corrent, s'utilitzen dues columnes de bescanvi iònic. Utilitzar dues columnes respon al fet que una columna de bescanvi iònic no pot treballar en continu, mentre que el cabal que arriba sí que és en continu. Hi hauria dues solucions possibles, la primera seria utilitzar un tanc pulmó i dissenyar una columna per un cabal superior al corrent que arriba, o bé posar dues columnes i mentre una està retenint els catalitzadors, l'altre està en procés de regeneració i neteja. Aquest segon procés treballa realment en continu i no hi ha variacions de cabal.

Les columnes de bescanvi iònic, degut a que la concentració de catalitzadors és elevada (en relació a altres sistemes de bescanvi iònic) utilitzen una resina catiònica forta molt específica, que té una alta capacitat, i gran poder de regeneració. La resina és un copolímer de divinilbenzè i estirè, que li confereix també una gran estabilitat tèrmica i química.

Per a regenerar aquesta resina es pot utilitzar àcid clorhídric, àcid sulfúric, clorur de sodi, o bé àcid nítric. En aquest procés s'utilitzarà àcid nítric, donat que és un producte que ja forma part de la reacció. S'utilitza un corrent de recirculació, el que retorna del rentat de gasos i es dirigeix cap al reactor, que és un corrent de nítric força pur, de manera que aquest s'emporta els catalitzadors de les columnes abans de tornar a entrar al reactor.

Un cop regenerada, s'ha de rentar la columna per eliminar el nítric, això es fa amb un corrent d'aigua que també retorna al reactor.

A-200: Tractament de gasos

Durant la producció d'àcid adípic a partir de l'oxidació de KA mitjançant àcid nítric, es forma un seguit de subproductes. Els subproductes principals d'aquest procés, com ja s'ha explicat anteriorment són àcids dibàsics (glutàric i succínic) i CO_2. Per altra banda, l'àcid nítric es descomposa en NO, NO i NO_2.

Així doncs, el corrent gasós residual provinent del procés d'oxidació es composa principalment de NO_x, N_2O i CO_2. El component majoritari d'aquest corrent és el N_2O. La generació d'aquest òxid nitrós durant el transcurs d'aquesta reacció és inevitable i per tant, actualment s'està treballant molt en la posterior eliminació d'aquest component.

El coeficient d'emissió estequiomètric del N_2O per la reacció que es dóna en el procés d'oxidació del KA a partir d'àcid nítric és d'uns 0,3 Kg N_2O/Kg d'àcid adípic produït. El coeficient real mesurat en les plantes de producció d'adípic existents però és d'aproximadament 0,25 Kg N_2O/Kg d'àcid adípic produït. Aquest últim valor és el que hem utilitzat per tal d'estimar les emissions gasoses de la planta. La diferència entre aquests dos valors es deu a que part de l'àcid nítric es descomposa en NO_x.

L'abatiment dels NO_X és relativament senzilla, si més no, és ben coneguda, ja que reaccionen amb l'aigua per formar de nou àcid nítric. Així doncs, es podran eliminar mitjançant una absorció d'aquests en aigua en una columna empacada operant en contracorrent (CA-301).

El principal problema es planteja a l'hora de destruir el N_2O, ja que no reacciona amb l'aigua i per tant, no es pot eliminar en el mateix procés. Les principals tecnologies usades actualment per tal de reduir les emissions d'òxid nitrós a l'atmosfera són: la descomposició catalítica i la destrucció tèrmica. Ambdós mètodes converteixen l'N_2O en N_2 i O_2.

En el nostre procés hem optat per la destrucció tèrmica ja que després de valorar els diferents pros i contres hem pensat que era la millor alternativa. Els principals avantatges són la possibilitat de recuperar els NO_x com a àcid nítric i la no producció de residus, ja que no s'ha de substituir el catalitzador, ja que no n'hi ha.

La diferència principal entre els dos processos és la diferència en les temperatures d'operació. La descomposició catalítica opera a uns 500 ºC mentre que la tèrmica ho fa a temperatures superiors als 1000 ºC. Amb qualsevol dels dos processos s'assoleixen rendiments superiors al 98% i per tant, aquest factor no ha influït en l'elecció del tipus de procés.

Una altra avantatge del tractament tèrmic és la capacitat d'adaptació i modificació de les condicions d'operació, ja que l'eficàcia de la destrucció tèrmica es basa bàsicament en l'assoliment de la temperatura de reacció desitjada. La reacció es dóna en un reactor de combustió (R-201), on la temperatura necessària s'assoleix mitjançant un cremador de gas natural modulant. Aquest fet ens permetrà modificar la potència necessària en funció de la temperatura de sortida dels gasos i per tant, assegurar-nos un bon rendiment en cas de possibles fluctuacions o puntes de concentracions dins del corrent a tractar.

Aquest darrer punt ha influenciat molt en l'elecció del nostre procés, ja que aquestes tecnologies s'han començat a implantar durant els darrers anys,a partir del 1999-2000, i per tant, s'està publicant encara actualment moltíssimes coses sobre aquests procediments cosa que fa fàcil pensar que falta encara molta investigació i sobretot dades experimentals i experiència dins d'aquest camp.

Durant la destrucció tèrmica del N_2O es produeixen altra vegada NO_x. Es transforma en NO_x aproximadament un 10% del N_2O present en el corrent d'entrada. Això doncs, ens obliga a instal·lar una segona columna d'absorció (CA-201). La operació d'aquesta columna és igual que la primera absorció, els NO_x reaccionen amb l'aigua formant àcid nítric.

Els corrents d'àcid nítric provinents de les columnes d'absorció es recirculen tots dos al procés principal. El corrent provinent de la primera columna s'envia directament a les columnes de destil·lació instal·lades a la zona de reacció, on es pretén disminuir la quantitat d'aigua del corrent de producte, on hi haurà l'àcid adípic. El corrent de nítric provinent de la segona absorció s'utilitzarà per netejar les columnes de bescanvi iònic i a continuació s'enviarà a depurar.

Un factor també important a tenir en compte dins d'aquesta àrea són les grans variacions de temperatura que es donen durant el tractament global.

Abans de realitzar la primera absorció, es refredarà el corrent mitjançant aigua de refrigeració en un bescanviador de carcassa i tubs (E-305). Això es fa ja que degut a les reaccions que es donen dins la columna d'absorció, que són exotèrmiques, la temperatura augmenta significativament. Treballem amb una columna adiabàtica, però si introduïm els gasos a 27 ºC la temperatura augmentarà fins als 97 ºC aproximadament. Aquestes temperatures permeten encara obtenir una bona eficàcia de reacció. D'altra manera, si no refredéssim aquest corrent, l'entrada la tindríem a uns 75-80ºC, cosa que comportaria un mal avanç de les reaccions.

A continuació, els gasos de sortida de la primera columna, s'envien al reactor de combustió. Abans però, s'utilitza l'energia dels gasos de sortida d'aquest per preescalfar els de l'entrada. D'aquesta manera l'estalvi és doble, ja que els gasos de sortida es refreden i els gasos de l'entrada s'escalfen, requerint així cremar menys quantitat de combustible. El consum de combustible és molt baix degut a aquest preescalfament i al poder autotèrmic de la reacció que s'hi dóna.

Els gasos de sortida del reactor, doncs, ja se'ls ha rebaixat la temperatura fins a 620ºC però tot i així, cal disminuir-la encara més abans d'introduir-los a la segona columna d'absorció pels motius explicats anteriorment. Per això s'instal·la una bancada de bescanviadors. Els primers operen amb aigua de refrigeració i els segons amb etilenglicol com a fluid refrigerant.

Els gasos de sortida de la segona columna, els quals ja compleixen la legislació d'emissions a l'atmosfera permesa (300 ppm NO_x) s'emeten a l'atmosfera a través de la xemeneia X-201.

*Tots els equips presents dins d'aquesta àrea es descriuran de manera més detallada al punt 6 (Medi Ambient) de la memòria del projecte.

A-400: Cristal·lització:

- Cristal·lització:

El procés de fabricació d'àcid adípic comprèn una etapa de cristal·lització i purificació, degut als alts requeriments de puresa, tamany i forma que fan possible el seu posterior ús en la fabricació de determinats materials, com el Nylon-6,6. Per tant, aquesta etapa té per objectiu obtenir l'àcid adípic en forma de cristalls d'alta puresa, que permetrà la seva comercialització, enfocada al mercat del Nylon-6,6, en ser aquest molt ampli i creixent.

És d'esmentar la poca informació pública existent sobre el procés de cristal·lització d'aquest àcid dibàsic, així com d'altres paràmetres que l'afecten, com la seva velocitat de creixement i nucleació, entre d'altres. Per aquest motiu, per tal de dur a terme el disseny del procés, ens hem basat en les dades obtingudes a partir de la patent europea amb número de publicació ES 2 069 328 *'Procedimiento para la recuperación del àcido adípico'*, on es tracta un nou procediment per a la obtenció d'àcid adípic que fa possible evitar els desavantatges que es donen en els processos de cristal·lització en fred. Els problemes més comuns a l'hora de cristal·litzar l'àcid adípic provinent de la reacció de la mescla tècnica de ciclohexanol i ciclohexanona (KA) i l'àcid nítric, mitjançant refredament, són:

- La quantitat separada per cristal·lització és molt reduïda.
- Es separa per cristal·lització molt àcid succínic, que junt amb l'àcid glutàric, són els productes secundaris majoritaris que es donen a partir de la reacció esmentada.
- Es produeixen fortes adherències a les parets dels vasos i als serpentins refrigerants.
- La velocitat de cristal·lització és massa reduïda, perquè la solució sol trobar-se fortament sobresaturada fins i tot després d'aproximadament 3 hores.

Per tal d'evitar aquests aspectes no desitjats, basant-nos en la patent esmentada, es portaran a terme diferents accions:

- L'addició d'una solució aquosa d'àcid adípic al 5% en pes, aprofitant alhora el corrent 528 provinent de la recuperació dels àcids dibàsics (glutàric i succínic), per tal de reduir la concentració d'àcid nítric fins al 40% en pes. D'aquesta manera es separa més àcid adípic per cristal·lització, degut a la seva reduïda solubilitat en àcid nítric diluït.

- El refredament del fluid de procés abans de la entrada al cristal·litzador, mitjançant un bescanviador de carcassa i tubs (E-401 i E-402), afavoreix la sobresaturació del fluid i per tant, una cristal·lització més ràpida. Aquest augment en la velocitat de cristal·lització, dóna com a resultat una menor cristal·lització d'àcid succínic, així com també una disminució en l'adherència del cristall a les parets de l'equip.

- L'aplicació del buit a l'interior del cristal·litzador i mantenir una temperatura suficientment baixa, al voltant dels 25ºC, mitjançant una camisa refrigerant, afavoreixen també la velocitat de cristal·lització, essent aquesta òptima al voltant d'una hora.

El cristal·litzador escollit és un cristal·litzador continu, degut als cabals de treball. Aquest treballa al buit i està equipat amb un agitador d'àncora, sempre recomanat en casos de solucions amb sòlids en suspensió (*McCabe*), per tal d'evitar incrustacions. El motor de l'agitador consta d'un variador de freqüència per tal ajustar la velocitat d'agitació, tenint sempre en compte, donat a que es tracta d'una solució amb sòlids en suspensió, la velocitat crítica d'agitació.

El disseny del cristal·litzador consta d'un cos cilíndric i un fons còmic, per facilitar l'evacuació dels cristalls formats durant el procés, i afavorir tanmateix la formació del precipitat.

Per tal de mantenir la temperatura d'operació al voltant dels 25ºC, aproximadament, s'ha dissenyat una camisa refrigerant per on hi passa etilenglicol, el qual entra a l'equip a -15ºC i en surt a 35ºC.

- Centrifugació:

És necessari, per tal de separar els cristalls formats durant la cristal·lització, de la solució mare, l'ús d'una centrífuga.

L'elecció del tipus de centrífuga en el cas de l'àcid adípic, no dóna lloc a dubtes, la centrífuga a utilitzar és una centrífuga 'Pusher' en continu, ja que són recomanades per a productes d'aquest tipus i en general per a la centrifugació de partícules amb una mida superior a 150 microns. També cal esmentar que gran quantitat d'empreses fabricants d'aquest tipus de centrífugues, les recomanen per al cas concret de l'àcid adípic.

La centrífuga pusher consisteix en un tambor rotatori, perforat amb petits forats a través dels quals escapa el líquid mare restant de la cristal·lització, així com el líquid utilitzat per a rentar els cristalls, que en el cas del procés objecte d'aquest projecte, és una recirculació del líquid mare provinent de la recristal·lització (CF-402), que conté aigua en un 98% i àcid adípic no cristal·litzat en un 2% (corrent 404). L'alimentació s'introdueix per un extrem i el pastís de sòlids s'empeny al llarg del tambor mitjançant un pistó oscil·latori, que gira a la mateixa velocitat que el tambor.

L'equip per a dur a terme la centrifugació dels cristalls d'àcid adípic (CF-401, CF-402), s'ha escollit a partir de catàleg de l'empresa Ferrum Centrifugue Technology, en base a les tones/hora de cristalls obtinguts mitjançant cristal·lització.

Les centrífugues Pusher, són centrífugues filtrants que treballen en continu. El seu funcionament es basa en dos principis: sedimentació i filtrat. El seu disseny minimitza la humitat i impureses dels cristalls així com el seu trencament. La centrifugació de l'àcid adípic de la mateixa manera que la seva redissolució i recristal·lització, es duu a terme per tal d'assolir uns requeriments de puresa. La concentració d'àcid nítric disminueix d'un 30% a l'entrada de la centrífuga fins a unes 15 ppm en el pastís de descàrrega.

- Recristal·lització:

El motiu per el qual que es duu a terme una segona cristal·lització, és assolir l'alta puresa que requereixen els cristalls d'àcid adípic per a la majoria de les seves aplicacions.

El procés de recristal·lització segueix els mateixos principis de la cristal·lització esmentada anteriorment en quant a temperatura, pressió i equipament, per tal d'evitar que apareguin impureses en el producte final, com per exemple, cristalls d'àcid succínic o traces d'àcid nítric. Però, a diferència de la primera, aquest procés de cristal·lització té lloc en un medi aquós.

Per tal de minimitzar el contingut d'impureses, els cristalls obtinguts a la primera cristal·lització, un cop rentats i centrifugats (CF-401), són redissolts en aigua destil·lada (TD-401), a una temperatura suficientment alta com per a que els cristalls d'àcid adípic es dissolguin amb facilitat, al voltant de 80ºC. Dissoldre els cristalls en aigua destil·lada, es una forma d'eliminar traces d'àcid nítric que puguin haver quedat atrapades dins els cristalls en el moment de la seva formació, i petits cristalls d'àcid succínic. El fet de portar a terme la cristal·lització en aigua destil·lada (CR-403), tot i ser més costós, assegura una gran qualitat i puresa al producte final.

Un cop finalitzada la recristal·lització, els cristalls són centrifugats i rentats novament (CF-402), per a ser, finalment, refredats i assecats (AS-401).

- Assecat:

Per a l'assecat de l'àcid adípic, s'ha utilitzat un assecador vibratori de llit fluïditzat (AS-401). L'elecció d'aquest tipus d'assecador és deguda a la baixa humitat i uniformitat del producte final, l'alta capacitat volumètrica de producte i la idoneïtat d'aquest tipus de secadors per a productes alimentaris, que és només una petita part del consum d'àcid adípic, però, per a la producció de polímers com el Nylon-6,6, també es requereix d'un producte d'alta puresa.

Els secadors de llit fluïditzat, consten d'una placa perforada per on circula el producte. A través d'aquests forats, hi passa el vapor (aire en el nostre cas), a un cabal suficient per a suportar el pes de les partícules, de manera que es crea una suspensió d'aquestes partícules que formen un llit fluïditzat en el què hi ha un intens moviment d'aquestes partícules, fent que totes estiguin en íntim contacte amb l'aire, que s'emporta la humitat del producte.

Aquest llit fluïditzat de partícules d'àcid adípic, avança per la placa com si d'un fluid es tractés, tot i així, a causa de que a l'inici la humitat del producte pot fer que aquest no avanci de forma homogènia, el llit és vibratori.

El càlcul del cabal d'aire necessari per a fluïditzar les partícules d'àcid adípic, és en funció del tamany de partícula. Aquest procés d'obtenció d'àcid adípic dóna una distribució granulomètrica de l'àcid adípic molt precisa, de manera que bona part del producte està en un rang molt petit de tamany de partícula, però, part dels fins, poden ser arrastrats per l'aire que passa a través del llit fluïditzat i per això s'instal·la un cicló per a recuperar-los. (CL-401).

Per tal d'arribar a la humitat final desitjada (0,05% d'aigua), s'ha d'utilitzar una temperatura de l'aire força elevada, ja que per a arribar a aquests valors d'humitat, no només s'ha de treure la humitat lliure de les partícules d'àcid adípic, o humitat superficial, sinó que s'ha de treure la humitat lligada químicament a la partícula. Una temperatura excessiva de l'aire també provocaria la formació de gran quantitat de partícules fines, així, la temperatura d'assecat de l'àcid adípic és de 90ºC.

Aquesta temperatura d'assecat fa que posteriorment l'àcid adípic s'hagi de refredar abans d'emmagatzemar, doncs a més, a aquesta temperatura podria tornar a agafar humitat de l'ambient. El procés de refredament es porta a terme en el mateix assecador (AS-401), i el mateix cabal d'aire, però amb aire a temperatura ambient.

Un cop finalitzat l'assecament, l'àcid adípic és transportat per transport pneumàtics fins a la zona d'emmagatzematge.

A-500: Evaporació:

A la zona d'evaporació es porta a terme la separació dels dibàsics i restes d'àcid adípic que no ha cristal·litzat, de l'aigua i el nítric del procés. Aquests fluids són retornats a la zona de reacció per a recircular el nítric.

Pel tipus de procés, hi ha una gran quantitat d'aigua i nítric a evaporar (41597 kg/h). Els requeriments energètics per a evaporar tota aquesta quantitat de fluid seria molt elevada, $9{,}9 \cdot 10^7$ KJ/h, i podria posar en compromís la viabilitat de la planta, per tant, es va buscar un sistema per a minimitzar aquests requeriments energètics.

La solució és utilitzar un sistema multietapa, que reaprofita l'energia del vapor d'evaporació per a escalfar la següent etapa, i el vapor de l'ultima etapa per a escalfar l'entrada de fluid. D'aquesta manera, s'han pogut reduir els requeriments energètics fins a $1{,}8 \cdot 10^7$ KJ/h, fent un estalvi de més d'un 80% d'energia.

Perquè això funcioni, a més d'escalfar les etapes amb el vapor generat en les anteriors, també s'ha de disminuir la pressió del fluid entre etapes, per tal que la temperatura de vaporització en cada etapa sigui menor a la temperatura del vapor que l'escalfa.

Seguint el diagrama del procés, el primer que es fa és augmentar la pressió del fluid fins a 15 atm (pressió absoluta), per tal de poder anar baixant la pressió en les successives etapes. En el primer equip KR-501 es porta a terme un primer escalfat del fluid de procés amb el vapor que sobra de l'ultima etapa, i seguidament, en el bescanviador de calor E-501 s'acaba d'escalfar el fluid fins a aconseguir líquid saturat, 190ºC (15 atm).

El primer salt de pressió, just abans del tanc flash TF-501, és el més gran de tots, 13 atm, ja que és la única etapa que no s'escalfa amb el vapor de cap etapa anterior. Els següents salts de pressió són, per ordre, 0,5 atm, 0,5 atm, 0,3 atm, 0,25 atm i 0,20 atm, fins a arribar a una pressió final de 0,25 atm.

A partir del TF-501, el vapor generat a cada etapa s'utilitza per a escalfar la fracció no vaporitzada, i el vapor condensat a cada KR, es va recol·lectant per a la recirculació cap al reactor. Aquesta recirculació s'ha de refredar en el bescanviador de calor E-502.

L'ultima etapa d'evaporació, KR-506, necessita un condensador addicional ja que el vapor generat ja no s'utilitza per a escalfar una etapa següent, i aquest es condensa i es connecta al corrent de recirculació.

El fluid dels evaporadors KR-502 i KR-503, treballa a pressions superiors a l'atmosfèrica, de manera que quan aquests corrents, que són líquids, s'expandeixen a pressió atmosfèrica, generen una petita quantitat de vapor, que és separat del líquid, respectivament, en els tancs flash TF-502 i TF-503, i posteriorment condensat al C-502, i també s'ajunta al corrent de retorn al reactor.

En el KR-501, en el que es fa un primer escalfament del fluid de procés, el vapor que s'utilitza per a escalfar, provinent del sobrant de l'última etapa, té un cabal suficient com per escalfar el fluid de procés gairebé a la mateixa temperatura que el vapor, de manera que una part d'aquest vapor no arribarà a condensar, i s'ha de condensar posteriorment al condensador C-503, els dos cabals, líquid i condensat també s'ajunten al corrent de recirculació.

El corrent líquid (que no s'ha evaporat) de l'ultima etapa KR-506, conté una alta concentració de Glutàric, Succínic i restes d'àcid Adípic, més una petita quantitat d'aigua i restes d'àcid nítric. Aquest corrent s'enviaria a la zona de recuperació de dibàsics.

A-600: Depuració

Hi ha diferents corrents líquids que s'envien a depurar, com ara el vapor que surt dels cristal·litzadors, la sortida per caps de les columnes de destil·lació de l'àrea de reacció, o les purgues de la zona de purificació de subproductes, entre altres. La zona de purificació de glutàric i succínic no s'ha dissenyat, però els valors aproximats d'aquestes purgues si que s'han utilitzat per fer el càlcul del sistema de depuració ja que el balanç de matèria de la zona si que esta fet i tot i ser preliminar al disseny sempre ens ajustarem més a la realitat incloent-lo als càlculs.

Per tant, el corrent resultat és un corrent amb un pH molt àcid ja que tot i tenir un contingut de nítric insignificant en relació al cabal total, l'àcid nítric és un àcid molt fort.

L'àcid nítric existent en aquest corrent, prové principalment del corrent que surt dels condensadors de les columnes de destil·lació CD-301, CD-302, CD-303, CD-304.

El cabal total a depurar és de 43146 Kg/h. Aquest corrent es constitueix en un 98% per aigua, un 1% de nítric i el % restant es divideix en diferents productes: SA, GA, AA, Cu^{2+} i V^{5+}.

Per tant, per tal de poder tractar aquesta aigua s'ha instal·lat un sistema de depuració que segueix l'ordre següent: neutralització, homogeneïtzació, desnitrificació en un reactor anòxic, stripping i sedimentació.

La finalitat de depurar aquesta aigua és poder-la avocar al col·lector de la zona industrial per a poder-la enviar a depurar a la depuradora municipal. Per poder fer-ho, aquesta aigua depurada ha de complir uns límits establers per la legislació.

Aquest tema es tractarà de forma molt més extensa al punt 6 (Medi Ambient) de la memòria.

A-700: Serveis

Aquesta àrea és on es tracta tots els serveis utilitzats en la planta. Com a refrigerants s'utilitza aigua de refrigeració i etilenglicol, i com a fluids calefactors s'utilitza vapor d'aigua i oli tèrmic. Per tant, necessitarem un seguit d'equips que permetin recuperar les temperatures inicials de tots els fluids utilitzats pels bescanvis de calor realitzats en el procés. Tot això s'explica als l'apartat d'especificacions i necessitats a límit de planta i especificacions i necessitats a projectar.

1.3 Requeriments de serveis i necessitats:

El polígon industrial compta amb les xarxes de serveis necessàries: enllumenat públic, xarxa de sanejament, xarxa d'aigües pluvials, xarxa d'aigua potable, xarxa elèctrica, rotondes adaptades a la circulació de vehicles de gran tonatge, etc.

Per tal que la planta funcioni es requereix un seguit de serveis sense els quals, la operació de la planta no seria viable. A continuació es presenta el llistat dels serveis necessaris a la planta:

- Aigua potable
- Aigua contra incendis
- Aigua de refrigeració
- Aigua de procés
- Aire comprimit
- Energia elèctrica
- Etilenglicol
- Gas Natural
- Vapor
- Oli tèrmic

1.3.1 Requeriments i necessitats de serveis a límit de planta:

Hi ha un seguit de serveis com ara l'aigua de xarxa, el gas natural i l'energia elèctrica que cal contractar a un subministrador extern, i que es pagaran en funció del consum.

Tots els consums s'han calculat utilitzant els consums màxims. Durant el procés, no es consumirà tant però cal conèixer aquest màxim per saber la quantitat màxima que podem gastar, ja que ha d'estar disponible en operacions com ara la posta en marxa, on hi ha uns requeriments superiors en molts punts de procés. Per exemple, en la posta en marxa s'ha d'escalfar el circuit de vapor o oli tèrmic a partir de la temperatura d'arribada de l'aigua o l'oli i per tant, hi haurà un gasto de gas natural superior a quan s'entri en règim on la temperatura amb què arribaran per escalfar serà superior.

1.3.1.1 Aigua de xarxa:

L'aigua necessària a planta prové de la xarxa general de distribució, competència d'una empresa externa de subministrament.

L'aigua de xarxa es divideix en:

- *Aigua potable*: aigua necessària per abastir zones com ara les oficines, menjadors, vestidors, lavabos,...Aquesta aigua prové de la xarxa general de distribució. En aquest xarxa, l'aigua és subministrada a temperatura ambient i 4 Kg/cm^2 de pressió.
- *Aigua contra incendis*: És l'aigua necessària per apagar un foc en un moment donat i que es guarda al dipòsit d'aigua contraincendis. El volum d'aquest dipòsit es calcula segons la càrrega de foc. (punt 5, Seguretat i Higiene)
- *Aigua de procés* : Com a aigua de procés s'entén l'aigua que s'introdueix al procés i que passa a formar part del fluid de procés i per tant, no és aigua provinent d'un circuit tancat.
- *Aigua de refrigeració*: L'aigua de refrigeració és l'aigua utilitzada per a bescanviar calor en tot un seguit d'equips. Aquesta aigua però circula per un circuit tancat. Així doncs, només caldrà anar reposant l'aigua que es perd per evaporació en les torres de refrigeració i l'aigua extreta per purga.

Per tant, les necessitats d'aigua a la nostra planta seran:

Aigua potable	Xarxa de distribució		---[1)]
Aigua contraincendis	Dipòsit d'aigua contraincendis		320
Aigua de procés	CA-301	Absorbent	6,750 m^3/h
	CA-201	Absorbent	10,820 m^3/h
	CF-402	Rentat	13,440 m^3/h
	TP-401/402	Rebaixar la concentració de nítric	1,755 m^3/h
NECESSITATS AIGUA DE PROCÉS TOTALS: (circuit obert)			**32,765 m^3/h**
Aigua de refrigeració	E-306/7/8/9	Condensadors torres destil·lació	554,6 m^3/h
	E-301/2/3/4	Extreure calor reacció a R-201/2	205,5 m^3/h
	E-305	Refredar gasos abans CA-301	2,784 m^3/h
	E-310	Refredar gasos abans CA-201	51,38 m^3/h
	E-202/3/4	Refredar gasos abans CA-201	8,293 m^3/h
	E-502	Zona evaporació aigua i nítric	19,67 m^3/h
	C-501	Zona evaporació aigua i nítric	4,916 m^3/h
	C-502	Zona evaporació aigua i nítric	3,441 m^3/h
	C-503	Zona evaporació aigua i nítric	31,46 m^3/h
NECESSITATS AIGUA DE REFRIGERACIÓ TOTALS: (circuit tancat)			**882 m^3/h**

1) L'aigua potable és funció del consum.

1.3.1.2 Clavegueram:

A la planta es disposarà d'un col·lector d'aigües residuals on s'enviarà tota l'aigua, per ser enviada a continuació al col·lector de la zona industrial i ser introduïda així al circuit d'aigua pública que s'envia a la depuradora municipal corresponent..

1.3.1.3 Gas Natural:

Tots els equips presents a la planta que requereixen combustible, utilitzen gas natural. El gas natural ens serà subministrat per una empresa externa, a través d'una connexió a peu de parcel·la a mitja pressió (1,5 Kg/cm^2).

El gas natural s'utilitza a la planta en equips amb diferents finalitats i el consum de cada equip es mostra a continuació:

Gas Natural	CV-701	Caldera de vapor (consum màxim)	1298 m^3/h
	CV-702	Caldera de vapor (consum màxim)	1298 m^3/h
	CV-703	Caldera de vapor (consum màxim)	1298 m^3/h
	CO-701	Caldera d'oli tèrmic (consum màxim)	198 m^3/h
	CO-702	Caldera d'oli tèrmic (consum màxim)	198 m^3/h
	R-201	Cremador reactor combustió (consum màxim)	100 m^3/h
	H-401	Heater (escalfar aire assecador) (consum màxim)	6,6 m^3/h
NECESSITATS AIGUA DE REFRIGERACIÓ TOTALS: (circuit tancat)			**4396,6 m^3/h**

**Consum màxim de la planta*

Aquests equips mai treballaran de forma que es consumeixi tant de metà, ja que aquí s'ha calculat les necessitats de metà a partir del consum màxim de cada equip i treballant tots simultàniament.

Les calderes per exemple, donen 20000 Kg /h de vapor cadascuna i la necessitat total de la planta és de 50321 Kg/h. Per tant, els cremadors no hauran de treballar a tanta potència. El cremador del reactor de combustió, consumirà aquesta quantitat de metà a la posta en marxa, però un cop entri en règim, al haver-hi un bescanviador que preescalfa els gasos de l'entrada mitjançant els gasos calents de la sortida, i el poder autotèrmic de la reacció que s'hi dóna, el consum serà molt inferior.

1.3.1.4 Energia elèctrica:

L'energia elèctrica arribarà a planta des de l'exterior a través d'una línia de 20 kV (mitja tensió) a peu de parcel·la.

Serà necessària la instal·lació d'una estacions transformadora, per tal de transformar l'electricitat que arriba a planta de mitja tensió (20 KV) a baixa tensió (380 V) requerida pels equips i la il·luminació.

Un cop transformada l'energia elèctrica en baixa tensió, es disposarà de diverses caixes generals de protecció, una a cada línia de distribució als diferents edificis, per a la protecció de cada línia repartidora, mitjançant fusibles continguts al seu interior.

Les diverses línies enllacen les caixes de protecció amb les derivacions individuals, que alhora enllacen, els equips als comptadors.

Les derivacions als diferents equips estaran formades per cables de coure aïllats amb policlorur de vinil, compostos per 4 conductors (3 de fase + neutre) més 1 conductor de protecció (terra), ja que es tracta de subministrament trifàsic.

1.3.2 Requeriments i necessitats de serveis a projectar:

1.3.2.1 Aigua de refrigeració:

L'aigua de refrigeració necessària és la que es detalla a continuació. L'aigua com a servei de planta es requereix a 15ºC i per tant, s'haurà de refredar cada vegada fins aquesta temperatura per tal de poder ser reutilitzada.

Aigua de refrigeració	Equip	$T_{entrada}$ (ºC)	$T_{sortida}$ (ºC)	Cabal (m^3/h)
	E-306/7/8/9	15	50	554,6
	E-301/2/3/4	15	70	205,5
	E-305	15	40	2,784
	E-310	15	70	51,38
	E-202/3/4	15	95	8,293
	E-502	15	63	19,67
	C-501	15	85	4,916
	C-502	15	85	3,441
	C-503	15	75	31,46

Per tant, quan tota aquesta aigua retorni al col·lector d'aigua de refrigeració estarà a 58 ºC. Per tal de refredar-la s'han instal·lat 6 torres de refrigeració a l'àrea 700.
Les especificacions de les torres es podran veure al punt 2 de la memòria (Equips).

1.3.2.2 Vapor:

S'utilitza vapor a 100ºC per escalfar diferents corrents del procés. Els equips que utilitzen vapor per escalfar el fluid de procés són els següents:

- KR-305: Caldera de la columna de destil·lació CD-305
- KR-301/302/303/304: Calderes de les columnes de destil·lació zona 300
- MT-401: Camisa del melting tank.
- T-109/112: Camises dels tancs d'emmagatzematge de KA

La necessitat total de vapor a la planta és de 50321 Kg/h.

Per tant, com que a la planta no es genera vapor en cap punt que es pugui reutilitzar, s'haurà de regenerar amb calderes de vapor. La mescla de condensat que retorna cap a l'àrea de serveis té una temperatura de 100ºC ja que retorna en forma de líquid saturat. Per tant, l'energia requerida es calcula a partir del calor latent de l'aigua ja que només volem que canviï de fase per a poder ser reutilitzat.

El poder calorífic necessari calculat és de 31530 KW. Per tal de satisfer aquests requeriments, s'instal·laran 3 calderes de vapor (CV-701/703). Les calderes utilitzades seran de la casa Teyvi, el model HH 20000. El cremador utilitzat treballa amb gas natural. Les especificacions de les calderes de vapor es podran veure al punt 2 de la memòria (Equips).

**Foto caldera Teyvi HH 20000*

1.3.2.3 Oli tèrmic:

L'oli tèrmic es requereix per escalfar el fluid de procés en el bescanviador de calor E-501 previ a la zona d'evaporació. S'utilitza oli tèrmic ja que el fluid de procés s'ha d'escalfar fins a 190ºC abans d'entrar als diferents Kettles disposats en sèrie. Aquest bescanviador requereix 40000 Kg/h d'oli tèrmic a 250 ºC. L'oli tèrmic retorna a l'àrea de serveis a 100 ºC. L'energia requerida per reescalfar l'oli fins als 250ºC és de 4315 KW.

Per tant, s'instal·laran dues calderes (CO-701 i CO-702) d'oli tèrmic de la casa allfluid model AF-2000. Aquestes calderes tenen una potència tèrmica útil de 2325 KW cadascuna. Les especificacions de les calderes d'oli es podran veure al punt 2 de la memòria (Equips) juntament amb tots els altres equips.

**Caldera d'oli Allfluid AF-2000*

1.3.2.4 Etilenglicol:

Com a fluid refrigerant s'utilitza en alguns equips una solució d'etilenglicol al 20% en massa. La temperatura d'entrada als equips és de -15ºC. S'utilitza en els següents equips per refredar el fluid de procés:

- E-205/206/207: Bescanviadors zona tractament de gasos. Reduir la temperatura dels gasos fins a temperatura ambient.
- E-401/402/403: Bescanviadors de la zona de cristal·lització. Sobresaturar la solució d'entrada als cristal·litzadors.
- CR-401/402/403: Mitja canya dels cristal·litzadors.

El consum total d'etilenglicol és de 76251 Kg/h . Aquesta solució retorna a l'àrea de serveis a una temperatura de 40 ºC i per tant es requereix una energia frigorífica de 4315 KW per refredar de nou aquest corrent.

Per refredar tantes frigories es requereixen 8 equips en paral·lel. Els equips són de la casa PowerCiat i hem escollit el model LXH 3750. Aquests equips utilitzen com a refrigerant el R-407c i donen una potència frigorífica útil de 557,8 KW cadascun .

Les especificacions dels equips de fred es poden veure al punt 2 de la memòria (Equips) amb el nom de EF-701/708.

1.3.2.5 Aire comprimit:

Un altre servei requerit per la planta és aire comprimit. Requereixen d'aquest servei la columna d'stripping CS-301 i la columna d'absorció CA-201a més del sistema de control de la planta. S'instal·larà un compressor a l'àrea de serveis per aquesta finalitat

1.3.2.6 Aigua desionitzada:

L'aigua de procés es purificarà amb un equip desionitzador abans de ser utilitzada, igual que l'aigua de refrigeració abans de posar-se en circulació dins del circuit tancat. L'aigua de refrigeració s'haurà de purificar tota durant la posta en marxa, quan s'omple el circuit i a partir d'aquest moment, només caldrà purificar l'aigua que s'hi ha d'anar afegint. També s'haurà de comptar en purificar l'aigua del circuit de vapor.

Purificar l'aigua evitarà patir possibles problemes d'incrustacions, corrosió o compostos no desitjats en el procés

Contant que de les aigües de refrigeració s'evaporen 2,73 Kg/s d'aigua, es pot calcular l'aigua necessària durant la operació de la planta.
Es requereixen 32,765 m^3/h d'aigua de procés i 58 m^3/h del circuit de refrigeració que es perden per evaporació. Així doncs, el dia a dia de la operació de la planta requereix uns 91 m^3 d'aigua purificada.

L'aigua purificada s'emmagatzemarà en un tanc de 15 m^3 col·locat a l'àrea 700 (T-701) d'es d'on es distribuirà allà on calgui.

1.4 Constitució de la planta:

La planta es divideix en diferents edificis i zones. La distribució s'ha realitzat en funció dels punts que s'exposaran a continuació. Per tal d'observar la concordança entre el que s'explica a continuació i la implantació, es pot seguir l'explicació amb l'ajuda del diagrama d'implantació general on es presenta la implantació general de la planta.

1.4.1 Legislació:

Per tal de fer la implantació d'edificis, equips, instal·lacions, etc, s'ha hagut de seguir una sèrie de normatives per tal de complir-les, coma ara:

- Les normatives d'emmagatzematge on es marquen les distàncies mínimes entre diferents instal·lacions, entre diferents tancs d'emmagatzematge i les precaucions que cal prendre en la distribució dels diferents equips i tancs.

    - ITC MIE-APQ-001: '*Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles*'.
    - ITC MIE-APQ-002: '*Almacenamiento de líquidos corrosivos*'.

- La normativa urbanística del polígon industrial "Nylon 6,6", la qual s'exposa a continuació:

Edificabilitat	1m^2 sostre/m^2 terra
Ocupació màxima de la parcel·la	75%
Ocupació mínima de la parcel·la	30% de la superfície d'ocupació màxima
Alçada màxima	16 m i 3 plantes[1)]
Alçada mínima	4 m i 1 planta
Aparcaments	1 plaça / 150 m^2 construïts
Retranquejos	5 m a vials i veïns
Distància entre edificis	1/3 de l'edifici més alt o un mínim de 5 m

1) Aquesta alçada es podrà superar en casos on la producció ho requereixi. En el nostre cas, l'àrea 500 i l'àrea 400 superaran els 16 m per requeriments del procés.

1.4.2 Distribució de la planta:

Les diferents àrees existents a la planta s'han situat d'acord amb uns criteris bàsics, per tal de facilitar l'accés i trànsit, tant de matèries i productes, com de treballadors i transports diversos. Alguns dels criteris aplicats són els següents:

- Un sol accés de mercaderies, que consta de dues bàscules de pesada de camions, per tal de optimitzar el control d'entrades i sortides.

- Traçat perifèric del recorregut de mercaderies, amb el propòsit d'evitar el pas continu de camions o transports en general, per l'interior de la planta, que pugui alterar d'alguna forma l'activitat en aquesta.

- Implantació de dues rotondes a l'interior de la planta per tal de facilitar el gir de camions i l'accés d'aquests a les diferents àrees sense necessitat de realitzar maniobres.

- Centralització del procés de producció a l'interior de la planta, i amplies distàncies dels edificis als carrers principals, per tal de minimitzar tant l'impacte visual, com la possible contaminació acústica provinent de l'activitat normal de la planta. Facilitant, a més, el flux de matèria lligat al procés de producció.

- Situació lògica de les diferents àrees, d'acord amb la seqüència del procés de producció.

- Voreres i passos de vianants per a la seguretat de les persones a peu a l'interior de la planta.

- Carrers interiors de dos sentits d'amplada igual o superior a 8 metres, per tal de facilitar la circulació de carretes i de cotxes de bombers en cas d'accident o d'emergència.

- Edificis dotats de més d'una porta per més seguretat. Portes de 2 metres d'amplada en el cas de portes per a treballadors, i 4 metres per al pas de carretes.

1.4.2.1 Distàncies mínimes aplicades:

Per tal de fer la implantació s'ha seguit, a part de la legislació esmentada, les relacions de distàncies següents:

Separación típica entre unidades		**Metros**
Plantas químicas y petroleras	Zona residencial	Mín. 250-350
Entre unidades	A la unidad contigua, límite de propiedad o calles principales	15
Calderas		15
Chimeneas de purga		30
Plantas de tratamiento de efluentes		15
Áreas de carga	A las unidades de proceso	15
Almacenes		30
Oficinas		30
Centro médico		30
Garaje		30
Parque de bomberos		30
Talleres		30
Calles principales		12
Calles principales	A las fachadas de los edificios, excluidos los de cargaderos	9
Andenes y aceras		1.5
Ferrocarril		15
Tanque de almacenamiento	Tanque de almacenamiento	3
	Muro de contención	3
	Cubeto de protección	1.5
	Límite de la propiedad	3
Caseta de bombas	Reactor	12.2
Sala de control	Reactores, tanques	15.2-30.5
Bombas pequeñas (18 KW)	Paredes	1.2
Bombas grandes		1.5-2
Bombas al aire libre que manejan líquidos calientes (60°C)	Bombas que manejen líquidos volátiles (T_{eb} < 40°C)	7.5

	Desde unidades similares, m	Espacio libre horizontal, m	Espacio libre vertical, m
Bombas	0.8-1.5	2 m desde el motor 1.5 m a los lados	4
Compresores	Anchura media	3	4
Recipientes verticales	½ diámetro	1.5	
Recipientes horizontales	½diámetro	2	1.5
Intercambiadores de calor	1-1.5	1.5	1
Reactores, recipientes agitados	7.5	1.5	3 m + λ
Torres de destilación	5	1.5	
Molinos, centrífugas	5	3	2 m + λ
Filtros		1.5 m + λ	
Haz de tuberías principal		4.6	4.9
Haz de tuberías secundario		3	3.7
Otros haces de tuberías elevados		3	2.1

1.4.3 Àrees de la planta

La planta està constituïda per diverses àrees, les quals es detallen a continuació:

- **Oficines**. Les oficines es situen a un edifici de 891 m^2 distribuïts en dues plantes, a la zona Sud de la parcel·la. Aquestes consten de despatxos i zones de treball totalment equipades. També es troben a l'interior d'aquestes, lavabos independents de dones i homes, una zona de descans, cuina equipada i cantina. Forma també part de les oficines una àrea de 324,92 m^2 destinada al control del procés, dotada d'ordinadors i equipament. L'accés a la zona d'oficines es farà a través d'una porta independent a la de vehicles.

- **Aparcaments.** Existeixen dues zones destinades a l'aparcament de vehicles, una d'elles situada de forma contigua a les oficines amb 48 places d'aparcament de 9m^2 cadascuna, destinades als treballadors i visites. L'altra zona d'aparcaments consta de 17 places de 48m^2, per a l'estacionament de vehicles de transport de mercaderies.

- **Caseta Vigilància.** Espai situat a l'entrada/sortida de vehicles, per tal d'establir un control continu sobre les entrades i sortides tant de vehicles de transport de mercaderies com de vehicles particulars de treballadors i visites.

- **Vestuaris.** Equipats amb dutxes, serveis i guixetes, per a l'ús exclusiu dels treballadors. Edifici de 100 m^2 i una planta.

- **Àrea 100.** Parc de tancs/ Càrrega i descàrrega. Zona suficientment àmplia per a permetre maniobres de camions i l'estacionament d'aquests en cas de ser necessari.

- **Àrea 200. Tractament de gasos.** Edifici d'una planta i 382, 23 m^2. La xemeneia de purga de gasos (X-201), que forma part d'aquesta àrea, es troba fora de l'edifici i força allunyada d'aquest per tal d'acomplir les distàncies de seguretat.

- **Àrea 300. Reacció.** Edifici de dues plantes de 1129 m^2 , situat, de forma estratègica, proper a la zona d'emmagatzemament, tractament de gasos i cristal·lització, ja que el flux de matèria del procés es dóna en aquestes direccions. Les columnes de destil·lació d'aquesta àrea (CD-301/2/3/4) es troben situades fora de l'edifici degut a la seva gran alçada.

- **Àrea 400. Cristal·lització.** Edifici de tres plantes i 378,12 m^2 cadascuna. Aquest edifici supera el límit de 16 m d'alçada, però aquest fet està justificat per els requeriments del procés de producció, ja que la zona comprèn un 'tren de cristal·lització' i per a un aprofitament de la força de gravetat en el transport de sòlids i conseqüentment una optimització d'aquest procés, es requereix una certa alçada entre els equips.

- **Area 500. Evaporació.** Edifici de 1245 m^2 i cinc plantes. De la mateixa manera que en l'àrea de cristal·lització, l'edifici corresponent a la zona d'evaporació sobrepassa l'alçada màxima, també degut a les necessitats del procés, ja que es requereix una certa diferència d'alçades entre equips (KR) per les pèrdues de càrrega de disseny.

- **Àrea 600. Depuració.** Zona de 2418,9 m^2, destinada al tractament d'efluents originat a la planta. L'àrea es troba soterrada i situada a l'extrem Est de la parcel·la, acomplint amb la normativa vigent en quant a distància respecte dels carrers principals.

- **Àrea 700. Serveis.** Zona situada al nord de la parcel·la, que comprèn un total de 1496 m^2, distribuïts en 3 parts: sala de calderes, equips de fred i torres de refrigeració.

- **Àrea 800. Empaquetament.** Zona de 378,12 m2, destinada a l'empaquetament i emmagatzemament de producte acabat. Propera a les àrees de càrrega/descàrrega i cristal·lització.

1.5 Balanços:

A continuació es presentaran els balanços de matèria i energia, tant del fluid de procés com dels serveis utilitzats en cada equip. La numeració dels corrents s'ha fet de manera independent: el que és fluid de procés per una banda (1-136) i el que són serveis per un altre (1-66). En cada cas es remarcarà de quin balanç es tracta. Per a seguir el procés es recomana de llegir el balanç conjuntament amb el diagrama de procés, degut a la seva complexitat. .

1.5.1 Balanç de matèria fluid de procés **taula1*

1.5.2 Balanç de matèria serveis **taula 2*

1.5.3 Balanç d'energia fluid de procés **taula 3*

1.5.4 Balanç d'energia serveis **taula 4*

Taula 1

	1		2		3		4		5		6	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,39949331	4513	0,49582584	8913	0,26516276	41367	0,35606734	70360	0,38274089	78899	0,38274203	39450
HNO_3	0,59981535	6776	0,49971991	8983	0,46141153	71983	0,42802979	84580	0,41029956	84580	0,41029558	42290
AA					0,24686219	38512	0,19489576	38512	0,18682261	38512	0,1868208	19256
GA					0,01346101	2100	0,01062737	2100	0,01018715	2100	0,01018705	1050
SA					0,01009576	1575	0,00797052	1575	0,00764036	1575	0,00764514	788
Cu^{2+}	0,00063204	7,14	0,00363372	65,32	0,00243785	380,32	0,00192467	380,32	0,00184494	380,32	0,00184492	190,16
V^{5+}	5,9309E-05	0,67	0,00082054	14,75	0,00056889	88,75	0,00044913	88,75	0,00043053	88,75	0,00043052	44,375
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics							3,5425E-05	7	3,3957E-05	7	3,3957E-05	3,5
KA	0,39949331	4513	0,49582584	8913	0,26516276	41367	0,35606734	70360	0,38274089	78899	0,38274203	39450
TOTAL	1	11296,81	1	17976,07	1	156006,07	1	197603,07	1	206142,07	1	103072,035

	7		8		9		10		11		12	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,39949331	4513	0		0		0,45273231	180915	0,45273231	180915	0,44959666	180915
HNO_3	0,59981535	6776	0		0		0,31951642	127681	0,31951642	127681	0,31730344	127681
AA	0		0		0		0,20469862	81799	0,20469862	81799	0,20328086	81799
GA	0		0		0		0,01116097	4460	0,01116097	4460	0,01108366	4460
SA	0		0		0		0,00837072	3345	0,00837072	3345	0,00831275	3345
Cu^{2+}	0,00063204	7,14	0		0		0,00167414	669	0,00167414	669	0,00166255	669
V^{5+}	5,9309E-05	0,67	0		0		0,00039038	156	0,00039038	156	0,00038768	156
NO	0		0		0		0,00026026	104	0,00026026	104	0,00025845	104
N_2O	0		0		0		0,00055304	221	0,00055304	221	0,00054921	221
NO_2	0		0		0		0,00026026	104	0,00026026	104	0,00025845	104
CO_2	0		0		0		2,7527E-05	11	2,7527E-05	11	2,7336E-05	11
O_2	0		0		0		0		0		0	
N_2	0		0		0		0		0		0	
Orgànics	0		0		0		0,00035535	142	0,00035535	142	0,00035289	142
KA	0		1	5574	1	2787	0		0		0,00692605	2787
TOTAL	1	11296,81	1	5574	1	2787	1	399607	1	399607	1	402394

	13		14		15		16		17		18	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,39953928	41106			0,39953928	82212						
HNO_3	0,35057128	36068			0,35057128	72136						
AA	0,22459384	23107			0,22459384	46214						
GA	0,01224686	1260			0,01224686	2520						
SA	0,00918515	945			0,00918515	1890						
Cu^{2+}	0,00183703	189			0,00183703	378						
V^{5+}	0,00042767	44			0,00042767	88						
NO	0,00028673	29,5	0,22693807	524	0,00028673	59	0,22693807	1048	0,02623388	59	0,16130441	1108
N_2O	0,00060748	62,5	0,50021654	1155	0,00060748	125	0,50021654	2310	0,05558026	125	0,35449119	2435
NO_2	0,00028673	29,5	0,22693807	524	0,00028673	59	0,22693807	1048	0,02623388	59	0,16130441	1108
CO_2	2,9159E-05	3	0,04590732	106	2,9159E-05	6	0,04590732	212	0,00266785	6	0,03173679	218
O_2									0,2578924	580	0,08443733	580
N_2									0,63139173	1420	0,20672587	1420
Orgànics	0,00038879	40			0,00038879	80						
KA												
TOTAL	1	102883,5	1	2309	1	205767	1	4618	1	2249	1	6869

	19		20		21		22		23		24	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,57878063	82212	0,62224192	6317					0,58167966	88529	0,41011594	22132
HNO_3	0,24052499	34165	0,37775808	3835					0,24967894	38000	0,35207857	19000
AA	0,16266853	23106							0,15181794	23106	0,2140823	11553
GA	0,00887052	1260							0,00827883	1260	0,01167418	630
SA	0,00665289	945							0,00620912	945	0,00875564	472,5
Cu^{2+}	0,00133058	189							0,00124182	189	0,00175113	94,5
V^{5+}												
NO					0,16130441	1108	0,11906297	1108				
N_2O					0,35449119	2435	0,26165914	2435				
NO_2					0,16130441	1108	0,11906297	1108				
CO_2					0,03173679	218	0,02342575	218				
O_2					0,08443733	580	0,11605416	1080				
N_2					0,20672587	1420	0,36073501	3357				
Orgànics	0,00117186	166,455							0,00109369	166,455	0,00154224	83,2275
KA												
TOTAL	1	142043,455	1	10152	1	6869	1	9306	1	152195,455	1	53965,2275

	25		26		27		28		29		30	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,33999623	46362,8571	0,23524863	16226,6667	0,23524863	6490,66667	0,33999623	46362,8571	0,33999623	13908,8571	0,33999623	32454
HNO_3	0,66000377	90000	0,45667617	31500	0,45667617	12600	0,66000377	90000	0,66000377	27000	0,66000377	63000
AA			0,27915237	19255	0,27915237	7702						
GA			0,01522254	1050	0,01522254	420						
SA			0,0114169	787,5	0,0114169	315						
Cu^{2+}			0,00228338	157,5	0,00228338	63						
V^{5+}												
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics												
KA												
TOTAL	1	136362,857	1	68976,6667	1	27590,6667	1	136362,857	1	40908,8571	1	95454

	31		32		33		34		35		36	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,23524863	9736	0,23512365	38944	0,2351228	32454	0,23512193	6490			1	8539
HNO_3	0,45667617	18900	0,45643354	75600	0,45642252	63000	0,45647708	12600				
AA	0,27915237	11553	0,27900406	46212	0,27901181	38512	0,27895822	7700				
GA	0,01522254	630	0,01521445	2520	0,01521408	2100	0,0152159	420				
SA	0,0114169	472,5	0,01141084	1890	0,01141056	1575	0,01141193	315				
Cu^{2+}	0,00228338	94,5	0,00228217	378	0,00228211	315	0,00228239	63				
V^{5+}			0,0005313	88	0,00053612	74	0,00053256	14,7				
NO									0,00066456	4		
N_2O									0,40455225	2435		
NO_2									0,00016614	1		
CO_2									0,03621864	218		
O_2									0,00066456	4		
N_2									0,55773384	3357		
Orgànics												
KA												
TOTAL	1	41386	1	165632	1	138030	1	27602,7	1	6019	1	8539

	37		38		39		40		41		42	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,83344948	2392	0,83344948	1196	0,65875561	2200	0,65875561	4400	0,01757412	161		
HNO_3	0,16655052	478	0,16655052	239	0,33042583	1103,5	0,33042583	2207				
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}					0,00871055	29,09	0,00871055	58,18				
V^{5+}					0,00210802	7,04	0,00210802	14,08				
NO									0,01822905	167	0,00066456	4
N_2O									0,00013099	1,2	0,40455225	2435
NO_2									0,08197616	751	0,00016614	1
CO_2									0,04529974	415	0,03621864	218
O_2									0,16045933	1470	0,00066456	4
N_2									0,67633061	6196	0,55773384	3357
Orgànics												
KA												
TOTAL	1	2870	1	1435	1	3339,63	1	6679,26	1	9161,2	1	6019

	43		44		45		46		47		48	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,01757412	161	0,01737135	53	0,01737135	53	0,01737135	53	0,01737135	159		
HNO_3												
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}												
V^{5+}												
NO	0,01822905	167	0,01802688	55	0,01802688	55	0,01802688	55	0,01802688	165	4,7066E-05	0,4
N_2O	0,00013099	1,2	0								0,0001412	1,2
NO_2	0,08197616	751	0,08194035	250	0,08194035	250	0,08194035	250	0,08194035	750	4,7066E-06	0,04
CO_2	0,04529974	415	0,04523107	138	0,04523107	138	0,04523107	138	0,04523107	414	0,04883134	415
O_2	0,16045933	1470	0,16060308	490	0,16060308	490	0,16060308	490	0,16060308	1470	0,01859121	158
N_2	0,67633061	6196	0,67682727	2065	0,67682727	2065	0,67682727	2065	0,67682727	6195	0,93238448	7924
Orgànics												
KA												
TOTAL	1	9161,2	1	3051	1	3051	1	3051	1	9153	1	8498,64

	49		50		51		52		53		54	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,22932295	6490	0,22932295	3245	0,48031033	10079	0,48031033	10079	0,45810543	9223	0,45810543	18446
HNO_3	0,44521867	12600	0,44521867	6300	0,30022374	6300	0,30022374	6300	0,31292033	6300	0,31292033	12600
AA	0,29674178	8398	0,29674178	4199	0,2001015	4199	0,2001015	4199	0,20861355	4200	0,20861355	8400
GA	0,01484062	420	0,01484062	210	0,01000746	210	0,01000746	210	0,01043068	210	0,01043068	420
SA	0,01113047	315	0,01113047	157,5	0,00750559	157,5	0,00750559	157,5	0,00779817	157	0,00779817	314
Cu^{2+}	0,00222609	63	0,00222609	31,5	0,00150112	31,5	0,00150112	31,5	0,00158944	32	0,00158944	64
V^{5+}	0,00051942	14,7	0,00051942	7,35	0,00035026	7,35	0,00035026	7,35	0,00036507	7,35	0,00036507	14,7
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics									0,00017732	3,57	0,00017732	7,14
KA												
TOTAL	1	28300,7	1	14150,35	1	20984,35	1	20984,35	1	20132,92	1	40265,84

	55		56		57		58		59		60	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,98108449	11670	0,10001168	856	0,10194835	900	0,61492131	12660	0,61492131	12660	0,59484873	11640
HNO_3												
AA	0,01891551	225	0,89998832	7703	0,89805165	7928	0,38507869	7928	0,38507869	7928	0,40515127	7928
GA												
SA												
Cu^{2+}												
V^{5+}												
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics												
KA												
TOTAL	1	11895	1	8559	1	8828	1	20588	1	20588	1	19568

	61		62		63		64		65		66	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,67423058	29217	0,07834499	818	0,00492356	38	0,00490893	38	0,00490893	38	0,24038462	100
HNO_3	0,29076583	12600										
AA	0,01608443	697	0,00220285	23	0,99507644	7680	0,99509107	7703	0,99509107	7703		
GA	0,00969219	420										
SA	0,00726915	315									0,75961538	316
Cu^{2+}	0,00145383	63										
V^{5+}	0,00033923	14,7										
NO	0,00016477	7,14										
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2			0,19308495	2016								
N_2			0,72636721	7584								
Orgànics			0									
KA			0									
TOTAL	1	43333,84	1	10441	1	7718	1	7741	1	7741	1	416

	67		68		69		70		71		72	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,00461894	2	0,96226674	6389,18	0,67423058	29217	0,96240968	3399	0,67423058	29217	0,7212741	24741
HNO_3			0,03751665	249,1	0,29076583	12600	0,03737513	132	0,29076583	12600	0,2345358	8045
AA					0,01608443	697			0,01608443	697	0,02031963	697
GA	0,99538106	431			0,00969219	420			0,00969219	420	0,01224426	420
SA					0,00726915	315			0,00726915	315	0,00918319	315
Cu^{2+}					0,00145383	63			0,00145383	63	0,00183664	63
V^{5+}					0,00033923	14,7			0,00033923	14,7	0,00042855	14,7
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics			0,00021661	1,4382	0,00016477	7,14	0,00021519	0,76	0,00016477	7,14	0,00017783	6,1
KA												
TOTAL	1	433	1	6639,7182	1	43333,84	1	3531,76	1	43333,84	1	34301,8

	73		74		75		76		77		78	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,77869954	19693	0,82688516	13905	0,80600575	7435	0,30105829	656	0,49557569	4476	0,56008203	5047
HNO_3	0,16141022	4082	0,08313452	1398	0,03013713	278	0,00596609	13	0,50432245	4555	0,43978702	3963
AA	0,02756074	697	0,04144832	697	0,07555965	697	0,31987444	697				
GA	0,01660762	420	0,02497603	420	0,04553092	420	0,19275074	420				
SA	0,01245571	315	0,01873203	315	0,03414819	315	0,14456305	315				
Cu^{2+}	0,00249114	63	0,00374641	63	0,00682964	63	0,02891261	63				
V^{5+}	0,00058127	14,7	0,00087416	14,7	0,00159358	14,7	0,00674628	14,7				
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics	0,00019376	4,9	0,00020338	3,42	0,00019513	1,8	0,0001285	0,28	0,00010186	0,92	0,00013095	1,18
KA												
TOTAL	1	25289,6	1	16816,12	1	9224,5	1	2178,98	1	9031,92	1	9011,18

	79		80		81		82		83		84	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,68299095	5788	0,85188482	6451	0,96226674	6797	0,96226674	407,82	0,97708819	432	0,96210432	2990,18
HNO_3	0,31683323	2685	0,14790125	1120	0,03751665	265	0,03751665	15,9	0,02261778	10	0,03767747	117,1
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}												
V^{5+}												
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics	0,00017582	1,49	0,00021393	1,62	0,00021661	1,53	0,00021661	0,0918	0,00029403	0,13	0,00021821	0,6782
KA												
TOTAL	1	8474,49	1	7572,62	1	7063,53	1	423,8118	1	442,13	1	3107,9582

	85		86		87		88		89		90	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,96240968	3399	0,49557569	4476	0,56008203	5047	0,68299095	5788	0,85188482	6451	0,96226674	407,82
HNO_3	0,03737513	132	0,50432245	4555	0,43978702	3963	0,31683323	2685	0,14790125	1120	0,03751665	15,9
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}												
V^{5+}												
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics	0,00021519	0,76	0,00010186	0,92	0,00013095	1,18	0,00017582	1,49	0,00021393	1,62	0,00021661	0,0918
KA												
TOTAL	1	3531,76	1	9031,92	1	9011,18	1	8474,49	1	7572,62	1	423,8118

	91		92		93		94		95		96	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,97708819	432	0,96210432	2990,18	0,96240968	3399	0,96226674	6389,18	0,49557569	4476	0,3269962	172
HNO_3	0,02261778	10	0,03767747	117,1	0,03737513	132	0,03751665	249,1	0,50432245	4555	0,6730038	354
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}												
V^{5+}												
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics	0,00029403	0,13	0,00021821	0,6782	0,00021519	0,76	0,00021661	1,4382	0,00010186	0,92		
KA												
TOTAL	1	442,13	1	3107,9582	1	3531,76	1	6639,7182	1	9031,92	1	526

	97		98		99		100		101		102	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,33818182	279	0,33818182	279	0,56008203	5047	0,35785953	107	0,89329293	6668,18	0,68704247	10973,18
HNO_3	0,66181818	546	0,66181818	546	0,43978702	3963	0,64214047	192	0,1065144	795,1	0,31281113	4996,1
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}												
V^{5+}												
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics					0,00013095	1,18			0,00019267	1,4382	0,0001464	2,3382
KA												
TOTAL	1	825	1	825	1	9011,18	1	299	1	7464,7182	1	15971,6182

	103		104		105		106		107		108	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,56702356	4940	0,6446817	15913,18	0,68299095	5788	0,65447266	21701,18	0,85188482	6451	0,6911752	28152,18
HNO_3	0,43284329	3771	0,35517658	8767,1	0,31683323	2685	0,3453769	11452,1	0,14790125	1120	0,30866255	12572,1
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}												
V^{5+}												
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics	0,00013315	1,16	0,00014172	3,4982	0,00017582	1,49	0,00015044	4,9882	0,00021393	1,62	0,00016224	6,6082
KA												
TOTAL	1	8712,16	1	24683,7782	1	8474,49	1	33158,2682	1	7572,62	1	40730,8882

	109		110		111		112		113		114	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,96226674	407,82	0,69396691	28560	0,69697619	28992	0,69699738	28993	0,12898545	224		
HNO_3	0,03751665	15,9	0,30587029	12588	0,30285962	12598	0,30283434	12597	0,0016008	2,78		
AA									0,40135204	697	1	698
GA									0,24184772	420		
SA									0,18138579	315		
Cu^{2+}									0,03627716	63		
V^{5+}									0,00846467	14,7		
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics	0,00021661	0,0918	0,0001628	6,7	0,0001642	6,83	0,00016828	7	8,6374E-05	0,15		
KA												
TOTAL	1	423,8118	1	41154,7	1	41596,83	1	41597	1	1736,63	1	698

	115		116		117		118		119		120	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,96416083	3157	0,96416083	1578,5	0,95810325	10931	1	1020	0,50605979	4305	0,97708819	432
HNO_3	0,01149847	37,65	0,01149847	18,825	0,04189675	478			0,49383442	4201	0,02261778	10
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}	0,01985127	65	0,01985127	32,5								
V^{5+}	0,00448944	14,7	0,00448944	7,35								
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics									0,0001058	0,9	0,00029403	0,13
KA	0,96416083	3157	0,96416083	1578,5	0,95810325	10931	1	1020	0,50605979	4305	0,97708819	432
TOTAL	1	3274,35	1	1637,175	1	11409	1	1020	1	8506,9	1	442,13

	121		122		123		124		125		126	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	1	856	1	1712	0,34468519	132548	0,97434172	1578	0,97434172	1578	0,97434964	3157
HNO_3					0,65531481	252000	0,02324713	37,65	0,02324713	37,65	0,02323995	75,3
AA												
GA												
SA												
Cu^{2+}							0,00220431	3,57	0,00220431	3,57	0,00220363	7,14
V^{5+}							0,00020685	0,335	0,00020685	0,335	0,00020678	0,67
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics												
KA												
TOTAL	1	856	1	1712	1	384548	1	1619,555	1	1619,555	1	3240,11

	127		128		129		130		131		132	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
H_2O	0,34994626	135705	1	1020	1	1020	0,34175469	130836	0,33999623	129816	0,14383339	42350,39
HNO_3	0,6500336	252075,3					0,65824531	252000	0,66000377	252000	0,85611597	252075,3
AA											6,4529E-06	1,9
GA											1,4944E-05	4,4
SA											2,717E-06	0,8
Cu^{2+}	1,8412E-05	7,14									2,4249E-05	7,14
V^{5+}	1,7277E-06	0,67									2,2755E-06	0,67
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics												
KA												
TOTAL	1	387788,11	1	1020	1	1020	1	382836	1	381816	1	294440,6

	133		134		135		136					
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h				
H_2O	0,53684211	5,1	0,09698997	0,29								
HNO_3												
AA			0,63545151	1,9								
GA	0,46315789	4,4										
SA			0,26755853	0,8								
Cu^{2+}					1	7,14						
V^{5+}							1	0,67				
NO												
N_2O												
NO_2												
CO_2												
O_2												
N_2												
Orgànics												
KA												
TOTAL	1	9,5	1	2,99	1	7,14	1	0,67				

TAULA 2

	1		2		3		4		5		6	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua												
Aire												
Metà												
Oli tèrmic												
Etilenglicol												
Condensats							1	48512	1	194048	1	1809
Vapor	1	12128	1	48512	1	1809						
TOTAL	1	12128	1	48512	1	1809	1	48512	1	194048	1	1809

	7		8		9		10		11		12	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua												
Aire			1	7416,9	1	2000	1	2437	1	2979,9	1	3333,33
Metà	1	71,58										
Oli tèrmic												
Etilenglicol												
Condensats												
Vapor												
TOTAL	1	71,58	1	7416,9	1	2000	1	2437	1	2979,9	1	3333,33

	13		14		15		16		17		18	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua												
Aire												
Metà												
Oli tèrmic	1	40000	1	40000								
Etilenglicol					1	16340	1	59911	1	6121	1	10320
Condensats												
Vapor												
TOTAL	1	40000	1	40000	1	16340	1	59911	1	6121	1	10320

	19		20		21		22		23		24	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua												
Aire												
Metà												
Oli tèrmic												
Etilenglicol	1	3440	1	16340	1	6121	1	22461	1	15851	1	5884
Condensats												
Vapor												
TOTAL	1	3440	1	16340	1	6121	1	22461	1	15851	1	5884

	25		26		27		28		29		30	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua							1	52250	1	1785	1	791194
Aire												
Metà												
Oli tèrmic												
Etilenglicol	1	65931	1	10320	1	3440						
Condensats												
Vapor												
TOTAL	1	65931	1	10320	1	3440	1	52250	1	1785	1	791194

	31		32		33		34		35		36	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua	1	141022,25	1	227105	1	52243,75	1	6865	1	2832	1	2811
Aire												
Metà												
Oli tèrmic												
Etilenglicol												
Condensats												
Vapor												
TOTAL	1	141022,25	1	227105	1	52243,75	1	6865	1	2832	1	2811

	37		38		39		40		41		42	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua	1	85168	1	6834	1	6834	1	11000	1	32000	1	3500
Aire												
Metà												
Oli tèrmic												
Etilenglicol												
Condensats												
Vapor												
TOTAL	1	85168	1	6834	1	6834	1	11000	1	32000	1	3500

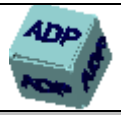
	43		44		45		46		47		48	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua	1	20000	1	5000	1	141022	1	2832	1	52243,75	1	52250
Aire												
Metà												
Oli tèrmic												
Etilenglicol												
Condensats												
Vapor												
TOTAL	1	20000	1	5000	1	141022	1	2832	1	52243,75	1	52250

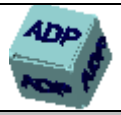
	49		50		51		52		53		54	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua	1	2811	1	32000	1	3500	1	20000	1	5000		
Aire												
Metà											1	4,75
Oli tèrmic												
Etilenglicol												
Condensats												
Vapor												
TOTAL	1	2811	1	32000	1	3500	1	20000	1	5000	1	4,75

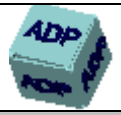
	55		56		57		58		59		60	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua	1	9697	1	930397								
Aire												
Metà												
Oli tèrmic					1	5884	1	15851				
Etilenglicol									1	76251		
Condensats												
Vapor											1	50321
TOTAL	1	9697	1	930397	1	5884	1	15851	1	76251	1	50321

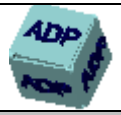
	61		62		63		64		65		66	
	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h	$\chi_{MÀSSICA}$	Kg/h
Aigua									1	897078	1	2000
Aire	1	14083,57										
Metà			1	75,95								
Oli tèrmic												
Etilenglicol							1	76251				
Condensats					1	244369						
Vapor												
TOTAL	1	14083,57	1	75,95	1	244369	1	76251	1	897078	1	2000

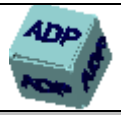
TAULA 3

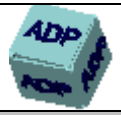
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	4513	8913	41367	70360	78899	39450	4513			180915
HNO_3	6776	8983	71983	84580	84580	42290	6776			127681
AA			38512	38512	38512	19256				81799
GA			2100	2100	2100	1050				4460
SA			1575	1575	1575	788				3345
Cu^{2+}	7,14	65,32	380,32	380,32	380,32	190,16	7,14			669
V^{5+}	0,67	14,75	88,75	88,75	88,75	44,375	0,67			156
NO										104
N_2O										221
NO_2										104
CO_2										11
O_2										
N_2										
Orgànics				7	7	3,5				142
KA								5574	2787	
TOTAL	11296,81	17976,07	156006,07	197603,07	206142,07	103072,035	11296,81	5574	2787	399607
Temperatura (ºC)	**18**	**28,21**	**72,67**	**69,45**	**68,52**	**68,52**	**20**	**30**	**30**	**80**
Cp (KJ/KgºC)	3,161	3,501	2,893	3,057	3,103	3,103	3,123	2,127	2,127	3,211
H (KJ/Kg)	-8072	-10640	-7398	-8319	-8625	-8625	-8075	-3503	-3503	-9444
Q_L (m^3/h)	9,209	16,01	135,7	174,8	183,5	91,76	9,209	5,884	2,942	368,4
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

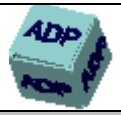
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	180915	180915	41106		82212				82212	6317
HNO_3	127681	127681	36068		72136				34165	3835
AA	81799	81799	23107		46214				23106	
GA	4460	4460	1260		2520				1260	
SA	3345	3345	945		1890				945	
Cu^{2+}	669	669	189		378				189	
V^{5+}	156	156	44		88				44	
NO	104	104	29,5	524	59	1048	59	1108		
N_2O	221	221	62,5	1155	125	2310	125	2435		
NO_2	104	104	29,5	524	59	1048	59	1108		
CO_2	11	11	3	106	6	212	6	218		
O_2							580	580		
N_2							1420	1420		
Orgànics	142	142	40		80				166,455	
KA		2787								
TOTAL	399607	402394	102883,5	2309	205767	4618	2249	6869	142087,455	10152
Temperatura (ºC)	**80**	**69,81**	**80**	**80**	**80**	**80**	**80**	**79,86**	**80**	**9**
Cp (KJ/KgºC)	3,198	3,192	3,115	0,9305	3,115	0,9305	1,006	0,9541	3,435	3,477
H (KJ/Kg)	-9476	-9435	-8846	1417	-8846	1417	220,9	1026	-10890	-10980
Q_L (m^3/h)	364,6	367,6	93,63	1666	187,26	3333	2166	5496	135	8,864
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

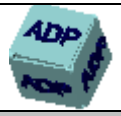
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O			88529	22132	17708,5714	16226,6667	6490,66667	17708,5714	5312,57143	12396
HNO_3			38000	19000	142,857143	31500	12600	142,857143	42,8571429	100
AA			23106	11553		19255	7702			
GA			1260	630		1050	420			
SA			945	472,5		787,5	315			
Cu^{2+}			189	94,5		157,5	63			
V^{5+}			44	22		36,6666667	14,6666667			
NO	1108	1108								
N_2O	2435	2435								
NO_2	1108	1108								
CO_2	218	218								
O_2	580	1080								
N_2	1420	3357								
Orgànics			166,455	83,2275	118,896429			118,896429	35,6689286	83,2275
KA										
TOTAL	6869	9306	152239,455	53987,2275	17970,325	69013,3333	27605,3333	17970,325	5391,0975	12579,2275
Temperatura (ºC)	**27**	**25**	**75,11**	**75,11**	**53**	**75**	**83**	**53**	**51,59**	**51,59**
Cp (KJ/KgºC)	0,9265	0,9424	3,44	3,44	1,945	1,585	1,461	4,196	4,195	4,195
H (KJ/Kg)	976,4	719,1	-10890	-10890	-13260	-6162	-1722	-15540	-15540	-15540
Q_L (m^3/h)	4673	6702	143,7	35,925	190700	57,51	180600	18,15	5,445	12,71
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	0,136	1	0,136	1	1

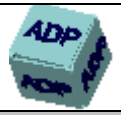
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	9736	38944	32454	6490		8539	2392	1196	2200	4400
HNO_3	18900	75600	63000	12600			478	239	1103,5	2207
AA	11553	46212	38512	7700						
GA	630	2520	2100	420						
SA	472,5	1890	1575	315						
Cu^{2+}	94,5	378	315	63					29,09	58,18
V^{5+}	22	88	74	14,7					7,04	14,08
NO					4					
N_2O					2435					
NO_2					1					
CO_2					218					
O_2					4					
N_2					3357					
Orgànics										
KA										
TOTAL	41408	165632	138030	27602,7	6019	8539	2870	1435	3339,63	6679,26
Temperatura (ºC)	**80**	**90**	**80**	**80**	**97**	**53**	**80**	**80**	**41,02**	**41,02**
Cp (KJ/KgºC)	2,761	2,761	2,823	2,823	1,006	4,218	3,92	3,92	3,632	3,632
H (KJ/Kg)	-7070	-7070	-6970	-6970	498,9	-15700	-13450	-13450	-11440	-11440
Q_L (m^3/h)	34,5	138	119,7	29,925	5479	8,661	2,842	1,421	3,007	6,014
Pressió (atm)	0,136	1	1	1	1	1	1	1	1	1

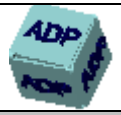
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	161		161	53	53	53	159		6490	3245
HNO_3									12600	6300
AA									8398	4199
GA									420	210
SA									315	157,5
Cu^{2+}									63	31,5
V^{5+}									14,7	7,35
NO	167	4	167	55	55	55	165	0,4		
N_2O	1,2	2435	1,2					1,2		
NO_2	751	1	751	250	250	250	750	0,04		
CO_2	415	218	415	138	138	138	414	415		
O_2	1470	4	1470	490	490	490	1470	158		
N_2	6196	3357	6196	2065	2065	2065	6195	7924		
Orgànics										
KA										
TOTAL	9161,2	6019	9161,2	3051	3051	3051	9153	8498,64	28300,7	14150,35
Temperatura (ºC)	1200	660	620	620	324	27	27	70	80	80
Cp (KJ/KgºC)	1,213	1,186	1,133	1,133	1,069	0,9935	0,9935	1,04	2,807	2,807
H (KJ/Kg)	1021	1123	339,4	339,4	13,07	-293,3	-293,3	-390,1	-6959	-6959
Q_L (m^3/h)	36080	13810	21870	7290	4885	2455	7365	8371	24,58	12,29
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

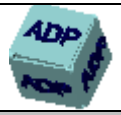
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	10079	10079	9223	18446	11670	856	900	12660	12660	11640
HNO_3	6300	6300	6300	12600						
AA	4199	4199	4200	8400	225	7703	7928	7928	7928	7928
GA	210	210	210	420						
SA	157,5	157,5	157	314						
Cu^{2+}	31,5	31,5	32	64						
V^{5+}	7,35	7,35	7,35	14,7						
NO										
N_2O										
NO_2										
CO_2										
O_2										
N_2										
Orgànics			3,57	7,14						
KA										
TOTAL	20984,35	20984,35	20132,92	40265,84	11895	8559	8828	20588	20588	19568
Temperatura (ºC)	**80**	**80**	**25**	**25**	**20**			**80**	**40**	**25**
Cp (KJ/KgºC)	3,26	3,26	3,153	3,153	4,163			3,561	3,54	3,477
H (KJ/Kg)	-9773	-9773	-9701	-9701	-15660			-10640	-10790	-10580
Q_L (m^3/h)	19,49	19,49	17,64	35,28	11,74			19,14	18,42	17,17
Pressió (atm)	1	1	0,16	0,16	1	1	1	1	1	0,16

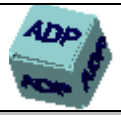
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	29217	818	38	38	38	100	2	6389,18	29217	3399
HNO_3	12600							249,1	12600	132
AA	697	23	7680	7703	7703				697	
GA	420						431		420	
SA	315					316			315	
Cu^{2+}	63								63	
V^{5+}	14,7								14,7	
NO	7,14									
N_2O										
NO_2										
CO_2										
O_2		2016								
N_2		7584								
Orgànics									7,14	0,76
KA										
TOTAL	43333,84	10441	7718	7741	7741	416	433		43333,84	3531,76
Temperatura (ºC)	**35**					**207**		**79,88**	**79**	**79,71**
Cp (KJ/KgºC)	3,634					1,602		2,08	3,646	1,924
H (KJ/Kg)	-11720					-8244		-12980	-11560	-12550
Q_L (m^3/h)	39,49					4,927		22,12	41,07	11930
Pressió (atm)	1					0,0667		0,47	15	0,47

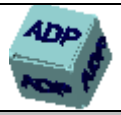
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	29217	24741	19693	13905	7435	656	4476	5047	5788	6451
HNO_3	12600	8045	4082	1398	278	13	4555	3963	2685	1120
AA	697	697	697	697	697	697				
GA	420	420	420	420	420	420				
SA	315	315	315	315	315	315				
Cu^{2+}	63	63	63	63	63	63				
V^{5+}	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7				
NO										
N_2O										
NO_2										
CO_2										
O_2										
N_2										
Orgànics	7,14	6,1	4,9	3,42	1,8	0,28	0,92	1,18	1,49	1,62
KA										
TOTAL	43333,84	34301,8	25289,6	16816,12	9224,5	2178,98	9031,92	9011,18	8474,49	7572,62
Temperatura (ºC)	**190,5**	**114,6**	**107,2**	**97,7**	**90,24**	**83,6**	**114,6**	**107,2**	**97,7**	**90,24**
Cp (KJ/KgºC)	4,12	3,778	3,844	3,896	3,836	2,836	1,567	1,643	1,741	1,89
H (KJ/Kg)	-11140	-12080	-12910	-13710	-13810	-9631	-7585	-8316	-9072	-11600
Q_L (m^3/h)	46,8	34,19	25,45	17,04	9,312	1,977	5103	7107	10930	15630
Pressió (atm)	15	2	1,5	1	0,7	0,45	2	1,5	1	0,7

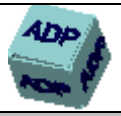
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	6797	407,82	432	2990,18	3399	4476	5047	5788	6451	407,82
HNO_3	265	15,9	10	117,1	132	4555	3963	2685	1120	15,9
AA										
GA										
SA										
Cu^{2+}										
V^{5+}										
NO										
N_2O										
NO_2										
CO_2										
O_2										
N_2										
Orgànics	1,53	0,0918	0,13	0,6782	0,76	0,92	1,18	1,49	1,62	0,0918
KA										
TOTAL	7063,53	423,8118	442,13	3107,9582	3531,76	9031,92	9011,18	8474,49	7572,62	423,8118
Temperatura (ºC)	**83,6**	**83,6**	**80,2**	**79,71**	**77,45**	**111,4**	**103,4**	**93,2**	**86,14**	**79,88**
Cp (KJ/KgºC)	1,946	1,946	1,894	4,18	4,087	3,441	3,516	3,688	3,952	4,185
H (KJ/Kg)	-12850	-12850	-13010	-15480	-14760	-9008	-9860	-11470	-13660	-15520
Q_L (m^3/h)	23750	22353	2564	3,52	3,721	8,389	8,449	8,144	7,581	0,4409
Pressió (atm)	0,45	0,45	0,25	0,47	0,47	2	1,5	1	0,7	0,45

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	432	2990,18	3399	6389,18	4476	172	279	279	5047	107
HNO_3	10	117,1	132	249,1	4555	354	546	546	3963	192
AA										
GA										
SA										
Cu^{2+}										
V^{5+}										
NO										
N_2O										
NO_2										
CO_2										
O_2										
N_2										
Orgànics	0,13	0,6782	0,76	1,4382	0,92				1,18	
KA										
TOTAL	442,13	3107,9582	3531,76	6639,7182	9031,92	526	825	825	9011,18	299
Temperatura (ºC)	**66,14**	**79,7**	**77,94**	**78,54**	**91,13**	**91,13**	**91,34**	**89,33**	**91,71**	**91,71**
Cp (KJ/KgºC)	4,164	4,18	4,087	4,132	3,28	1,309	1,322	3,128	3,429	1,309
H (KJ/Kg)	-15350	-15480	-14760	-15110	-9008	-5721	-5845	-7057	-9860	-5721
Q_L (m^3/h)	0,4503	3,53	3,721	7,241	460,6	452,8	721,7	0,7104	277	452,8
Pressió (atm)	0,25		1	1	1	1	1	1	1	1

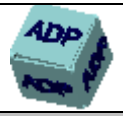
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	6668,18	10973,18	4940	15913,18	5788	21701,18	6451	28152,18	407,82	28560
HNO_3	795,1	4996,1	3771	8767,1	2685	11452,1	1120	12572,1	15,9	12588
AA										
GA										
SA										
Cu^{2+}										
V^{5+}										
NO										
N_2O										
NO_2										
CO_2										
O_2										
N_2										
Orgànics	1,4382	2,3382	1,16	3,4982	1,49	4,9882	1,62	6,6082	0,0918	6,7
KA										
TOTAL	7464,7182	15971,6182	8712,16	24683,7782	8474,49	33158,2682	7572,62	40730,8882	423,8118	41154,7
Temperatura (ºC)	78	78	91,71	78	93,2	78	93,2	78	79,88	78
Cp (KJ/KgºC)	4,02	3,678	3,501	3,608	3,688	3,624	3,688	3,685	4,185	3,69
H (KJ/Kg)	-14230	-11580	-9991	-11030	-11470	-11160	-11470	-11630	-15520	-11670
Q_L (m^3/h)	7,5	15,14	8,8082	23,1	8,144	31,13	8,144	38,65	0,4409	39,09
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1		0,45	1

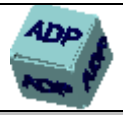
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	28992	28993	224		3157	1578,5	10931	1020	4305	432
HNO_3	12598	12597	2,78		37,65	18,825	478		4201	10
AA			697	698						
GA			420							
SA			315							
Cu^{2+}			63		65	32,5				
V^{5+}			14,7		14,7	7,35				
NO										
N_2O										
NO_2										
CO_2										
O_2										
N_2										
Orgànics	6,83	7	0,15						0,9	0,13
KA										
TOTAL	41596,83	41597	1736,63	698	3274,35	1637,175	11409	1020	8506,9	442,13
Temperatura (ºC)	78	60	80,2		25	25	12		91,13	66,13
Cp (KJ/KgºC)	3,695	3,689	2,478		4,175	4,175	4,091		3,402	4,164
H (KJ/Kg)	-11700	-11770	-8135		-15650	-15650	-15330		-9211	-15350
Q_L (m^3/h)	39,54	38,88	1,493		3,167	1,5835	11,08		7,743	0,4503
Pressió (atm)	1	1	0,25		1		1		1	1

	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	856	1712	52316	1578	1578	3157	55473	1020	1020	50604
HNO_3			400	37,65	37,65	75,3	475,3			400
AA							0			
GA							0			
SA							0			
Cu^{2+}				3,57	3,57	7,14	7,14			
V^{5+}				0,335	0,335	0,67	0,67			
NO										
N_2O										
NO_2										
CO_2										
O_2										
N_2										
Orgànics			332,91				332,91			332,91
KA										
TOTAL	856	1712	53048,91	1619,555	1619,555	3240,11	56289,02	1020	1020	51336,91
Temperatura (ºC)	30	30						25	30	48
Cp (KJ/KgºC)	4,202	4,202						4,202	4,224	4,198
H (KJ/Kg)	-15810	-15810						-15810	-15790	-15614
Q_L (m^3/h)	0,8498	1,6996						1,013	1,016	51,856
Pressió (atm)	1							1	1	

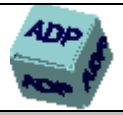
	**131**	**132**	**133**	**134**	**135**	**136**
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
H_2O	49584	42350,39	5,1	0,29		
HNO_3	400	475,3				
AA		1,9		1,9		
GA		4,4	4,4			
SA		0,8		0,8		
Cu^{2+}		7,14			7,14	
V^{5+}		0,67				0,67
NO						
N_2O						
NO_2						
CO_2						
O_2						
N_2						
Orgànics	332,91	332,91				
KA						
TOTAL	50316,91	43173,51	9,5	2,99	7,14	0,67
Temperatura (ºC)	**51,59**	**60**	**12**	**60**		
Cp (KJ/KgºC)	4,195	4,191	3,219	2,351		
H (KJ/Kg)	-15540	-15520	-11890	-7806		
Q_L (m^3/h)	50,84	44	8,59E-03	2,65E-03		
Pressió (atm)	1	1	1	1		

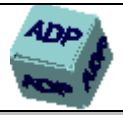
TAULA 4

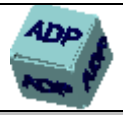
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
Aigua										
Aire								2255,4	2000	2437
Metà							71,58			
Oli tèrmic										
Etilenglicol										
Condensats				48512	194048	1809				
Vapor	12128	48512	1809							
TOTAL	**12128**	**48512**	**1809**	**48512**	**194048**	**1809**	**71,58**	**2255,4**	**2000**	**2437**
Temperatura (ºC)	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**20**	**15**	**20**	**20**
Cp (KJ/KgºC)	2,125	2,125	2,125	4,197	4,197	4,2	2,237	0,9904	0,9896	0,992
H (KJ/Kg)	-13240	-13240	-13240	-15500	-15500	-15500	-4681	-10,14	-4,95	-5,182
Q_L (m^3/h)	20290	81160	3075	12,66	50,64	1,908	100	6058	1662	2025
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

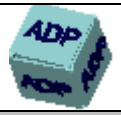
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
Aigua										
Aire	2979,9	4800								
Metà										
Oli tèrmic			40000	40000						
Etilenglicol					16340	59911	6121	10320	3440	16340
Condensats										
Vapor										
TOTAL	**2979,9**	**4800**	**40000**	**40000**	**16340**	**59911**	**6121**	**10320**	**3440**	**16340**
Temperatura (ºC)	**20**	**15**	**250**	**100**	**-15**	**-15**	**-15**	**-15**	**-15**	**35**
Cp (KJ/KgºC)	0,992	0,9904	2,75	2,42	3,831	3,831	3,831	3,831	3,831	3,94
H (KJ/Kg)	-5,182	-10,14			-14270	-14270	-14270	-14270	-14270	-14080
Q_L (m^3/h)	2476	3920	50,1882058	50,1882058	15,37	56,44	5,759	9,71	3,237	15,95
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
Aigua								52250	1785	791194
Aire										
Metà										
Oli tèrmic										
Etilenglicol	6121	22461	15851	5884	65931	10320	3440			
Condensats										
Vapor										
TOTAL	**6121**	**22461**	**15851**	**5884**	**65931**	**10320**	**3440**	**52250**	**1785**	**791194**
Temperatura (ºC)	**35**	**35**	**35**	**25**	**30**	**90**	**90**	**15**	**15**	**15**
Cp (KJ/KgºC)	3,94	3,94	3,94	3,884	3,906	3,944	3,944	4,188	4,188	4,188
H (KJ/Kg)	-14080	-14080	-14080	-14120	-14100	-13860	-13860	-15860	-15860	-15860
Q_L (m^3/h)	5,973	21,923	15,47	5,699	64,09	10,53	3,51	51,49	1,759	779,6
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
Aigua	141022,25	227105	52243,75	6865	2832	2811	85168	6834	6834	11000
Aire										
Metà										
Oli tèrmic										
Etilenglicol										
Condensats										
Vapor										
TOTAL	**141022,25**	**227105**	**52243,75**	**6865**	**2832**	**2811**	**85168**	**6834**	**6834**	**11000**
Temperatura (ºC)	**15**	**15**	**15**	**15**	**15**	**15**	**15**	**15**	**15**	**15**
Cp (KJ/KgºC)	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188
H (KJ/Kg)	-15860	-15860	-15860	-15860	-15860	-15860	-15860	-15860	-15860	-15860
Q_L (m^3/h)	139	223,8	51,48	6,765	2,791	2,77	83,93	6,734	6,734	10,84
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**	**49**	**50**
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
Aigua	32000	3500	20000	5000	141022	2832	52243,75	52250	2811	32000
Aire										
Metà										
Oli tèrmic										
Etilenglicol										
Condensats										
Vapor										
TOTAL	32000	3500	20000	5000	141022	2832	52243,75	52250	2811	32000
Temperatura (ºC)	**15**	**15**	**15**	**15**	**50**	**40**	**70**	**70**	**95**	**75**
Cp (KJ/KgºC)	4,188	4,188	4,188	4,188	4,221	4,227	4,2	4,2	4,188	4,196
H (KJ/Kg)	-15860	-15860	-15860	-15860	-15710	-15750	-15620	-15620	-15860	-15600
Q_L (m^3/h)	31,53	3,449	19,71	4,927	142,7	2,843	53,72	53,73	2,77	33,04
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**58**	**60**
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
Aigua	3500	20000	5000		9697	930397				
Aire										
Metà				4,375						
Oli tèrmic										
Etilenglicol							5884	15851	76251	
Condensats										
Vapor										50321
TOTAL	3500	20000	5000	4,375	9697	930397	5884	15851	76251	50321
Temperatura (ºC)	**83**	**63**	**60**	**20**	**15**	**15**	**-15**	**-15**	**-15**	**100**
Cp (KJ/KgºC)	4,192	4,207	4,21	2.237	4,188	4,188	3,831	3,831	3,831	2,125
H (KJ/Kg)	-15570	-15650	-15670	-4681	-15860	-15860	-14270	-14270	-14270	-13240
Q_L (m^3/h)	3,638	20,45	5,1	6,56	9,556	916,8	5,536	14,91	71,74	85530
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	**61**	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**
	Kg/h	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*	*Kg/h*
Aigua					897078	2000	10860
Aire	9600						
Metà		4,375					
Oli tèrmic							
Etilenglicol				76251			
Condensats			244369				
Vapor							
TOTAL	9600	4,375	244369	76251	897078	2000	10860
Temperatura (ºC)	**20**	**20**	**100**	**38,15**	**57,1**	**15**	**80**
Cp (KJ/KgºC)	0,9904	2,237	4,197	3,98	4,213	4,188	4,193
H (KJ/Kg)	-10,14	-4681	-15500	-14070	-15680	-15860	-15580
Q_L (m^3/h)	13900	112,5	52,548	74,59	912,9	1,971	11,26
Pressió (atm)	1	1	1	1	1	1	1