



DISSENY D'UNA UNITAT DE RECUPERACIÓ D'ETILÈ

TFGEQ_1730

Curs acadèmic 2016-2017

Noms:

Alejandro García Roza

Enric Serrano Celma

Tutor:

Ángel Gutiérrez de Lama

Índex

1	INTRODUCCIÓ	6
1.1	Organització	6
1.2	Situació actual	6
1.3	Abast del projecte	6
1.4	Agraïments	7
1.5	Estudi d'alternatives	7
1.5.1	Augment dels temps de residència	7
1.5.2	Desgasament per columna stripping	8
1.5.3	Unitat de desgasament	8
2	ETAPA PRELIMINAR	10
2.1	Descripció del projecte	10
2.2	Planificació	10
3	DISSENY BÀSIC	12
3.1	Especificacions de disseny i capacitat operativa	12
3.2	Normes i codis de disseny	12
3.3	Serveis disponibles	13
3.4	Localització	13
3.4.1	Medi físic i climatologia	13
3.4.2	Medi biològic	14
3.4.3	Medi humà	14
3.5	Mapa d'emplaçament	15
4	ENGINYERIA BÀSICA	16
5	ALTERNATIVES DE PROCÉS	26
5.1	Compressió amb una etapa	26

5.2	Compressió amb quatre etapes.....	26
5.3	Vàlvula de expansió.....	26
5.4	Compressió amb tres etapes.....	26
6	DISSENY I SIMULACIÓ	29
6.1	Balanç de matèria.....	29
6.2	Disseny bescanviadors.....	34
6.2.1	Mitjançant AspenOne.....	34
6.2.2	Mètode KERN.....	34
6.3	Disseny vàlvules de seguretat	37
6.3.1	PSV.....	37
6.4	Disseny de les vàlvules de control.....	39
6.5	Disseny mecànic dels tancs.....	40
6.5.1	Tanc V-101 i V-102	40
6.6	Disseny canonades	41
6.6.1	Material	41
6.6.2	Dimensionament.....	42
6.6.3	Aïllament.....	43
6.7	Estratègia de control	44
6.7.1	Bescanviadors.....	44
6.7.2	Compressió per etapes.....	45
7	LLISTATS I FULLS D'ESPECIFICACIONS	46
8	SEGURETAT.....	72
8.1	Zones ATEX.....	72
8.2	Índex DOW	72
8.2.1	Material Factor	72

8.2.2	Factor de risc general de procés	72
8.2.3	Factor especial de risc	73
8.2.4	Factor de risc	74
8.2.5	Factor de bonificació	75
8.2.6	Anàlisi del risc de la unitat	76
8.3	Hazops	77
8.3.1	Hazop de la unitat de recuperació	77
9	MEDI AMBIENT	85
9.1	Identificació d'impactes	85
9.1.1	Fase de construcció	85
9.1.2	Fase d'explotació	86
9.2	Caracterització dels impactes	87
9.2.1	Soroll	87
9.2.2	Pols i partícules emeses	88
9.2.3	Emissions de residus	88
9.2.4	Impacte visual	89
9.2.5	Llocs de feina	90
9.2.6	Consum energètic	91
9.3	Avaluació i valoració dels Impactes	91
9.4	Resultats	92
9.4.1	Mesures Correctives	92
9.4.2	Mesures genèriques	92
9.4.3	Mesures específiques	93
10	MANTENIMENT	94
10.1	Manteniment preventiu	94

10.1.1	Manteniment preventiu dels compressors	94
10.1.2	Manteniment preventiu dels bescanviadors	94
10.1.3	Manteniment preventiu dels recipients a pressió	95
10.1.4	Manteniment preventiu de vàlvules i canonades.....	95
10.2	Manteniment correctiu	95
10.3	Control de stock	96
11	MANUALS	97
11.1	Manual de posada en marxa.....	97
11.2	Manual de marxa normal	97
11.3	Manual de parada planificada	98
11.4	Manual de parada d'emergència	98
12	AVALUACIÓ ECONÒMICA.....	100
12.1	Estimació cost total de la planta.....	100
12.2	Càlcul dels ingressos i costos de la planta	101
12.3	Viabilitat econòmica	101
12.4	Anàlisi de sensibilitat.....	103
13	CONCLUSIONS.....	104
14	BIBLIOGRAFIA.....	105
15	NOMENCLATURA	106
A.1	MÈTODE Kern	112
A.2	Exemple disseny d'una PSV	121
A.3	Disseny mecànic d'un tanc	123
A.3.1	Disseny.....	123
A.4	Mètode de Conesa-Vítora (14)	127
A.4.2	Avaluació i Valoració d'Impactes	127
A.5	Annex de seguretat	135

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Organització

L'equip està constituït per dos membres, en la següent taula es mostren tant les responsabilitats individuals com la part en comú. El rol de responsable de projecte el desenvolupa el membre Alejandro Garcia Roza (blau) i el rol de responsable de procés l'Enric Serrano Celma (vermell).

Taula 1.1 Repartició de les responsabilitats.

Part comú	Responsable de projecte	Responsable de procés
Introducció	Disseny bàsic	Enginyeria bàsica
Etapa preliminar	Mètode <i>Kern</i>	Disseny
Alternatives de procés	Seguretat	Simulació
Bibliografia	Medi ambient	Llistats
Nomenclatura	Manteniment	Fulls d'especificacions
Conclusió	Manuais	
	Avaluació econòmica	

1.2 Situació actual

Actualment l'empresa TDE alimenta el seu extrusor de polietilè amb un cabal de 12000 kg/h, generant una corrent de eliminació de gas que conté aproximadament una quantitat de 15 kg/h.

Per tal de complir la normativa només 3 kg/h poden ser enviats a l'atmosfera, per tant es bloqueja el corrent de desgasament amb una vàlvula manual desoptimitzant la planta. El principal problema és que no es pot maximitzar la producció degut al desgasament del extrusor.

1.3 Abast del projecte

L'objectiu d'aquest projecte és augmentar la producció de la planta optimitzant el cabal del extrusor al no tenir que reduir el desgasament amb una vàlvula manual i per tant no desoptimitzar la planta i tractar aquest corrent perquè pugui ser reenviat a capçalera de planta.

El principal problema que pot tenir dita recuperació és el taponament de la canonada degut a les impureses que conté el corrent.

Es necessari un equip de compressió amb interetapes, per a impulsar el cabal al sistema de refrigeració amb aigua de torre per fer condensar les impureses i tot seguit separar les ceres generades durant el mateix procés. L'emplaçament del projecte correspondria a la parcel·la 41°0.6' 28.3''N 1° 11'38.2''E dels terrenys de l'empresa.

Per realitzar aquest projecte seria necessària una inversió inicial de 423.060€ amb un VAN de 625.124 €. La inversió es retornaria en el quart any, i el projecte tindria una vida útil inicial de 10 anys.

1.4 Agraïments

La realització del present Treball de Fi de Grau és fruit de les orientacions i suggeriments que s'han rebut per part del professor Ángel Gutiérrez de Lama, que ens ha conduït durant aquests mesos mostrant en cada moment una immillorable disposició.

Hem d'agrair també, a la Arantxa Garcia Roza, tutora de l'empresa on s'ha dut a terme el projecte per la predisposició, ajuda i amabilitat que ens a brindat durant les reunions.

1.5 Estudi d'alternatives

Actualment la planta de TDE divideix la seva producció en dos tipus de polietilè, un amb un melt index de 0.25 i un altre de 0.8. La planta produeix el primer tipus de polímer durant un 70% del temps d'operació, i la resta del temps el dedica l'altre producte. Així doncs, depenen d'aquests dos tipus producte obtenim un corrent de 11.5 ton/h, en el primer cas, o 12 ton/h que alimenta a l'extrusor principal. Aquest corrent conté alhora polietilè i etilè, el qual es troba diluït.

Després de l'extrusió d'aquest corrent, l'etilè es enviat juntament amb el polímer a les sitges de desgasament.

1.5.1 Augment dels temps de residència

Un augment del temps de residència afavoreix positivament a la conversió. Per tal d'augmentar aquest temps de residència s'ha d'allargar el tubs del reactor o bé, augmentar el nombre tubs, que ens proporcionaria el mateix resultat.

No obstant, tractant-se d'una conversió actual d'un 25% la longitud a afegir al reactor seria de quilometres, el que es tradueix en un numero de tubs molt elevat. També significaria augmenta la quantitat d'injeccions, bombes i tancs de peròxid. Aquesta alternativa, no obstant no disminuirà la quantitat d'etilè diluït i l'extrusor seguiria estant limitat.

1.5.2 Desgasament per columna stripping

L'equip ha estudiat la possibilitat de crea un corrent de desgasament amb una columna stripping, la qual separaria els gasos dissolts en el polietilè. No obstant, aquesta tecnologia necessitaria un compressor multi-etapa amb refrigeració intermèdia entre les etapes per augmentar la pressió de 1 barg a uns 30 barg per què la separació es dugués a terme en la columna. A més a més la columna resultant tindria aproximadament uns 80 plats el qual fa que el cost d'aquesta alternativa sigui molt elevat i pràcticament inviable si es compara amb les alternatives posteriors. Tot i això, aconseguiríem l'objectiu principal que es recuperar l'etilè i evitar les emissions de compostos orgànics volàtils.

1.5.3 Unitat de desgasament

L'objectiu d'aquest treball es poder recuperar aquest etilè del extrusor, mitjançant una corrent de desgasament que suposarà una recuperació de l'etilè que es troben diluïts en polietilè i no ha estat reciclat, juntament amb altres gasos que a certa temperatura condensaran formant ceres.

Aquest corrent es troba conformat per una compressor, un intercanviador i un separador ceres. A continuació es planteja les tres alternatives que l'equip a tingut en compte.

1.5.3.1 Valorització energètica de l'etilè

S'ha considerat la possibilitat de separar l'etilè i enviar-lo a la empresa veïna per tal de cremar-lo en la seva caldera i obtenir energia.

No obstant, no es considera una bona alternativa degut que la inversió necessària per dur a terme el procés de recuperació de l'etilè, del corrent de desgasament, és molt superior als beneficis que s'obtidrien. Tot i això, aquesta alternativa ens permet reduir les emissions de compostos volàtils a l'igual que l'anterior proposta.

1.5.3.2 Off-gas

Una altra alternativa a tenir en compte a sigut la incineració en la torxa d'aquest corrent de desgasament. Aquesta alternativa necessita una inversió menor per a maximitzar la producció però no genera cap benefici a la empresa recuperant etilè, a mes augmenta el nombre de partícules orgàniques volàtils emeses per la empresa.

1.5.3.3 Recirculació de l'etilè

Un cop separat el etilè s'envia a la zona de gas de baixa pressió per reconduir-lo cap al booster on es comprimirà en un compressor de dues etapes i tornarà al procés.

Aquesta alternativa ens permet un gran estalvi d'etilè fresc uns 130 ton/any el que es tradueix en un gran estalvi econòmic de aproximadament 67500 €/any (preu de l'etilè fresc 675€/ton). També es considera una bona inversió de cara el futur, ja que permetrà augmentar la capacitat de l'extrusor degut a la menor presència d'etilè en la sitja de desgasament.

Com es pot deduir, aquesta es l'alternativa seleccionada per dur a terme el projecte, ja que ens comporta un estalvi econòmic en quan a l'alimentació d'etilè, juntament amb la reducció d'emissions de COV's. També optimitza el cabal del extrusor al no reduir el corrent de desgasament i per tant no desoptimitza la planta. Per tant es conclou que la millor alternativa es la de dissenyar una unitat de desgasament per tal de recuperar l'etilè.

2 ETAPA PRELIMINAR

2.1 Descripció del projecte

L'equip GASER treballa per l'empresa TDE que li ha encarregat el projecte de disseny d'una unitat de recollida de etilè del extrusor per evitar que vagi a la atmosfera i per tant afavorir el màxim caudal de l'extrusor.

La situació de la unitat ve definida pel lloc d'emplaçament de l'empresa TDE, ja que es vol situar en la pròpia unitat 13 de la planta ja existent. Així doncs, es busquen les infraestructures que hi ha disponibles al actual terreny. S'ha visitat el terreny per tal de dibuixar-ne el plot plant.

Seguidament, es realitza un estudi de les alternatives i es simula el funcionament de la unitat de recollida de etilè per la alternativa òptima. Un cop simulat i optimitzat s'han pogut dibuixar el BFD i posteriorment el PFD i P&ID. També s'ha realitzat el balanç de matèria. Coneixent els balanç de matèria s'han pogut dissenyar les canonades, els equips (compressors, bescanviadors i decantadors) i les vàlvules de seguretat. Aquests es poden trobar al seu respectius llistats i fulls d'especificacions. A més a més, també s'han elaborat els llistats amb les diferents vàlvules i mesuradors necessàries al llarg del procés.

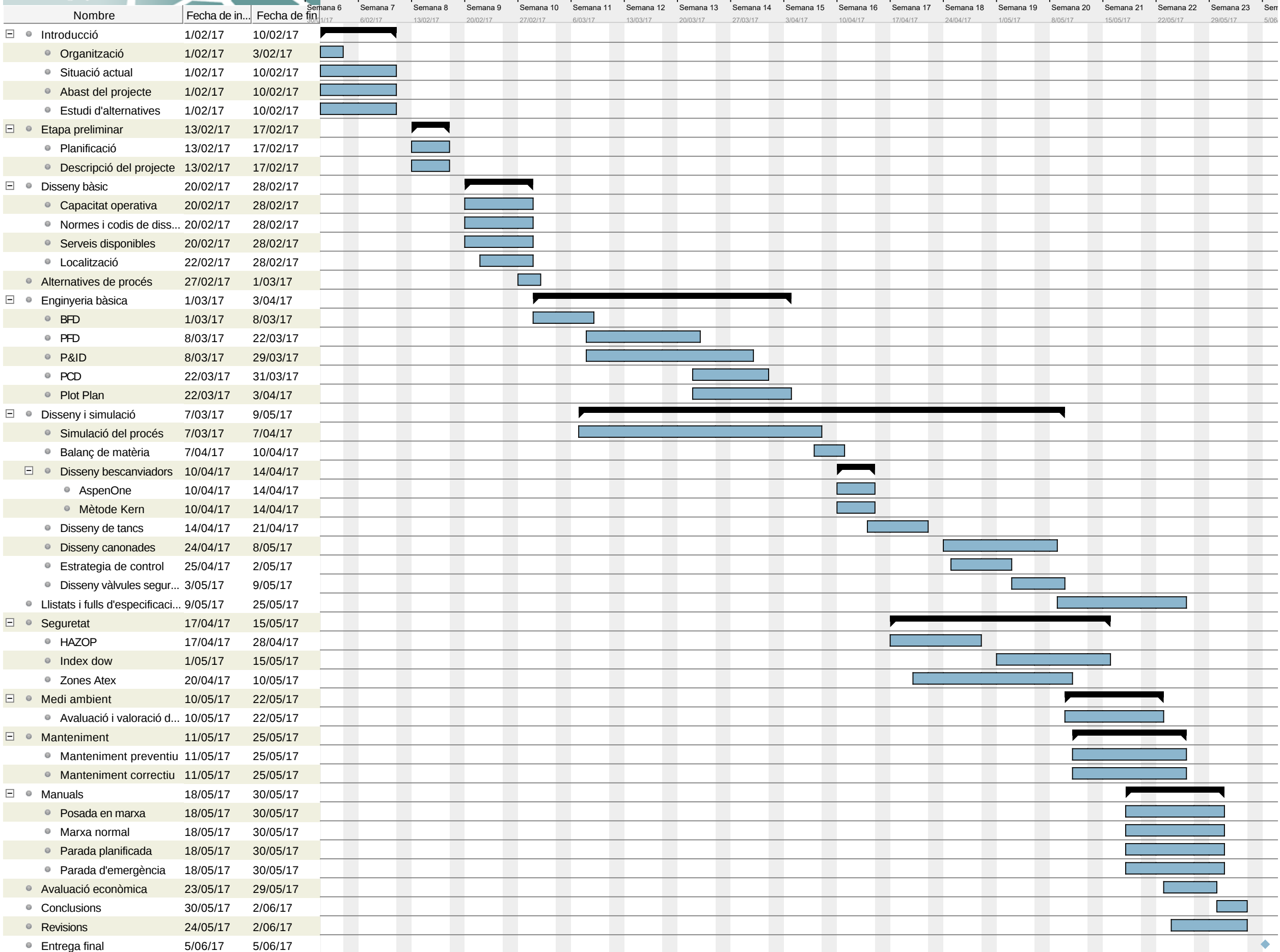
També s'han creat l'estratègia de control del procés i s'han representat als diagrames. Degut a la gran importància que suposa la seguretat de la planta s'ha realitzat Hazops de les diferents parts de la unitat. Com la corrent de procés té risc d'explosivitat s'ha calculat i dibuixat les zones ATEX.

S'ha realitzat un estudi del possible impacte ambiental que tindria la construcció de la planta, on també s'inclou l'impacte de obra civil. També s'elaboren els següents manuals: posada en marxa i parada.

Finalment es realitza l'avaluació econòmica que permetrà conèixer la viabilitat del projecte.

2.2 Planificació

A continuació es detalla l'organització temporal i l'estructuració que s'ha dut a terme per tal d'elaborar aquest document.



3 DISSENY BÀSIC

En aquest apartat es detallarà les especificacions de disseny del projecte i capacitat operativa.

3.1 Especificacions de disseny i capacitat operativa

Actualment l'alimentació de la unitat de recuperació es de 15 kg/h a 185°C i una pressió de 1.1 barg. La composició d'aquest corrent es troba a continuació en la Taula 3.1. Degut a la baixa quantitat del corrent, el Client requereix una puresa del 96%, ja que no suposarà un contaminant en la corrent principal de 4000 kg/h, a una pressió de superior de 15 barg per tal que pugui ser introduït al procés.

Taula 3.1. Composició de l'alimentació.

Substància	Formula química	Fracció màssica alimentació
Etilè	C ₂ H ₄	0.923
Monòxid de carboni	CO	0.02
Diòxid de carboni	CO ₂	0.011
Oxigen	O ₂	0.002
Nitrogen	N ₂	0.002
Acetona	C ₃ H ₆ O	0.0313
MTBE	C ₅ H ₁₂ O	0.0013
Tert-butil-alcohol	C ₄ H ₁₀ O	0.0283

La unitat es dissenyarà a 335 dies de funcionament ininterromput, que són 8040 hores de treball. Es considera 30 dies de parada de la planta per tasques de manteniment que s'aprofitarà per realitzar conjuntament el manteniment de la unitat de recuperació.

3.2 Normes i codis de disseny

Per tal de realitzar el present projecte s'han utilitzat les següent normatives:

- Ordenances municipals de l'Excm. Ajuntament de la Canonja.
- ASME's Boiler and Pressure Vessel Code VIII Div.3.
- Normatives API (520, 521, 526): disseny d'equips de seguretat.
- Llei 20/2009, de 4 de desembre de prevenció i control ambiental d'activitat
- Reial decret 1942/1993, de 5 de novembre, pel qual s'aprova el 'Reglamento de
- Instalaciones de Protección contra incendios' (RIPCI) i Ordre de 16 d'abril de 1998.

- Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica.
- Decret 176/2009, de 10 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica.
- Llei 31/1995, de 8 de novembre, sobre Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 486/1997 de 14 d'abril (B.O.E. de 23 d'abril de 1997) pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.
- Directiva 1999/92/CE, del Parlament Europeu i del consell, de 16 de Desembre de 1999 relativa a les disposicions mínimes per la millora de la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors exposats als riscos derivats d'atmosferes explosives.
- UNE-EN ISO 10628: 2001 Diagrama de flux de plantes de procés. Regles generals (ISO 10628: 1997).
- Real Decret 681/2003, de 12 de juny, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors exposats als riscos derivats d'atmosferes explosives en el lloc de treball.
- UNE-EN 1127-1:2012 Atmosferes explosives. Prevenció i protecció contra l'explosió. Part 1: Conceptes bàsics i metodologia.
- Dow's fire & Explosion Index Hazard Classification Guide. 7a edició.

A més a més, s'han tingut en compte les fitxes FISQ (Fitxes Internacionals de Seguretat Química) de cada un dels compostos tractats en aquest projectes.

3.3 Serveis disponibles

El present projecte és una ampliació de la planta ja existent. Per això, els serveis bàsics d'utilitats (aigua de refrigeració, electricitat i aire d'instrumentació) estan disponibles en la zona d'implantació.

3.4 Localització

L'empresa TDE, AIE es troba situada en polígon industrial entrevies, Carretera N-340, Km 1157,2 en La Canonja, Tarragona.

3.4.1 Medi físic i climatologia

La geografia del Camp de Tarragona forma part de la plana costanera de la depressió prelitoral catalana. El costat muntanyós interior correspon a la Serra Prelitoral Catalana. Els sòls que caracteritzen l'àrea d'estudi són de tipus marró càlcic. A la Vall

del Francolí es localitzen sòls d'al·luvions i a la costa es localitzen els sorrasòls en forma de dunes.

El tipus de clima és mediterrani temperat càlid, amb règim de pluges d'uns 500 mm anuals i una temperatura mitjana anual de 16°C aproximadament. Els vents predominants són típicament la tramuntana, el mestral i el migjorn. A més, degut a la proximitat al mar en determinades èpoques, el règim de marinada pot ser considerable. Al tractar-se d'una zona clarament industrialitzada, a l'atmosfera es detecta una contaminació de fons de certs contaminants, tot i que la mitjana d'aquests valors no sobrepassa en cap cas la legislació establerta al respecte.

3.4.2 Medi biològic

Segons la categoria d'Espais d'Interès Natural, la ubicació de la planta de producció de polietilè, no coincideix amb cap àrea assenyalada amb algun tipus de protecció jurídica.

Pel que fa a la vegetació potencial, major part del territori del Tarragonès, pertany al domini de les màquia litoral de garric i margalló (Quercus-Lentiscetum), típica dels sòls calcaris amb escasses precipitacions. Aquesta associació és avui dia poc abundant al Tarragonès i a tota la costa meridional catalana doncs ha estat molt destruïda pel foc i per l'acció de l'home. En algunes zones la degradació de la màquia duu a la formació de la garriga (o bosquina arbustiva).

Pel que fa a la fauna, l'àrea objecte d'aquest estudi ha acusat al llarg dels anys l'efecte de l'empremta antròpica desvirtuant la naturalitat dels ecosistemes. El progressiu deteriorament d'aquests ecosistemes ha comportat una recessió notòria de la fauna original i una pèrdua d'hàbitats faunístics en general.

3.4.3 Medi humà

En l'àrea estudiada s'assenta una població de 489.452 habitants, el que suposa aproximadament un 60% de la població de la província de Tarragona. El Camp de Tarragona disposa d'un dels complexes químics més importants d'Espanya. Sector el qual ha impulsat en gran part l'activitat urbana-industrial que s'ha anat concentrant en l'àrea, creant una situació social i econòmica molt diferent a la que presentava dècades anteriors. S'han generat més de 10.000 llocs de treball directes d'ocupació estable i qualificada i 30.000 llocs de treball induït. A la zona estudiada pren especial importància l'activitat industrial química i petroquímica derivada del petroli, i que es localitza principalment en dos polígons denominats Nord i Sud de Tarragona.

3.5 Mapa d'emplaçament

A continuació es ostra el mapa d'emplaçament de la planta TDE, AIE situada en polígon industrial entrevies de La Canonja.

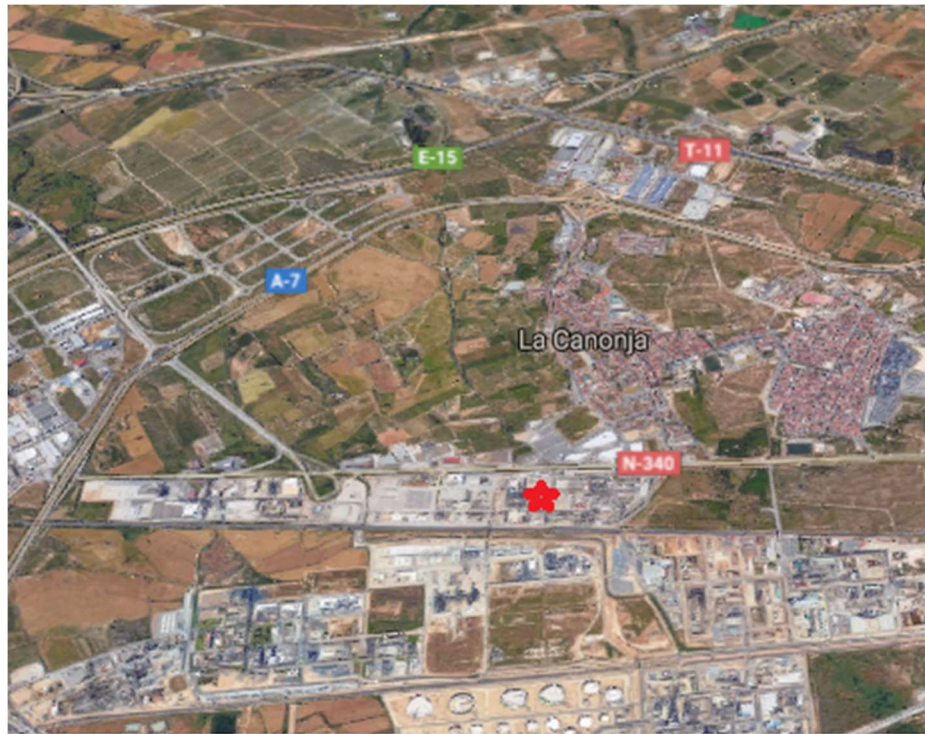


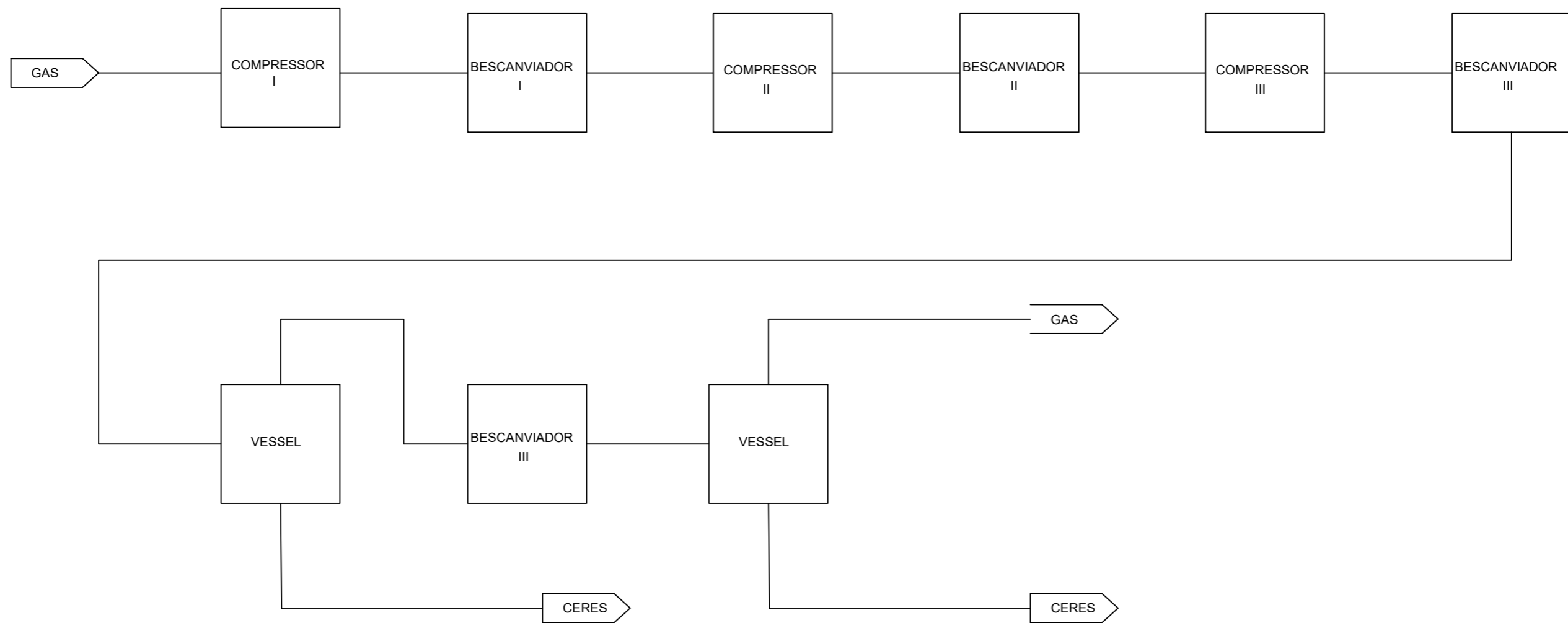
Figura 3.5.1. Mapa d'emplaçament de la planta.

4 ENGINYERIA BÀSICA

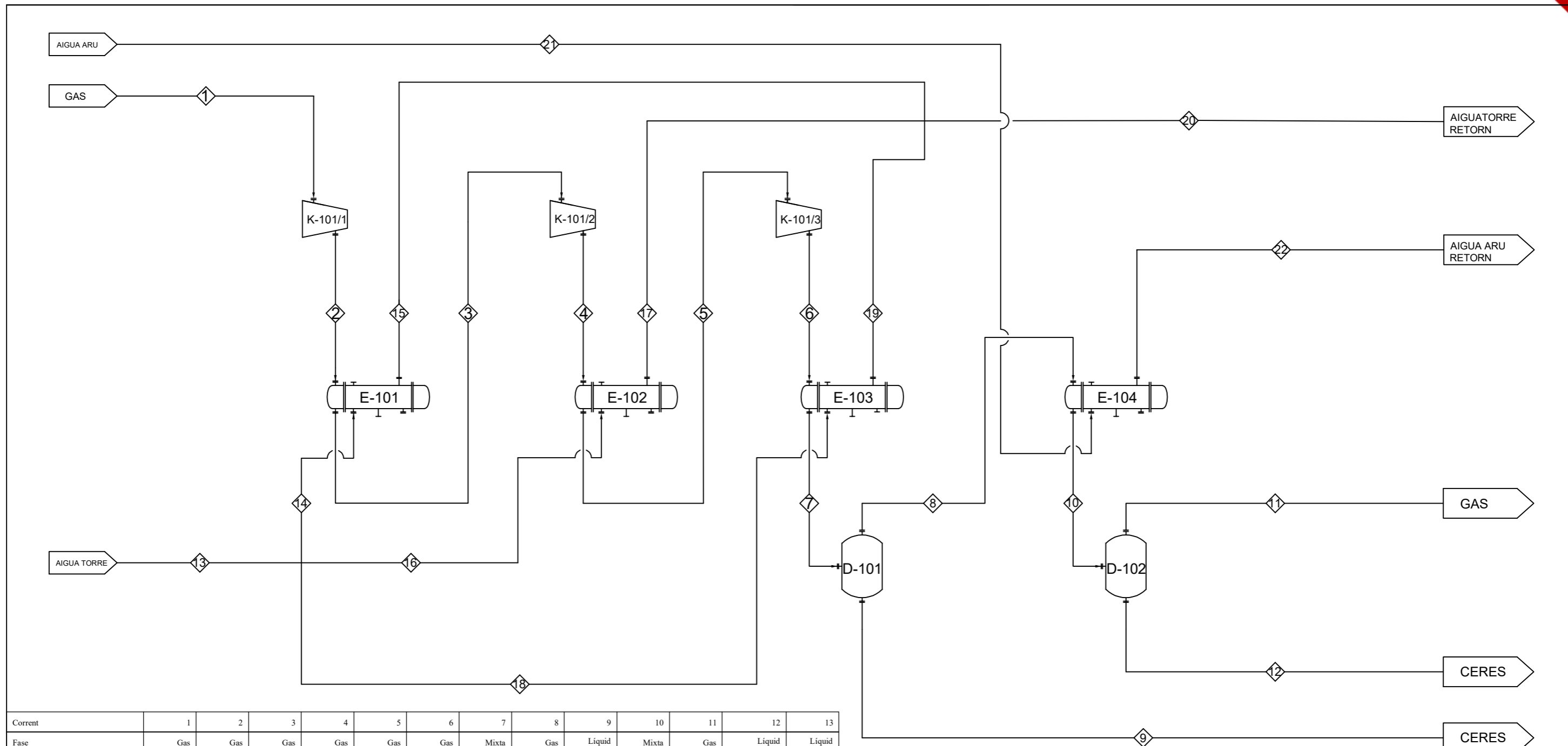
En aquest apartat es mostren els diagrames del disseny de la unitat de recuperació d'etilè.

L'ordre dels diagrames és el següent:

- BFD: *Block Flow Diagram*
- PFD: *Process Flow Diagram*
- P&ID: *Piping and Instrumentation Diagram*
- PCD: *Process Control Diagram*
- Plot Plant



	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<i>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</i>
<i>Dibuixat</i>	01-05-17	Enric Serrano	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<i>BFD</i>		<i>Nº 1</i>
			<i>Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè</i>



Corrent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fase	Gas	Gas	Gas	Gas	Gas	Gas	Mixta	Gas	Liquid	Mixta	Gas	Liquid	Liquid
Temperatura (°C)	185,0	260,7	40,0	108,6	40,0	109,7	40,0	40,0	40,0	15,0	15,0	15,0	20,0
Pressió (barg)	1,1	3,8	3,8	10,2	10,2	24,7	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	3,0
Flux màssic (kg/hr)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	14,82	0,18	14,82	14,39	0,43	155,00
Fraccions màssiques													
Etilè	0,923	0,923	0,923	0,923	0,923	0,923	0,923	0,934	0,032	0,934	0,960	0,052	0
Gasos	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,000	0,016	0,017	2,04E-04	0
Lleugers	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,050	0,967	0,050	0,023	0,948	0
Aigua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Corrent	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Fase	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid
Temperatura (°C)	20,0	39,8	20,0	37,2	20,0	39,6	39,3	8,0	9,7
Pressió (barg)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0
Flux màssic (kg/hr)	101,00	101,00	27,00	27,00	27,00	27,00	155,00	101,00	101,00
Fraccions màssiques									
Etilè	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lleugers	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aigua	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gasos		
Lleugers		
- Hidrogen	- Acetona	
- Oxigen	- MTBE	
- Nitrogen	- Tert-Butil-Alcohol	
- CO		
- CO2		







	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Dibuixat	01-02-17	Enric Serrano	
Comprovat			
S.normes			
Escala	PFD		Nº 3
			Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè

NOMENCLATURA

————— Línia de procés

P-001-XX"-XX → Material
 → Diàmetre de canonada
 → Numeració de la línia
 → Especificació de la línia:
 P: Fluid de procés
 A: Aigua de refrigeració

VÀLVULES

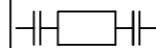
-  Comporta (GAV) - sense actuator
-  Globus (GLV) - actuator automàtic de control
-  Vàlvula purga (GAV) - sense actuator
-  Vàlvula venteig (GAV) - sense actuator
-  Check de papallona (CHV) - sense actuator
-  Rotatory ball (RBV) - Amb actuator automàtic On/Off

ELEMENTS DE SEGURETAT



Pressure Safety Valve (PSV)

MESURADORS



Mesurador de Coriolis



Mesurador de Conductivitat

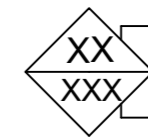
ELEMENTS DE SEGURETAT

F.C - Fail Close

F.L - Fail Last

F.O - Fail Open

INSTRUMENTACIÓ



AI: Entrada analògica
 DO: Sortida digital
 → Numeració instrumentació



Indicador de nivell



Transmissor de composició



Transmissor de flux



Transmissor de potència



Transmissor de pressió



Transmissor de temperatura



Transmissor de velocitat

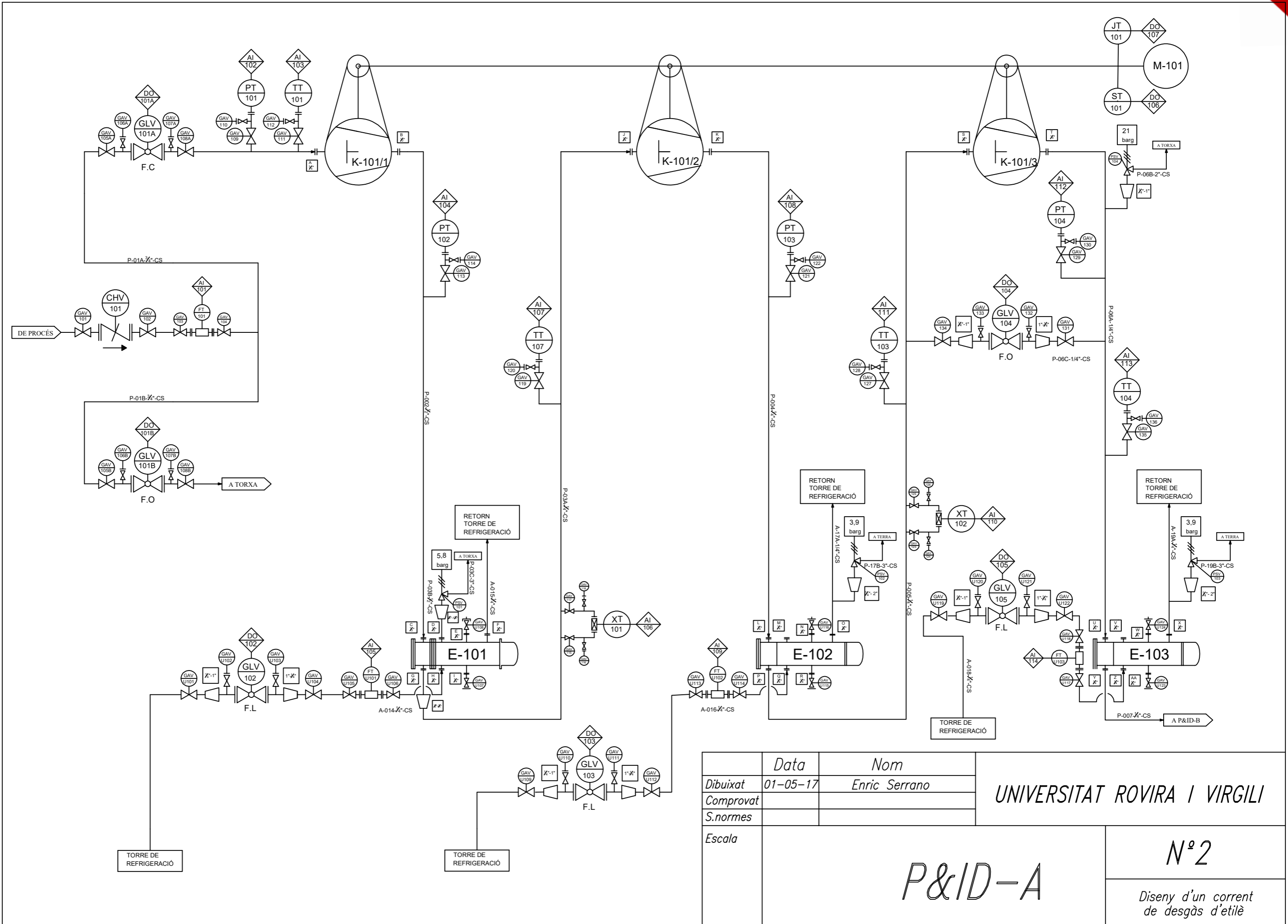
EQUIPS

X-XXX → Numeració de l'equip

↳ Tipus d'equip:

E: Bescanviador de calor
 K: Compressor
 M: Motor
 V: Recipient

	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Dibuixat	01-05-17	Enric Serrano	
Comprovat			
S.normes			
Escala	LLEGENDA P&ID'S/PCD'S		Nº 1
			Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè



	Data	Nom
Dibuixat	01-05-17	Enric Serrano
Comprovat		
S.normes		

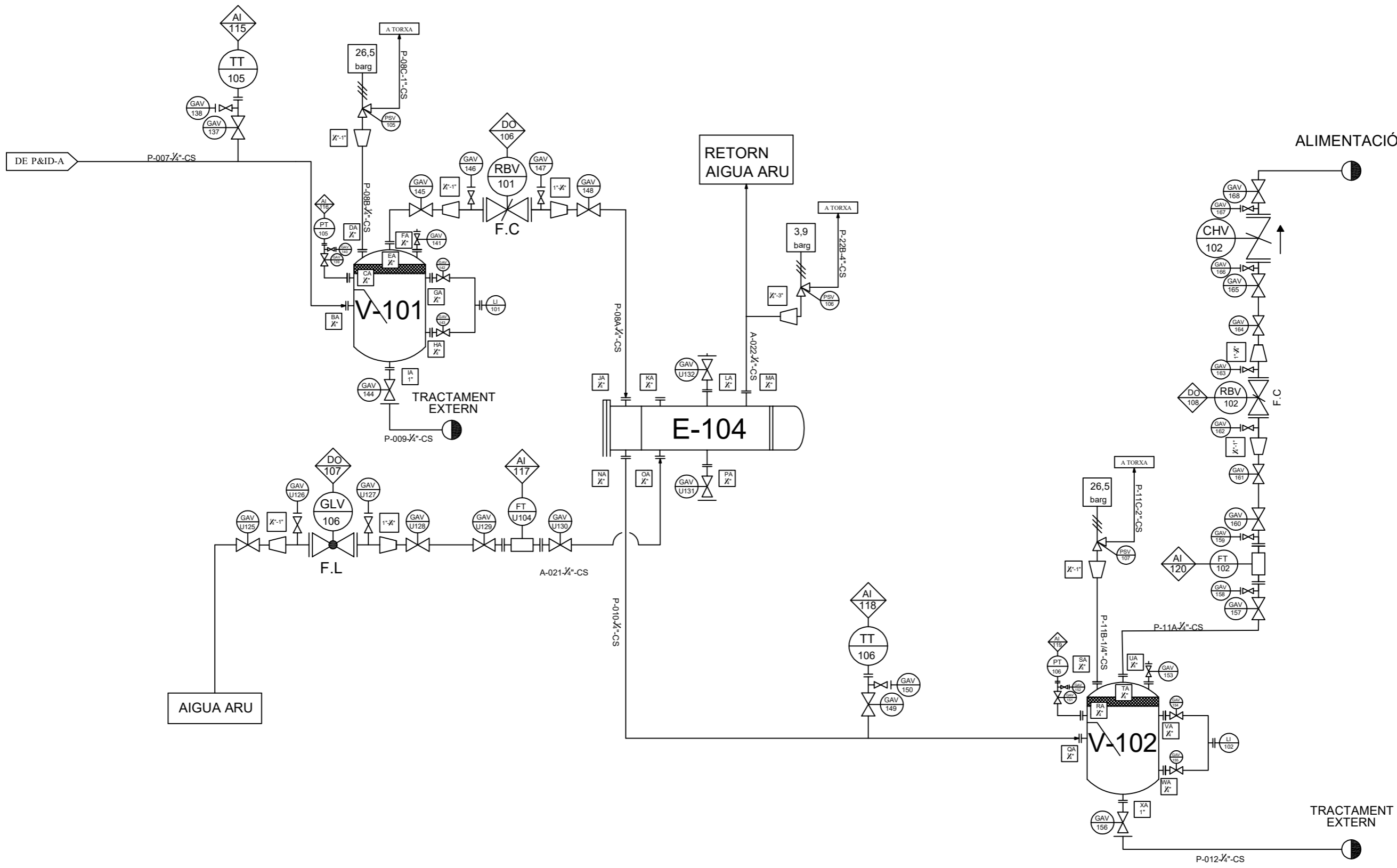
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Escales

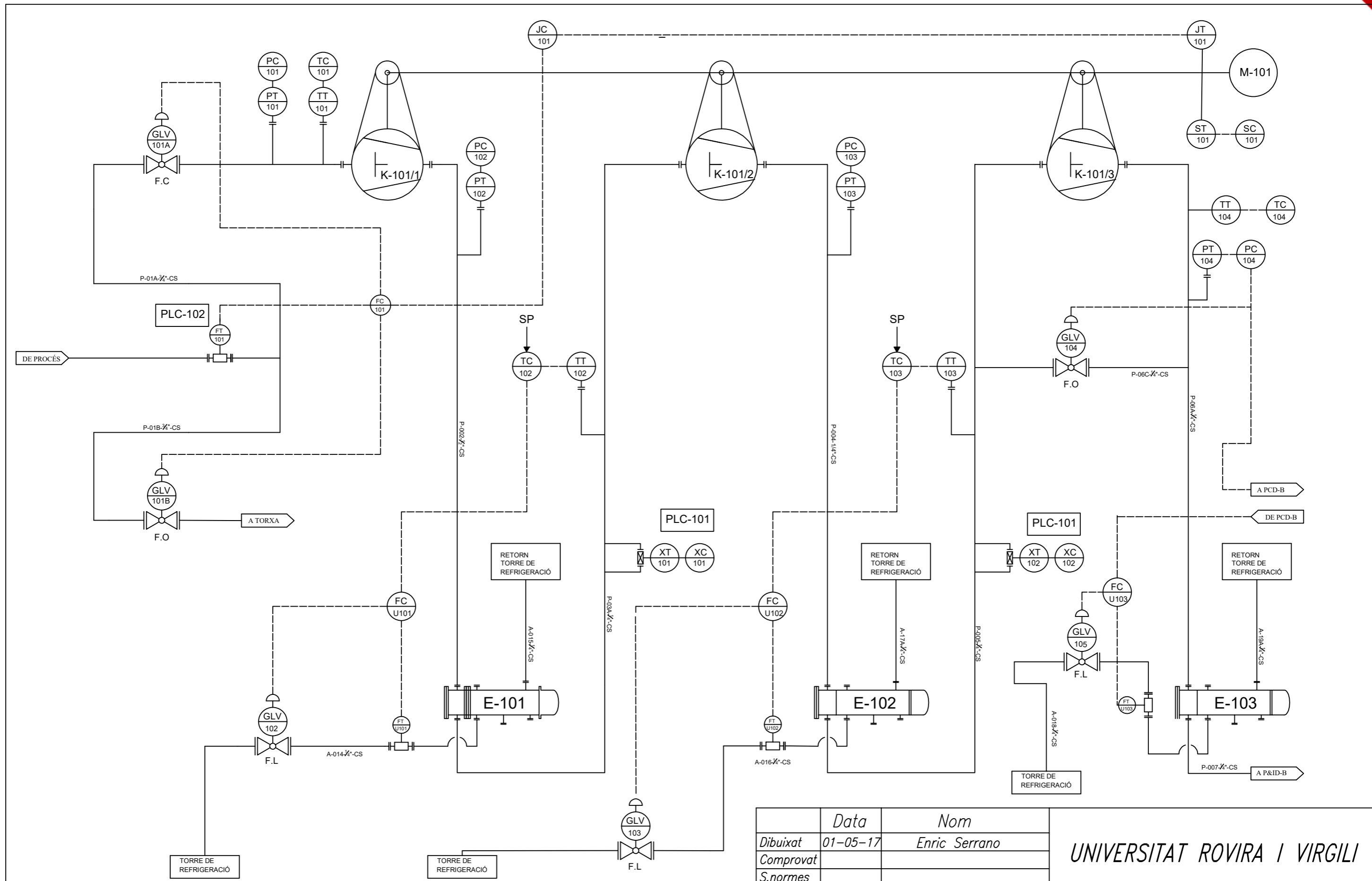
P&ID-A

Nº 2

Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè

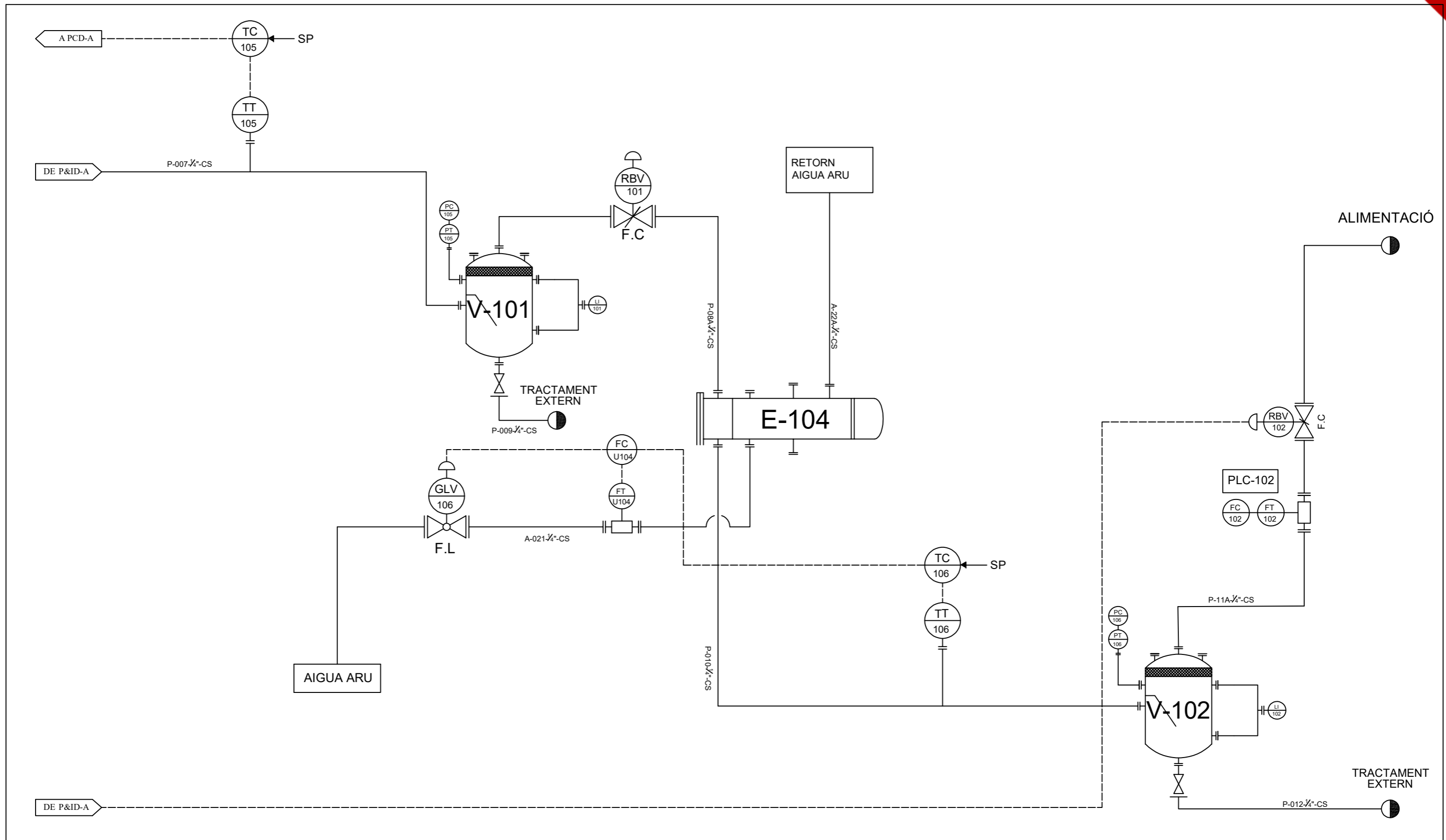


	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Dibuixat	01-05-17	Enric Serrano	
Comprovat			
S.normes			
Escala	<i>P&ID-B</i>		Nº 3
			Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè

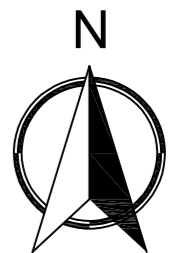
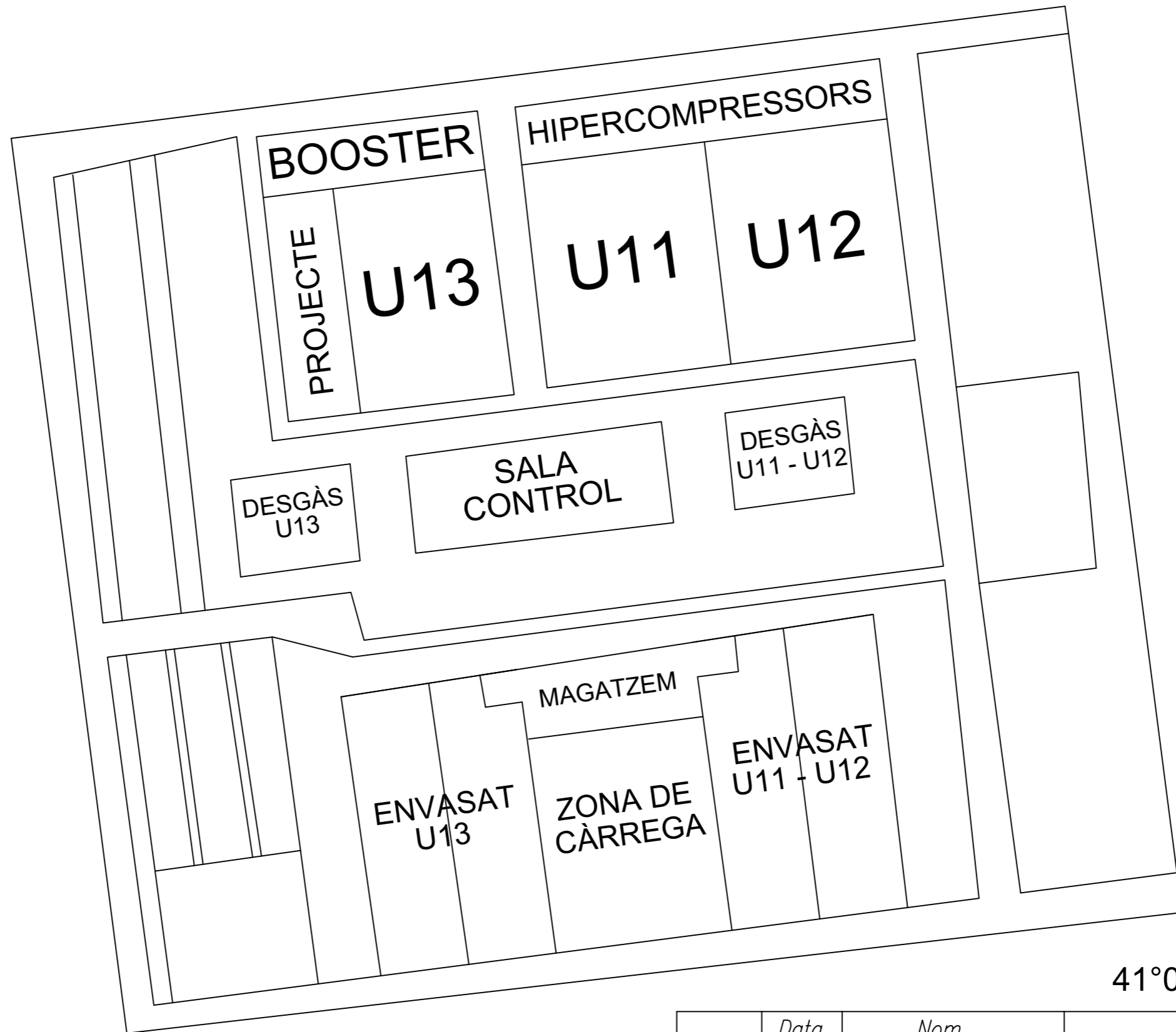


	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Dibuixat	01-05-17	Enric Serrano	
Comprovat			
S.normes			

PLC-101	- Si es detecta aigua o humitat en la canonada s'apaga immediatament el compressor.	PLC-102	- Si es detecta no flux en els transmissors de cabal s'autura automàticament el compressor.	PCD-A N ^o 4 <i>Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè</i>
Escala				

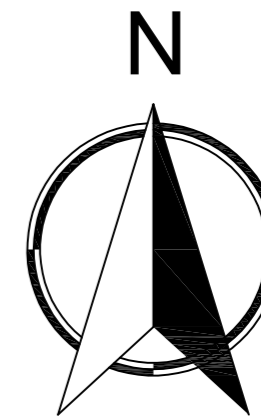
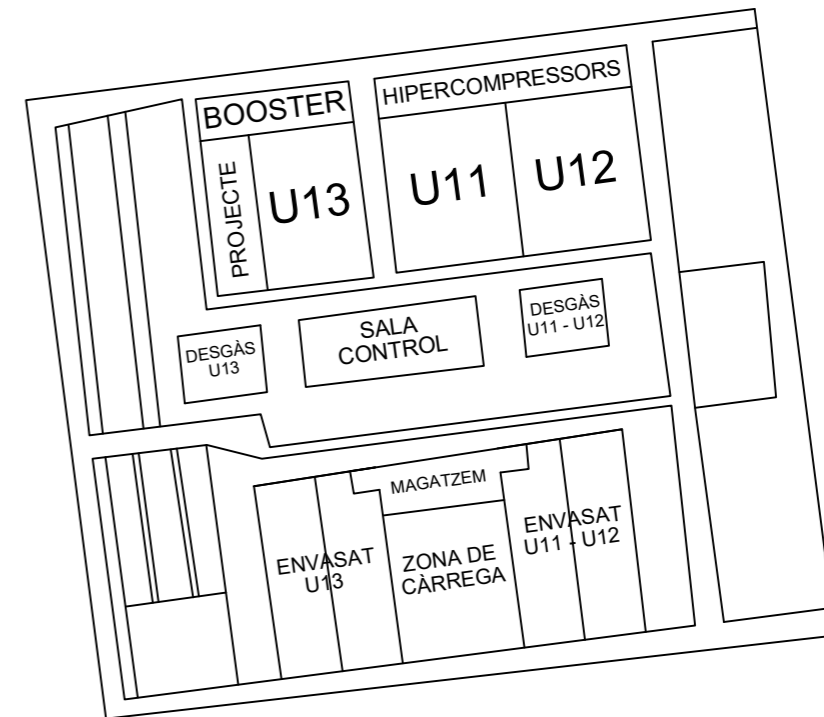
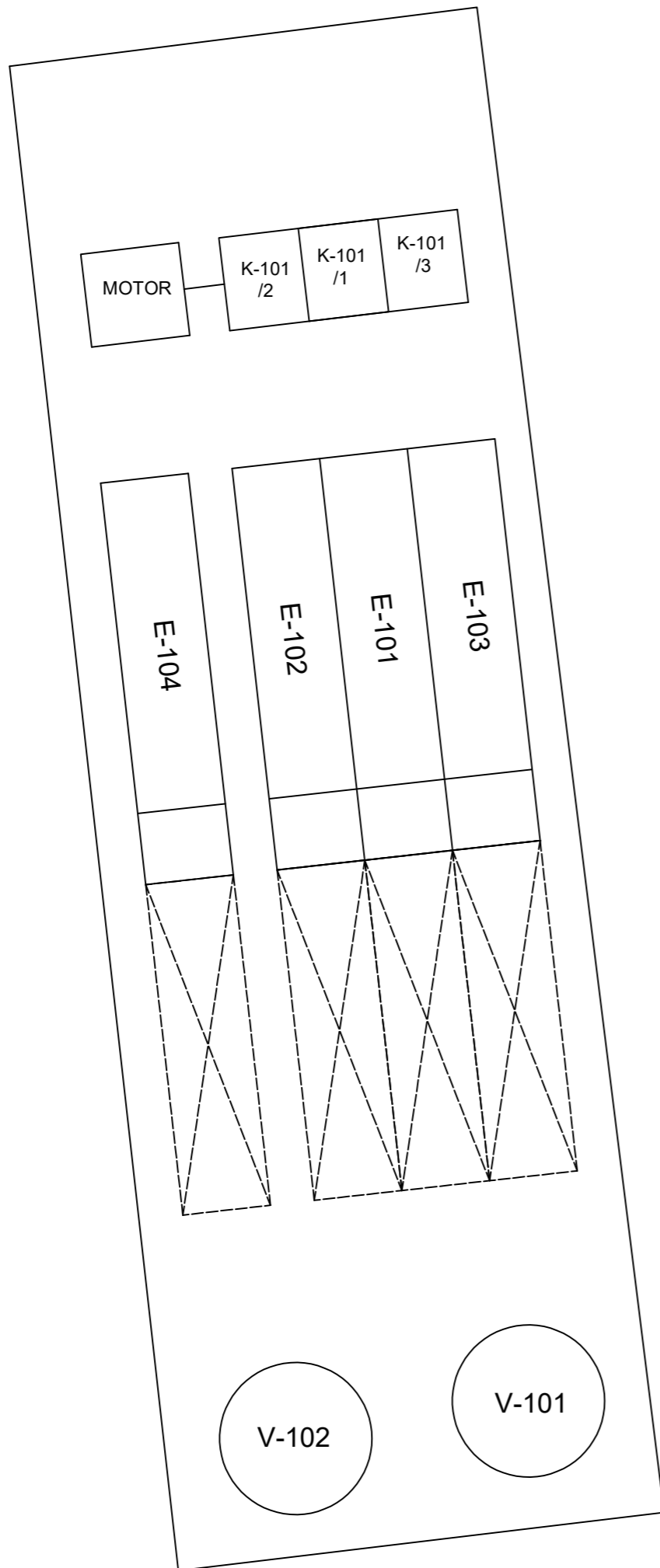


	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Dibuixat	01-05-17	Enric Serrano	
Comprovat			
S.normes			
Escala	PCD-B		Nº5
			Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè



41°06'28.3"N 1°11'38.2"E

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<i>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</i>
<i>Dibuixat</i>	21-11-16	<i>Enric Serrano</i>	
<i>Comprovat</i>	03-12-16	<i>Alejandro Garcia</i>	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<i>PLOT PLANT</i>		<i>Nº 1</i>
			<i>Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè</i>



41°06'28.3"N 1°11'38.2"E

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<i>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</i>
<i>Dibuixat</i>	01-05-17	Enric Serrano	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<i>PLOT PLAN</i>		<i>Nº2</i>
			<i>Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè</i>

5 ALTERNATIVES DE PROCÉS

5.1 Compressió amb una etapa

Les condicions de entrada sempre seran les mateixes. En aquest cas el corrent es comprimeix fins a 2.5 barg en una sola etapa. Dita compressió comporta un augment de temperatura. El principal problema d'aquesta alternativa, és que a 2.5 barg i 70 °C no s'aconsegueix eliminar les impureses d'aquesta corrent per tant a la llarga es formaran taponaments de ceres en les canonades i el producte estarà fora del grau de puresa desitjat.

5.2 Compressió amb quatre etapes

Les condicions de entrada sempre seran les mateixes. En aquest cas el corrent final es comprimeix fins a 32 barg en quatre etapes amb una relació de compressió de 3. El principal problema és que es supera la pressió crítica de diferents compostos fent impossible la condensació d'ells, per tant, no es podrien eliminar les impureses i les corrents es taponarien.

5.3 Vàlvula de expansió

El principal problema es que no s'aconsegueix generar una suficient caiguda de temperatura per aconseguir una condensació òptima de les impureses. En aquesta alternativa, un altre problema era que dintre de la pròpia unitat de recuperació es reciclava el 58% del caudal inicial, per tant la viabilitat econòmica descendia.

5.4 Compressió amb tres etapes

Aquesta a sigut la alternativa de procés escollida. L'etilè es desgasa en el cos 1 del extrusor, aquest corrent es troba a una temperatura de 185°C i 1.1 barg. Si la planta funciona correctament la vàlvula cap a la unitat de recuperació estarà oberta, en cas contrari, si per algun cas un dels equip de la unitat no esta operatiu s'obrirà la vàlvula cap a la torxa.

Per tal de dur a terme una separació eficaç de les impureses, es necessari treballar amb una pressió entre 20 i 30 barg. Dita compressió comporta un augment de temperatura del corrent.

Es decideix que la pressió òptima és de 24.7 barg ja que, aquesta maximitza la condensació d'impureses en front el cost energètic que suposa augmentar la pressió. Al mateix temps s'assegura que no és supera la pressió crítica dels components del corrent.

Realitzant l'estudi d'alternatives es considera que el disseny més eficient consisteix en l'ús de tres compressors amb una relació de compressió de 2.3 i amb refrigeració entre etapes. Aquests compressors comparteixen eix i motor, ja que tenen la mateixa relació de compressió.

La principal justificació de l'ús de les tres etapes és que són necessàries per tal de evitar la temperatura de auto-ignició del etilè, no superar els punts crítics dels components del corrent i aconseguir que les impureses condensin.

En la primera etapa el corrent es comprimeix en el compressor K-101, augmentant la pressió d'1.1 barg a 3.8 barg, això comporta un increment de temperatura de 185°C fins a 260 °C. Tot seguit, al intercanviador E-101 es troba la primera refrigeració amb aigua de torre, en la qual s'aconsegueix reduir la temperatura del corrent principal fins 40°C.

En aquest punt encara no es donen les condicions necessàries per tal que condensin les ceras, per tant no es necessari disposar d'un recipient.

El corrent entra en la segona etapa de compressió en el compressor K-101/2 i passa de 3.8 barg a 10.2 barg, augmentant la temperatura de 40 °C fins a 109 °C. A continuació el corrent es refreda en el bescanviador E-102, disminuint la temperatura de 109°C fins 40°C.

En la tercera i última etapa de compressió s'arriba a una pressió de 24.7 barg en el compressor K-103 augmentant la temperatura fins 110°C. El corrent es refreda al intercanviador E-103 fins a 40°C obtenint un corrent en fase mixta. En aquestes condicions el corrent arriba al recipient V-101 on es separen les impureses obtingudes de la condensació.

Per tal de maximitzar la condensació de les impureses, es disposa el corrent en un bescanviador d'aigua ARU anomenat E-104 la qual es troba a 8°C. Obtenint així un corrent de fase mixta a 15°C.

Finalment es separen les dues fases del corrent en el recipient V-102 obtenint un corrent de impureses líquides i per altre banda un corrent gasos de 96,31% màssic d'etilè. El qual es redirigit al procés principal, concretament a l'entrada del cabal d'etilè fresc, que es troba a una pressió de 15 barg.

6 DISSENY I SIMULACIÓ

6.1 Balanç de matèria

Mitjançant el programari AspenOne s'ha realitzat la simulació del procés la qual cosa ens a permès obtenir un balanç de matèria acurat a la realitat. En la taula 6.1 es mostren els resultats obtinguts mitjançant el mètode CHAO-SEA emprat per dur a terme la simulació.

Taula 6.1. Balanç de matèria.

Corrent	1	2	3	4	5	6
Fase	Gas	Gas	Gas	Gas	Gas	Gas
Temperatura (°C)	185	260	40	109	40	110
Pressió (barg)	1.1	3.8	3.8	10.2	10.2	24.7
Flux màssic (kg/hr)	15	15	15	15	15	15
Fraccions màssiques						
Etilè	0.923	0.923	0.923	0.923	0.923	0.923
Hidrogen	2.2E-05	2.2E-05	2.2E-05	2.2E-05	2.2E-05	2.2E-05
Monòxid de carboni	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Diòxid de carboni	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
Oxigen	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Nitrogen	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Acetona	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
MTBE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Tert-butil-alcohol	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
Aigua	0	0	0	0	0	0

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

Taula 6.1. Balanç de matèria (cont.)

Corrent	7	8	9	10	11	12
Fase	Mixta	Gas	Líquid	Mixta	Gas	Líquid
Temperatura (°C)	40	40	40	15	15	15
Pressió (barg)	24.7	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
Flux màssic (kg/hr)	15.00	14.82	0.18	14.82	14.39	0.43
Fraccions màssiques						
Etilè	0.923	0.934	0.032	0.934	0.960	0.052
Hidrogen	2.2E-05	2.2E-05	5.3E-08	2.2E-05	2.3E-05	5.3E-08
Monòxid de carboni	0.002	0.002	6.5E-05	0.002	0.002	0.0001
Diòxid de carboni	0.011	0.011	6.7E-05	0.011	0.011	7.3E-05
Oxigen	0.002	0.002	1.4E-05	0.002	0.002	1.6E-05
Nitrogen	0.002	0.002	4.6E-06	0.002	0.002	4.9E-06
Acetona	0.031	0.028	0.290	0.028	0.017	0.416
MTBE	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.006
Tert-butil-alcohol	0.028	0.020	0.674	0.020	0.005	0.526
Aigua	0	0	0	0	0	0

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

Taula 6.1. Balanç de matèria (cont.)

Corrent	13	14	15	16	17	18
Fase	Líquid	Líquid	Líquid	Líquid	Líquid	Líquid
Temperatura (°C)	20	20	40	20	37	20
Pressió (barg)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Flux màssic (kg/hr)	155	101	101	27	27	27
Fraccions màssiques						
Etilè	0	0	0	0	0	0
Hidrogen	0	0	0	0	0	0
Monòxid de carboni	0	0	0	0	0	0
Diòxid de carboni	0	0	0	0	0	0
Oxigen	0	0	0	0	0	0
Nitrogen	0	0	0	0	0	0
Acetona	0	0	0	0	0	0
MTBE	0	0	0	0	0	0
Tert-butil-alcohol	0	0	0	0	0	0
Aigua	1	1	1	1	1	1

Taula 6.1. Balanç de matèria (cont.)

Corrent	19	20	21	22
Fase	Líquid	Líquid	Líquid	Líquid
Temperatura (°C)	40	39	8	15
Pressió (barg)	3.0	3.0	1.0	1.0
Flux màssic (kg/hr)	27	155	101	101
Fraccions màssiques				
Etilè	0	0	0	0
Hidrogen	0	0	0	0
Monòxid de carboni	0	0	0	0
Diòxid de carboni	0	0	0	0
Oxigen	0	0	0	0
Nitrogen	0	0	0	0
Acetona	0	0	0	0
MTBE	0	0	0	0
Tert-butil-alcohol	0	0	0	0
Aigua	1	1	1	1

Per tal d'identificar de manera més fàcil quin es cada corrent s'adjunta la figura 6.1. i la 6.1. a continuació.

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

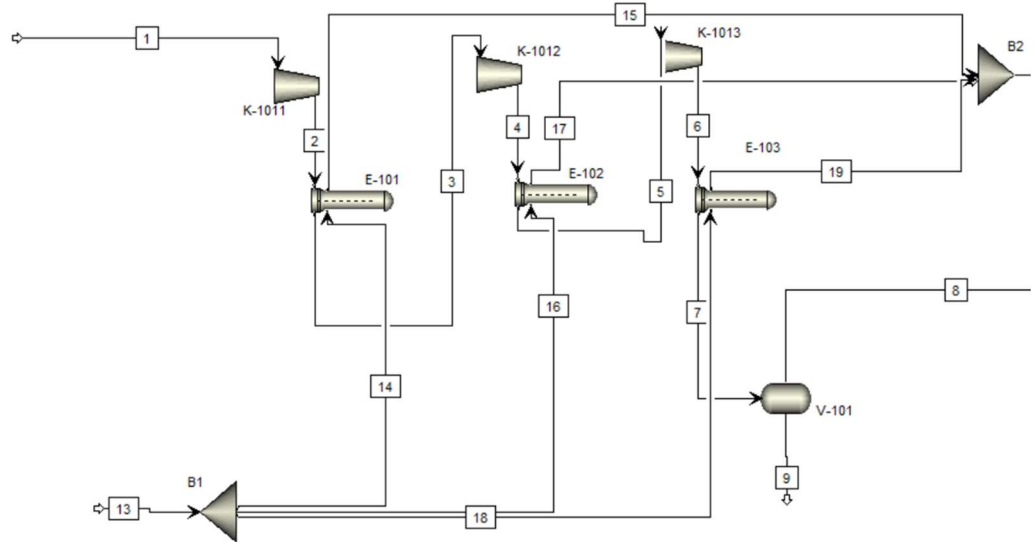


Figura 6.1. Primera part del Flowsheet

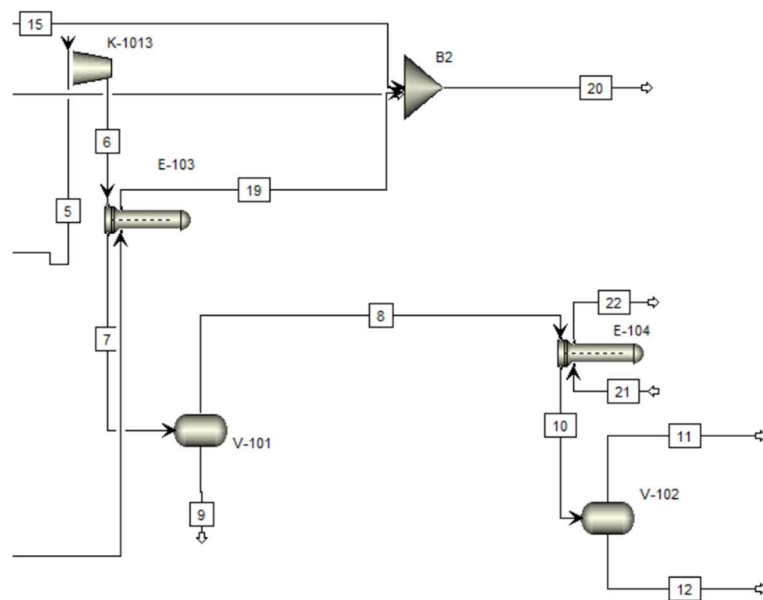


Figura 6.2. Segona part del Flowsheet

6.2 Disseny bescanviadors

6.2.1 Mitjançant AspenOne

Mitjançant el programa Aspen Exchanger Design and Rating (EDR) s'ha dut a terme l'anàlisi de cadascun dels bescanviadors obtenint així les fulles TEMA dels mateixos les quals es troben annexades al punt 7.

A l'igual que en l'anterior cas, en tots els dissenys de bescanviadors s'ha usat el mètode CHAO-SEA pel fluid de procés.

6.2.2 Mètode KERN

Es dimensionen amb el mètode KERN els quatre bescanviadors de calor de tubs i carcassa amb l'objectiu de refredar un corrent d'etilè a partir d'un corrent auxiliar d'aigua de torre de refrigeració i amb aigua de refrigeració ARU.

A continuació es resumeixen els resultats obtinguts dels diferents bescanviadors estudiats en la taula 6.2.2.1.

Taula 6.2.2.1 Resultats obtinguts del bescanviador E-101.

	Configuració
Fluid Tubs	Etilè
Fluid Carcassa	Aigua de torre
$A_{necessària}$ (m ²)	4.5
Nombre de tubs	64
ΔP (tubs) (kPa)	1.34
ΔP (carcassa) (Pa)	4.9
U servei (W/m ² K)	5.4
Passos per carcassa	1
Passos per tubs	2
Disposició dels tubs	Triangular

Descripció del bescanviador E-101: Aquest bescanviador és de tubs i carcassa tipus AES. El bescanviador extreu 1.81 kW de calor. El corrent calent, sempre serà l'etilè, desprèn energia, es a dir, es refreda i baixa la seva temperatura de 260 °C a 40 °C. El

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

corrent fred, en aquest cas aigua de torre, absorbeix energia i augmenta la seva temperatura de 20 °C a 40 °C.

Taula 6.2.2.2. Resultats obtinguts del bescanviador E-102.

	Configuració
Fluid Tubs	Etilè
Fluid Carcassa	Aigua de torre
$A_{necessària}$ (m ²)	2.02
Nombre de tubs	30
ΔP (tubs) (kPa)	2.9
ΔP (carcassa) (Pa)	0.64
U servei (W/m ² K)	7.6
Passos per carcassa	1
Passos per tubs	2
Disposició dels tubs	Triangular

Descripció del bescanviador E-102: Aquest bescanviador és de tubs i carcassa tipus AEM. El bescanviador extreu 0.56 kW de calor. El corrent calent, l'etilè, es refreda i baixa la seva temperatura de 109 °C a 40 °C. El corrent fred, en aquest cas aigua de torre, absorbeix energia i augmenta la seva temperatura de 20 °C a 37 °C.

Taula 6.2.2.3. Resultats obtinguts del bescanviador E-103.

	Configuració
Fluid Tubs	Etilè
Fluid Carcassa	Aigua de torre
$A_{\text{necessària}}$ (m ²)	1.9
Nombre de tubs	26
ΔP (tubs) (kPa)	3.27
ΔP (carcassa) (Pa)	0.65
U servei (W/m ² K)	9
Passos per carcassa	1
Passos per tubs	2
Disposició dels tubs	Triangular

Descripció del bescanviador E-103: Aquest bescanviador és de tubs i carcassa tipus AEM. El bescanviador extreu 0.57 kW de calor. El corrent calent, l'etilè, es refreda i baixa la seva temperatura de 110 °C a 40 °C. El corrent fred, en aquest cas aigua de torre, absorbeix energia i augmenta la seva temperatura de 20 °C a 40 °C.

Taula 6.2.2.4. Resultats obtinguts del bescanviador E-104.

	Configuració
Fluid Tubs	Etilè
Fluid Carcassa	ARU
$A_{\text{necessària}}$ (m ²)	1.91
Nombre de tubs	28
ΔP (tubs) (kPa)	3.16
ΔP (carcassa) (Pa)	12.1
U servei (W/m ² K)	8.2
Passos per carcassa	1
Passos per tubs	6
Disposició dels tubs	Triangular

Descripció del bescanviador E-104: Aquest bescanviador és de tubs i carcassa tipus AEM. El bescanviador extreu 0.2 kW de calor. El corrent calent, l'etilè, es refreda i baixa la seva temperatura de 40 °C a 15 °C. El corrent fred, en aquest cas aigua de refrigeració ARU, absorbeix energia i augmenta la seva temperatura de 8 °C a 10°C.

En l'annex A.1 es mostra l'exemple de càlcul del bescanviador E-101. De la mateixa manera s'han dissenyat els altres bescanviadors.

6.3 Disseny vàlvules de seguretat

Per tal d'evitar riscos innecessaris i que el projecte sigui el més segur possible s'han dissenyat les vàlvules de seguretat de diferents equips.

El disseny de les PSV o vàlvules de seguretat s'ha dut a terme mitjançant la normativa API 520 (1). Com el corrent principal es troba pràcticament format per etilè, aquest no pot ser enviat a atmosfera, de manera que serà redirigit a un col·lector de off gas i posteriorment a la torxa de seguretat.

Totes les PSV estan tarades a un valor superior a la pressió d'operació i inferior a la pressió de disseny. Així en cas de sobrepressió es dispararan les vàlvules sense haver arribat a la MAWP dels equips, minimitzant tot el possible els danys en els equips.

6.3.1 PSV

L'equip ha decidit que el millor tipus de vàlvules eren les pilotades i balancejades, per així evitar els efectes de *chattering* que un molla normal pot sofrir degut a les variacions de pressió presents en el procés.

6.3.1.1 PSV del bescanviador E-101

Aquest equip disposa d'una vàlvula tarada a 5.8 barg, el cabal a expulsar serà igual al d'alimentació de procés 15 kg/h. L'escenari de sobrepressió es podria donar degut a la ruptura d'algun dels tubs el qual provocaria l'entrada de l'aigua dins del mateix.

El material escollit per la vàlvula ha estat el SA216 WCB. L'orifici d'entrada d'aquesta vàlvula té un diàmetre de d'entrada i de sortida de 1.5 i 3 polzades respectivament. L'àrea efectiva de la vàlvula és de 0.616 in².

En l'annex A.2 es possible observa un exemple detallat del disseny d'una vàlvula.

6.3.1.2 PSV del bescanviador E-102 i E-103

Com ambdós bescanviadors treballen en les mateixes condicions de pressió, composició del corrent i cabal s'ha dissenyat una única vàlvula d'alleujament la qual s'instal·larà en cadascun d'ells.

Aquesta vàlvula estarà tarada a 3.9 barg i es trobarà ubicada en la sortida de l'aigua de refrigeració. El cabal a expulsar serà igual al d'alimentació de l'aigua de refrigeració, 27 kg/h. L'escenari de sobrepressió es podria donar degut a la ruptura d'algun dels tubs el qual provocaria el desplaçament del fluid de procés fora de tubs i que, aquest es mesclés amb l'aigua de refrigeració.

El material escollit per la vàlvula ha estat el SA216 WCB. L'orifici d'entrada d'aquesta vàlvula té un diàmetre de d'entrada i de sortida de 2 i 3 polzades respectivament. L'àrea efectiva de la vàlvula és de 1.58 in².

6.3.1.3 PSV final del compressor i del tanc V-101

Com en l'anterior cas aquests dos equips també comparteixen les mateixes propietats. Tot i tenir diferents temperatures s'ha observat que el disseny per ambdues vàlvules haurà de ser el mateix. La primera vàlvula és troba just a la sortida de l'última etapa de compressió entre la recirculació i el bescanviador E-103, la segona es troba instal·lada en el tanc V-101.

No obstant els casos pels quals saltaran cadascuna de les vàlvules seran diferents, així doncs la primera saltarà en cas de que s'hagi quedat oberta la vàlvula GLV-104 i tancada la RBV-102, degut a un mal funcionament del controlador PC-104, de manera que s'estaria comprimint en excés.

En el segon cas la PSV del tanc V-101 saltarà quan aquesta detecti la sobrepressió provocada pel tancament erroni de la vàlvula RBV-101 durant el funcionament normal de la planta.

Tot i això com anteriorment he citat ambdues vàlvules posseeixen el mateix disseny de manera les PSV es trobaran tarades a 26.5 barg ambdues i el cabal que expulsaran serà de 15 kg/h. El material seleccionat de la mateixa forma que en els anteriors casos ha estat el SA216 WCB. L'orifici d'entrada d'aquestes vàlvules té un diàmetre de d'entrada i de sortida de 1 i 2 polzades respectivament. L'àrea efectiva de la vàlvula és de 0.239 in².

6.3.1.4 PSV bescanviador E-104

A diferència dels anteriors bescanviadors aquest treballa amb una aigua que es troba a 8°C i té un cabal d'alimentació de 79.8 kg/h. Aquest bescanviador disposarà d'una PSV ubicada a la sortida de l'aigua de refrigeració, tarada a 3.9 barg. El cabal d'expulsió de la vàlvula serà el mateix que el d'alimentació d'aigua de l'equip.

Com en els anteriors casos amb bescanviadors l'escenari de sobrepressió a cobrir serà el mateix.

El material escollit per la vàlvula ha estat el SA216 WCB. L'orifici d'entrada d'aquesta vàlvula té un diàmetre de d'entrada i de sortida de 3 i 4 polzades respectivament. L'àrea efectiva de la vàlvula és de 3.48 in².

6.3.1.5 PSV del tanc V-102

Aquest equip disposarà d'una PSV tarada a 26.5 barg, amb un cabal d'expulsió de 14.8 kg/h. L'escenari de sobrepressió pel qual s'ha dissenyat és el bloqueig de la vàlvula RBV-102, la qual si roman tancada mentre el procés es troba en funcionament podria provocar un augment considerable de la pressió.

El material escollit per la vàlvula ha estat el SA216 WCB. L'orifici d'entrada d'aquesta vàlvula té un diàmetre de d'entrada i de sortida de 1 i 2 polzades respectivament. L'àrea efectiva de la vàlvula és de 0.239 in².

6.4 Disseny de les vàlvules de control

Quan el flux passa a través d'una vàlvula o altre dispositiu restrictiu perd energia. El coeficient de flux és un factor de disseny que relaciona la diferència de pressió ΔP , entre l'entrada i sortida de la vàlvula amb el cabal.

La selecció de les vàlvules de control s'ha dut a terme mitjançant el càlcul del coeficient de flux (C_V). Aquest coeficient es calcula a partir de les formulés (6.4.1) i (6.4.2) extretes de (2).

$$K_V = Q \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \quad (6.4.1)$$

$$C_V = 1.156 \cdot K_V \quad (6.4.2)$$

On Q és el cabal en m^3/h , ΔP és la pèrdua de pressió en barg i ρ és la densitat del fluid.

Un cop obtingut el C_v s'observen els catàlegs (3), (4) i es selecciona la vàlvula adequada. Les vàlvules escollides es troben en el punt 7.

6.5 Disseny mecànic dels tancs

Un cop s'ha dimensionat els tancs V-101 i V-102 es duu a terme el seu disseny. El disseny s'executa segons el codi ASME per recipients a pressió (5).

L'acer escollit per construir els recipients a estat l'acer al carboni A 240 grau 316L. Aquesta elecció s'ha dut a terme per la facilitat de soldadura que té aquest material i la capacitat de resistència a la corrosió, ja que al estar situats en un ambient marítim i industrial es un element molt important a tenir en compte. La composició i propietats mecàniques del material s'observen en la taula 6.5.

Taula 6.5. Composició i característiques de l'acer ASTM A240. (6)

Acer		C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	N
A240	grau	0.03	2.0	0.75	0.045	0.03	18.0	3.0	14.0	0.1
316L										
Propietat		Tensió Trencament (Mpa)			Límit elàstic (MPa)			Mòdul elàstic		
Valor		248			200			(GPa)		

6.5.1 Tanc V-101 i V-102

Els recipients treballaran a pressió interna, no obstant també estan preparats per treballar a pressió externa en cas de mal funcionament del procés i al buit en cas de que la vàlvula de venteig falli.

Els recipients compliran les següents especificacions:

- Els tancs han de contenir un *demister* el qual es trobarà en la part superior del cilindre, juntament amb un forçador de pas. *Demister* i tanc compartiran diàmetre intern.
- El diàmetre intern del cos cilíndric serà igual a 1.6 m.
- El mateix cos cilíndric constarà de quatre tubuladures, dues pel mesurador de nivell, una pel transmissor de pressió i una per l'entrada del fluid de procés.
- En el cap superior trobarem ubicades les tubuladures pertinents a la PSV, la vàlvula de venteig, sortida de gas del tanc i la boca d'home.
- El cap inferior sols hi haurà una única tubuladura per la sortida del líquid la qual tindrà instal·lada una vàlvula de comporta manual que el operari haurà d'accionar per eliminar el contingut de ceres.
- El tanc es trobarà elevat 1.2 metres per així facilitar d'instal·lació de la canonada i de la purga.
- Tant el cap superior com l'inferior són caps el·lipsoïdals 2:1.
- Totes les tubuladures del tanc són de ¼ de polzada excepte la de sortida del líquid ja que al ser tant viscos s'ha posat una tubuladura de 1 polzada perquè flueixi millor.
- El recipient es sobredimensiona amb un gruix per corrosió de 3 mm.

En quant a les condicions de treball, el recipient V-101 opera a 24.7 barg i 40°C, mentre que el recipient V-102 operarà a 24.6 barg i 40°C. El disseny detallat es troba en el full d'especificacions en l'apartat 7 i els càlculs en l'annex A.3.

6.6 Disseny canonades

Amb la finalitat d'especificar les característiques de les canonades presents en el procés s'ha dut a terme el disseny de les canonades.

6.6.1 Material

El material escollit és l'acer al carboni ASTM A790 (7) ja que es un material que s'adapta a les condicions, tant atmosfèriques, com d'agressivitat del fluid. Les canonades emprades en el muntatge seran del tipus soldades sense costures ja que són més

econòmiques que les no soldades. L'exterior d'aquestes es trobarà protegit mitjançant una capa d'oli antioxidant. Les canonades es trobaran unides mitjançant soldadures o brides.

6.6.2 Dimensionament

El dimensionament s'ha dut a terme a partir del cabal màssic la densitat i la velocitat d'aquest, en el cas de les canonades que duen gas s'ha suposat una velocitat de 20 m/s i en el cas de les que duen aigua de 2 m/s. A partir d'aquestes dades amb l'equació (6.6.2.1) i (6.6.2.2.) es troba l'àrea de pas i el diàmetre.

$$A_{pas} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot v} \quad (6.6.2.1)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{pas}}{\pi}} \quad (6.6.2.2.)$$

Un cop obtingut el diàmetre, és busca al catàleg (8) un diàmetre igual o superior al calculat. A partir d'aquest es calcula la nova àrea de pas (6.6.2.3.) i posteriorment la velocitat (6.6.2.4.).

$$A_{pas} = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \quad (6.6.2.3.)$$

$$v = \frac{Q}{A_{pas}} \quad (6.6.2.4.)$$

Tot seguit, es calcula el número de Reynolds emprant el diàmetre, la densitat, la velocitat i la viscositat del fluid mitjançant la fórmula (6.6.2.5.).

$$Re = \frac{D \cdot \rho \cdot v}{\mu} \quad (6.6.2.5.)$$

Depenent dels valor de Reynolds diferenciarem entre flux laminar ($Re < 3000$) i turbulent ($Re > 3000$). Així doncs per tal de trobar el factor de fricció emprarem les formules (6.6.2.6.) o (6.6.2.7.) respectivament segons el tipus de fluid.

$$f = \frac{64}{Re} \quad (6.6.2.6.)$$

$$f = \frac{0.25}{\left(\log_{10}\left(\frac{k}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)\right)^2} \quad (6.6.2.7.)$$

Després mitjançant el factor de fricció es calcula la pèrdua de càrrega de la canonada segons l'equació (6.6.2.8.). El terme Leq/D es especial per cada element de la canonada provocant un efecte diferent en la caiguda de pressió. Aquests valors s'obtenen a partir de la referència (9).

$$\Delta P = f \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2 \cdot D} \cdot \left(L + D \cdot \sum_{i=1}^{n=accessori} q_i \cdot \left(\frac{Leq}{D}\right)_i \right) \quad (6.6.2.8.)$$

Mitjançant la fórmula (6.6.2.9.) es calcula la pressió capaç d'aguantar la canonada segons el gruix. En tots els casos el gruix emprat a sigut el mes petit ja que en realitzar el càlcul s'ha comprovat que aguantava perfectament la pressió interna del fluid.

$$P = \frac{2 \cdot t \cdot S}{D} \quad (6.6.2.9.)$$

6.6.3 Aïllament

Per tal de protegir els operaris i tota la gent que circuli per la planta no poden existir canonades amb una temperatura superior de 60°C, per tant les canonades que tinguin una temperatura major a aquesta hauran de ser aïllades. L'equip a decidit que les canonades no han de superar els 50°C.

El material escollit com aïllant és Sproule WR-1200, el qual esta elaborat a partir de perlita uniformement expandida reforçada amb una fibra d'alta resistència. És inorgànic i no combustible. Aquest aïllant compta amb inhibidors de la corrosió de manera que no és necessària revestir-lo amb qualsevol altre material.

Per tal de dur a terme el càlcul s'han realitzat diverses hipòtesis, tals com, que la temperatura del fluid es constant; que la conductivitat tèrmica de la paret és menyspreable, ja que els gruixos són molt petits i la conductivitat de la paret elevada.

Un cop elaborades aquestes hipòtesis mitjançant l'equació (6.6.3.1.) és troba la temperatura de la superfície.

$$T_S = \frac{(T_f - T_a)}{r_e \cdot h_{ext} \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_{can}}\right)}{k_{aïllant}} + \frac{1}{r_e \cdot h_{ext}} \right)} + T_a \quad (6.6.3.1.)$$

També dir que el valor de h_{ext} s'obté mitjançant (6.6.3.1.) la qual depèn de la temperatura en la superfície de la canonada. Per tal de resoldre aquest problema s'ha iterat amb Excel fins trobar-ne la solució.

$$h_{ext} = A + 0.05 \cdot (T_S - T_a) \quad (6.6.3.2.)$$

En el punt 7 s'observa el llistat de canonades.

6.7 Estratègia de control

Tot seguit es proposa un sistema de control per tal de donar seguretat al procés i respondre a les pertorbacions o canvis de set-point per adaptar-se a les necessitats de producció i eficiència energètica.

6.7.1 Bescanviadors

L'objectiu dels bescanviadors de calor es duu a terme l'intercanvi d'energia tèrmica, el qual es deu a la diferència de temperatures entre ambdós corrents. Es per això que s'ha instal·lat un control en cascada on el llaç principal amb set-point és el controlador de temperatura del cabal del procés, i el secundari el cabal d'entrada de aigua de refrigeració del bescanviador. Amb aquestes dos mesures és regula la vàlvula [GLV-U101/2/3/4] present a tots els corrents d'entrada a bescanviadors, per tal de que el cabal d'aigua de refrigeració sigui el necessari per regula la temperatura.

6.7.2 Compressió per etapes

La compressió per etapes es controla posant controladors de pressió al inici i final de cada etapa, juntament amb un controlador de temperatura a l'entrada i sortida del compressor. Aquests controladors actuen com controlador en cascada on llaç principal amb set-point és la pressió final de les etapes i el llaç secundari el flux del procés. Depenent de si la pressió es el suficientment elevada s'obrirà la vàlvula [RBV-102] i es tancarà la recirculació [GLV-104]. En cas que la pressió fos menor ens trobaríem en el cas contrari.

Per tal d'assegurar que el compressor està funcionant de manera correcta també s'ha instal·lat un control amb cascada, on el llaç principal on el set-point es la potència del motor i el llaç secundari el flux d'entrada, el qual si la potència és 0 tancarà la vàlvula [GLV-101A] i obrirà la vàlvula [GLV-101B]. Quan la potència sigui diferent de 0 ens trobarem en el cas contrari.

Per prevenir la cavitació i ruptura dels cossos de compressió degut a l'entrada d'aigua en el procés s'han instal·lat uns mesuradors de composició els quals quan detectin aigua en el procés apagaran automàticament el compressor.

Per tal de poder controlar el seu estat s'ha instal·lat un transmissor i controlador en el mateix motor.

7 LLISTATS I FULLS D'ESPECIFICACIONS

En les següents pàgines s'observen els llistats de:

- Llistat de canonades.
- Llistat de compressor, bescanviadors i tancs.
- Llistat de mesuradors.
- Llistat de vàlvules de control, seguretat i check.
- Llistat de vàlvules de manteniment.
- Fulls d'especificació dels bescanviadors.
- Fulls d'especificació del compressor.
- Fulls d'especificació dels tancs
- Fulls d'especificació de les vàlvules de control.
- Fulls d'especificació de les vàlvules de seguretat.

Llistat de canonades

Nº línia	Diàmetre normalitzat	P&ID	Fluid	Tooperació (°C)	Poperació (barg)	Tdisseny (°C)	Pdisseny (barg)	Material aïllant	Tipus d'aïllant	Gruix aïllant (m)	Diàmetre intern (m)	Llargada (m)	Gruix nominal (m)	Material canonada
P-01A-3/4"-CS	3/4	P&ID-A	Procés	185,15	1,1	205,15	1,21	Perlita expandida	Sroule WR-1200	0,038	0,02456	6	Schedule 10S	ASTM A790
P-01B-3/4"-CS	3/4	P&ID-A	Procés	185,15	1,1	205,15	1,21	Perlita expandida	Sroule WR-1201	0,038	0,02456	6	Schedule 10S	ASTM A791
P-002-1/2"-CS	1/2	P&ID-A	Procés	260	3,8	280	4,18	Perlita expandida	Sroule WR-1202	0,038	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A792
P-03A-1/2"-CS	1/2	P&ID-A	Procés	40,15	3,8	60,15	4,18	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A793
P-03B-1/2"-CS	1/2	P&ID-A	Procés	40,15	3,8	60,15	4,18	---	---	---	0,01923	1	Schedule 10S	ASTM A794
P-03C-1/2"-CS	1/2	P&ID-A	Procés	40,15	3,8	60,15	4,18	---	---	---	0,01923	20	Schedule 10S	ASTM A795
P-004-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	108,723	10,2	128,723	11,22	Perlita expandida	Sroule WR-1202	0,038	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A796
P-05A-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	40	10,2	60	11,22	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A797
P-05B-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	40	10,2	60	11,22	---	---	---	0,01923	1	Schedule 10S	ASTM A798
P-05C-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	40	10,2	60	11,22	---	---	---	0,01923	22	Schedule 10S	ASTM A799
P-06A-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	109,525	24,7	129,525	27,17	Perlita expandida	Sroule WR-1202	0,038	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A800
P-06B-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	109,525	24,7	129,525	27,17	Perlita expandida	Sroule WR-1203	0,038	0,01923	23	Schedule 10S	ASTM A801
P-06C-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	109,525	24,7	129,525	27,17	Perlita expandida	Sroule WR-1204	0,038	0,01923	1	Schedule 10S	ASTM A802
P-07A-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	40,15	24,7	60,15	27,17	---	---	---	0,01923	4	Schedule 10S	ASTM A803
P-07B-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	40,15	24,7	60,15	27,17	---	---	---	0,01923	1	Schedule 10S	ASTM A804
P-07C-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Procés	40,15	24,7	60,15	27,17	---	---	---	0,01923	24	Schedule 10S	ASTM A805
P-08A-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	40,15	24,8	60,15	27,28	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A806
P-08B-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	40,15	24,8	60,15	27,28	---	---	---	0,01923	1	Schedule 10S	ASTM A807
P-08C-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	40,15	24,8	60,15	27,28	---	---	---	0,01923	27	Schedule 10S	ASTM A808
P-009-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	40,15	24,8	60,15	27,28	---	---	---	0,01923	1	Schedule 10S	ASTM A809
P-10A-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	15,15	24,8	35,15	27,28	---	---	---	0,01923	4	Schedule 10S	ASTM A810
P-10B-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	15,15	24,8	35,15	27,28	---	---	---	0,01923	1	Schedule 10S	ASTM A811
P-10C-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	15,15	24,8	35,15	27,28	---	---	---	0,01923	29	Schedule 10S	ASTM A812
P-11A-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	15,15	24,8	35,15	27,28	---	---	---	0,01923	15	Schedule 10S	ASTM A813
P-11B-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	15,15	24,8	35,15	27,28	---	---	---	0,01923	1	Schedule 10S	ASTM A814
P-11C-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	15,15	24,8	35,15	27,28	---	---	---	0,01923	32	Schedule 10S	ASTM A815
P-012-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Procés	15,15	24,8	35,15	27,28	---	---	---	0,01923	2	Schedule 10S	ASTM A816
A-014-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Aigua	20,15	3	40,15	3,3	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A817
A-015-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Aigua	39,987	3	59,987	3,3	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A818
A-016-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Aigua	20,15	3	40,15	3,3	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A819
A-017-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Aigua	37,391	3	57,391	3,3	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A820
A-018-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Aigua	20,15	3	40,15	3,3	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A821
A-019-1/4"-CS	1/4	P&ID-A	Aigua	39,669	3	59,669	3,3	---	---	---	0,01923	3	Schedule 10S	ASTM A822
A-021-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Aigua	8,15	1	28,15	1,1	---	---	---	0,01923	6	Schedule 10S	ASTM A823
A-022-1/4"-CS	1/4	P&ID-B	Aigua	10,552	1	30,552	1,1	---	---	---	0,01923	6	Schedule 10S	ASTM A824

Llistat bescanviadors

Nom	de	a	P&ID	fluid	Tinicial (°C)	Tfinal (°C)	ΔT (°C)	Pinicial (barg)	Pfinal (barg)	ΔP (bar)	Àrea (m2)	Número de tubs	Potència (kW)	Tipus de bescanviador	Norma
E-101	002	03A	P&ID-A	Gas procés	260	40	220	3,85	3,79	0,06	1,4	24	2	AES	ASME secció 8 div. 1 /TEMA
E-102	004	005	P&ID-A	Gas procés	108,6	40	68,6	10,2	10,16	0,04	2	30	0,5	AEM	ASME secció 8 div. 1 /TEMA
E-103	06A	007	P&ID-A	Gas procés	109,7	40	69,7	24,68	24,64	0,04	2	30	0,5	AEM	ASME secció 8 div. 1 /TEMA
E-104	08A	010	P&ID-B	Gas procés	40	15	25	24,6	24,56	0,04	2	30	0,3	AEM	ASME secció 8 div. 1 /TEMA

Llistat de compressors

Nom	de	a	P&ID	fluid	Tinicial (°C)	Tfinal (°C)	ΔT (°C)	Pinicial (barg)	Pfinal (barg)	ΔP (bar)	Etapas	Potència (kW)
K-101	01A	007	P&ID-A	Gas procés	185	40	145	1,1	24,7	23,6	3	4,25

Llistat de tancs

Nom	P&ID	Tooperació	Poperació	Tdisseny	Pdisseny	D (m)	H	Tipus de cap	V (m3)	Material
V-101	AD-101	40	24,64	50	20	1,6	4,8	El·lipsoidal 2:1	11,1	ASTM A240 grau 316L
V-102	AD-101	40	24,6	50	20	1,6	4,8	El·lipsoidal 2:1	11,1	ASTM A240 grau 316L

Llistat de mesuradors

	Nº mesurador	P&ID	Línia	Tipus de mesurador	Diamentre (inch)	Codi	Fabricant	Tipus de senyal	Canal
1	FT-101	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Cabal	3/4"	Rosemount 3051CFP	Emerson	A. Input	AI-101
2	PT-101	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Pressió	3/4"	Rosemount 3051T	Emerson	A. Input	AI-102
3	TT-101	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Temperatura	3/4"	Rosemount 3144P	Emerson	A. Input	AI-103
4	PT-102	P&ID-A	P-002-1/2"-CS	Pressió	1/2"	Rosemount 3051T	Emerson	A. Input	AI-104
5	XT-101	P&ID-A	P-03A-1/4"-CS	Composició	1/4"	CDTX-112	OMEGA	A. Input	AI-106
6	TT-102	P&ID-A	P-03A-1/4"-CS	Temperatura	1/4"	M12TX-PT100-1/4-24	OMEGA	A. Input	AI-107
7	PT-103	P&ID-A	P-004-1/4"-CS	Pressió	1/4"	C-10 Part#9697688	Wika	A. Input	AI-108
8	XT-102	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Composició	1/4"	CDTX-112	OMEGA	A. Input	AI-110
9	TT-103	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Temperatura	1/4"	M12TX-PT100-1/4-24	OMEGA	A. Input	AI-111
10	PT-104	P&ID-A	P-06A-1/4"-CS	Pressió	1/4"	C-10 Part#9697688	Wika	A. Input	AI-112
11	TT-104	P&ID-A	P-06A-1/4"-CS	Temperatura	1/4"	M12TX-PT100-1/4-24	OMEGA	A. Input	AI-113
12	ST-101	P&ID-A	Motor compressor	Velocitat	---	---	---	D. Output	DO-106
13	JT-101	P&ID-A	Motor compressor	Potència	---	---	---	D. Output	DO-107
14	TT-105	P&ID-B	P-007-1/4"-CS	Temperatura	1/4"	M12TX-PT100-1/4-24	OMEGA	A. Input	AI-115
15	PT-105	P&ID-B	V-101	Pressió	1/4"	C-10 Part#9697688	Wika	A. Input	AI-116
16	TT-106	P&ID-B	P-010-1/4"-CS	Temperatura	1/4"	M12TX-PT100-1/4-24	OMEGA	A. Input	AI-118
17	PT-106	P&ID-B	V-102	Pressió	1/4"	C-10 Part#9697688	Wika	A. Input	AI-119
18	FT-102	P&ID-B	P-11A-1/4"	Cabal	1/4"	ST75AV	FCI	A. Input	AI-120
19	FT-U101	P&ID-A	A-014-1/4"-CS	Cabal	1/4"	ST75AV	FCI	A. Input	AI-105
20	FT-U102	P&ID-A	A-016-1/4"-CS	Cabal	1/4"	ST75AV	FCI	A. Input	AI-109
21	FT-U103	P&ID-A	A-018-1/4"-CS	Cabal	1/4"	ST75AV	FCI	A. Input	AI-114
22	FT-U104	P&ID-B	A-021-1/4"-CS	Cabal	1/4"	ST75AV	FCI	A. Input	AI-117

Llista vàlvules check

	Nº Vàlvula	P&ID	Línia	DN (in)	Codi	Fabricant	Material del cos de la vàlvula
1	CHV-101	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	3/4	Class 800	VELAN	A105
2	CHV-102	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	1/4	Class 800	VELAN	A105

Llista vàlvules de control

	Nº Vàlvula	P&ID	Línia	Descripció del instrument	DN (in)	CV	Codi	Fabricant	Material del cos de la vàlvula
1	GLV-101A	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Vàlv. seient automàtic	1	20	T3241	SAMSON	A216 WCC
2	GLV-101B	P&ID-A	P-01B-3/4"-CS	Vàlv. seient automàtic	1	20	T3241	SAMSON	A216 WCC
3	GLV-102	P&ID-A	A-014-1/4"-CS	Vàlv. seient automàtic	1	5	T3241	SAMSON	A216 WCC
4	GLV-103	P&ID-A	A-016-1/4"-CS	Vàlv. seient automàtic	1	2	T3241	SAMSON	A216 WCC
5	GLV-104	P&ID-A	P-06C-1/4"-CS	Vàlv. seient automàtic	1	7,5	T3241	SAMSON	A216 WCC
6	GLV-105	P&ID-A	A-018-1/4"-CS	Vàlv. seient automàtic	1	2	T3241	SAMSON	A216 WCC
7	GLV-106	P&ID-B	A-021-1/4"-CS	Vàlv. seient automàtic	1	5	T3241	SAMSON	A216 WCC
8	RBV-101	P&ID-B	P-08A-1/4"-CS	Vàlv. bola rotativa auto	1	7,5	3310-SRP	SAMSON	A216 WCC
9	RBV-102	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Vàlv. bola rotativa auto	1	3	3310-SRP	SAMSON	A216 WCC

Llista vàlvules de seguretat

	Nº Vàlvula	P&ID	Línia	Diàmetre entrada	Diàmetre sortida	Pressió tara (barg)	Tipus orifici	Codi	Fabricant
1	PSV-101	P&ID-A	A-03B-1/4"-CS	1 1/2	3	5,8	D	5262,045	LESER
2	PSV-102	P&ID-A	A-17A-1/4"-CS	2	3	3,9	J	5262,162	LESER
3	PSV-103	P&ID-A	A-18A-1/4"-CS	2	3	3,9	J	5262,162	LESER
4	PSV-104	P&ID-A	P-06A-1/4"-CS	1	2	26,5	D	5262,001	LESER
5	PSV-105	P&ID-B	V-101	1	2	26,5	D	5262,001	LESER
6	PSV-106	P&ID-B	A-022-1/4"-CS	3	4	3,9	L	5262,232	LESER
7	PSV-107	P&ID-B	V-102	1	2	26,5	D	5262,001	LESER

Llista vàlvules de manteniment

	Nº Vàlvula	P&ID	Línia	Descripció del instrument	DN (in)	Codi	Fabricant	Material del cos de la vàlvula
1	GAV-101	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
2	GAV-102	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
3	GAV-103	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
4	GAV-104	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
5	GAV-105A	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
6	GAV-105B	P&ID-A	P-01B-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
7	GAV-106A	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Venteig	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
8	GAV-106B	P&ID-A	P-01B-3/4"-CS	Venteig	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
9	GAV-107A	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Venteig	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
10	GAV-107B	P&ID-A	P-01B-3/4"-CS	Venteig	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
11	GAV-108A	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
12	GAV-108B	P&ID-A	P-01B-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
13	GAV-109	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
14	GAV-110	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Venteig	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
15	GAV-111	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Seccionament	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
16	GAV-112	P&ID-A	P-01A-3/4"-CS	Venteig	3/4	2054B-Class 800	Velan	A105
17	GAV-113	P&ID-A	P-002-1/2"-CS	Seccionament	1/2	2054B-Class 800	Velan	A105
18	GAV-114	P&ID-A	P-002-1/2"-CS	Venteig	1/2	2054B-Class 800	Velan	A105
19	GAV-115	P&ID-A	P-003-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
20	GAV-116	P&ID-A	P-003-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
21	GAV-117	P&ID-A	P-003-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
22	GAV-118	P&ID-A	P-003-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
23	GAV-119	P&ID-A	P-003-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
24	GAV-120	P&ID-A	P-003-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
25	GAV-121	P&ID-A	P-004-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
26	GAV-122	P&ID-A	P-004-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
27	GAV-123	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105

Llista vàlvules de manteniment (cont.)

	Nº Vàlvula	P&ID	Línia	Descripció del instrument	DN (in)	Codi	Fabricant	Material del cos de la vàlvula
27	GAV-123	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
28	GAV-124	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
29	GAV-125	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
30	GAV-126	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
31	GAV-127	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
32	GAV-128	P&ID-A	P-005-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
33	GAV-129	P&ID-A	P-06A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
34	GAV-130	P&ID-A	P-06A-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
35	GAV-131	P&ID-A	P-06C-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
36	GAV-132	P&ID-A	P-06C-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
37	GAV-133	P&ID-A	P-06C-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
38	GAV-134	P&ID-A	P-06C-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
39	GAV-135	P&ID-A	P-06A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
40	GAV-136	P&ID-A	P-06A-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
41	GAV-137	P&ID-B	P-007-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
42	GAV-138	P&ID-B	P-007-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
43	GAV-139	P&ID-B	V-101	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
44	GAV-140	P&ID-B	V-101	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
45	GAV-141	P&ID-B	V-101	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
46	GAV-142	P&ID-B	V-101	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
47	GAV-143	P&ID-B	V-101	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
48	GAV-144	P&ID-B	V-101	Purga	1	2054B-Class 800	Velan	A105
49	GAV-145	P&ID-B	P-08A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
50	GAV-146	P&ID-B	P-08A-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
51	GAV-147	P&ID-B	P-08A-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
52	GAV-148	P&ID-B	P-08A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
53	GAV-149	P&ID-B	P-010-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105

Llista vàlvules de manteniment (cont.)

	Nº Vàlvula	P&ID	Línia	Descripció del instrument	DN (in)	Codi	Fabricant	Material del cos de la vàlvula
54	GAV-150	P&ID-B	P-010-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
55	GAV-151	P&ID-B	V-102	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
56	GAV-152	P&ID-B	V-102	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
57	GAV-153	P&ID-B	V-102	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
58	GAV-154	P&ID-B	V-102	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
59	GAV-155	P&ID-B	V-102	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
60	GAV-156	P&ID-B	V-102	Purga	1	2054B-Class 800	Velan	A105
61	GAV-157	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
62	GAV-158	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
63	GAV-159	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
64	GAV-160	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
65	GAV-161	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
66	GAV-162	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
67	GAV-163	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
68	GAV-164	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
69	GAV-165	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
70	GAV-166	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
71	GAV-167	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
72	GAV-168	P&ID-B	P-11A-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
73	GAV-U101	P&ID-A	A-014-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
74	GAV-U102	P&ID-A	A-014-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
75	GAV-U103	P&ID-A	A-014-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
76	GAV-U104	P&ID-A	A-014-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
77	GAV-U105	P&ID-A	A-014-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
78	GAV-U106	P&ID-A	A-014-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
79	GAV-U107	P&ID-A	E-101	Purga	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
80	GAV-U108	P&ID-A	E-101	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105

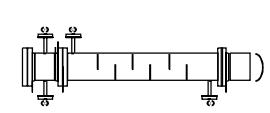
Llista vàlvules de manteniment (cont.)

	Nº Vàlvula	P&ID	Línia	Descripció del instrument	DN (in)	Codi	Fabricant	Material del cos de la vàlvula
81	GAV-U109	P&ID-A	A-016-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
82	GAV-U110	P&ID-A	A-016-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
83	GAV-U111	P&ID-A	A-016-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
84	GAV-U112	P&ID-A	A-016-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
85	GAV-U113	P&ID-A	A-016-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
86	GAV-U114	P&ID-A	A-016-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
87	GAV-U115	P&ID-A	E-102	Purga	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
88	GAV-U116	P&ID-A	E-102	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
89	GAV-U117	P&ID-A	A-018-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
90	GAV-U118	P&ID-A	A-018-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
91	GAV-U119	P&ID-A	A-018-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
92	GAV-U120	P&ID-A	A-018-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
93	GAV-U121	P&ID-A	A-018-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
94	GAV-U122	P&ID-A	A-018-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
95	GAV-U123	P&ID-A	E-103	Purga	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
96	GAV-U124	P&ID-A	E-103	Venteig	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
97	GAV-U125	P&ID-B	A-021-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
98	GAV-U126	P&ID-B	A-021-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
99	GAV-U127	P&ID-B	A-021-1/4"-CS	Venteig	1	2054B-Class 800	Velan	A105
100	GAV-U128	P&ID-B	A-021-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
101	GAV-U129	P&ID-B	A-021-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105
102	GAV-U130	P&ID-B	A-021-1/4"-CS	Seccionament	1/4	2054B-Class 800	Velan	A105

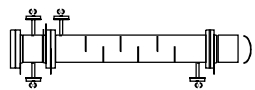
Heat Exchanger Specification Sheet

1	E-101											
2												
3												
4												
5												
6	Size:	205 - 1200	mm	Type:	AES Horizontal	Connected in:	1 parallel	1 series				
7	Surf/unit(eff.)	1,4	m ²	Shells/unit	1	Surf/shell(eff.)	1,4	m ²				
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT											
9	Fluid allocation	Shell Side				Tube Side						
10	Fluid name	Aigua				Gas						
11	Fluid quantity, Total	101				15						
12	Vapor (In/Out)	kg/h		0	0	15		15				
13	Liquid	kg/h		101	101	0		0				
14	Noncondensable	kg/h		0	0	0		0				
15												
16	Temperature (In/Out)	°C		20	35,4	256,63		33,04				
17	Dew / Bubble point	°C										
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³		/ 998,86	/ 983,96	3,23 /		5,73 /				
19	Viscosity	cp		/ 1,0214	/ 0,7342	0,0171 /		0,0106 /				
20	Molecular wt, Vap					29,18		29,18				
21	Molecular wt, NC											
22	Specific heat	J/(kg-K)		/ 4525,96	/ 4522,73	2299,23 /		1593,21 /				
23	Thermal conductivity	W/(m-K)		/ 0,5991	/ 0,6202	0,054 /		0,0213 /				
24	Latent heat	kJ/kg										
25	Pressure (abs)	bar		3	2,9997	4,86048		4,85832				
26	Velocity (Mean/Max)	m/s		/								
27	Pressure drop, allow./calc.	bar		0,5	0,0003	0,26		0,00216				
28	Fouling resistance (min)	m ² -K/W		0,00018		0,003		0,00385 Ao based				
29	Heat exchanged	2	kW	MTD (corrected)				65,57	°C			
30	Transfer rate, Service	20,9	Dirty	20,9	Clean	22,8	W/(m ² -K)					
31	CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch					
32			Shell Side			Tube Side						
33	Design/Vacuum/test pressure	bar	4	/	/	6	/	/				
34	Design temperature	°C	70			295						
35	Number passes per shell		1			4						
36	Corrosion allowance	mm	3,18			3,18						
37	Connections	In	mm	1	12,7 /	-	1	12,7 /			-	
38	Size/Rating	Out		1	12,7 /	-	1	12,7 /			-	
39	Nominal	Intermediate		/	-	/	-	/			-	
40	Tube No.	24	OD	19,05	TksAverage	2,11	mm Length	1200			mm Pitch	23,8
41	Tube type	Plain	#/m	Material	Carbon Steel	Tube pattern	30					
42	Shell	Carbon Steel	ID	205	OD	219,08	mm	Shell cover	Carbon Steel			
43	Channel or bonnet	Carbon Steel		Channel cover			Carbon Steel					
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel		Tubesheet-floating			Carbon Steel					
45	Floating head cover	Carbon Steel		Impingement protection			None					
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Unbaffled	Cut(%d)	Spacing: c/c			mm			
47	Baffle-long	-	Seal Type	Inlet			mm					
48	Supports-tube	U-bend	0	Type								
49	Bypass seal	Tube-tubesheet joint			Expanded only (2 grooves)(App.A 'I')							
50	Expansion joint	-	Type	None								
51	RhoV2-Inlet nozzle	34	Bundle entrance	0	Bundle exit	0	kg/(m-s ²)					
52	Gaskets - Shell side	Flat Metal Jacket Fibe			Tube side			Flat Metal Jacket Fibe				
53	Floating head	Flat Metal Jacket Fibe										
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1				TEMA class	R - refinery service					
55	Weight/Shell	235,4	Filled with water	284,6	Bundle	47,2	kg					
56	Remarks											
57												
58												


Heat Exchanger Specification Sheet

1	E-102											
2												
3												
4												
5												
6	Size:	205 - 1200	mm	Type:	AEM Horizontal	Connected in:	1 parallel	1 series				
7	Surf/unit(eff.)	2	m ²	Shells/unit	1	Surf/shell(eff.)	2	m ²				
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT											
9	Fluid allocation	Shell Side				Tube Side						
10	Fluid name	Aigua				Gas						
11	Fluid quantity, Total	kg/h	27				15					
12	Vapor (In/Out)	kg/h	0		0		15		15			
13	Liquid	kg/h	27		27		0		0			
14	Noncondensable	kg/h	0		0		0		0			
15												
16	Temperature (In/Out)	°C	20		39,9		108,6		40,21			
17	Dew / Bubble point	°C										
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	/	998,86	/	979,56	10,66 /	13,44 /				
19	Viscosity	cp	/	1,0214	/	0,6725	0,0131 /	0,011 /				
20	Molecular wt, Vap											
21	Molecular wt, NC											
22	Specific heat	kJ/(kg-K)	/	4,526	/	4,523	1,868 /	1,666 /				
23	Thermal conductivity	W/(m-K)	/	0,5991	/	0,6258	0,0309 /	0,0222 /				
24	Latent heat	kJ/kg										
25	Pressure (abs)	bar	4,01325		4,01324		11,1723		11,17147			
26	Velocity (Mean/Max)	m/s	/									
27	Pressure drop, allow./calc.	bar	0,5		1E-05		0,26		0,00083			
28	Fouling resistance (min)	m ² -K/W	0,00018				0,00675	0,00866	Ao based			
29	Heat exchanged	0,5	kW			MTD (corrected)			32,81	°C		
30	Transfer rate, Service	7,6	Dirty			19,4	Clean			23,4	W/(m ² -K)	
31	CONSTRUCTION OF ONE SHELL										Sketch	
32					Shell Side			Tube Side				
33	Design/Vacuum/test pressure	bar	4	/	/	13	/	/				
34	Design temperature	°C	145			145						
35	Number passes per shell	1			6							
36	Corrosion allowance	mm	3,18			3,18						
37	Connections	In	mm	1	12,7	/	-	1	12,7	/		-
38	Size/Rating	Out	mm	1	12,7	/	-	1	12,7	/		-
39	Nominal	Intermediate	mm	/	-	/	-	/	-			
40	Tube No.	30	OD	19,05	TksAverage	2,11	mm Length	1200	mm Pitch	23,81		mm
41	Tube type	Plain	#/m	Material			Carbon Steel			Tube pattern		30
42	Shell	Carbon Steel	ID	205	OD	219,08	mm	Shell cover		-		
43	Channel or bonnet	Carbon Steel					Channel cover		Carbon Steel			
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel					Tubesheet-floating		-			
45	Floating head cover	-					Impingement protection		None			
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental		Cut(%d)	44,56	HorizSpacing: c/c		135	mm	
47	Baffle-long	-	Seal Type				Inlet		223,98			
48	Supports-tube	U-bend	0				Type					
49	Bypass seal					Tube-tubesheet joint		Expanded only (2 grooves)(App.A 'I')				
50	Expansion joint	-					Type		None			
51	RhoV2-Inlet nozzle	1	Bundle entrance		0	Bundle exit		0	kg/(m-s ²)			
52	Gaskets - Shell side	-	Tube side				Flat Metal Jacket Fibe					
53	Floating head	-										
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1				TEMA class		R - refinery service				
55	Weight/Shell	225,1	Filled with water	261,7	Bundle	68,4	kg					
56	Remarks											
57												
58												

Heat Exchanger Specification Sheet

1	E-103													
2														
3														
4														
5														
6	Size:	205 - 1200	mm	Type:	AEM Horizontal	Connected in:	1 parallel	1 series						
7	Surf/unit(eff.)	2	m ²	Shells/unit	1	Surf/shell(eff.)	2	m ²						
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT													
9	Fluid allocation	Shell Side				Tube Side								
10	Fluid name	Aigua				Gas								
11	Fluid quantity, Total	kg/h	27				15							
12	Vapor (In/Out)	kg/h	0	0	15	15								
13	Liquid	kg/h	27	27	0	0								
14	Noncondensable	kg/h	0	0	0	0								
15														
16	Temperature (In/Out)	°C	20	39,9	101,11	40								
17	Dew / Bubble point	°C					47,1	-21,39						
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	/ 998,86	/ 979,56	26,17 /	33,7 /	671,5							
19	Viscosity	cp	/ 1,0214	/ 0,6725	0,0132 /	0,0116 /	0,3271							
20	Molecular wt, Vap					29,06	28,86							
21	Molecular wt, NC					27,69	27,69							
22	Specific heat	kJ/(kg-K)	/ 4,526	/ 4,523	1,941 /	1,858 /	2,499							
23	Thermal conductivity	W/(m-K)	/ 0,5991	/ 0,6258	0,0299 /	0,0222 /	0,1123							
24	Latent heat	kJ/kg					423,4	337,7						
25	Pressure (abs)	bar	3	2,99999	25,56	25,55959								
26	Velocity (Mean/Max)	m/s	/				/							
27	Pressure drop, allow./calc.	bar	0,5	1E-05	0,3556	0,00041								
28	Fouling resistance (min)	m ² -K/W	0,00018				0,00675	0,00867	Ao based					
29	Heat exchanged	0,5	kW			MTD (corrected)		27,51	°C					
30	Transfer rate, Service	9	Dirty		23,5	Clean		29,7	W/(m ² -K)					
31	CONSTRUCTION OF ONE SHELL							Sketch						
32			Shell Side			Tube Side								
33	Design/Vacuum/test pressure	bar	4	/	/	29	/	/						
34	Design temperature	°C	140			140								
35	Number passes per shell	1			6									
36	Corrosion allowance	mm	3,18			3,18								
37	Connections	In	mm	1	12,7	/	-	1				12,7	/	-
38	Size/Rating	Out	1	12,7	/	-	1	12,7				/	-	
39	Nominal	Intermediate	/	-	/	-								
40	Tube No.	30	OD	19,05	TksAverage	2,11	mm Length	1200				mm Pitch	23,81	mm
41	Tube type	Plain	#/m	Material	Carbon Steel	Tube pattern	30							
42	Shell	Carbon Steel	ID	205	OD	219,08	mm	Shell cover	-					
43	Channel or bonnet	Carbon Steel					Channel cover	Carbon Steel						
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel					Tubesheet-floating	-						
45	Floating head cover	-					Impingement protection	None						
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	44,56	HorizSpacing:	c/c	135	mm				
47	Baffle-long	-	Seal Type					Inlet	223,98	mm				
48	Supports-tube	U-bend	0	Type										
49	Bypass seal					Tube-tubesheet joint	Expanded only (2 grooves)(App.A 'I')							
50	Expansion joint	-	Type	None										
51	RhoV2-Inlet nozzle	1	Bundle entrance	0	Bundle exit	0	kg/(m-s ²)							
52	Gaskets - Shell side	-	Tube side	Flat Metal Jacket Fibe										
53	Floating head	-												
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1				TEMA class	R - refinery service							
55	Weight/Shell	238,2	Filled with water	274,8	Bundle	68,4	kg							
56	Remarks													
57														
58														

Heat Exchanger Specification Sheet

1	E-104												
2													
3													
4													
5													
6	Size:	205 - 1200	mm	Type:	AEM Horizontal	Connected in:	1 parallel	1 series					
7	Surf/unit(eff.)	2	m ²	Shells/unit	1	Surf/shell(eff.)	2	m ²					
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT												
9	Fluid allocation					Shell Side		Tube Side					
10	Fluid name					Water		Gas					
11	Fluid quantity, Total	kg/h		101		15							
12	Vapor (In/Out)	kg/h		0	0	15	14						
13	Liquid	kg/h		101	101	0	0						
14	Noncondensable	kg/h		0	0	0	0						
15													
16	Temperature (In/Out)	°C		8	10	40	15						
17	Dew / Bubble point	°C				40,11	-20,35						
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³		/ 1010,3	/ 1008,41	33,73 / 747,21	38 / 764,09						
19	Viscosity	cp		/ 1,3712	/ 1,3025	0,0116 / 0,7829	0,0109 / 1,0807						
20	Molecular wt, Vap					28,98	28,53						
21	Molecular wt, NC					36,53	36,53						
22	Specific heat	kJ/(kg-K)		/ 4,534	/ 4,533	1,916 / 2,628	1,996 / 2,504						
23	Thermal conductivity	W/(m-K)		/ 0,5805	/ 0,5838	0,0222 / 0,1233	0,0195 / 0,1314						
24	Latent heat	kJ/kg				477,7	352						
25	Pressure (abs)	bar		3	2,99969	25,81	25,80943						
26	Velocity (Mean/Max)	m/s		/		/							
27	Pressure drop, allow./calc.	bar		0,5	0,00031	0,3581	0,00058						
28	Fouling resistance (min)	m ² -K/W		0,00018		0,00674	0,00866	Ao based					
29	Heat exchanged	0,3	kW		MTD (corrected)		15,34	°C					
30	Transfer rate, Service	8,2	Dirty		23,4	Clean		29,5	W/(m ² -K)				
31	CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch						
32			Shell Side			Tube Side							
33	Design/Vacuum/test pressure	bar	4	/	/	29	/	/					
34	Design temperature	°C	45			75							
35	Number passes per shell		1			6							
36	Corrosion allowance	mm	3,18			3,18							
37	Connections	In	mm	1	12,7 / -	1	12,7 / -	-					
38	Size/Rating	Out		1	12,7 / -	1	12,7 / -	-					
39	Nominal	Intermediate		/	-	/	-	-					
40	Tube No.	30	OD	19,05	TksAverage	2,11	mm Length	1200			mm Pitch	23,81	mm
41	Tube type	Plain	#/m	Material		Carbon Steel		Tube pattern			30		
42	Shell	Carbon Steel	ID	205	OD	219,08	mm	Shell cover	-				
43	Channel or bonnet	Carbon Steel					Channel cover	Carbon Steel					
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel					Tubesheet-floating	-					
45	Floating head cover	-					Impingement protection	None					
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental		Cut(%d)	44,56	HorizSpacing: c/c	135		mm		
47	Baffle-long	-	Seal Type					Inlet	223,98		mm		
48	Supports-tube	U-bend	0				Type						
49	Bypass seal					Tube-tubesheet joint	Expanded only (2 grooves)(App.A 'I')						
50	Expansion joint	-			Type	None							
51	RhoV2-Inlet nozzle	34	Bundle entrance	0		Bundle exit	0		kg/(m-s ²)				
52	Gaskets - Shell side	-			Tube side	Flat Metal Jacket Fibe							
53	Floating head	-											
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1				TEMA class	R - refinery service						
55	Weight/Shell	238,2	Filled with water	274,8		Bundle	68,4		kg				
56	Remarks												
57													
58													

CENTRIFUGAL COMPRESSOR DATA SHEET

1	GENERAL							
2								
3								
4								
5		Item: K-101						
6		Vapor or Gas Handled					Drawing	
7		Etilè	0,923	%				
8		Resta de gasos	0,016	%				
9		Lleugers	0,061	%				
10								
11		Molecular wt.	290,85	kg/kmol				
12		Density	1,62	kg/m ³				
13		Viscosity	0,0151	cP				
14		Critical Press. (eff.)	508,88	kg/cm ² g				
15		Critical Temp.	286,33	°C				
16		Cp/Cv	1,16					
17		Compressibility	0,997					
18		Suction Conditions						
19		Weight Flow	15	kg/h				
20		Volume Flow	9,27	Nm ³ /h				
21		Pressure	2,15	kg/cm ² g				
22		Temperature	185	°C				
23								
24		Discharge Conditions						
25		Pressure	27,1	kg/cm ² g				
26		Dif. Pressure		kg/cm ²				
27		Estim. Mechanical Efficiency	85	%				
28		Power (including Gear Loss)	2,43	kW				
25		Rot. freq.		s ⁻¹				
28		Surge at capacity		%				
29		Number of Stages	3					
30		Code						
31		Case Design Pressure	29,8	kg/cm ² g				
32		Impeller Type						
33		Diameter		mm				
34		Seal Type						
35		Lubrication System:						
36		Cooling Water Required on:	5Casing; <input type="checkbox"/> Stuffing Box; <input type="checkbox"/>					
37		Hydrostatic Test Pressure (eff.)		kg/cm ² g				
38			Thick. / Dia.		Mat'l Class			
39		Casing & Covers:		mm				
40		Shaft:		mm				
41		Shaft Sleeves:		mm				
42		Impeller Hubs & Covers:		mm				
43		Impeller Vanes		mm				
44		Intercooler:						
45		Aftercooler						
46			Service	Mark	Nº	Size	Rating	NOTES:
47		Suction 1		A		3/4"	1,1	
48		Discharge 1		B		1/2"	3,8	
49		Suction 2		C		1/4"	3,8	
50		Discharge 2		D		1/4"	10,2	
51		Suction 3		E		1/4"	10,2	
52		Discharge 3		F		1/4"	24,7	
53		Steam (Driver)					Performance Curve	
54		Pressure				kg/cm ² g		
55		Temperature				°C		
56								
57		Electricity (Motor Driver)						
58		Mechanical Data:						
59		Estimated Power Req'd:	4,2525			kW		
60		Proposed Motor Size	4,25			kW		
61		Rot. freq.				s-1		
62		Electrical Data:						
63		Voltage				V		
64		Phase						
65		Frequency	50			Hz		
66		Full load Current				A		
67								
68		Cooling Water						
69		Temp. Inlet				°C		
70		Temp. Outlet				°C		
71		Pressure, Normal				kg/cm ² g		
72		Design				kg/cm ² g		
73		Wt. of Compressor (Less Base)					kg	
74		Wt. of Driver					kg	
75								
76								
0							UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química Departament d'Enginyeria Química	
REV.		DATE		PREP.		APPR.		

VERTICAL TANK DATA SHEET

1	GENERAL		Item: V-101	
2			Service:	
3			Type of roof:	
4			Capacity:	
5	OPERAT. COND.		Operating Pressure	24,70 barg
6			Operating Temperature	40 °C
7			Liquid Density	747,31 kg/m ³
8			Inlet flow	15,00 m ³ /h
9			Outlet gas flow	14,82 m ³ /h
9			Outlet liquid flow	0,18 m ³ /h
10	DESIGN DATA		Design Pressure (eff.)	27,20 barg
11			Vacuum (abs.)	bar
12			Design Temperature	60 °C
13			Corr. Allow.	3 mm
14			Courses:	Nº
15			Joint Eff.	1
16			Code:	A
17			Radiograph:	100 %
18			Stress Relieve:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
19			Insulation:	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
20			Fireproofing:	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
21			Sandblast:	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
22			Paint:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
23			Wt. Empty:	3.332,20 kg
24			Wt. Full of product:	3.692,20 kg
25			Wt. Full of water:	14.300,50 kg
26			Hidrostatic Test (eff.)	bar
27	MATERIALS		Thickness (mm.)	Mat'l Class
28			Perimetral ring	
29			Shell course	73 A240 grau 316L
30			Roof	70 A240 grau 316L
31			Bottom	70 A240 grau 316L
32	NOZZLES		Service	Mark
33			Entrada	BA 1 1/4" 27,2 barg
34			Transmissor pressió	CA 1 1/4" 27,2 barg
35			PSV	DA 1 1/4" 27,2 barg
36			Sortida gas	EA 1 1/4" 27,2 barg
37			Venteig	FA 1 1/4" 27,2 barg
38			Medidor nivell	GA 1 1/4" 27,2 barg
39			Medidor nivell	HA 1 1/4" 27,2 barg
40			Purga líquid	IA 1" 27,2 barg
41	NOTES:			
42				
43			Cos cilíndric	
44				
45			Caps el·lipsoidals 2:1	
46				
47			El recipient compta amb un demister situat a la part superior del cilindre	
48			i amb un forçador de pas.	
49				
50			Boca d'home al cap superior	
51				
52			La distància entre el final del forçador de pas i el final del cos cilíndric és de	
53			1m.	
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63	REV.		DATE	PREP.
64				APPR.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química
Departament d'Enginyeria Química

VERTICAL TANK DATA SHEET

1	GENERAL	Item: V-102				
2		Service:				
3		Type of roof:				
4		Capacity:				
5	OPERAT. COND.	Operating Pressure		24,60	barg	
6		Operating Temperature		40	°C	
7		Liquid Density		764,43	kg/m ³	
8		Inlet flow		14,82	m ³ /h	
9		Outlet gas flow		14,39	m ³ /h	
10		Outlet liquid flow		0,43	m ³ /h	
11	DESIGN DATA	Design Pressure (eff.)		27,10	barg	
12		Vacuum (abs.)			bar	
13		Design Temperature		60	°C	
14		Corr. Allow.		3	mm	
15		Courses:			Nº	
16		Joint Eff.		1		
17		Code:		A		
18		Radiograph:		100	%	
19		Stress Relieve:		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	Parts: No	
20		Insulation:		<input type="checkbox"/> Yes	Thickness (mm.): x No	
21	Fireproofing:		<input type="checkbox"/> Yes	x No		
22	Sandblast:		<input type="checkbox"/> Yes	Grade: x No		
23	Paint:		<input checked="" type="checkbox"/> Yes	Parts: Totes No		
24	Wt. Empty:		3.332,20	kg		
25	Wt. Full of product:		3.692,20	kg		
26	Wt. Full of water:		14.300,50	kg		
27	Hidrostatic Test (eff.)			bar		
28	MATERIALS	Perimetral ring		Thickness (mm.)	Mat'l Class	
29		Shell course		73	A240 grau 316L	
30		Roof		70	A240 grau 316L	
31		Bottom		70	A240 grau 316L	
32	NOZZLES	Service	Mark	No.	Dia.	Rating
33		Entrada	BA	1	1/4"	27,2 barg
34		Transmissor pressió	CA	1	1/4"	27,2 barg
35		PSV	DA	1	1/4"	27,2 barg
36		Sortida gas	EA	1	1/4"	27,2 barg
37		Venteig	FA	1	1/4"	27,2 barg
38		Medidor nivell	GA	1	1/4"	27,2 barg
39	Medidor nivell	HA	1	1/4"	27,2 barg	
40		Purga líquid	IA	1	1"	27,2 barg
41	NOTES:					
42						
43	Cos cilíndric					
44						
45	Caps el·lipsoidals 2:1					
46						
47	El recipient compta amb un demister situat a la part superior del cilindre					
48	i un forçador de pas					
49						
50	Boca d'home al cap superior					
51						
52	La distància entre el final del forçador de pas i el final del cos cilíndric és de					
53	1m.					
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62	0					
63	REV.	DATE	PREP.	APPR.		
64						

The drawing shows a vertical cylindrical tank labeled 'V-102'. The elevation view shows a total height of 4800 mm, with a cylindrical section of 4000 mm and two 2:1 elliptical heads. A diameter of Ø1606 mm is indicated. Nozzles are labeled SA 1/4", TA 1/4", UA 1/4", RA 1/4", VA 1/4", WA 1/4", QA 1/4", and XA 1". A demister is shown at the top. The top view shows three nozzles (GA, HA, IA) with a diameter of Ø12.37 mm and a spacing of 750.2 mm between them. A central nozzle (CA) has a diameter of Ø800 mm. The bottom view shows a central nozzle (IA) with a diameter of 803 mm.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
 Departament d'Enginyeria Química
 Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	GLV-101A		INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW					
3	SERVICE	Gas		DN & RATING		25	10		
4	LINE/EQUIPMENT	P-01A-3/4"-CS		MTL & SCHEDULE		A216 WCC		40	
5	DIAGRAM	PI&D-A		INSULATION AND THICKNESS		Sproule WR1200	0,0038		
6	AREA CLASSIFICATION			EEx REGULATION					
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Mescla gases	GAS	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,163	0,997	Inlet Flow cu m/s		0,0026	0,0026	2,6E-03
10	D or SG	Viscosity Pa·s	0,002	1,51E-05	Inlet Pressure bar		1,1	1,1	1,1
11	P crit. bar	T crit. K	50,1	286,3	Pressure Drop bar		0,001	0,001	0,001
12	TIGHTNESS				T operation K		458	458	458
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar				
14	OTHERS				Cv calculated		13,105	13,105	13,105
15					Cv required		20	20	20
16					Opening			100%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Sphere	Types (1)	3241	Escape Types	-			
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)	-			
21	DN & Rating	25 & 10#	Guidance	-	MTL Guidance	SA 216 WCB			
22	Line Connection	Flange	Holder	-	MTL Holder	SA 216 WCB			
23	MTL Body & Casing	A 216 WCC	Nominal Cv	-	MTL Actuator	SA 216 WCB			
24	MTL Body Line	SA 216 WCB	Character	-	MTL Nozzle	SA 216 WCB			
25	MTL Outlet Line	SA 216 WCB	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang	-			
27	Biretta Type	-	Type	Diaphragm	Wheel	-			
28	Packing	A	Air	-	Travel Limit mm	15			
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System	-			
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER			SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)		
32	Positioner Type	Digital		Valve Type	Equal Percentage		Sensors Type		
33	SMART Capacity			Feed			Service		
34	PST/Regulation			Reset Type			Assembly & Connec.		
35	Electrical Connection			Electrical Connec.			EEx Protection		
36	Pneumatic Connection			Pneumatic Connec.			NOTES AND ACCESSORIES		
37	EEx Protection			EEx Protection					
38	Filter	-		SIL (s/IEC 61508)					
39	PRODUCT DATA (3)				PURCHASE DATA				
40	Valve	PF51.1:ES	Actuator	Serie 250	Requisition				
41	Positionator	Digital		Manufacturer		Samson			
42	Solenoid	Equal Percentatge		Supplier					
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE						
					SHEET No. 2				

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	GLV-101B		INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW					
3	SERVICE	Gas		DN & RATING		25	10		
4	LINE/EQUIPMENT	P-01B-3/4"-CS		MTL & SCHEDULE		A 216 WCC		10	
5	DIAGRAM	PI&D-A		INSULATION AND THICKNESS		Sproule WR1200	0,0038		
6	AREA CLASSIFICATION			EEx REGULATION					
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Mescla gasos	GAS	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,163	0,997	Inlet Flow cu m/s		0,0026	0,0026	2,6E-03
10	D or SG	Viscosity Pa·s	0,002	1,51E-05	Inlet Pressure bar		1,1	1,1	1,1
11	P crit. bar	T crit. K	50,1	286,3	Pressure Drop bar		0,001	0,001	0,001
12	TIGHTNESS				T operation K		458	458	458
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar				
14	OTHERS				Cv calculated		13,105	13,105	13,105
15					Cv required		20	20	20
16					Opening			0%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Sphere	Types (1)	3241	Escape Types	-			
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)	-			
21	DN & Rating	25 & 10#	Guidance	-	MTL Guidance	A 216 WCC			
22	Line Conection	Flange	Holder	-	MTL Holder	A 216 WCC			
23	MTL Body & Casing	A 216 WCC	Nominal Cv	-	MTL Actuator	A 216 WCC			
24	MTL Body Line	A 216 WCC	Character	-	MTL Nozzle	A 216 WCC			
25	MTL Outlet Line	A 216 WCC	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang	-			
27	Biretta Type	-	Type	Diaphragm	Wheel	-			
28	Packing	A	Air	-	Travel Limit mm	15			
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System	-			
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER			SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)		
32	Positioner Type	Digital		Valve Type	Equal Percentage		Sensors Type		
33	SMART Capacity			Feed			Service		
34	PST/Regulation			Reset Type			Assembly & Connec.		
35	Electrical Connection			Electrical Connec.			EEx Protection		
36	Pneumatic Connection			Pneumatic Connec.			NOTES AND ACCESSORIES		
37	EEx Protection			EEx Protection					
38	Filter	-		SIL (s/IEC 61508)					
39	PRODUCT DATA (3)				PURCHASE DATA				
40	Valve	PF51.1:E	Actuator	Serie 250	Requisition				
41	Positionator	Digital		Manufacturer		Samson			
42	Solenoid	Equal Percentatge		Supplier					
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE						
					SHEET No. 2				

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	GLV-102		INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW					
3	SERVICE	Aigua refrigeració		DN & RATING		25	10		
4	LINE/EQUIPMENT	A-014-1/4"-CS		MTL & SCHEDULE		A 216 WCC		10	
5	DIAGRAM	PI&D-A		INSULATION AND THICKNESS		-	-		
6	AREA CLASSIFICATION			EEx REGULATION					
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Aigua	Líquid	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,000	0,003	Inlet Flow cu m/s		2,81E-05	2,81E-05	2,8E-05
10	D or SG	Viscosity Pa·s	0,999	1,02E-03	Inlet Pressure bar		3	3	3
11	P crit. bar	T crit. K	220,6	647,1	Pressure Drop bar		0,001	0,001	0,001
12	TIGHTNESS				T operation K		293	293	293
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar		0,0233	0,0233	0,0233
14	OTHERS				Cv calculated		3,887	3,887	3,887
15					Cv required		5	5	5
16					Opening			100%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Sphere	Types (1)	3241	Escape Types	-			
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)	-			
21	DN & Rating	25&10#	Guidance	-	MTL Guidance	A 216 WCC			
22	Line Connection	Flange	Holder	-	MTL Holder	A 216 WCC			
23	MTL Body & Casing	A 216 WCC	Nominal Cv	-	MTL Actuator	A 216 WCC			
24	MTL Body Line	A 216 WCC	Character	-	MTL Nozzle	A 216 WCC			
25	MTL Outlet Line	A 216 WCC	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang	-			
27	Biretta Type	-	Type	Diaphragm	Wheel	-			
28	Packing	W	Air	-	Travel Limit mm	15			
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System	-			
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER		SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)			
32	Positioner Type	Digital	Valve Type	Equal Percentage	Sensors Type				
33	SMART Capacity		Feed		Service				
34	PST/Regulation		Reset Type		Assembly & Connec.				
35	Electrical Connection		Electrical Connec.		EEx Protection				
36	Pneumatic Connection		Pneumatic Connec.		NOTES AND ACCESSORIES				
37	EEx Protection		EEx Protection						
38	Filter	-	SIL (s/IEC 61508)						
39	PRODUCT DATA (3)			PURCHASE DATA					
40	Valve	PF51.1:E	Actuator	Serie 250	Requisition				
41	Positionator	Digital			Manufacturer	Samson			
42	Solenoid	Equal Percentatge			Supplier				
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE						
					SHEET No. 2				

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	GLV-103		INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW					
3	SERVICE	Aigua refrigeració		DN & RATING		25	10		
4	LINE/EQUIPMENT	A-016-1/4"-CS		MTL & SCHEDULE		A 216 WCC		10	
5	DIAGRAM	PI&D-A		INSULATION AND THICKNESS		-	-		
6	AREA CLASSIFICATION			EEx REGULATION					
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Aigua	Líquid	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,000	0,003	Inlet Flow cu m/s		5,56E-06	5,56E-06	5,6E-06
10	D or SG	Viscosity Pa·s	0,999	1,02E-03	Inlet Pressure bar		3	3	3
11	P crit. bar	T crit. K	220,6	647,1	Pressure Drop bar		0,0002	0,0002	0,0002
12	TIGHTNESS				T operation K		293	293	293
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar		0,0233	0,0233	0,0233
14	OTHERS				Cv calculated		1,489	1,489	1,489
15					Cv required		2	2	2
16					Opening			100%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Sphere	Types (1)	3241	Escape Types	-			
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)	-			
21	DN & Rating	25&10#	Guidance	-	MTL Guidance	A 216 WCC			
22	Line Connection	Flange	Holder	-	MTL Holder	A 216 WCC			
23	MTL Body & Casing	A 216 WCC	Nominal Cv	-	MTL Actuator	A 216 WCC			
24	MTL Body Line	A 216 WCC	Character	-	MTL Nozzle	A 216 WCC			
25	MTL Outlet Line	A 216 WCC	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang	-			
27	Biretta Type	-	Type	Diaphragm	Wheel	-			
28	Packing	W	Air	-	Travel Limit mm	15			
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System	-			
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER			SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)		
32	Positioner Type	Digital		Valve Type	Equal Percentage		Sensors Type		
33	SMART Capacity			Feed			Service		
34	PST/Regulation			Reset Type			Assembly & Connec.		
35	Electrical Connection			Electrical Connec.			EEx Protection		
36	Pneumatic Connection			Pneumatic Connec.			NOTES AND ACCESSORIES		
37	EEx Protection			EEx Protection					
38	Filter	-		SIL (s/IEC 61508)					
39	PRODUCT DATA (3)				PURCHASE DATA				
40	Valve	PF51.1:ES	Actuator	Serie 250	Requisition				
41	Positionator	Digital		Manufacturer		Samson			
42	Solenoid	Equal Percentatge		Supplier					
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE						
					SHEET No. 2				

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	GLV-104		INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW					
3	SERVICE	Gasos		DN & RATING		25	10		
4	LINE/EQUIPMENT	P-06C-1/4"-CS		MTL & SCHEDULE		A 216 WCC		10	
5	DIAGRAM	PI&D-A		INSULATION AND THICKNESS		Sproule WR1200	0,0038		
6	AREA CLASSIFICATION			EEx REGULATION					
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Mescla gasos	Gas	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,255	0,926	Inlet Flow cu m/s				
10	D or SG	Viscosity Pa·s	0,025	1,35E-04	Inlet Pressure bar		10,2	10,2-20	24,7
11	P crit. bar	T crit. K	50,1	286,3	Pressure Drop bar		0,0004	0,0004	0,0004
12	TIGHTNESS				T operation K		382	382	382
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar				
14	OTHERS				Cv calculated		5,650	5,650	5,650
15					Cv required		7,5	7,5	7,5
16					Opening			100%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Sphere	Types (1)	3241	Escape Types	-			
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)	-			
21	DN & Rating	25&10#	Guidance	-	MTL Guidance	A 216 WCC			
22	Line Conection	Flange	Holder	-	MTL Holder	A 216 WCC			
23	MTL Body & Casing	A 216 WCC	Nominal Cv	-	MTL Actuator	A 216 WCC			
24	MTL Body Line	A 216 WCC	Character	-	MTL Nozzle	A 216 WCC			
25	MTL Outlet Line	A 216 WCC	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang	-			
27	Biretta Type	-	Type	Diaphragm	Wheel	-			
28	Packing	A	Air	-	Travel Limit mm	15			
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System	-			
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER			SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)		
32	Positioner Type	Digital		Valve Type	Equal Percentage		Sensors Type		
33	SMART Capacity			Feed			Service		
34	PST/Regulation			Reset Type			Assembly & Connec.		
35	Electrical Connection			Electrical Connec.			EEx Protection		
36	Pneumatic Connection			Pneumatic Connec.			NOTES AND ACCESSORIES		
37	EEx Protection			EEx Protection					
38	Filter	-		SIL (s/IEC 61508)					
39	PRODUCT DATA (3)				PURCHASE DATA				
40	Valve	PF51.1:ES	Actuator	Serie 250	Requisition				
41	Positionator	Digital		Manufacturer		Samson			
42	Solenoid	Equal Percentatge		Supplier					
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE						
					SHEET No. 2				

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	GLV-105		INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW					
3	SERVICE	Aigua refrigeració		DN & RATING		25	10		
4	LINE/EQUIPMENT	A-018-1/4"-CS		MTL & SCHEDULE		A 216 WCC		10	
5	DIAGRAM	PI&D-A		INSULATION AND THICKNESS		-	-		
6	AREA CLASSIFICATION			EEx REGULATION					
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Aigua	Líquid	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,000	0,003	Inlet Flow cu m/s		5,56E-06	5,56E-06	5,6E-06
10	D or SG	Viscosity Pa·s	0,999	1,02E-03	Inlet Pressure bar		3	3	3
11	P crit. bar	T crit. K	220,6	647,1	Pressure Drop bar		0,0002	0,0002	0,0002
12	TIGHTNESS				T operation K		293	293	293
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar		0,0233	0,0233	0,0233
14	OTHERS				Cv calculated		1,489	1,489	1,489
15					Cv required		2	2	2
16					Opening			100%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Sphere	Types (1)	3241	Escape Types	-			
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)	-			
21	DN & Rating	25&10#	Guidance	-	MTL Guidance	A 216 WCC			
22	Line Connection	Flange	Holder	-	MTL Holder	A 216 WCC			
23	MTL Body & Casing	A 216 WCC	Nominal Cv	-	MTL Actuator	A 216 WCC			
24	MTL Body Line	A 216 WCC	Character	-	MTL Nozzle	A 216 WCC			
25	MTL Outlet Line	A 216 WCC	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang	-			
27	Biretta Type	-	Type	Diaphragm	Wheel	-			
28	Packing	W	Air	-	Travel Limit mm	15			
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System	-			
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER			SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)		
32	Positioner Type	Digital		Valve Type	Equal Percentage		Sensors Type		
33	SMART Capacity			Feed			Service		
34	PST/Regulation			Reset Type			Assembly & Connec.		
35	Electrical Connection			Electrical Connec.			EEx Protection		
36	Pneumatic Connection			Pneumatic Connec.			NOTES AND ACCESSORIES		
37	EEx Protection			EEx Protection					
38	Filter	-		SIL (s/IEC 61508)					
39	PRODUCT DATA (3)				PURCHASE DATA				
40	Valve	PF51.1:ES	Actuator	Serie 250	Requisition				
41	Positionator	Digital		Manufacturer		Samson			
42	Solenoid	Equal Percentatge		Supplier					
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE						
					SHEET No. 2				

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	GLV-106			INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW				
3	SERVICE	Aigua refrigeració			DN & RATING	25	10		
4	LINE/EQUIPMENT	A-021-1/4"-CS			MTL & SCHEDULE	A 216 WCC		10	
5	DIAGRAM	PI&D-B			INSULATION AND THICKNESS	-		-	
6	AREA CLASSIFICATION				EEx REGULATION				
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Aigua	Líquid	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,000	0,002	Inlet Flow cu m/s		2,8E-05	2,8E-05	2,8E-05
10	D or SG	Viscosity Pa·s	1,010	1,37E-02	Inlet Pressure bar		1	1	1
11	P crit. bar	T crit. K	220,6	647,1	Pressure Drop bar		0,001	0,001	0,001297
12	TIGHTNESS				T operation K		281	281	281
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar		0,0233	0,0233	0,0233
14	OTHERS				Cv calculated		3,230	3,230	3,230
15					Cv required		5	5	5
16					Opening			100%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Sphere	Types (1)		3241	Escape Types		-	
20	Vapor Mantle	-	Row		-	Noise (dB)		-	
21	DN & Rating	25&10#	Guidance		-	MTL Guidance		A 216 WCC	
22	Line Conection	Flange	Holder		-	MTL Holder		A 216 WCC	
23	MTL Body & Casing	A 216 WCC	Nominal Cv		-	MTL Actuator		A 216 WCC	
24	MTL Body Line	A 216 WCC	Character		-	MTL Nozzle		A 216 WCC	
25	MTL Outlet Line	A 216 WCC	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang		-		
27	Biretta Type		Type	Diaphragm	Wheel		-		
28	Packing	W	Air	-	Travel Limit mm		15		
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System		-		
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER			SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)		
32	Positioner Type	Digital		Valve Type	Equal Percentage		Sensors Type		
33	SMART Capacity			Feed			Service		
34	PST/Regulation			Reset Type			Assembly & Connec.		
35	Electrical Connection			Electrical Connec.			EEx Protection		
36	Pneumatic Connection			Pneumatic Connec.			NOTES AND ACCESSORIES		
37	EEx Protection			EEx Protection					
38	Filter	-		SIL (s/IEC 61508)					
39	PRODUCT DATA (3)				PURCHASE DATA				
40	Valve	PF51.1:E	Actuator	Serie 250	Requisition				
41	Positionator	Digital			Manufacturer		Samson		
42	Solenoid	Equal Percentatge			Supplier				
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE						
				SHEET No. 2					

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	RBV-101		INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW					
3	SERVICE	Gasos		DN & RATING		25	40		
4	LINE/EQUIPMENT	P-08A-1/4"-CS		MTL & SCHEDULE		A216 WCC		10	
5	DIAGRAM	P&ID-B		INSULATION AND THICKNESS		-		-	
6	AREA CLASSIFICATION			EEx REGULATION					
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Mescla gasos	Gas	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,382	0,854	Inlet Flow cu m/s		0,000123	0,000123	1,2E-04
10	D or SG	Viscosity Pa·s	0,034	1,16E-05	Inlet Pressure bar		24,7	24,7	24,7
11	P crit. bar	T crit. K	50,1	285,2	Pressure Drop bar		0,0003	0,0003	0,0003
12	TIGHTNESS				T operation K		313	313	313
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar				
14	OTHERS				Cv calculated		5,231	5,231	5,231
15					Cv required		7,5	7,5	7,5
16					Opening			90%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Rotatory ball	Types (1)	3310-SRP	Escape Types	-			
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)	-			
21	DN & Rating	25&40#	Guidance	-	MTL Guidance	A216 WCC			
22	Line Conection	Flange	Holder	-	MTL Holder	A216 WCC			
23	MTL Body & Casing	A216 WCC	Nominal Cv	-	MTL Actuator	A216 WCC			
24	MTL Body Line	A216 WCC	Character	-	MTL Nozzle	A216 WCC			
25	MTL Outlet Line	A216 WCC	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang	-			
27	Biretta Type	-	Type	-	Wheel	-			
28	Packing	V-ring	Air	-	Travel Limit mm	15			
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System	-			
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER			SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)		
32	Positioner Type	Digital		Valve Type	ET Lineal		Sensors Type		
33	SMART Capacity			Feed			Service		
34	PST/Regulation			Reset Type			Assembly & Connec.		
35	Electrical Connection			Electrical Connec.			EEx Protection		
36	Pneumatic Connection			Pneumatic Connec.			NOTES AND ACCESSORIES		
37	EEx Protection			EEx Protection					
38	Filter	-		SIL (s/IEC 61508)					
39	PRODUCT DATA (3)				PURCHASE DATA				
40	Valve	PF51.1:ES	Actuator	Serie 31 a-SRP	Requisition				
41	Positionator	Digital			Manufacturer	Samson			
42	Solenoid	ET Lineal			Supplier				
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.			CHARGE NO.						
M/S NO.			P.O.NO.						
NO.UNITS									
DR.BY			DATE:						
CK.BY			DATE:						
REV	BY	OK	DATE						
					SHEET No. 6				

GENERAL DATA									
1									
2	TAG	RBV-102			INSTALLATION LINE AND APPLICABLE LAW				
3	SERVICE	Gasos			DN & RATING		25	40	
4	LINE/EQUIPMENT	P-11A-1/4"-CS			MTL & SCHEDULE		A216 WCC	10	
5	DIAGRAM	P&ID-B			INSULATION AND THICKNESS		-	-	
6	AREA CLASSIFICATION				EEx REGULATION				
7	PROCESS DATA								
8	FLOW	PHASE	Mescla gasos	Gas	Data	U.I	Mín.	Normal	Max.
9	Cp/Cv	Z	1,473	0,811	Inlet Flow cu m/s		0,000106	0,000106	1,1E-04
10	D or SG	Viscosity Pa·s	0,038	1,09E-05	Inlet Pressure bar		24,7	24,7	24,7
11	P crit. bar	T crit. K	50,1	285,2	Pressure Drop bar		0,001	0,001	0,001
12	TIGHTNESS				T operation K		288	288	288
13	FIRE SECURITY DIST.				Vapor Pres. bar				
14	OTHERS				Cv calculated		2,465	2,465	2,465
15					Cv required		3	3	3
16					Opening			90%	
17	BODY, INTERNAL AND ACTUATOR								
18	BODY, BIRETTA AND PACKING			INTERNAL					
19	Body Type	Rotatory ball	Types (1)	3310-SRP	Escape Types				
20	Vapor Mantle	-	Row	-	Noise (dB)				
21	DN & Rating	25&40#	Guidance	-	MTL Guidance	A216 WCC			
22	Line Conection	Flange	Holder	-	MTL Holder	A216 WCC			
23	MTL Body & Casing	A216 WCC	Nominal Cv	-	MTL Actuator	A216 WCC			
24	MTL Body Line	A216 WCC	Character	-	MTL Nozzle	A216 WCC			
25	MTL Outlet Line	A216 WCC	PNEUMATIC ACTUATOR						
26	Flow tends to	-	Service	-	Feed/Rang				
27	Biretta Type	-	Type	-	Wheel				
28	Packing	V-ring	Air	-	Travel Limit mm	15			
29	Shutting Bellow	-	Max. ΔP (2) bar	-	XLOCK System				
30	ACCESSORIES AND PURCHASE DATA								
31	POSITIONATOR AND FILTER			SOLENOID VALVE (3)			TRAVEL ENDS (3)		
32	Positioner Type	Digital		Valve Type	ET Lineal		Sensors Type		
33	SMART Capacity			Feed			Service		
34	PST/Regulation			Reset Type			Assembly & Connec.		
35	Electrical Connection			Electrical Connec.			EEx Protection		
36	Pneumatic Connection			Pneumatic Connec.			NOTES AND ACCESSORIES		
37	EEx Protection			EEx Protection					
38	Filter	-		SIL (s/IEC 61508)					
39	PRODUCT DATA (3)				PURCHASE DATA				
40	Valve	PF51.1:ES	Actuator	Serie 31 a-SRP	Requisition				
41	Positionator	Digital			Manufacturer	Samson			
42	Solenoid	ET Lineal			Supplier				
43	Travel End								
44	GENERAL NOTES								
45									
46									
47									
48									
49									
JOB NO.		CHARGE NO.							
M/S NO.		P.O.NO.							
NO.UNITS									
DR.BY		DATE:							
CK.BY		DATE:							
REV	BY	OK	DATE						
				SHEET No. 6					

8 SEGURETAT

En aquest apartat es classificarà la unitat de recuperació d'etilè segons el seu nivell de seguretat. En l'annex A.5 es mostren les fitxes de seguretat dels compostos presents, el mapa de la zona ATEX i la taula de l'índex DOW.

8.1 Zones ATEX

En aquest apartat es classificarà la unitat segons la possibilitat de formació d'atmosferes explosives. La planta s'adapta al nivell de classificació existent a la planta principal, que equival a la zona 2. En cap moment, durant les condicions d'operació normal, hi ha contacte del etilè amb l'aire. L'atmosfera explosiva només es pot formar en condicions de no estanquitat i durant breus períodes de temps. Segons la normativa, es poden utilitzar aparells de les categories 1, 2 o 3 de certificació ATEX a la zona. A continuació es mostra el diagrama de les zones ATEX sobre el Plot Plan, per tal de representar les zones de perillositat.

8.2 Índex DOW

Les instal·lacions en estudi es divideixen en unitats de procés que poden consistir en equips individuals o línies de procés que presentin condicions d'operació semblants i amb implicació de les mateixes substàncies. Per tant, es seleccionen la zona dels recipients com a escenari de l'incident i es considera una corrent pur de etilè.

El criteri bàsic d'adopció per seleccionar aquestes unitats serà, d'una banda, el nivell de detall de l'estudi pretès i, per un altre, l'homogeneïtat necessària que permeti l'aplicació correcta del mètode.

8.2.1 Material Factor

És el denominat *Material Factor* (FM) en la versió original i dona una mesura de la intensitat d'alliberament d'energia d'una substància o mescla de les mateixes.

Aquest valor és un índex variable d'1 a 40, i el mètode facilita la forma de determinar-ho directament per a una llista de més de 300 substàncies. En aquest cas el Material Factor té un valor de 24 que és el corresponent al etilè.

8.2.2 Factor de risc general de procés

El factor general de risc avalua la perillositat potencial de les operacions generals de procés. Son factors que desenvolupen un paper primordial en la determinació de la magnitud de pèrdua en un incident.

El càlcul per al factor general de risc es el següent:

$$F_1 = 1 + \sum \text{penalització} \quad (8.2.2.1.)$$

On el número 1 representa el grau de perillositat de qualsevol material perillós i la penalització ve donada pels factors següents:

Els punts A i B es ponderen amb un 0, ja que fan referència a les condicions presents en un reactor i en la unitat no hi ha cap unitat de reacció.

El punt C fa referència al maneig de materials i transferència. Es pondera amb un 0.20 com a factor addicional per absència de ruixadors.

El punt D tracta de les unitats de procés en zones tancades. En aquest cas es pondera amb un 0 degut a que la unitat es situa a l'aire lliure i es considera ben airejada.

En el punt E es considera l'accés a la zona. Per al mateix motiu que el punt D la unitat es troba en una esplanada i té diferents punts d'accés, per tant es pondera amb un 0.

Per últim, el punt F tracta sobre el sistema de drenatge de la planta. En aquest cas el disseny del drenatge es plenament adequat i per tant no rep cap sanció, es pondera amb un 0.

Per tant el factor de risc general del procés té un valor de $F_1 = 1.2$.

8.2.3 Factor especial de risc

Fa referència a aquells factors que contribueixen fonamentalment a la probabilitat de que un incident de pèrdua succeeixi. Es tracta de les condicions de procés que demostren ser les principals causes dels incendis i explosions.

El càlcul per al factor especial de risc es el següent:

$$F_2 = 1 + \sum \text{penalització} \quad (8.2.3.1.)$$

L'apartat A tracta de materials tòxics, degut a que la majoria poden complicar la resposta del personal de emergència. L'etilè es una substància que pot causar disminució de la consciència en exposicions de curta durada per això es pondera amb un 0.2.

L'apartat B aplica en casos que el procés treballa en buit ($P < 500 \text{ mmHg}$). Aquest apartat es descarta ja que en tot moment es treballa a pressió manomètrica positiva.

L'apartat C considera la operació sota condicions de inflamabilitat. En aquest cas es pondera amb un 0.3 degut a que els processos amb etilè sempre existeixen condicions de inflamabilitat.

L'apartat D tracta de explosions provocats per la presència de pols en les matèries primes. En aquest cas no aplica per tant es pondera amb 0.

L'apartat E penalitza en funció de la pressió de operació. En la zona on es realitza l'estudi dita pressió es de 25 barg aproximadament. Dita pressió es pondera amb una penalització de 0.55.

L'apartat F considera la fragilitat dels materials per a baixes temperatures, en aquest cas la temperatura mai es inferior a 10 °C per tant es pondera amb un 0.

L'apartat G considera la perillositat associada a la quantitat de material inflamable. En aquest cas se aplica degut a la presència de gasos inflamables. Realitzant els càlculs pertinents, per una quantitat de 15 kg i una calor de combustió de 331.5 kcal es pondera amb 0.22.

L'apartat H tracta de problemes associats de corrosió i erosió. Degut a les temperatures de treball es pondera amb un 0.10 considerant la possibilitat de aparició de pitting o corrosió sota aïllament en les canonades.

L'apartat I considera la possibilitat de fugues en el procés. Es consideren pèrdues menors per tant es pondera amb 0.10.

L'apartat J no aplica degut al haver equips de flama directa en la zona.

L'apartat K no aplica degut a que els bescanviadors de la unitat es refrigeren amb aigua de torre i aigua ARU, no amb olis tèrmics, per tant es pondera amb 0.

El factor L es pondera amb 0.50 degut a la presència d'equips rotatius en la unitat.

Per tant el factor especial de risc té un valor de $F_2 = 3.56$.

8.2.4 Factor de risc

El factor de risc es el producte del factor general del procés i el factor especial del procés.

$$F_3 = F_1 \cdot F_2 \quad (8.2.4.1.)$$

Finalment s'obté un valor de factor de risc $F_3 = 3.56$

8.2.5 Factor de bonificació

Existeixen diversos factors de disseny que disminueixen l'impacte de les instal·lacions en cas de incident. Es calcula el factor de bonificació a partir de tres factors fonamentals.

8.2.5.1 Control de procés

Existeixen diversos factors de disseny que disminueixen l'impacte de les instal·lacions en cas de incident. Es calcula el factor de bonificació a partir de tres factors fonamentals de $C_1 = 0.76$.

8.2.5.2 Aïllament del material

El factor a fa referència a les vàlvules de control a distància. La zona dels recipients disposa de detectors, per tant es pondera amb 0.98.

El factor b fa referència als dipòsits de descarrega en cas d'incidència. La unitat compta amb una corrent cap al col·lector de gasos i després cap a torxa per tant es pondera 0.96.

El factor c tracta de sistemes de drenatge. La unitat disposa de sistemes de drenatge per a evacuar sense cap tipus de problema, per tant es pondera amb 0.91.

El factor d considera sistemes de bloqueig que impedeixen la continuïtat del flux. La unitat compta amb vàlvules check per tant es pondera amb 0.98.

El factor de aïllament del material té un valor de $C_2 = 0.84$.

8.2.5.3 Protecció contra incendis

El factor a fa referència a la instal·lació de detectors de gasos en la zona. En la unitat es disposen de detectors, per tant es pondera amb 0.98.

El factor b fa referència a les mesures de seguretat en les estructures. En aquest cas es disposa d'una instal·lació de diluvi d'aigua polvoritzada per refredar l'estructura, per tant es pondera amb 0.98

El factor c fa referència al subministrament d'aigua per a incendis en la planta. Es disposa de una xarxa d'aigua contra incendis per tant es pondera amb 0.97.

El factor d fa referència als sistemes que ajudin a reduir la intensitat del incendi. Es pondera amb 0.97.

El factor e fa recència als ruixadors i sistemes de reg. Es pondera amb 0.97.

El factor f considera d'instal·lació de sistemes de cortines d'aigua. En aquest cas no aplica.

El factor g considera d'instal·lació de sistemes d'escuma. Degut a que la mescla es troba en fase gas no s'instal·larà escumes, per tant no aplica.

El factor h tracta de la disponibilitat de la planta d'extintors portàtils. En aquest cas es disposen d'extintors per a casos de petits incendis, per tant es pondera amb 0.98.

El factor i considera la protecció del cablejat elèctric del foc. S'utilitzarà materials ignífugs per tal de protegir el cablejat de la flama, per tant es pondera amb 0.98.

El factor de protecció contra incendis té un valor de $C_3 = 0.96$.

8.2.6 Anàlisi del risc de la unitat

Després del càlcul de totes les variables, es realitza el resum de l'anàlisi del risc de la unitat. Utilitzant el factor F3 i el FM es pot calcular el F&EI que classifica la perillositat dels incidents. Per la zona de recipients surt un índex de F&EI de 85.53, que equival a una perillositat Moderada. Amb aquest índex de F&EI s'extreu el radi i l'àrea d'exposició. El radi de exposició s'observa de la taula del annex A i pren el de 21.9 m.

Amb l'àrea d'exposició es fa una valoració del valor de la planta que, juntament amb el factor de danys i el factor de material, dona una estimació de la base màxima probable de danys econòmics. Aquest valor, juntament amb el factor atenuant de control de planta, dona el valor probable de pèrdues econòmiques.

Finalment es pot estimar els dies de para per reparacions i cost econòmic d'aquest degut a la interrupció de la producció.

En conclusió, l'Índex DOW proporciona un valor numèric que permet identificar àrees en les quals el risc potencial arriba a un nivell determinat. D'acord amb el valor de l'índex es necessari realitzar un estudi més detallat (Hazop).

8.3 Hazops

8.3.1 Hazop de la unitat de recuperació

Paraula Guia	Desviació	Possibles causes	Conseqüències	Resposta del sistema	Accions a emprendre
No flux	No flux a l'entrada de K-101.	Fallada de procés principal.	El compressor K-101 es queda sense flux. Parada de la unitat de recuperació. Escalfament del compressor.	El corrent de sortida al detectar baixa pressió augmenta el treball del compressor.	Posar alarma de baix flux a FT-101 i parar compressor.
	No flux a la sortida de K-101/(1,2,3).	Fallada de K-101.	No arriba cabal a la unitat i s'acumula l'etilè procedent del procés.	Mal funcionament de la unitat o parada del compressor. No conseqüències de seguretat.	Posar alarma de baixa pressió en PC-102, PC-103 i PC-104.
		Fallada de la vàlvula GLV-104.	No arriba cabal a la unitat i s'acumula l'etilè procedent del procés.	Mal funcionament de la unitat i parada del compressor. No conseqüències de seguretat.	Posar alarma de baixa pressió en PC-102, PC-103 i PC-104.

	No flux a l'entrada de V-102.	Fallada de procés principal.	El tanc V-102 es queda sense alimentació. No hi ha conseqüències de seguretat.	Disminució del corrent en la unitat.	Posar alarma de baix flux a FC-102.
	No flux a la sortida de V-102.	Fallada de la vàlvula RBV-102.	Augment de la pressió en el tanc.	Obre PSV-107.	Posar alarma de baix flux a FC-102.
Menys flux	Menys flux a l'entrada de K-101.	Fallada de procés principal.	Disminució del cabal en el compressor K-101.	No conseqüències de seguretat.	Posar alarma de baix flux a FC-101.
	Menys flux a la sortida de K-101/(1,2,3).	Fallada de procés principal.	Disminució del cabal en la unitat.	No conseqüències de seguretat.	Posar alarma de baix flux a FC-102.
	Menys flux a l'entrada de V-102.	Fallada de procés principal.	Disminueix la alimentació en el tanc V-102. No hi ha conseqüències de seguretat.	Disminució del corrent en la unitat	Posar alarma de baix flux a FC-102.
Més flux	Més flux a l'entrada K-101	Fallada de procés principal.	El compressor no pot arribar a la pressió especificada. No hi ha	Augmentarà el treball del compressor.	-

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

			conseqüències de seguretat		
	Més flux a l'entrada V-102	Veure: Més flux a l'entrada K-101			
	Més flux a la sortida V-102	Fallada del controlador FC-102.	Disminució de la pressió en el tanc.	Vàlvula GLV-107 tancarà.	Posar alarma de baix flux en FC-102.
Flux invers	No possibilitat de flux invers en la unitat degut a la vàlvula check CHV-102.				
Més pressió	Més pressió a l'entrada de K-101.	Fallada de procés	Augment de la pressió en les interetapes.	Obertura PSV-103.	Posar alarma de alta pressió a PC-101, PC-102, PC-103 i PC-104.
		Ruptura dels tubs del E-101.	Entra aigua de torre al cabal de la unitat. Possible ruptura de la segona etapa del compressor.	Realitzar inspeccions periòdiques. Parada del compressor si XT-101 detecta aigua.	Posar alarma altre composició en el controlador XT-101.

		Ruptura dels tubs del E-102.	Entra aigua de torre al cabal de la unitat. Possible ruptura de la tercera etapa del compressor.	Realitzar inspeccions periòdiques. Para del compressor si XT-102 detecta aigua.	Posar alarma altre composició en el controlador XT-101.
		Ruptura dels tubs del E-103.	L'etilè entra al circuit d'aigua. Perill de inflamabilitat i explosió al corrent d'aigua.	Instal·lar detector d'etilè en el circuit d'aigua.	-
		Ruptura dels tubs del E-104.	L'etilè entra al circuit d'aigua de refrigeració. Perill de inflamabilitat i explosió al corrent d'aigua.	Instal·lar detector d'etilè en el circuit d'aigua.	-
	Mes pressió a la sortida de K-101/3.	Fallada del controlador PC-104.	Augment de la pressió a la sortida de la canonada.	PSV-103 obre. No conseqüències de seguretat.	Posar alarma de alta pressió a PC-104.

	Mes pressió a l'entrada de V-102	Fallada de procés.	Augment de la pressió V-102. Ruptura catastròfica.	Obertura de GLV-107 i PSV-106.	Posar alarma de alta pressió a PC-106.
Menys pressió	Menys pressió a l'entrada de K-101/1.	Fallada de procés.	Augment del treball dels compressors. No hi ha conseqüències de seguretat.	Augmentarà el treball del compressor.	Posar alarma de baixa pressió a PC-104.
	Menys pressió a la sortida de K-101.	Fallada de PC-104.	La separació de les impureses no es realitzarà correctament.	No hi ha conseqüències de seguretat.	Posar alarma de baixa pressió a PC-104.
		Fallada de K-101.	Veure: Menys pressió a la sortida de K-101 per fallada de PC-104		
	Menys pressió a l'entrada de V-102	Fallada de procés.	No hi ha conseqüències de seguretat.	Vàlvula GLV-107 tancarà.	Posar alarma de baixa pressió a PC-106.
Més temperatura	Mes temperatura a l'entrada de K-101	Fallada de procés.	Augmenta el consum energètic del compressor. Augmenta la temperatura en la primera etapa. No	Augment del cabal d'aigua de refrigeració en la primera etapa.	Posar alarma d'alta temperatura en TC-101.

			conseqüències de seguretat.		
		Augment de la relació de compressió de K-101.	Augmenta el consum energètic del compressor.	Augmenta el cabal d'aigua de refrigeració.	Posar alarma d'alta temperatura en TC-102 i TC-103.
		Augment de la relació de compressió de K-101.	Augmenta el consum energètic del compressor.	Augmenta el cabal d'aigua de refrigeració.	Posar alarma d'alta temperatura en TC-102 i TC-103.
	Mes temperatura a l'entrada de V-102	Fallada de procés.	Augment de la pressió al interior de V-102. Ruptura catastròfica.	PSV-106 obre.	Posar alarma de alta pressió a PC-106.
	Mes temperatura a la sortida de V-102	Fallada de TC-105.	Augment de la pressió al interior de V-102. Ruptura catastròfica	PSV-106 obre.	Posar alarma de alta pressió a PC-106.
Menys temperatura	Menys temperatura a l'entrada de K-101.	Fallada de procés principal.	Disminueix el consum energètic del compressor. No conseqüències de seguretat.	Reducció del cabal d'aigua de refrigeració.	Posar alarma de baixa temperatura en TC-101.

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

	Menys temperatura a la sortida de K-101.	Reducció de la relació de compressió de K-101.	No conseqüències de seguretat	-	-
	Menys temperatura a l'entrada de V-102.	Fallada de procés principal.	No hi ha conseqüències de seguretat.	-	-
Una altra composició	Una altra composició a K-101.	Fallada de procés principal.	No hi ha conseqüències de seguretat	Obrirà la vàlvula GLB-101B cap a torxa	-
	Una altra composició a V-102.	Veure: Una altra composició a K-101.			
As well as	Corrosió.	Corrosió sota aïllament.	Fuga de producte inflamable al exterior. Possibilitat d'explosió.	Realitzar inspeccions periòdiques.	Posar detectors d'explosivitat en la zona.
		Corrosió als bescanviadors.	Fuga de producte al exterior.	Realitzar inspeccions periòdiques.	Posar detectors d'explosivitat en la zona.

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

	Foc extern.	Possible explosió de l'etilè acumulat.	-	-	Instal·lar ruixadors.
No utilities	No utilities.	Fallada a la xarxa d'energia elèctrica.	Veure: No flux a la sortida de K-101		
		Fallada a l'aigua de refrigeració.	Veure: Mes temperatura a la sortida de K-101		
		Fallada a l'aire d'instrumentació.	GLV-101 Fail close GLV-102 Fail last GLV-103 Fail last GLV-104 Fail open GLV-105 Fail last GLV-107 Fail close		

9 MEDI AMBIENT

Per avaluar l'impacte amb el medi ambient s'ha decidit dur a terme un Estudi d'Impacte Ambiental, per això s'han identificat els impactes associats d'aquest projecte i s'han avaluat el seu impacte. Els impactes poden provenir de les 3 fases que comprenen els projectes: fase de construcció, fase d'explotació i fase de cessament d'activitat. En aquest informe no s'avaluarà la fase del cessament de l'activitat. En aquest cas es considera que es una ampliació d'una planta ja existent.

El marc legal que involucra l'avaluació d'impacte ambiental a Catalunya és el Decret 114/1988, de 7 d'abril, d'avaluació d'impacte ambiental. La espanyola i europea són menys restrictiva que la Catalana, per tant, es té en compte la legislació catalana. Els objectius de la avaluació de impacte ambiental son els següents:

- Assegurar que les consideracions ambientals siguin explícitament expressades i incorporades en el procés de presa de decisions del desenvolupament.
- Anticipar i evitar, minimitzar o compensar els efectes adversos significatius de les propostes de desenvolupament.
- Protegir la productivitat i la capacitat dels sistemes naturals i dels processos ecològics que mantinguin les seves funcions.
- Promoure el desenvolupament sostenible que optimitza l'ús de recursos i la administració d'oportunitats.

9.1 Identificació d'impactes

Moltes accions son susceptibles de produir impactes, s'estableixen dos relacions, una per a cada fase, es a dir, accions susceptibles a produir impactes durant la fase de construcció i accions que poden causar impactes durant la fase d'explotació.

9.1.1 Fase de construcció

Tot i ser una etapa molt curta, es de gran importància ja que aquesta etapa conté totes les obres necessàries per realitzar el projecte. Els equips principals es troben en una zona industrial on la gran part d'obra civil ja esta construïda. A continuació, es presenten els principals impactes d'aquesta part del projecte.

- **Soroll:** Provocat per les maquines que treballaran a les obres. Aquest efecte serà fàcilment esmorteït pel soroll de les plantes adjacents i per la mateixa planta.
- **Pols i partícules emeses:** Dificilment tindran un efecte directe al medi ambient i ciutat properes, ja que el transport d'aquestes partícules serà a distàncies curtes. En

canvi, caldrà tenir cura per evitar que les partícules puguin perjudicar l'activitat de les plantes properes.

Finalment, cal tenir en compte el consum d'energia i materials necessaris per dur a terme la construcció del projecte.

9.1.2 Fase d'exploració

Evidentment aquesta fase és la més extensa, això fa que els efectes produïts en aquesta fase acostumin a tenir una durabilitat més llarga en el temps.

El procés seleccionat consta d'un compressor, el qual té una potència màxima de 2.43 kW, quatre bescanviadors de calor i dos tancs. Tots els bescanviadors utilitzen la mateixa bomba de subministrament que envia aigua a la resta dels bescanviadors del procés.

Tal com s'ha esmentat en la descripció del procés que es duu a terme en aquest projecte, l'etilè s'obté fruit del desgast de l'extrusor, de manera que no es produeix cap producte extra si no que es recircula un producte que actualment s'està emetent a l'atmosfera de manera controlada per re-dirigir-lo al procés. D'aquesta manera, tot i augmentar els kg de diòxid de carboni per kW d'energia produïda, l'empresa re-utilitzarà l'etilè no reaccionat que segueix present en el procés reduint així els costos d'obtenció d'etilè i la perillositat de transport d'aquest.

Finalment, es presenta un seguit de situacions provocades per fets temporals durant l'exploració de la planta i l'impacte que tindria. Cal tenir en compte que en la majoria de les situacions es tracta d'impactes temporals.

- **Fuites:** Es poden produir en qualsevol part del procés per circumstàncies diverses.
- **Torxes:** Tenen la funció d'eliminar per combustió els components que s'hi enviïn degut a la posada en marxa del procés, una aturada d'emergència o quan s'utilitza un equip d'emergència. Per tant, tal com s'ha esmentat abans, es produirà monòxid i diòxid de carboni quan es cremi la mescla.
- **Explosió:** Deguda a un mal disseny o a una sobrepressió molt gran. Com la relació de compressió es de 2.3 bar una explosió per sobrepressió no pot produir grans danys, no obstant l'impacte que produiria una explosió causaria danys materials i immaterials a la planta. A part d'alliberar una gran quantitat de productes al medi.

9.2 Caracterització dels impactes

Per fer la caracterització dels impactes, es segueix la nomenclatura qualitativa que apareix en l'annex A.4.

9.2.1 Soroll

El soroll es un dels efectes en la fase de construcció i explotació del projecte. El soroll de les maquinàries d'excavació, construcció i el soroll un cop el projecte ja està construït i en funcionament, són les que causarien aquesta contaminació acústica. Segons el Real Decret 1367/2007 els decibels permesos per una zona industrial són 65 dB. Aquest impacte es caracteritzaria de la manera següent:

- **Naturalesa:** impacte negatiu. El soroll implica un perjudici en la contaminació i una molèstia per a l'oïda en els éssers vius.
- **Intensitat:** impacte mínim o baix. Té un efecte poc notable.
- **Extensió:** impacte puntual. Té un efecte molt localitzat, només es manifesta en la contaminació acústica.
- **Moment en que es manifesta:** impacte immediat. L'efecte que produeix el soroll es manifesta immediatament a l'atmosfera i en acabar l'activitat, aquest para.
- **Persistència:** impacte temporal. El soroll s'acabarà en el moment en que s'acabi de construir el projecte.
- **Reversibilitat:** impacte reversible de curt termini. Fàcilment en el mateix moment en que acabin els episodis de contaminació acústica es pot tornar a la situació anterior.
- **Sinèrgia:** simple. Al ser un impacte acústic, no presenta sinèrgia amb altres contaminacions de l'atmosfera.
- **Acumulació:** simple. Només es manifesta en la contaminació acústica.
- **Efecte:** directe. Té un efecte immediat en la qualitat de l'aire.
- **Periodicitat:** impacte periòdic: només hi ha contaminació acústica en les hores de treball.
- **Recuperabilitat:** impacte recuperable immediat. Es pot recuperar la situació anterior a l'inici de la construcció.

9.2.2 Pols i partícules emeses

Les partícules afecten directament a l'atmosfera. Són el resultat de les màquines d'excavació i per tant, aquest impacte també és part de la fase de construcció. Forma part, però, també de la fase d'exploració, ja que un cop estigui construïda ja la planta i en funcionament també s'emetran pols i partícules en l'aire, tot i que s'espera que en menys quantitat.

- **Naturalesa:** impacte negatiu. És un perjudici en la contaminació atmosfèrica.
- **Intensitat:** impacte mitjà. Té un efecte poc notable si es controla.
- **Extensió:** impacte puntual. Té un efecte localitzat, només es manifesta en la contaminació de l'atmosfera de la zona propera. Si hi ha fort vent, la zona pot augmentar.
- **Moment en que es manifesta:** impacte immediat. Les partícules són emeses de manera immediata, tant bon punt es comenci la construcció.
- **Persistència:** impacte temporal. Les partícules emeses i la pols costaran més de dispersar que el soroll, però tot i així s'acabaran dispersant.
- **Reversibilitat:** impacte reversible de curt termini. En dispersar-se les partícules i emissions es podrà recuperar la situació inicial.
- **Sinergia:** simple. És un tipus de contaminació atmosfèrica que no es preveu que pugui desencadenar efectes majors amb la presència d'altres contaminants.
- **Acumulació:** acumulatiu. Es manifesta en la contaminació ambiental però també en la contaminació humana, ja que podria afectar el sistema respiratori a l'aspirar aquestes partícules. A més a més, en augmentar el temps de l'efecte el problema seria major.
- **Efecte:** directe. Té una incidència immediata en l'atmosfera.
- **Periodicitat:** impacte periòdic. Només es manifesten durant les hores de treball i el temps que tardi en dispersar-se les partícules.
- **Recuperabilitat:** impacte recuperable a curt termini. Per acció natural, un cop dispersada la contaminació, es recuperarà els nivells habituals en l'atmosfera.

9.2.3 Emissions de residus

Un dels objectius de la construcció d'aquesta unitat es la reducció dels residus que sestaven enviant a l'atmosfera. Aquests residus són el resultat de les partícules no

reacciones en el reactor i per tant residus del procés. Per tant, la reducció d'aquestes emissions també afecten l'impacte de la fase d'exploració.

- **Naturalesa:** impacte positiu. Reducció de la contaminació atmosfèrica.
- **Intensitat:** impacte molt alt. Es redueix totalment les emissions de COV's a l'atmosfera.
- **Extensió: impacte parcial.** Té un efecte localitzat, només es manifesta l'atmosfera de la zona propera.
- **Moment en que es manifesta:** impacte immediat. Les partícules deixen de ser emeses de manera immediata, tant bon punt es comenci la explotació.
- **Persistència:** impacte permanent. Les partícules deixen de ser emeses de manera permanent un cop instal·lada la unitat de recuperació.
- **Reversibilitat:** impacte irreversible. No es necessari retornar a les condicions inicials per al funcionament de la unitat.
- **Sinergia:** simple. La reducció de la contaminació atmosfèrica que no es preveu que pugui desencadenar efectes majors amb la presència d'altres contaminants.
- **Acumulació:** acumulatiu. La acció al prolongar-se en el temps, incrementa progressivament la magnitud del efecte.
- **Efecte:** directe. Té una incidència immediata en l'atmosfera.
- **Periodicitat:** impacte periòdic. Només es manifesten durant les hores de treball.
- **Recuperabilitat:** impacte recuperable a mig termini. Per acció natural, un cop acabada l'exploració el factor afectat retorna.

9.2.4 Impacte visual

L'impacte visual serà el que es podrà apreciar a simple vista quan algú passi al voltant de les obres o del projecte ja acabat. És a dir, afectarà directament al paisatge, tot i que aquest impacte serà mínim ja que es construeix en una zona industrial. S'ha considerat que no hi haurà un augment de contaminació lumínica degut a que la zona ja està il·luminada.

- **Naturalesa:** impacte negatiu. Perjudicial en el paisatge.
- **Intensitat:** impacte mínim o baix. No té un efecte massa notable ja que el projecte es construeix a un polígon industrial ja existent. Així doncs, l'efecte visual no canvia gaire.
- **Extensió:** impacte parcial. No es manifesta en el paisatge degut a que es troba situat en un complex industrial.

- **Moment en que es manifesta:** Efecte a curt termini, segons la evolució de les obres.
- **Persistència:** impacte permanent. La construcció del projecte té un efecte permanent en el paisatge ja que és quelcom que perdurarà fins a l'abandonament de l'activitat industrial.
- **Reversibilitat:** impacte irreversible. Quan acabin les obres, la construcció seguirà al mateix lloc, per tant, el paisatge no tornarà a ser el que era.
- **Sinergia:** simple. És un tipus d'impacte que no es preveu que pugui desencadenar un impacte major amb la presència d'altres contaminants.
- **Acumulació:** simple. Només es manifesta en el paisatge.
- **Efecte:** directe. Es comença a notar des del mateix moment en què es comença la construcció.
- **Periodicitat:** impacte continu. L'afectació és constant en el temps.
- **Recuperabilitat:** impacte recuperable a mig termini. Es pot eliminar l'afectació desmantellant la planta construïda mitjançant l'acció humana.

9.2.5 Llocs de feina

Els llocs de feina que proporcionarà tant la fase de construcció del projecte. Malgrat que no es molt rellevant degut a que es tracta d'una ampliació de la planta.

- **Naturalesa:** impacte positiu. Causa un efecte positiu per a la població en general, ja que pot proporcionar beneficis a un sector de la ciutat on es troba situada.
- **Intensitat:** impacte mínim o baix. És d'efecte mínim ja que el projecte no pot oferir gaires llocs de treball comparat amb la planta sencera.
- **Extensió:** impacte parcial. Només quan s'està construint la unitat.
- **Moment que es manifesta:** impacte immediat. Té un efecte que es manifesta en el mateix moment en que es comença la construcció.
- **Persistència:** impacte efímer. Els llocs de feina estaran vigents en totes les etapes del projecte, però en diversos sectors depenent de l'etapa de construcció o explotació.
- **Reversibilitat:** Efecte curt termini. Els llocs de treball no poden ser recuperats o mantinguts per mitjans naturals.
- **Sinèrgia:** simple. Augmentant la riquesa dels participants en la etapa de construcció.
- **Acumulació:** impacte acumulatiu. Afecta a l'economia de la planta al llarg del temps.

- **Efecte:** directe. L'efecte és directe ja que des que es comença a construir ja es necessiten operaris per fer la feina.
- **Periodicitat:** impacte continu. Durant el funcionament de la planta, serà constant en el temps.
- **Recuperabilitat:** Efecte recuperable a mig termini. Un cop acabada l'explotació industrial aquests llocs de treball es perdran, però nous llocs de feina poden sortir d'aquesta activitat industrial.

9.2.6 Consum energètic

El consum energètic serà majoritàriament durant la fase d'explotació. La presència de compressors, d'entre altres.

- **Naturalesa:** impacte negatiu.
- **Intensitat:** impacte mínim o baix. Comparat amb el consum de les plantes del polígon industrial, aquest augment del consum no serà significatiu.
- **Extensió:** impacte puntual. És un efecte apreciable només en la xarxa elèctrica de la planta.
- **Moment que es manifesta:** impacte immediat. Té un efecte que es manifesta en el mateix moment en que es produeix.
- **Persistència:** impacte persistent. La planta treballa les 24h del dia excepte que hi hagi parades.
- **Reversibilitat:** Efecte irreversible. No es podrà tornar a la situació inicial ja que el consum d'energia no es podrà recuperar.
- **Sinèrgia:** simple.
- **Acumulació:** simple.
- **Efecte:** secundari. L'efecte és secundari perquè el consum es molt menor al de la planta.
- **Periodicitat:** impacte continu. Durant el funcionament de la planta, serà constant en el temps.
- **Recuperabilitat:** Efecte recuperable a llarg termini. Per compensar l'efecte produït es pot apostar per energies renovables per produir energies.

9.3 Avaluació i valoració dels Impactes

Existeixen diferents models i procediments per la avaluació de impactes sobre el medi ambient o sobre algun dels seus factors. Degut a la informació disponible es

selecciona el mètode de Conesa-Vítora. Tot i ser un mètode qualitatiu, permet quantificar numèricament la importància de l'impacte i classificar-lo segons la intensitat de l'impacte en el medi. Cal tenir en compte que un indicador d'impacte ambiental té l'objectiu de mesurar la qualitat de l'ambient amb i sense projecte. A continuació es mostren els resultats i en l'annex A.4 es mostra el mètode de Conesa-Vítora.

9.4 **Resultats**

A continuació es mostra la taula 9.4.1 com a resum dels impactes considerats en l'estudi i la seva importància.

Taula 9.4.1. Resum de la classificació d'impactes i importàncies del projecte.

Impacte	Valor Importància	Valor Estandarditzat Impacte	Classificació Impacte
Soroll	21	-0.09	Negatiu-Reduït
Pols i Partícules	28	-0.17	Negatiu-Compatible
Emissions de residus	51	+0.44	Positiu-Moderat
Impacte Visual	31	-0.21	Negatiu-Compatible
Llocs de Feina	33	+0.23	Positiu-Compatible
Consum energètic	27	-0.33	Negatiu-Compatible

9.4.1 **Mesures Correctives**

El Decret 114/1988, de 7 d'abril, d'avaluació d'impacte ambiental, sobre l'avaluació d'impacte ambiental diu que la millor manera de prevenir, és evitar efectes negatius, en lloc d'intentar-los combatre posteriorment.

S'utilitzaran mesures correctives globals per tal de reduir l'impacte des de el inici. A més a més, es faran mesures correctives específiques per cada impacte que s'ha avaluat.

9.4.2 **Mesures genèriques**

Les mesures genèriques que es duran a terme són les següents:

- **Atenuació del soroll**

Per disminuir el soroll s'utilitzaran paviments i maquinàries silencioses i es procurarà atenuar la recepció modificant l'angle (elevant i baixant la zona emissora) i si fa faltà fer barrera contra el soroll (pantalles acústiques, murs o dispositius especials).

- **Impacte visual**

Per corregir l'impacte negatiu que pot tenir la presència dels recipients al ambient s'elegiran pintures, pautes de decoració, seleccionar adequadament els materials de construcció, els elements arquitectònics, tenyir el formigó. Tot i que la unitat es situarà en la indústria química.

9.4.3 Mesures específiques

A continuació es mostra una taula amb el resum de mesures específiques que es duran a terme.

Taula 9.4.3.1. Mesura correctiva per cada impacte

Impacte	Mesura que es realitzarà
Soroll	S'utilitzaran màquines silencioses i el compressor amb les etapes s'envoltarà de parets d'aïllament sonor.
Llocs de feina	En el tancament d'aquesta ampliació de planta, es farà un conveni perquè els treballador puguin continuar treballant a l'empresa.

Com es pot observar, el projecte no provoca impactes negatius crítics, ni severos, ni moderats sobre el medi ambient. Després d'aplicar les mesures preventives i correctores descrites en el informe, es considera que tots els impactes residuals resultants de les actuacions projectades són reduïts i compatibles. A més es garanteix que la implantació d'aquest projecte millora positivament la reducció de residus i també augmenta els llocs de treball.

10 MANTENIMENT

Després de la construcció de la unitat de recuperació, es dissenya un pla de manteniment tant preventiu com correctiu per tal d'assegurar el correcte funcionament de la unitat. La política o estratègia de manteniment consisteix en definir els objectius tècnics i econòmics del servei així com els mètodes a implantar i els medis necessaris per a assolir-los. Els objectius del manteniment son, garantir la seguretat, maximitzar la disponibilitat a un pressupost determinat, assegurar el rendiment i la producció, maximitzar la productivitat del personal, maximitzar els treballs programats i reduir la existència de recanvis.

Un cop definits clarament els objectius s'estableix el mètode o tipus de manteniment a aplicar.

10.1 Manteniment preventiu

Totes les línies i equips s'incorporen al programa de inspecció i manteniment ja existent a la planta anomenat GMISS "*Global Mechanical Integrity Safety Standard*".

El manteniment preventiu es basa en l'observació i control dels equips de la unitat i de tots els complements d'aquests amb intenció de reduir la fallada. Es classifiquen els equips per tal determinar un pla de manteniment preventiu. Cada 3 anys es realitza una parada general de tot el procés de 15 dies on es realitzaran llargues revisions en la unitat.

10.1.1 Manteniment preventiu dels compressors

Els compressors de la unitat son de tipus centrífug. Degut a la complexitat de l'equip, sempre es seguiran les instruccions del proveïdor a mes del sistema de control propi i contracte de manteniment periòdic. Es comprovarà els nivells de les variables dels equips segons els manteniments preventius establerts. Finalment des de la zona de control de procés s'analitzarà el funcionament dels compressors i les seves etapes per tal de detectar problemes en el funcionament i poder programar revisions dels compressors.

10.1.2 Manteniment preventiu dels bescanviadors

Tots els bescanviadors de la unitat de recuperació son de carcassa i tubs, els quals tres de ells funcionen amb aigua de torre de refrigeració per carcassa i el quart i últim bescanviador funciona amb aigua de refrigeració ARU, també per carcassa. L'objectiu es minimitzar el fouling que pot provocar les sals en el bescanviador, per tant es controlarà la duresa tant de l'aigua de torre com l'aigua ARU i la temperatura màxima a partir de la

qual disminueix la solubilitat dels carbonats. També es vol minimitzar la quantitat de clorurs de l'aigua per evitar corrosió en els equips i canonades. Per últim, des de sala de control s'analitzarà la transferència de calor dels bescanviadors per avaluar el seu funcionament i programar les revisions dels equips juntament amb les parades. L'aigua de refrigeració i ARU actualment ja disposen de tractament per a evitar corrosió i reduir la quantitat de O₂ dissolt.

10.1.3 Manteniment preventiu dels recipients a pressió

Els recipients a pressió s'inspeccionaran visualment de forma rigorosa, especialment en les juntes i cargoleria degut a que son les zones mes vulnerables a que aparegui tot tipus de corrosió. Durant la operació, quan el inspector consideri oportú s'aplicaran pintures anti-corrosió per a evitar que l'equip quedi danyat a mes de les inspeccions periòdiques amb líquids penetrants i radiografiats. Per últim, des de sala de control es detectarà qualsevol anomalia en les variables del procés per a solucionar possibles fuites en l'equip.

10.1.4 Manteniment preventiu de vàlvules i canonades

Periòdicament es realitzaran inspeccions visuals de les connexions i vàlvules de tota la unitat. En cas de que es detecti una fuga, l'operari realitzarà la pertinent ordre de treball a mes de aïllar la zona per tal de observar mes profundament si existeix algun defecte i canviar les peces en mal estat.

En el cas de les vàlvules de la unitat, les quals presenten un major desgast degut a la operació, s'inspeccionaran juntament amb el seus complements. En cas de que algun complement com l'actuador, el cablejat o el solenoide presenti alguna anomalia seran canviats per un de nou per tal de garantir el correcte funcionament. També es prestarà especial atenció al desgast dels coixinets per tal del bon funcionament de les vàlvules.

10.2 Manteniment correctiu

El manteniment correctiu no requereix una gran infraestructura tècnica ni una elevada capacitat de anàlisis al mateix tems que aprofites al màxim la vida útil dels equips. Malauradament les avaries es presenten de forma imprevista i originen trastorns en la unitat, a mes de la baixa qualitat del manteniment com a conseqüència del baix temps disponible per a reparar la canonada o l'equip. També existeix el risc de fallada de elements difícil de adquirir, això implica una elevada necessitat de un stock de recanvis importants.

10.3 Control de stock

Per tal de poder desenvolupar correctament les tasques de manteniment, es indispensable realitzar exàmens periòdics del nivell de inventari. Per a cada revisió anirà associada un període per a retornar les existències al nivell predeterminat que s'hagi fixat. El llistat de recanvis s'afegeix en stock amb la seva codificació per a que el departament de compres gestioni la compra de nous recanvis segons el departament de manteniment vagi utilitzant-los. Tots els recanvis es troben en stock i son revisats prèviament pel responsable d'inspeccions.

11 MANUALS

En aquest apartat es mostren els manuals de posada en marxa de nova instal·lació, marxa normal, parada planificada i parada d'emergència.

11.1 Manual de posada en marxa

Per tal de evitar possibles problemes durant el funcionament o en la posada en marxa es imprescindible seguir una sèrie de passos. La unitat només es podrà posar en marxa quan el procés principal estigui en correcte funcionament.

Primerament s'avisarà al responsable d'operació per tal de que estigui informat de que la unitat es posarà en marxa i començarà a rebre el cabal de recuperació. Després es comprova que la xarxa d'*utilities* estan disponibles (electricitat, aigua). L'aigua de refrigeració sempre estarà circulant pels intercanviadors, per tant es comprova que 15 minuts abans el flux es continuï, malgrat que si la planta està en marxa es suposa que no existeix fallada en les *utilities*.

Un cop comprovat la xarxa d'*utilities* es comprovarà totes les posicions de les vàlvules per a confirmar que siguin les correctes i facilitar la posada en marxa.

Finalment, es comprova que els tancs no continguin restes d'impureses que hagin de ser purgades.

Un cop realitzades les comprovacions pertinents i els responsables pertinents estan informats, s'ordenarà l'obertura de la vàlvula que dona pas a la alimentació a la unitat de recuperació.

Primer es posarà en marxa la zona de compressió per tal de impulsar el cabal i arribar a la pressió requerida, per tant la vàlvula CHV-101 obre. En cas de que no hagi cap incident i la unitat estigui llesta per recuperar obren les següents vàlvules de la unitat: GLV-101A, CHV-102, RBV-101 i RBV-102. Finalment quan es comprova que el producte té la pressió suficient per a ser re-introduït a través de la vàlvula RBV-102.

11.2 Manual de marxa normal

En cas de que el procés principal estigui funcionant correctament i en la unitat de recuperació no existeix cap incident, es comprovarà que tant les vàlvules de procés CHV-101, GLV-101A, CHV-102, RBV-101 i RBV-102 com les vàlvules manuals del cabal de refrigeració GLV-102, GLV-103, GLV-105, GLV-106 estiguin obertes. Per tal de produir sota especificacions es comprova que la pressió a la sortida de cada etapa de compressió es correcta als PT-102, PT-102, PT-102 juntament amb la pressió a la sortida de la unitat

PT-106. També es verifica que els bescanviadors refreden correctament amb TT-102, TT-103, TT-104 i TT-105. En cas de que tota la unitat estigui funcionant correctament, l'etilè es re introduït automàticament al procés per pressió. Per tal de assegurar que la puresa es la correcta, s'utilitzen els detectors XT-101 i XT-102 a més de la mesura de les impureses generades als recipients V-101 i V-102.

11.3 Manual de parada planificada

En aquest manual es descriu els passos pertinents per tal de realitzar una parada planificada en la unitat. Aquestes parades es realitzen quan es preveu una parada general del procés o per realitzar millores i manteniments.

Degut a que es una parada planifica, primerament s'informa al responsable de operació. A continuació, s'aturarà el compressor K-101 per tal de no enviar més cabal a la unitat i la primera vàlvula GLV-101B obrirà cap a torxa degut a que encara hi haurà corrent d'etilè durant uns 15 minuts. L'aigua de refrigeració continuarà refredant els bescanviadors degut a que el cabal d'aigua no s'atura per tal de refredar el compressor.

En cas de que es realitzi una parada en el procés principal, o es realitzin tasques de manteniment es necessari que tota la unitat s'aturi. Es comprova que no quedi restes d'etilè dintre de la unitat i també es comprova que els tancs no continguin restes d'impureses per purgar. Per últim es comprova que les vàlvules que donen pas a la unitat CHV-101A, CHV-102, BFV-101 i RBV-102 estiguin tancades i que les vàlvules del cabal de refrigeració GLV-102, GLV-103, GLV-105, GLV-106 estiguin obertes, per tal de que es refredi el compressor i no deixar sense cabal el bescanviador.

En cas de intervenció de manteniment es comprova que no hi ha etilè als detectors XT-101 i XT-102. Posteriorment es purgarà amb nitrogen per tal d'eliminar les restes d'etilè i posteriorment es despresuritzarà totalment el nitrogen, l'aire s'eliminarà de la unitat en les purgues dels bescanviadors per tal de garantir l'absència de nitrogen en el moment de la realització de les tasques de manteniment.

11.4 Manual de parada d'emergència

En cas de para de emergència no es pot actuar amb antelació, degut a que el procés principal o algun equip de la unitat esta fallant. Primerament la vàlvula CHV-101A tancarà i s'obrirà la vàlvula GLV-101B enviant el cabal d'etilè a la torxa. També es tancaria la vàlvula RBV-102 ja que en aquet cas no es podria continuar recuperant etilè.

En aquest cas el compressor pararia automàticament degut a que el controlador FC-101 no detectaria cabal i actua sobre el motor M-101. El cabal d'aigua de refrigeració es manté constant, degut a que les bombes no s'aturen per tal de no deixar els bescanviadors sense cabal. El control continua sent regulat per la temperatura, les bombes són comunes per a tota la planta per tant no s'aturaran.

12 AVALUACIÓ ECONÒMICA

En aquest apartat es realitza l'estudi econòmic i de viabilitat de la unitat de recuperació d'etilè. Es determinen els beneficis de l'empresa i els paràmetres que permeten decidir si és un projecte econòmicament viable, seguint la referència (10). Primerament es fixen els preus de les *utilities*, en aquest cas el preu de l'electricitat es de 0.08 €/kW-h, el de l'aigua de refrigeració es de 0.56 €/m³ i el de l'aigua de refrigeració ARU es de 2.24 €/m³. També es fixa el preu de l'etilè en 657.8 €/tn i el preu del que representa l'augment de producció del polietilè 180€/tn. La pròpia empresa on es realitza l'ampliació proporciona la taxa impositiva del 30% i el cost d'oportunitat del 9% considerant 10 anys d'exploració.

12.1 Estimació cost total de la planta

Es mostra el cost de cada equip i posteriorment el cost total de la planta fent el sumatori del cost de cada equip.

En aquest apart es mostra el cost base de tots els equips dels quals disposa la unitat els quals son: 1 compressor amb tres etapes, 4 bescanviadors i 2 tancs.

Taula 12.1.1. Preus dels equips principals del projecte.

Equip	Quantitat	Preus(€/unitat)
K-101/1	1	5460
K-101/2	1	5460
K-101/3	1	5460
E-101	1	9055
E-102	1	7866
E-103	1	8049
E-104	1	8140
V-101	1	17561
V-102	1	17561

Realitzant el sumatori del preus per la quantitat d'equips es calcula el preu total dels equips principal, en aquest cas es de 84.612 €. Per tal de poder estimar la inversió inicial, es considera que el preu total dels equips principals del projecte nomes representa el 20% de la inversió total. En la següent taula es mostra el càlcul de la inversió inicial.

Taula 12.1.2. Inversió inicial del projecte.

Equip	Cost d'inversió (%)	Preu(€)
Equips principals	20	84612
Instrumentació	15	63459
Obra civil	15	63459
Canonades	15	63459
Imprevistos	8	33845
Enginyeria	7	29614
Mà d'obra	20	84612

De la mateixa manera, realitzant el sumatori dels costos d'inversió es calcula el cost total d'inversió inicial, en aquest cas es de 423.060 €.

12.2 Càlcul dels ingressos i costos de la planta

Degut a ser una ampliació d'una planta ja existent, no es considera cap canvi en el cost associat al personal. Per tal de realitzar el balanç econòmic es consideren ingressos a la quantitat d'etilè recuperat i els costos seran el de les *utilities*.

Taula 12.2.1 Ingressos i costos de la unitat.

	Polietilè	Etilè	H ₂ O	ARU	Electricitat
Quantitat(kg/h)	125	15	155	79.8	2.43
Quantitat(kg/any)	1005000	120600	1246200	641592	19537
Valor (€/kg)	0.18	0.6578	0.00056	0.00224	0.08
Ingressos/Costos(€/any)	180900	79330.68	697.87	1437.17	1562.9

12.3 Viabilitat econòmica

Es realitza un anàlisi de viabilitat econòmica del procés per tal de saber si el projecte és viable o no. Per fer aquest anàlisi s'utilitza el mètode financer basat en el VAN (Valor Actual Net) que es calcula a partir de l'equació (12.3.1.).

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^n \frac{CF_i}{(1+k)^n} \quad (12.3.1.)$$

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

On I_0 és la inversió inicial, CF és el *cash flow*, k és el cost d'oportunitat que és de 9% i n és el número d'anys rentables de la unitat tenint en compte que seria rentable durant 10 anys.

A la taula 12.3.1 es troba el compte de resultat del projecte.

Taula 12.3.1 Compte de resultats.

Variable	Valor (€)
Ingressos	260230.68
Despeses	3698.01
A	36005.15
BAI	220527.52
Impostos	66158.25
BDI	154369.26
CF	190374.41

La taxa interna de rendibilitat (TIR) d'una inversió és la mitjana geomètrica dels rendiments futurs esperats d'aquesta inversió, la taxa de descompte amb la qual el valor actual net (VAN) és igual a zero. S'utilitza la següent equació per a calcular el TIR.

$$0 = -I_0 + \sum_{n=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^n} \quad (12.3.2.)$$

La TIR pot utilitzar-se com a indicador de la rendibilitat d'un projecte, s'utilitza com un dels criteris per decidir sobre l'acceptació o rebuig d'un projecte d'inversió.

El *payback* és un criteri de valoració d'inversions que permet seleccionar un projecte tenint en compte el temps que es tardarà en recuperar la inversió inicial. No es tracta d'un mètode financer per tant, només es té en compte els anys en que es fa l'estudi sense tenir en compte els beneficis.

Amb els valors trobats s'ha realitzat un gràfic que es troba a la figura 12.3.1. S'observa que l'empresa té un *payback* de 4 anys, és a dir, que la inversió de la planta es recuperarà l'any 4.

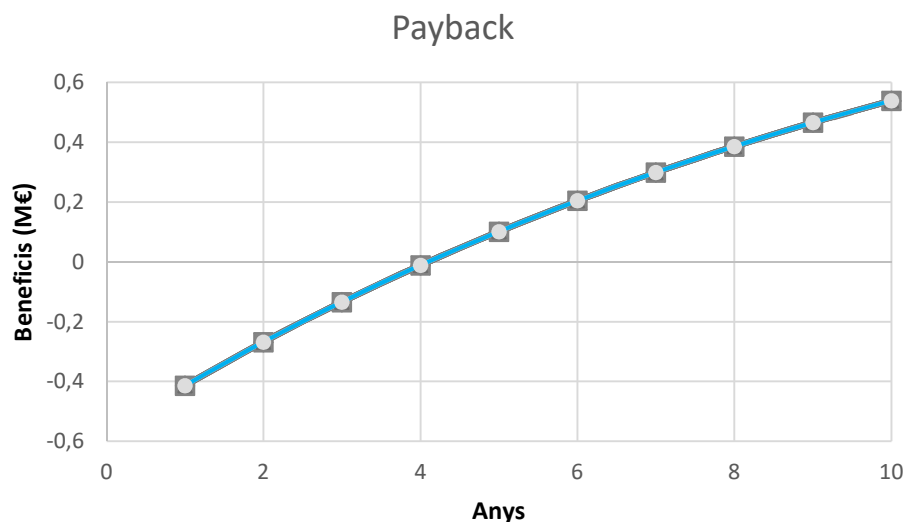


Figura 12.3.1. Evolució del payback al llarg de l'any.

A la taula 12.3.2 es troben els resultats finals de l'estudi de viabilitat econòmica de la unitat de recuperació.

Taula 12.3.2. Resultat de l'anàlisi de viabilitat.

Mètode	Valor
VAN	625.124,02 €
TIR	32 %
PAYBACK	Any 4

12.4 Anàlisi de sensibilitat

També es durà a terme un anàlisi de sensibilitat de dos factors clau en la viabilitat del projecte: el preu de l'etilè i la inversió inicial. En els dos factors s'aplicarà un $\pm 10\%$. A continuació, es mostra el resultat de l'anàlisi de sensibilitat.

Taula 12.3.3. Inversió inicial del projecte.

	VAN (€)	TIR (%)
Preu etilè +10%	655.667,59	33
Preu etilè -10%	594.580,45	31
Inversió inicial +10%	582.817,97	29
Inversió inicial -10%	667.430,07	35

13 CONCLUSIONS

Un cop realitzat el disseny de la unitat de recuperació d'etilè s'extreuen les següents conclusions:

- Es realitza un ampli estudi d'alternatives per tal de escollir l'alternativa òptima que produirà majors ingressos i no afecta la seguretat del procés ni tingui greus impactes ambientals.
- Els materials escollits per la fabricació dels equips i les canonades han estat seleccionats degut a la seva compatibilitat i resistència a la corrosió present en l'atmosfera de treball.
- Es dissenya els bescanviadors de calor de dos maneres diferents, utilitzant el mètode *AspenOne* i el mètode *Kern*. Es comparen els dos mètodes i es decideix que el mètode *AspenOne* es mes precís per tant es treballarà amb els resultats de la simulació del programari *AspenOne*.
- Els tancs han estat dimensionats per poder allotjar dintre seu el volum de gas i ceres de tot un dia. No obstant, aquests hauran de ser purgats almenys un cop per torn. D'aquesta manera s'assegura el bon funcionament del forçador de pas i del *demister*.
- Per tal de controlar de manera adequada les variables del procés s'ha dissenyat una estratègia de control focalitzant-nos en els equips crítics, tals com el compressor i els bescanviadors de calor.
- Realitzant l'estudi d'impacte ambiental, s'observa que la construcció i operació de la unitat no provoca impactes crítics ni superiors al medi ambient. També es mostra com la implantació del projecte millora la reducció d'emissions de residus al medi ambient.
- Per tal de no comprometre la seguretat de la planta, es realitza el HAZOP i l'índex Dow de tota la unitat. A mes, es tenen en compte les zones ATEX i els fitxes tècniques de cada element.

Finalment, es conclou que la implantació de la unitat es viablement econòmica, obtenint un VAN de 625.124 € amb una TIR del 32% i es recupera la inversió a l'any 4.

14 BIBLIOGRAFIA

1. [En línea]
http://ballots.api.org/cre/scprs/ballots/docs/520Part1/520%20Part%201%20with%20corrections_2013_02-19.pdf.
2. [En línea] <http://www.valvias.com/flow-coefficient.php>.
3. [En línea] https://www.samson.de/pdf_en/t80001en.pdf.
4. [En línea] https://www.samson.de/pdf_en/t82220en.pdf.
5. ASME. *Rules of Construction of Pressure Vessels, Section VIII Division 1*. New York : s.n., 2010.
6. [En línea] <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=2382>.
7. [En línea] <http://m.buttweldingfitting.com/sale-9259115d-astm-a790-uns-31803-stainless-steel-seamless-pipe-oil-and-gas-pipeline.html>.
8. [En línea] <http://smt.sandvik.com/en/products/tube-pipe-fittings-and-flanges/tubular-products/ansiasme-pipe/>.
9. [En línea] <https://operaciones1.files.wordpress.com/2009/05/material-parcial.pdf>.
10. Upper Saddle River, N.J. *Analysis, synthesis, and design of chemical processes*. 2009.
11. [En línea] <https://moodle.urv.cat/moodle/>.
12. Incropera/DeWitt/Bergman/Lavine. *Fundamentals of heat and mass transfer*. 1996, pág. 354.
13. [En línea]
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_510.pdf.
14. [En línea]
http://www.leser.com/fileadmin/content/Download/broschueren&kataloge/Kataloge/API/API_Catalog_EN.pdf.
15. Conesa Fernández-Vítora, Vicente. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid : s.n., 2010.
16. [En línea]
<http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.a82abc159115c8090128ca10060961ca/?vgnnextoid=4458908b51593110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>.

15 NOMENCLATURA*Taula 15.1 Nomenclatura del projecte.*

Simbologia	Definició	Unitats
A	Àrea	m ²
a''	Àrea d'un tub	m ²
AC	Acumulació	Adim.
A_{necessària}	Àrea necessària	m ²
A_{pas}	Àrea de pas	m ²
a_{pc}	Àrea de pas per carcassa	m ²
B	Separació dels deflectors	mm
C	Factor de control	Adim.
C	Coefficient de descarrega	Adim.
C_p	Capacitat calorífica	kJ/kg·K
CF	Flux de caixa	€
C_v	Coefficient de flux	gpm
D	Diàmetre	m
D_H	Diàmetre hidràulic	m
D₀	Diàmetre intern	m
ρ	Densitat	kg/m ³
EF	Efecte	Adim.
EX	Extensió	Adim.
F	Factor de risc	Adim.
f	Factor de fricció	Adim.
H_{cil}	Altura del cilindre	m
h_{ext}	Coefficient de transferència de calor extern	W/m ² ·K
h	Coefficient de convecció intern	W/m ² ·K

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

Taula 15.1 Nomenclatura del projecte (cont.)

Simbologia	Definició	Unitats
I	Impacte ambiental	Adim.
I_0	Inversió inicial	€
IN	Intensitat	Adim.
k	Coefficient de resistència	Adim.
k	Cost d'oportunitat	Adim.
L	Longitud	m
L_{eq}	Longitud equivalent	m
L_T	Longitud de tub	M
\dot{m}	Cabal màssic	kg/s
$MAWP$	Pressió màxima de treball permesa	barg
MC	Recuperabilitat	Adim.
MO	Moment	Adim.
N	Numero de deflectors	Adim.
n	Numero d'anys rentables de la unitat	Anys
N_T	Numero de tubs	Adim.
Nu	Nombre de Nusselt	Adim.
π	Número pi	Adim.
P	Pressió	barg
P_C	Pressió crítica	barg
Pr	Nombre de Prandtl	Adim.
P_1	Pressió absoluta	barg
$P_{descàrrega}$	Pressió de descàrrega	barg
PE	Persistència	Adim.
PR	Periodicitat	Adim.
$P_{ext adm}$	Pressió externa admissible	barg
$P_{p.hidràulica}$	Pressió de prova hidràulica	barg

Taula 15.1 Nomenclatura del projecte (cont.)

Simbologia	Definició	Unitats
$P_{p.pneumàtica}$	Pressió de prova pneumàtica	barg
P_{tara}	Pressió de tara	barg
ΔP (<i>tubs</i>)	Pèrdua de càrrega en tubs	kPa
ΔP (<i>carcassa</i>)	Pèrdua de càrrega en carcassa	Pa
ΔP	Pèrdua de càrrega	barg
Q	Cabal volumètric	m ³ /h
\dot{Q}	Cabal màssic	kg/h
\ddot{Q}	Calor	kJ/s
Re	Número de Reynolds	Adim.
r_e	Radi extern	m
r_{can}	Radi de la canonada	m
R_f	Resistència al <i>fouling</i>	m ² ·K/W
R_v	Reversibilitat	Adim.
S	Tensió admissible del material	barg
S_{adm}	Estrès màxim admissible	barg
SI	Sinergia	Adim.
t	Espessor	mm
\bar{t}	Temperatura mitjana	K
T_a	Temperatura ambient	K
T_S	Temperatura de sortida	K
T_f	Temperatura del fluid	K
TIR	Taxa interna de rendibilitat	Adim.
T_i	Temperatura inicial del fluid	K
T_w	Temperatura a la paret	K
ΔT_{LM}	Temperatura logarítmica mitjana	K

Taula 15.1 Nomenclatura del projecte (cont.)

Simbologia	Definició	Unitats
<i>U</i>	Coefficient global de transferència de calor	W/m ² ·K
<i>VAN</i>	Valor Actual Net	€
<i>v</i>	Velocitat	m/s
<i>Z</i>	Factor de compressibilitat	Adim.

ANNEXOS

A.1 MÈTODE KERN

Es dimensionen els quatre bescanviadors de calor de tubs i carcassa amb l'objectiu de refredar un corrent d'etilè a partir d'un corrent d'aigua de torre de refrigeració i amb aigua de refrigeració ARU.

Per a la realització dels càlculs es plantegen les hipòtesis que s'utilitzaran als models matemàtics del bescanviador:

- Corrent fred: corrent que absorbeix energia, és a dir, s'escalfa. Per conveni, aquestes energies seran negatives.
- Corrent calent: corrent que desprèn energia, és a dir, es refreda. Per conveni, aquestes energies seran positives.
- Per a les característiques físiques dels compostos (capacitats calorífiques, viscositats, etc.) s'extreuen del programa *EES* i *Aspen exchanger*.
- Es treballarà en règim estacionari.
- ΔE cinètica i ΔE potencial són menyspreables.
- La calor de radiació és aprox. 0 (materials no radiants i fluids no radiants).
- El coeficient global de pas de calor (U) és constant.
- Es treballa amb condicions adiabàtiques (no hi ha intercanvi de calor amb l'entorn).
- No hi ha conducció axial.

S'han obtingut les propietats físiques dels diferents compostos que actuen al bescanviador juntament amb el cabal les quals es mostren a la taula A.1.1.

Taula A.1.1. Propietats de l'etilè i l'aigua.

Corrent	1	2
Temperatura entrada (°C)	260	20
Temperatura sortida (°C)	40	43
Flux màssic (kg/s)	0.0041	0.028
ρ (kg/m ³)	1.94	999.4
C_p (kJ/kg·K)	2.007	4.523
k (W/m·K)	0.04005	0.000574
μ (Pa·s)	$1.69 \cdot 10^{-2}$	$1.19 \cdot 10^{-3}$
R_f (m ² ·K/W)	$5 \cdot 10^{-4}$	$6.00 \cdot 10^{-4}$

Algunes d'aquestes dades esmentades s'han calculat posteriorment. En el cas de l'aigua s'ha suposat cabal màssic de 0.028kg/s. Les propietats físiques dels corrents han estat calculades amb el programa *Engineering Equation Solver* (EES) i *Aspen exchanger*.

El disseny del bescanviador es realitzarà a partir del mètode Kern. En la configuració circularà etilè per tubs i aigua de torre per carcassa. S'han seguit una sèrie de passos mostrats a continuació.

La distribució dels corrents s'ha basat en l'índex d'embrutiment. El fluid que genera menys residus, per norma circula per carcassa ja que aquestes són més difícils de netejar. L'aigua de torre és el fluid més net, conseqüentment es transportarà per carcassa.

A partir de les dades de la taula A.1.1. i l'equació (A.1.1) es calcula la calor bescanviada en el procés. En aquest cas s'ha utilitzat el balanç d'energia per calcular la temperatura de sortida de l'aigua ja que la potència requerida per reduir la temperatura de l'etilè sobte per mitja d'un balanç energètic.

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_0 - T_i) \quad (\text{A.1.1.})$$

On \dot{Q} és la calor que es transmet d'un fluid a l'altre (kJ/s); ' \dot{m} ' cabal màssic del fluid (kg/s); ' C_p ' capacitat calorífica del compost (kJ/kg·°C); ' T_i ' temperatura inicial del fluid (°C); ' T_0 ' temperatura final del fluid (°C). La calor que necessita extreure el procés es de 1.81 kW.

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

El factor de correcció es interpreta com un factor de correcció geomètric que quan es aplicat a la ΔT_{LM} de un bescanviador de flux a contracorrent, proporciona la diferència de temperatura efectiva del bescanviador sota consideració. S'ha calculat amb l'equació (A.1.2.) la temperatura logarítmica mitjana.

$$\Delta T_{LM} = \frac{(T_{e,c} - T_{s,f}) - (T_{s,c} - T_{e,f})}{\ln\left(\frac{T_{e,c} - T_{s,f}}{T_{s,c} - T_{e,f}}\right)} \quad (A.1.2.)$$

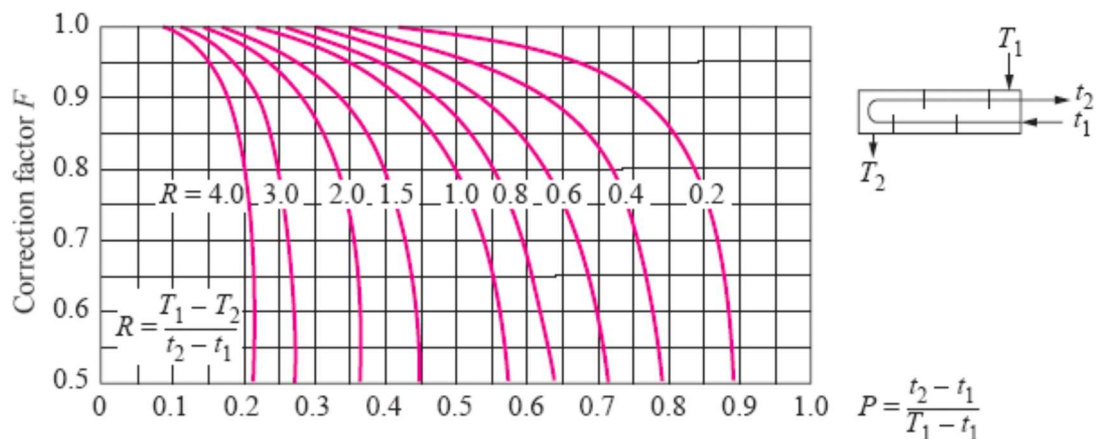


Figura A.1.1. Correlacions de flux creuat i carcassa i tubs.

On T és temperatura i els sufixes són: *e* = entrada, *s* = sortida, *c* = fluid calent i *f* = fluid fred.

Realitzant el càlcul s'ha trobat que ΔT_{LM} té un valor 82.6 °C.

El factor de correcció s'ha obtingut a partir les equacions (A.1.3.) i (A.1.4.) i amb el gràfic de la figura A.1.1.

$$R = \frac{T_e - T_s}{t_s - t_e} \quad (A.1.3.)$$

$$P = \frac{t_s - t_e}{T_e - t_e} \quad (A.1.4.)$$

On T són les temperatures d'entrada i sortida de la carcassa i t les temperatures dels tubs. El valor de R trobat és 0.1 i el valor de P és 0.9. A partir d'aquests valors observant la figura A.1.1 (10) es veu que el valor de F és 0.9.

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

S'utilitza un coeficient global de transferència de calor inicial proporcionat per *Aspen exchanger* $U_i = 5,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (11), definit segons el tipus de flux a refredar, és a dir, l'etilè.

L'àrea de bescanvi necessària es calcula amb l'equació (A.1.5.)

$$A = \frac{\dot{Q}}{U_i \cdot F \Delta T_{LM}} \quad (\text{A.1.5})$$

Realitzant els càlculs s'ha trobat un àrea de 4.5 m^2 .

A partir de la taula tubs *standard-recommended tube dimensions* s'han seleccionat les dimensions les quals es mostren a la taula A.1.2.

Taula A.1.2 Dimensions estàndard del tub.

Diàmetre intern	19,05 mm
Diàmetre extern	16.94 mm
Gruix	2.11 mm
Longitud	1.2 m

S'utilitzen les equacions (A.1.6.) i (A.1.7.) per trobar el nombre de tubs.

$$N_T = \frac{A}{L_T \cdot a'} \quad (\text{A.1.6.})$$

$$a' = \pi \cdot D_0 \quad (\text{A.1.7.})$$

On N_T és el nombre de tubs, A és l'àrea del bescanviador en m^2 i L_T és la longitud total del tub en m.

Així el valor d' a' és 0.059 m^2 i N_t és 64 tubs. La principal diferència en el numero de tubs es que *Aspen* detecta altes vibracions per tant proporciona un pitch mes ajustat a les necessitats.

Segons la disposició de la carcassa es poden utilitzar 2 passos per tub o múltiples de 2. S'ha decidit que es treballarà amb 2 passos per tub amb una disposició triangular ja que permet albergar un major nombre de tubs dintre del casc i s'obtenen coeficients de pel·lícula més alts. El Pitch és 1.25 vegades el diàmetre exterior i té un valor de 23.81 mm.

A partir de la taula de “*Carcasses Standard*” i la disposició dels tubs (triangular), el pitch, el nombre de tubs més pròxim és de tubs 64.

Amb el nombre de tubs estàndard trobats es torna a calcular l'àrea del bescanviador amb l'equació (A.1.8.)

$$A = N_T \cdot L_T \cdot a' \quad (\text{A.1.8.})$$

S'ha trobat una àrea estàndard de 4,52 m².

Tot seguit es calcularà l'àrea de pas per els tubs, la velocitat del fluid per els tubs i el coeficient de convecció.

Les equacions (A.1.9.) i (A.1.10.) són les utilitzades per el càlcul de l'àrea de pas dels tubs.

$$a_{pT} = \frac{N_T \cdot a''}{n} \quad (\text{A.1.9.})$$

$$a'' = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \quad (\text{A.1.10.})$$

On a'' és l'àrea d'un tub, D_i és el diàmetre interior del tub i n el nombre de passos per tubs. S'ha trobat un valor de a'' de 2.25 cm² i un valor de a_{pT} de 71 cm².

La velocitat del fluid per els tubs s'ha calculat amb l'equació (A.1.11.)

$$V = \frac{\dot{m}}{\rho \cdot a_{pT}} \quad (\text{A.1.11})$$

El valor de la velocitat és 0.3 m/s.

Per realitzar el càlcul del coeficient de convecció s'han de calcular primerament el nombre de Reynolds, equació (A.1.12.), el nombre de Prandtl, equació (A.1.13.) el nombre de Nusselt, equació (A.1.14.), i finalment amb l'equació (A.1.15.) el coeficient de convecció.

$$Re = \frac{V \cdot D_i \cdot \rho}{\mu} \quad (\text{A.1.12.})$$

$$Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{k} \quad (\text{A.1.13.})$$

$$\text{Nu} = 1.86 \left(\frac{\text{Re} \cdot \text{Pr}}{L/D} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} \quad (\text{A.1.14.})$$

S'ha trobat que Re té un valor de 0.5, Pr té un valor de 0.846 i Nu té un valor de 0.00587. El terme $\left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$ en el càlcul del nombre de Nusselt s'ha menyspreat ja que és pròxim a 1 degut a que la viscositat en la paret del tub és gairebé igual a la que es troba a l'interior del tub.

$$h_i = \frac{\text{Nu} \cdot k}{D_i} \rightarrow h_{i0} = h_i \frac{D_o}{D_i} \quad (\text{A.1.15.})$$

Finalment, el valor del coeficient de convecció h_i és de 10.14 W/m²K i el de h_{i0} és de 9.02 W/m²K.

La pèrdua de càrrega total és el sumatori de la pèrdua de carga en els canvis de passos, equació 4.17, i la pèrdua de càrrega als tubs, equació (A.1.16.)

$$\Delta P_T = f \cdot \frac{L_T \cdot n \cdot \rho \cdot V^2}{D_i \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} \cdot 2} \quad (\text{A.1.16.})$$

On f és $\left(\frac{64}{\text{Re}} \right)$ ja que el Re té un valor menor de 2300. S'ha trobat que el valor de pèrdua de carrega als tubs ΔP_T és 1346.4 Pa.

$$\Delta P_r = 4 \cdot n \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad (\text{A.1.17.})$$

La pèrdua de carrega dels passos trobada és 0.69 Pa. Per tant, la pèrdua de càrrega total als tubs és 1.34 kPa.

Per a realitzar el càlcul del coeficient de convecció en la carcassa és necessari el càlcul previ de la separació dels deflectors, equació (A.1.18.), l'àrea de pas per carcassa, equació (A.1.19.), el diàmetre hidràulic, equació (A.1.20.), la velocitat de fluid per carcassa, equació (A.1.21.), el nombre de Reynolds, equació (A.1.22.), el nombre de Prandtl, equació (A.1.23.), el nombre de Nusselt, equació (A.1.24.) i finalment el coeficient de convecció a l'equació (A.1.25.)

$$B = \frac{Ds}{z} \quad (\text{A.1.18.})$$

S'ha fixat una densitat dels deflectors de 1 i a partir de la taula de “*Carcasses Standard*” es va obtenir una Ds de 0.27 m. Amb aquestes dades el valor de la distancia entre deflectors és 0.108 m.

$$a_{pC} = (Pt - D0) \cdot Ds \cdot B/Pt \quad (\text{A.1.19.})$$

$$D_H = \frac{4 \left(\frac{Pt}{2} 0.86P \frac{1\pi D^2}{2 \cdot 4} \right)}{\frac{\pi D}{2}} \quad (\text{A.1.20.})$$

$$V = \frac{\dot{m}}{\rho \cdot a_{pC}} \quad (\text{A.1.21.})$$

$$Re = \frac{V \cdot D_H \cdot \rho}{\mu} \quad (\text{A.1.22.})$$

$$Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{k} \quad (\text{A.1.23.})$$

$$Nu = 0.36 \cdot Re^{0.55} \cdot Pr^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} \quad (\text{A.1.24.})$$

$$h_o = \frac{Nu \cdot k}{D_H} \quad (\text{A.1.25.})$$

Taula A.1.3. Valors del càlcul de coeficient de convecció en la carcassa.

apc	59.16 cm ²
Dh	3.4 mm
V	0.003 m/s
Re	8.3
Pr	9.36
Nu	2.42
ho	411.8 W/m ² K

La temperatura a la paret entre els tubs i la carcassa es calcula amb l'equació (A.1.26.)

$$T_w = \bar{t} + \frac{h_o}{h_{i_o} + h_o} \cdot (\bar{T} - \bar{t}) \quad (\text{A.1.26.})$$

On \bar{t} i \bar{T} són les temperatures mitjanes dels tubs i carcassa respectivament. La T_w calculada és 307 K.

La pèrdua de càrrega a la carcassa es calcula amb l'equació (A.1.27.).

$$\Delta P_C = 4 \cdot f \cdot \frac{D_s \cdot (N+1) \rho V^2}{D_h} \frac{1}{2} \quad (\text{A.1.27.})$$

$$f = \frac{0.5}{Re^{0.2}} \quad (\text{A.1.28.})$$

$$N = L/B \quad (\text{A.1.29.})$$

On N és el número de deflectors. Realitzant els càlculs s'ha trobat una pèrdua de càrrega a la carcassa de 4.96 Pa.

S'obté el coeficient global de transferència de calor mitjançant les equacions (A.1.30.) i (A.1.31.) Posteriorment es calcula l'àrea d'intercanvi requerida, equació (A.1.33.)

$$\frac{1}{U_L} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} \quad (\text{A.1.30.})$$

$$\frac{1}{U_S} = \frac{1}{U_L} + R''_{fc} + R''_{ff} \quad (\text{A.1.31.})$$

$$A = \frac{Q}{U_S F \Delta T_{LM}} \quad (\text{A.1.32.})$$

On R''_f és el *fouling* corresponent a cada part de la carcassa m^2K/W . K_w és la conductivitat de cadascun dels fluids avaluats a la temperatura mitjana. El coeficient obtingut és $9.9 W/m^2K$ i l'àrea requerida és $1.95 m^2$.

A continuació s'adjunta el gràfic (figura A.1.2.) per tal d'il·lustrar els perfils de temperatura radial.

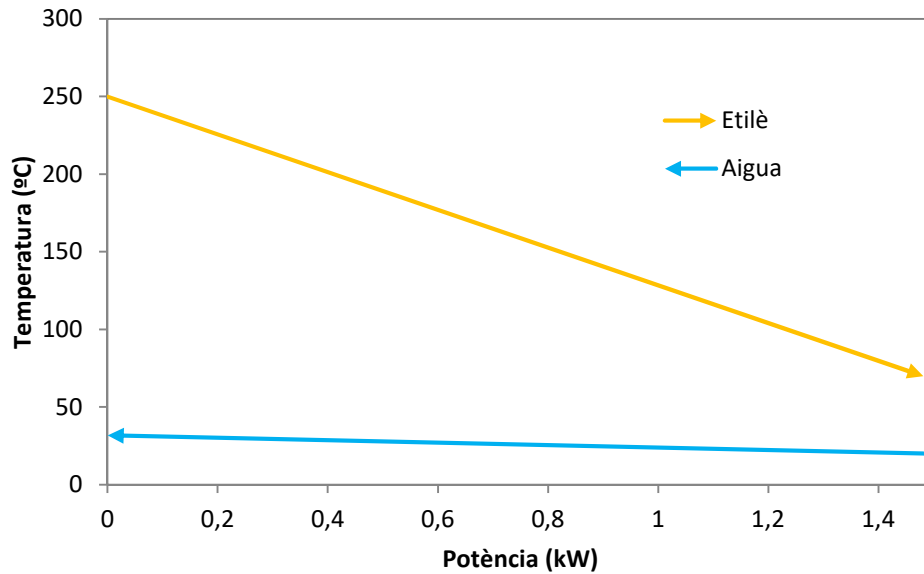


Figura A.1.2. Perfil de temperatura del bescanviador E-101.

Com es pot observar l'etilè es refreda i l'aigua es s'escalfa. Es resumeixen els resultats obtinguts del bescanviador estudiat en la taula A.1.4.

Taula A.1.4. Resultats obtinguts del bescanviador E-101.

	Configuració
Fluid Tubs	Etilè
Fluid Carcassa	Aigua de torre
$A_{necessària}$ (m ²)	4.5
Nombre de tubs	63
ΔP (tubs) (kPa)	1.34
ΔP (carcassa) (Pa)	4.9
U servei (W/m ² K)	5.4
Passos per carcassa	1
Passos per tubs	2
Disposició dels tubs	Triangular

A.2 EXEMPLE DISSENY D'UNA PSV

La PSV-101 es troba ubicada en l'intercanviador E-101. Les propietats del corrent són les següents; temperatura d'operació 260°C, pressió de disseny de 6 barg. Com la sortida va al off-gas i aquesta a torxa es considera que la pressió de sortida es atmosfèrica. Seguint les pautes del INHST (12) s'elegeix la pressió de tarat igual al 98% de la pressió de disseny, 5.8 barg. L'acumulació de pressió que es permet per aquest cas es del 10% segons la norma. La composició utilitzada per el càlcul a estat la composició del corrent 2 del balanç de matèria (punt 6.1), les quals han sigut proporcionades pel programari d'*AspenOne*. El cabal d'extracció de la vàlvula serà igual al cabal d'alimentació del bescanviador E-101 que equival a 15kg/h.

Primerament es necessari calcular la pressió absoluta que tindrà el flux un cop la vàlvula s'hagi disparat, això es duu a terme mitjançant l'equació (A.2.1.) Mitjançant *AspenOne* s'ha obtingut la relació entre les capacitats calorífiques (k) necessari per establir si el flux de sortida serà crític o subcrític, mitjançant l'equació (A.2.2.)

$$P_1 = 1.1 \cdot P_{tara} + P_{descàrrega} = 1.1 \cdot 5.8 + 1 = 7.4 \text{ bar} \quad (\text{A.2.1.})$$

$$P_C = P_1 \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{1.244+1}} = 7.4 \cdot \left(\frac{2}{1.244+1}\right)^{\frac{1.244}{1.244+1}} = 5.9 \text{ bar} \quad (\text{A.2.2.})$$

Com el valor de la pressió crítica és major que la de la línia (3.8 barg), el flux serà crític.

Tot seguit es calcula l'àrea efectiva necessària de la vàlvula mitjançant la formula (A.2.3.). No obstant abans de dur a terme aquest càlcul es necessari calcular el coeficient de descàrrega de la vàlvula mitjançant l'expressió (A.2.4.). Com les vàlvules que em escollit son pilotades i balancejades podem assumir que els coeficient $kb = 1$ ja que no es afectat per la pressió de la línia, $kc = 1$ i $kd = 0.975$ ja que no hi ha disc de ruptura i el fluid es un gas.

$$C = 520 \cdot \sqrt{k \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{1.244+1}}} = 520 \cdot \sqrt{1.244 \cdot \left(\frac{2}{1.244+1}\right)^{\frac{1.244+1}{1.244+1}}} = 341.63 \quad (\text{A.2.3.})$$

$$A = \frac{13160 \cdot W}{C \cdot k_d \cdot P_1 \cdot k_b \cdot k_c} \cdot \sqrt{\frac{T \cdot Z}{M_w}} = \frac{13160 \cdot 15}{341.63 \cdot 0.975 \cdot 7.4 \cdot 1 \cdot 1} \cdot \sqrt{\frac{533 \cdot 0.974}{29.08}} = 338.64 \text{ mm}^2 \quad (\text{A.2.4.})$$

El factor de compressibilitat (Z) s'obté mitjançant el programari *AspenOne*.

Finalment un cop obtinguda l'àrea efectiva es selecciona una àrea igual o superior a la calculada mitjançant el catàleg del fabricant (13). S'observa la selecció de vàlvules en punt 7.

A.3 DISSENY MECÀNIC D'UN TANC

Un cop s'ha dimensionat els tancs V-101 i V-102 es duu a terme el seu disseny. El disseny s'executa segons el codi ASME per recipients a pressió (5).

A.3.1 DISSENY

El recipient consta de tres parts que són: el cos cilíndric i dos caps el·lipsoïdals 2:1. La temperatura d'operació són 40°C, pel qual la temperatura de disseny serà de 60°C. En el cas de la pressió de disseny en el primer tanc serà de 27.2 i 27.1 barg.

L'estrès màxim admissible es calcula segons l'expressió (A.3.1.1.). Considerant el ripus de soldadura 1 de la norma, s'aconsella un radiografiat total de les soldadures (E=1).

$$S_{adm} = \text{Min}: \left(\frac{S_{adm} T_{ambient}}{3.5}; \frac{2}{3} \text{Lím. Elàstic} \right) = \text{Min}: (328.6; 1333.3) = 328.6 \text{ barg} \quad (\text{A.3.1.2.})$$

La pressió de prova hidràulica vindrà donada per l'expressió (A.3.1.3), on la temperatura ambient i la de treball són diferents però els seus valors de estrès iguals. La pressió de la prova pneumàtica es calcula amb l'equació (A.3.1.4.). Evidentment en cas de realitzar les proves s'han de realitzar sense el *demister*.

$$P_{p.hidr\grave{a}ulica} = 1.3 \cdot MAWP \cdot \left(\frac{S_{T.ambient}}{S_{T.treball}} \right) = 1.3 \cdot 27.2 = 35.32 \text{ barg} \quad (\text{A.3.1.3.})$$

$$P_{p.pneum\grave{a}tica} = 1.1 \cdot MAWP = 1.1 \cdot 27.2 = 29.89 \text{ barg} \quad (\text{A.3.1.4.})$$

A.3.1.1 Cos cilíndric

Per duu a terme els càlculs del gruix es fan servir les fórmules del cilindre per cossos sotmesos a pressió interna, expressions (A.3.1.1.1.) i (A.3.1.1.2.).

$$D_{int} = D_{disseny} + 2 \cdot C_A = 1600 + 2 \cdot 3 = 1606 \text{ mm} \quad (\text{A.3.1.1.1.})$$

$$t = \frac{P \cdot R_{int}}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} + C_A = 69.6 + 3 = 72.6 \text{ mm} \quad (\text{A.3.1.1.2.})$$

Aquest gruix es normalitza a 73 mm. Un cop seleccionat el gruix normalitzat, el recipient està dissenyat a 28.3 barg, no obstant la pressió de disseny es seguirà considerant de 27.2 barg.

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

Tot seguit es comprova si el cos cilíndric resistirà les condicions de pressió externa. Així doncs calculem els paràmetres D_o , D_o/t , L i L/D_o mitjançant les expressions (A.3.1.1.4. - A.3.1.1.6.).

$$D_o = D_i + 2 \cdot t = 1600 + 2 \cdot 73 = 1746 \text{ mm} \quad (\text{A.3.1.1.3.})$$

$$\frac{D_o}{t} = \frac{1746}{73} = 23.9 \quad (\text{A.3.1.1.4.})$$

$$L = H_{cil} + 2 \cdot 0.1666 \cdot D = 4000 + 133.28 = 4133.28 \text{ mm} \quad (\text{A.3.1.1.5.})$$

$$\frac{L}{D_o} = \frac{4133.28}{1746} = 2.37 \quad (\text{A.3.1.1.6.})$$

Amb aquests paràmetres, es procedeix a trobar el factor A al diagrama G i el factor B del diagrama UHA-28.4.

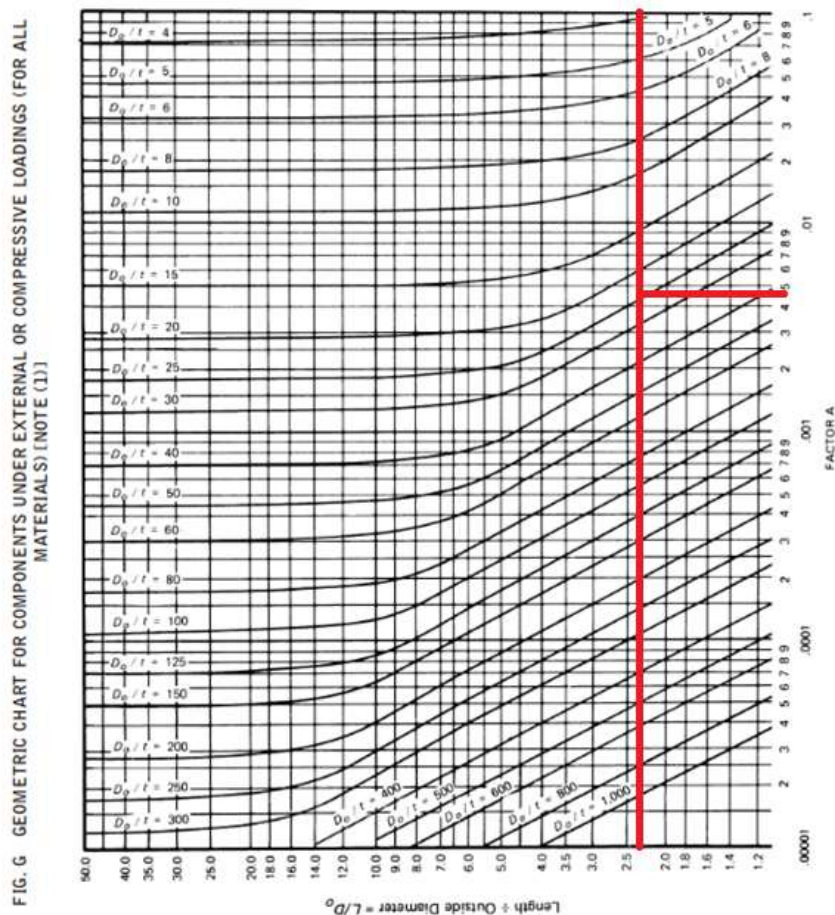
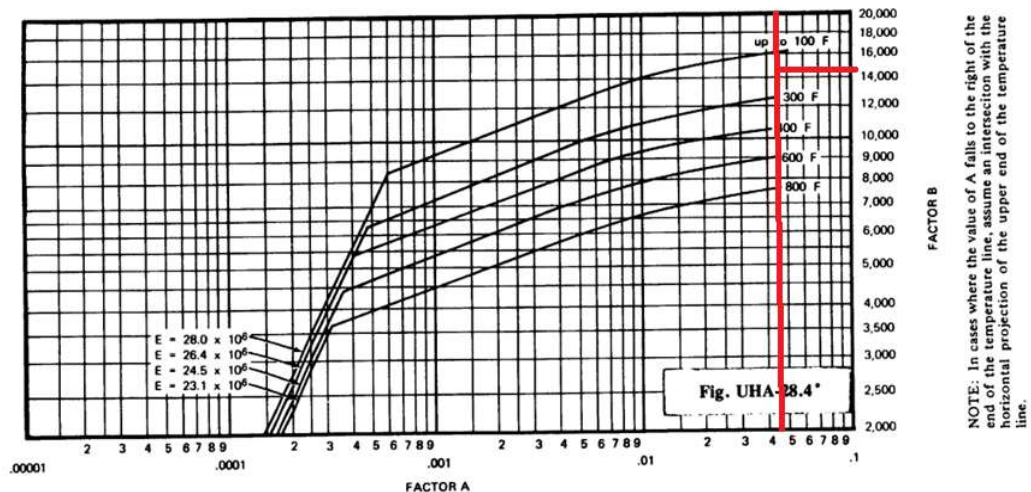


Figura A.3.1.1.1. Figura G del codi ASME secció II, part D subpart 3 pel disseny a pressió externa.



THE VALUES OF FACTOR B
USED IN FORMULAS FOR VESSELS UNDER EXTERNAL PRESSURE
 *The values of the chart are applicable when the vessel is constructed of Austenitic steel
 (18Cr-8Ni-Mo-0.03 max. carbon, Types 316L and 317L) (Table 4 on page 190)

Figura A.3.1.1.2. Figura UHA-28.4 del codi ASME pel disseny a pressió externa.

Ara que ja tenim el factor B es passa a bar i es calcula el valor de la pressió externa amb la expressió (A.3.1.1.7.).

$$P_{ext adm} = \frac{B \cdot t}{R_o} = \frac{14100 \cdot 70}{873} = 1179.03 \text{ psi} = 81.3 \text{ barg} \quad (\text{A.3.1.1.7.})$$

Per tant el cos cilíndric es capaç de resistir una pressió externa de 81.3 barg, per tant s'assegura que es capaç de treballar tant a pressió externa com a buit .

A.3.1.2 Caps el·lipsoïdals 2:1

Per duu a terme els càlculs del gruix es fan servir les fórmules del cilindre per cossos sotmesos a pressió interna, expressions (A.3.1.2.1.) i (A.3.1.2.2.).

$$D_{int} = D_{disseny} + 2 \cdot C_A = 1600 + 2 \cdot 3 = 1606 \text{ mm} \quad (\text{A.3.1.2.1.})$$

$$t = \frac{P \cdot R_{int}}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P} + C_A = 66.7 + 3 = 69.7 \text{ mm} \quad (\text{A.3.1.2.2.})$$

Aquest gruix es normalitza a 70 mm. Un cop seleccionat el gruix normalitzat, el recipient està dissenyat a 28.5 barg, no obstant la pressió de disseny es seguirà considerant de 27.2 barg.

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

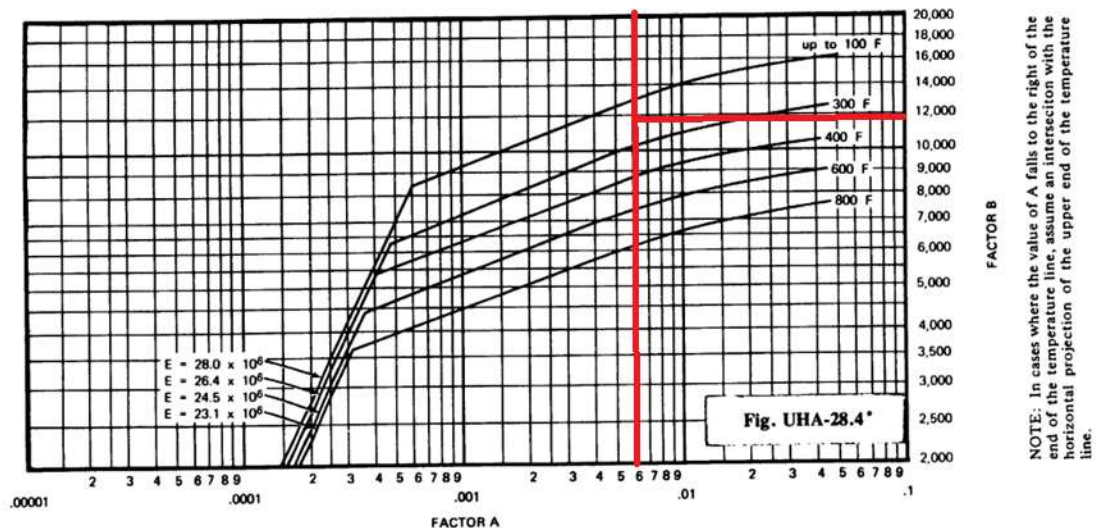
Un cop calculat el gruix, es comprova si els caps resisteixen a condicions de pressió externa. Això es comprova amb dos escenaris:

- El gruix ha de ser superior al gruix calculat amb 1.67 vegades la pressió externa màxima amb una eficiència de soldadura de 1.
- Comprovar mitjançant càlculs del factor A i B.

El primer cas es compleix ja que el recipient està dissenyat amb una eficiència de 1 i 27.2 barg, quan la pressió màxima externa serà de 1 bar. Tot seguit s'observa com es calcula el segon requisit amb les expressions (A.3.1.2.3. i A.3.1.2.4.) i la figura A.3.1.2.1. Finalment es troba la pressió mitjançant l'equació (A.3.1.2.5.).

$$R_o = 0,9 \cdot D_o = 0,9 \cdot 1600 = 1440 \text{ mm} \quad (\text{A.3.1.2.3.})$$

$$\text{Factor A} = 0.125 \cdot \frac{t}{R_o} = 0.125 \cdot \frac{70}{1440} = 0.006 \quad (\text{A.3.1.2.4.})$$



**THE VALUES OF FACTOR B
USED IN FORMULAS FOR VESSELS UNDER EXTERNAL PRESSURE**

*The values of the chart are applicable when the vessel is constructed of Austenitic steel
(18Cr-8Ni-Mo-0.03 max. carbon, Types 316L and 317L) (Table 4 on page 190)

Figura A.3.1.2.1. Figura UHA-28.4 del codi ASME pel disseny a pressió externa.

$$P_{ext adm} = \frac{B}{(R_o/t)} = \frac{11900}{(1440/70)} = 578.5 \text{ psi} = 39.9 \text{ barg} \quad (\text{A.3.1.2.5.})$$

Per tant els caps són capaços d'aguantar 39.9 barg. La pressió externa màxima serà de 1 bar, en cas de buit total, així doncs els caps aguantaran.

A.4 MÈTODE DE CONESA-VÍTORA (14)

Mitjançant la metodologia consultada es classifiquen els diversos impactes segons si són positius o negatius i la seva intensitat en 4 nivells: reduïts, moderats, severos i crítics. A més a més, aquesta intensitat es pot estandarditzar a un valor *I* positiu o negatiu.

Si els impactes són reduïts, s'entén que no tenen una afectació greu en el medi. Els impactes classificats com a moderats i severos, requereixen de mesures correctives per tal de reduir-les al mínim i prevenir-les. Si algun impacte és crític, s'haurà de reavaluar la metodologia del procés per tal de minimitzar aquest efecte, ja que té un impacte massa gran com per continuar el projecte des de la perspectiva actual.

A.4.2 AVALUACIÓ I VALORACIÓ D'IMPACTES

La importància de l'impacte es calcula mitjançant l'equació (A.4.2.1.) i els valors fan referència a la taula A.4.2.1. segons el mètode de càlcul consultat a la bibliografia

$$I = \pm[3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EG + PR + MC] \quad (A.4.2.1.)$$

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

Taula A.4.2.1. Importància dels diferents impactes.

NATURALES		INTENSITAT (IN)		PERSISTENCIA (PR)	
Positiu	+	Baix	1	Momentània	1
Negatiu	-	Mig	2	Temporal	2
		Alt	4	Persistent	3
		Molt Alt	8	Permanent	4
		Total	12		

EXTENSIÓ (EX)		MOMENT (MO)		REVERSIBILITAT (RV)	
Puntual	1	Llarg	1	Curt termini	1
Parcial	2	Mig	2	Mig termini	2
Extens	4	Curt	3	Llarg termini	3
Total	8	Immediat	4	Irreversible	4
Crític	+4	Crític	+4		

SINERGIA (SI)		ACUMULACIO (AC)		EFFECTE (EF)	
Simple	1	Simple	1	Indirecte	1
Moderat	2	Acumulatiu	4	Directe	4
Molt	4				

PERIODICITAT (PF)		RECUPERABILITAT (PR)		IMPORTANCIA (I)	
Irregular	1	Immediata	1	$I = \pm[3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EG + PR + MC]$ $Índex = \pm \frac{I - I_{MIN}}{I_{MAX} - I_{MIN}}$	
Periòdic	2	Curt termini	2		
Continu	4	Mig termini	3		
		Llarg termini			
		/Compensable	4		
		Irrecuperable	8		

Cada impacte es caracteritza mitjançant aquesta taula, i es pondera mitjançant l'equació ubicada a l'interior de la taula. Si es considera que l'extensió o el moment són ítems crítics per l'impacte a considerar, s'ha de sumar +4 punts a la intensitat establerta. El valor mínim d'una importància és de 13, mentre que el valor màxim és de 100. Els

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

impactes es classifiquen segons la taula A.4.2.2. . A més a més, també es pot estandarditzar el valor del impacte positiu o negatiu.

Taula A.4.2.2. Taula de classificació de la importància i els impactes.

Valor global	Valor estandarditzat	Impacte
13-25	0.00-0.14	Reduït
26-50	0.15-0.43	Compatible
51-75	0.44-0.71	Moderat
76-100	0.72-1.00	Crític

Taula A.4.2.3 Valoració de l'impacte Soroll en el projecte.

	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa		-1	
Intensitat (IN)	3	1	3
Extensió (EX)	2	1	2
Moment (MO)	1	4	4
Persistència (PE)	1	2	2
Reversibilitat (RV)	1	1	1
Sinergia (SI)	1	1	1
Acumulació (AC)	1	1	1
Efecte (EF)	1	4	4
Periodicitat (PR)	1	2	2
Recuperabilitat (MC)	1	1	1
Importància	21	Importància	Reduït
Caràcter	Negatiu	Índex	-0.09

Taula A.4.2.4. Valoració de l'impacte Pols i Partícules emeses en el projecte.

	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa		-1	
Intensitat (IN)	3	2	6
Extensió (EX)	2	1	2
Moment (MO)	1	1	1
Persistència (PE)	1	4	4
Reversibilitat (RV)	1	4	4
Sinergia (SI)	1	1	1
Acumulació (AC)	1	1	1
Efecte (EF)	1	4	4
Periodicitat (PR)	1	2	2
Recuperabilitat (MC)	1	3	3
Importància	28	Importància	Compatible
Caràcter	Negatiu	Índex	-0.17

Taula A.4.2.5 Valoració de l'impacte Emissions de residus en el projecte.

	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa		+1	
Intensitat (IN)	3	8	24
Extensió (EX)	2	2	4
Moment (MO)	1	4	4
Persistència (PE)	1	4	4
Reversibilitat (RV)	1	4	4
Sinergia (SI)	1	1	1
Acumulació (AC)	1	1	1
Efecte (EF)	1	4	4
Periodicitat (PR)	1	2	2
Recuperabilitat (MC)	1	3	3
Importància	51	Importància	Moderat
Caràcter	Positiu	Índex	+0.44

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

Taula A.4.2.6. Valoració de l'impacte *Impacte Visual en el projecte.*

	Ponderació	I	I ponderada
Naturallesa		-1	
Intensitat (IN)	3	1	3
Extensió (EX)	2	2	4
Moment (MO)	1	3	3
Persistència (PE)	1	4	4
Reversibilitat (RV)	1	4	4
Sinergia (SI)	1	1	1
Acumulació (AC)	1	1	1
Efecte (EF)	1	4	4
Periodicitat (PR)	1	4	4
Recuperabilitat (MC)	1	3	3
Importància	31	Importància	Compatible
Caràcter	Negatiu	Índex	-0.21

Disseny d'una unitat de recuperació d'etilè

Taula A.4.2.7. Valoració de l'impacte Llocs de Feina en el projecte.

	Ponderació	I	I ponderada
Naturallesa		1	
Intensitat (IN)	3	1	3
Extensió (EX)	2	4	8
Moment (MO)	1	4	4
Persistència (PE)	1	1	1
Reversibilitat (RV)	1	1	1
Sinergia (SI)	1	1	1
Acumulació (AC)	1	4	4
Efecte (EF)	1	4	4
Periodicitat (PR)	1	4	4
Recuperabilitat (MC)	1	3	3
Importància	33	Importància	Compatible
Caràcter	Positiu	Índex	+0.23

Taula A.4.2.8. Valoració de l'impacte Consum Energètic en el projecte.

	Ponderació	I	I ponderada
Naturalesa		-1	
Intensitat (IN)	3	1	3
Extensió (EX)	2	2	4
Moment (MO)	1	4	4
Persistència (PE)	1	3	3
Reversibilitat (RV)	1	4	4
Sinergia (SI)	1	1	1
Acumulació (AC)	1	1	1
Efecte (EF)	1	1	1
Periodicitat (PR)	1	4	4
Recuperabilitat (MC)	1	4	4
Importància	27	Importància	Compatible
Caràcter	Negatiu	Índex	-0.33

A.5 ANNEX DE SEURETAT

A continuació s'observa el llistat de fitxes de seguretat extretes del INHST (14) i el mapa de la zona ATEX:

- Fitxa de seguretat Acetona
- Fitxa de seguretat Etilè
- Fitxa de seguretat Diòxid de carboni
- Fitxa de seguretat Metil-tert-butil-èter
- Fitxa de seguretat Monòxid de carboni
- Fitxa de seguretat Nitrogen
- Fitxa de seguretat Oxigen
- Mapa ATEX de la zona
- Índex Dow

ACETONA

ICSC: 0087

Abril 2009

CAS: 67-64-1 2-Propanona
 RTECS: AL315000 Dimetil cetona
 NU: 1090 Metil cetona
 CE Índice Anexo I: 606-001-00-8 C₃H₆O / CH₃-CO-CH₃
 CE / EINECS: 200-662-2 Masa molecular: 58.1



TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua en grandes cantidades o dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilicéense herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN			
Inhalación	Dolor de garganta. Tos. Confusión mental. Dolor de cabeza. Vértigo. Somnolencia. Pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio y reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Piel seca.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Náuseas. Vómitos. (Ver Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Enjuagar la boca. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Eliminar toda fuente de ignición. Ventilar. Protección personal: filtro para gases y vapores orgánicos de bajo punto de ebullición adaptado a la concentración de la sustancia en el aire. NO verterlo en el alcantarillado. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. Eliminarlo a continuación con agua abundante.	Clasificación UE Símbolo: F, Xi R: 11-36-66-67 S: (2)-9-16-26 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II Clasificación GHS Peligro Líquido y vapores muy inflamables. Provoca irritación ocular.

RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Código NFPA: H1; F3; R0	A prueba de incendio. Separado de: Ver Peligros Químicos. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2009



ACETONA

ICSC: 0087

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro de olor característico.

PELIGROS FÍSICOS

El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo. Posible ignición en punto distante.

PELIGROS QUÍMICOS

La sustancia puede formar peróxidos explosivos en contacto con oxidantes fuertes tales como ácido acético, ácido nítrico y peróxido de hidrógeno. Reacciona con cloroformo y bromoformo en medio básico, originando peligro de incendio y explosión. Ataca a los plásticos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV: 500 ppm como TWA, 750 ppm como STEL.

A4 (no clasificable como cancerígeno humano).

BEI establecido (ACGIH 2009).

LEP UE: 500 ppm, 1210 mg/m³ como TWA (EU 2000).

Recomendación del SCOEL disponible.

VÍAS DE EXPOSICIÓN

La sustancia se puede absorber por inhalación.

RIESGO DE INHALACIÓN

Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire, sin embargo, más rápidamente por pulverización o cuando se dispersa.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La exposición a altas concentraciones puede producir disminución del estado de alerta.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA

El líquido desengrasa la piel. El contacto repetido puede producir piel seca y agrietada.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 56°C
Punto de fusión: -95°C
Densidad relativa (agua = 1): 0.8
Solubilidad en agua: miscible.
Presión de vapor, kPa a 20°C: 24
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.0

Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.2
Punto de inflamación: -18°C c.c.
Temperatura de autoignición: 465°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.2-13
Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.24
Viscosidad, mm²/s a 40 °C: 0.34

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de Exposición Profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 500 ppm; 1210 mg/m³

VLB: 50 mg/l en orina. Nota I.

NOTA LEGAL

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

ETILENO, PURO

ICSC: 0475



ETILENO, PURO


Eteno
(botella)
C₂H₄

Masa molecular: 28.5

Nº CAS 74-85-1
Nº RTECS KU5340000
Nº ICSC 0475
Nº NU 1962
Nº CE 601-010-00-3



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, deje que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos se apaga con pulverización con agua.
EXPLOSION	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra). Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispa.	En caso de incendio: mantener fría la botella por pulverización con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.
EXPOSICION			
• INHALACION	Vértigo, pérdida de conocimiento.	Ventilación.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicado y someter a atención médica.
• PIEL			
• OJOS			
• INGESTION			

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro. Ventilación. Eliminar las fuentes de ignición y cortar si es posible el aporte de gas en el foco. (Protección personal adicional: traje de protección química incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes.	símbolo F+ R: 12-67 S: (2-)-9-16-33-46 Clasificación de Peligros NU: 2.1 CE: 

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0475


Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPSC y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPSC, 2005

ETILENO, PURO

ICSC: 0475

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Gas comprimido incoloro, de olor característico.</p> <p>PELIGROS FISICOS El gas es más ligero que el aire. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia puede polimerizarse para formar compuestos aromáticos debido al calentamiento intenso por encima de 600°C. Reacciona con oxidantes fuertes originando riesgo de incendio y de explosión.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 200 ppm como TWA, A4 (ACGIH 2005) MAK: Carcinógeno: categoría 3B (DFG 2005).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>RIESGO DE INHALACION Al producirse pérdidas en zonas confinadas este gas puede originar asfixia por disminución del contenido de oxígeno del aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La exposición podría causar disminución de la consciencia.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</p>
PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición a 101.3 kPa: -104°C Punto de fusión: -169.2°C Solubilidad en agua: ninguna Presión de vapor, kPa a 15°C: 8100</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.98 Punto de inflamación: gas inflamable Temperatura de autoignición: 490°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.7-36.0</p>
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
<p>Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. Código NFPA: H 1; F 4; R 2</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
<p>FISQ: 2-091 ETILENO, PURO</p>	<p>Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.insht.es/</p>	
ICSC: 0475	<p>© CCE, IPCS, 2005</p>	ETILENO, PURO
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales.</p>	

Fichas Internacionales de Seguridad Química

DIÓXIDO DE CARBONO		ICSC: 0021	
		Octubre 2006	
Gas ácido carbónico		Anhídrido carbónico	
CAS:	124-38-9	CO₂	
RTECS:	FF6400000	Masa molecular: 44,0	
NU:	1013		
CE / EINECS:	204-696-9		

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN	¡Los envases pueden arder en un incendio!		En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

EXPOSICIÓN			
Inhalación	Vértigo. Dolor de cabeza. Presión sanguínea elevada. Ritmo cardíaco acelerado. Asfixia. Pérdida del conocimiento.	Ventilación.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
Piel	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN.	Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	EN CASO DE CONGELACION: aclarar con agua abundante, NO quitar la ropa. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	En contacto con líquido: congelación.	Gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión			

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Protección personal: equipo autónomo de respiración. Ventilar. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido.	Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 2.2 Clasificación GHS Atención Puede ser nocivo si se inhala. Contiene un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1013 o 20G2A	A prueba de incendio, si está en local cerrado. Mantener en lugar fresco. Ventilación a ras del suelo.

IPCS
International
Programme on
Chemical Safety



Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2007

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

DIÓXIDO DE CARBONO**ICSC: 0021**

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO:

Gas licuado comprimido, incoloro e inodoro.

PELIGROS FÍSICOS:

El gas es más denso que el aire y puede acumularse en las zonas más bajas produciendo una deficiencia de oxígeno. A velocidades elevadas pueden generarse cargas electrostáticas y puede inflamarse cualquier mezcla explosiva presente. Las pérdidas de líquido condensan formando hielo seco extremadamente frío.

PELIGROS QUÍMICOS:

La sustancia se descompone al calentarla intensamente, por encima 2000 °C produciendo monóxido de carbono tóxico.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN:

TLV: 5000 ppm como TWA, 30000 ppm como STEL; (ACGIH 2006).

MAK: 5000 ppm, 9100 mg/m³; Categoría de limitación de pico: II(2); (DFG 2006).

VÍAS DE EXPOSICIÓN:

La sustancia se puede absorber por inhalación.

RIESGO DE INHALACIÓN:

Al producirse pérdidas en zonas confinadas, este líquido se evapora muy rápidamente originando una saturación total del aire con grave riesgo de asfixia.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:

La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La inhalación a niveles elevados puede originar pérdida de conciencia. Asfixia.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:

La sustancia puede afectar al metabolismo.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de sublimación: -79 °C

Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20 °C: 88

Presión de vapor, kPa a 20 °C: 5720

Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1,5

Coefficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0,83

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

El dióxido de carbono se libera en muchos procesos de fermentación (vino, cerveza, etc.) y es un componente mayoritario en los gases de combustión. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte. Comprobar el contenido de oxígeno antes de entrar en la zona. A concentraciones tóxicas no hay alerta por el olor. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Otros números de clasificación NU para el transporte son: NU 1845 dióxido de carbono, sólido (Hielo seco); NU 2187 dióxido de carbono líquido refrigerado.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 5000 ppm; 9150 mg/m³

Notas: Agente químico que tiene establecido un valor límite indicativo por la UE.

Nota legal

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

Fichas Internacionales de Seguridad Química

MONÓXIDO DE CARBONO

ICSC: 0023

Abril 2007

Óxido de carbono

Óxido carbónico

CAS: 630-08-0 **CO**
RTECS: FG3500000 **Masa molecular: 28**
NU: 1016
CE Índice Anexo I: 006-001-00-2
CE / EINECS: 211-128-3



TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Extremadamente inflamable. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con dióxido de carbono, agua pulverizada, polvo.
EXPLOSIÓN	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

EXPOSICIÓN		¡EVITAR LA EXPOSICIÓN DE MUJERES (EMBARAZADAS)!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Dolor de cabeza. Confusión mental. Vértigo. Náuseas. Debilidad. Pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica. Ver Notas.
Piel			
Ojos			
Ingestión			

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
¡Evacuar la zona de peligro! Eliminar toda fuente de ignición. Consultar a un experto. Protección personal: equipo autónomo de respiración. Ventilar.	<p>Clasificación UE Símbolo: F+, T; R: 12-23-48/23-61; S: 53-45 Nota: E</p> <p>Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 2.3; Riesgos Subsidiarios de las NU: 2.1</p> <p>Clasificación GHS Peligro Gas extremadamente inflamable. Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta. Mortal si se inhala. Puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto si se inhala. Puede provocar daños en la sangre si se inhala. Provoca daños en la sangre y en el sistema nervioso central tras exposiciones prolongadas o repetidas.</p>
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1016 o 20G1TF. Código NFPA: H3; F4; R0;	A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco. Mantener en lugar bien ventilado.

IPCS
 International
 Programme on
 Chemical Safety



Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2007

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

MONÓXIDO DE CARBONO

ICSC: 0023

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO:

Gas comprimido, incoloro, inodoro e insípido.

PELIGROS FÍSICOS:

El gas se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. El gas penetra fácilmente a través de paredes y techos.

PELIGROS QUÍMICOS:

Puede reaccionar violentamente con oxígeno, acetileno, cloro, flúor, óxido nitroso.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN:

TLV: 25 ppm como TWA; BEI establecido; (ACGIH 2006).
MAK: 30 ppm, 35 mg/m³; Categoría de limitación de pico: II(1);
Riesgo para el embarazo: grupo B; BAT establecido (DFG 2008).

VÍAS DE EXPOSICIÓN:

La sustancia se puede absorber por inhalación.

RIESGO DE INHALACIÓN:

Al producirse una pérdida de gas, se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:

La sustancia puede afectar a la sangre, dando lugar a carboxihemoglobinemia y a alteraciones cardíacas. La exposición a elevados niveles puede producir la muerte. Se recomienda vigilancia médica.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:

La sustancia puede afectar al sistema cardiovascular y al sistema nervioso central. Puede producir alteraciones en la reproducción humana.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: -191 °C

Punto de fusión: -205 °C

Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20 °C: 2,3

Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0,97

Punto de inflamación: gas inflamable

Temperatura de autoignición: 605 °C

Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 12,5-74,2

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

El monóxido de carbono es un producto de la combustión incompleta del carbón, petróleo, madera. Está presente en los humos de escape de vehículos y en el humo de tabaco. Está indicado un examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. A concentraciones tóxicas no hay alerta por el olor. En caso de envenenamiento con esta sustancia es necesario realizar un tratamiento específico; así como disponer de los medios adecuados junto a las instrucciones correspondientes. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en noviembre de 2008: ver Límites de exposición.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 25 ppm; 29 mg/m³

Notas: sustancia tóxica para la reproducción humana de categoría 1A.

VLB: 3,5% de carboxihemoglobina en hemoglobina total; 20 ppm de CO en la fracción final del aire exhalado (aire alveolar). Notas F, I.

Nota legal

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

NITROGENO (gas comprimido)

ICSC: 1198



NITROGENO (gas comprimido)

Azoe
(botella)
N₂


Masa molecular: 28.01

N° CAS 7727-37-9
N° RTECS QW9700000
N° ICSC 1198
N° NU 1066



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.
EXPOSICION			
• INHALACION	Debilidad, pérdida del conocimiento, asfixia (véanse Notas).	Ventilación.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL			
• OJOS			
• INGESTION			
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Ventilar. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio, si está en local cerrado. Mantener en lugar fresco y bien ventilado.	Clasificación de Peligros NU: 2.2	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 1198	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 2005		

Fichas Internacionales de Seguridad Química

OXÍGENO			ICSC: 0138
			Octubre 1999
CAS:	7782-44-7	O ₂	
RTECS:	RS2060000	Masa molecular: 32.0	
NU:	1072		
CE Índice Anexo I:	008-001-00-8		
CE / EINECS:	231-956-9		

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con sustancias inflamables.	En caso de incendio en el entorno: usar un medio de extinción adecuado.
EXPLOSIÓN			En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

EXPOSICIÓN			
Inhalación	Tos. Vértigo. Dolor de garganta. Alteración visual. Ver Notas.		Proporcionar asistencia médica.
Piel			
Ojos		Gafas ajustadas de seguridad.	
Ingestión			

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilar.	Clasificación UE Símbolo: O R: 8 S: (2-)17 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 2.2 Riesgos Subsidiarios de las NU: 5.1
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1072 o 20G10	A prueba de incendio. Separado de sustancias combustibles y reductoras. Mantener en lugar fresco.

IPCS
International
Programme on
Chemical Safety



Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2005

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

OXÍGENO

ICSC: 0138

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO:

Gas comprimido inodoro.

PELIGROS FÍSICOS:

El gas es más denso que el aire.

PELIGROS QUÍMICOS:

La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona con materiales combustibles y reductores, originando peligro de incendio y explosión.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN:

TLV no establecido.

VÍAS DE EXPOSICIÓN:

La sustancia se puede absorber por inhalación.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:

La sustancia a altas concentraciones irrita el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, pulmón y ojos.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:

Los pulmones pueden resultar afectados por la inhalación de concentraciones altas.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: -183 °C

Punto de fusión: -218.4 °C

Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20 °C: 3.1

Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.1

Coefficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.65

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

Los síntomas por inhalación son característicos de la exposición a concentraciones extremadamente altas únicamente. Ver también FISQ 0880 Oxígeno líquido refrigerado (líquido criogénico).

Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en octubre de 2005. Ver Respuesta de Emergencia, Propiedades físicas.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Nota legal

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

terc-BUTANOL

ICSC: 0114

Abril 2008

CAS: 75-65-0 Alcohol terc-butílico
 RTECS: EO1925000 2-Metil-2-propanol
 NU: 1120 Trimetil carbinol
 CE Índice Anexo I: 603-005-00-1 2-Metilpropan-2-ol
 CE / EINECS: 200-889-7 1,1-Dimetiletanol
 $C_4H_{10}O / (CH_3)_3COH$
 Masa molecular: 74.1



TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo o dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Sistema cerrado. Ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN			
Inhalación	Vértigo. Somnolencia. Náuseas. Dolor de cabeza. Vómitos.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio y reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Enrojecimiento.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	(Ver Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Dar a beber uno o dos vasos de agua. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Eliminar toda fuente de ignición. ¡Evacuar la zona de peligro! Consultar a un experto. Protección personal: equipo autónomo de respiración. Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes herméticos. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. Eliminar el residuo con agua abundante.	Clasificación UE Símbolo: F, Xn R: 11-20-36/37 S: (2-)9-16-46 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II Clasificación GHS Peligro Líquido y vapores muy inflamables. Puede ser nocivo en caso de ingestión. Puede provocar somnolencia o vértigo. Provoca irritación ocular.

RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-30S1120-II o 30GF1-I+II Código NFPA: H2; F3; R0	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes y ácidos fuertes.

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2008



terc-BUTANOL

ICSC: 0114

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro o en forma de cristales, de olor característico.

PELIGROS FÍSICOS

El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas.

PELIGROS QUÍMICOS

La sustancia se descompone en contacto con minerales fuertes, ácidos y oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV: 100 ppm como TWA; A4 (no clasificable como cancerígeno humano); (ACGIH 2007).
MAK: 20 ppm, 62 mg/m³; Categoría de limitación de pico:II(4); Riesgo para el embarazo: grupo C; (DFG 2007).

VÍAS DE EXPOSICIÓN

La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.

RIESGO DE INHALACIÓN

Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

La sustancia irrita los ojos. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central. La exposición muy por encima del OEL podría causar disminución del estado de alerta.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA

El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 83°C
Punto de fusión: 25°C
Densidad relativa (agua = 1): 0.8
Miscible en agua.
Presión de vapor, kPa a 20°C: 4.1
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.6

Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.06
Punto de inflamación: 11°C c.c.
Temperatura de autoignición: 470°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.7-8.0
Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.3

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

La alerta por el olor cuando se supera el límite de exposición es insuficiente. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en abril del 2010 (ver Clasificación UE).

INFORMACIÓN ADICIONAL

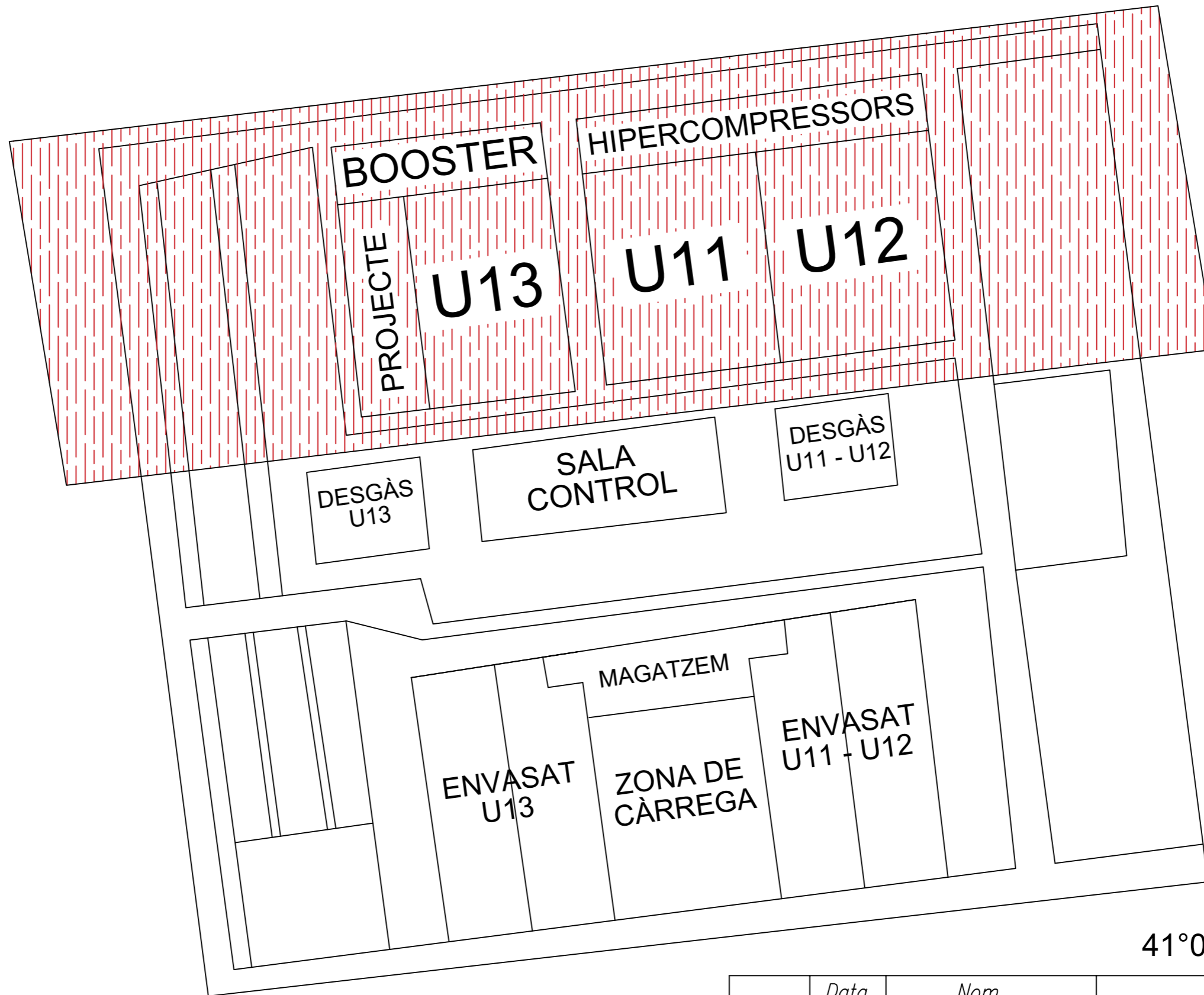
Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 100 ppm; 308 mg/m³

Nota: Esta sustancia tiene prohibida total o parcialmente su comercialización y uso como fitosanitario y/o como biocida.

NOTA LEGAL

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.



41°06'28.3"N 1°11'38.2"E

 - Zona Atex

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<i>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</i>
<i>Dibuixat</i>	24-04-17	Enric Serrano	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	ZONA ATEX		Nº 1
			<i>Diseny d'un corrent de desgàs d'etilè</i>

Area/Country Espanya	Division Catalunya	Location Tarragona	Date 05/06/2017
Site Espanya	Manufacturing Unit Unitat de recuperació d'etilè		
State of Operation Disseny	Basic Materials(s) for Material Factor Etilè		
Materials in Process Unit 2 Tancs + 4 bescanviadors + 110 vàlvules + Canonades + 1 compressors			
Material Factor			24
1. General Process Hazards		Penalty Factor Range	Penalty Factor Used
Base Factor		1	1
A. Exothermic Chemical Reactions		0.30 to 1.25	0
B. Endothermic Processes		0.20 to 0.40	0
C. Material Handling and Transfer		0.25 to 1.05	0.2
D. Enclosed or Indoor Process Units		0.25 to 0.90	0
E. Access		0.20 to 0.35	0
F. Drainage and Spill Control		0.25 to 0.50	0
General Process Hazards Factor (F1)			1.2
2. Special Process Hazards			
Base Factor		1	1
A. Toxic Material(s)		0.20 to 0.80	0.2
B. Sub-Atmospheric Pressure (<500 mmHg)		0.5	0
C. Operation in or Near Flammable Range		-	
1. Tank Farms Storage Flammable Liquids		0.5	0
2. Process Upset or Purge Failure		0.3	0.3
3. Always in Flammable Range		0.8	0
D. Dust Explosion (See Table 3)		0.25 to 2.00	0
E. Pressure (See Figure 2) Operating pressure: 3.6 barg			0.55
Relief Setting: 18 barg			
F. Low Temperature		0.20 to 0.30	0
G. Quantity of Flammable/Unstable Material Quantity 15 kg Hc= 331.5 kcal/kg		-	
1. Liquids or Gases in Process (See Figure 3)			0.22
2. Liquids or Gases in Storage (See Figure 4)			0
3. Combustible Solids in Storage. Dust in Process			0
H. Corrosion and Erosion		0.10 to 0.75	0,1
I. Leakage - Joints and Packing		0.10 to 1.50	0.1
J. Use of Fired Equipment (See Figure 6)			0
K. Hot Oil Heat Exchange Systemm (See Table 5)		0.15 to 1.15	0
L. Rotating Equipment		0.5	0.5
Special Process Hazards Factor (F2)			2.97
Process Unit Hazards Factor (F1 x F2)= F3			3.56
Fire and Explosion Index (F3 x MF = F&EI)			85.53

1. Process Control Credit Factor (C1)		
Feature	Credit Factor	Credit Factor Used
a. Emergency Power	0.98	0.98
b. Cooling	0.97 to 0.99	0.99
c. Explosion Control	0.84 to 0.98	0.98
d. Emergency Shutdown	0.96 to 0.99	0.98
e. Computer Control	0.93 to 0.99	0.93
f. Inert Gas	0.94 to 0.96	0.96
g. Operating Instructions	0.91 to 0.99	0.95
h. Reactive Chemical Review	0.91 to 0.98	0.98
i. Other Process Hazard Analysis	0.91 to 0.98	0.94
	C1 Value:	0.76

2. Material Isolation Credit Factor (C2)		
Feature	Credit Factor	Credit Factor Used
a. Remote Control Valves	0.96 to 0.98	0.98
b. Dump/Blowdown	0.95 to 0.98	0.96
C. Drainage	0.91 to 0.97	0.91
d. Interlock	0.98	0.98
	C2 Value:	0.84

3. Fire Protection Credit Factor (C3)		
Feature	Credit Factor	Credit Factor Used
a. Leak Detection	0.94 to 0.98	0.98
b. Structural Steel	0.95 to 0.98	0.98
c. Fire Water Supply	0.94 to 0.97	0.97
d. Special Systems	0.91	0.97
e. Sprinkler Systems	0.74 to 0.97	0.97
f. Water Curtains	0.97 to 0.98	1
g. Foam	0.92 to 0.97	1
h. Hand Extinguishers/Monitors	0.93 to 0.98	0.98
i. Cable Protection	0.94 to 0.98	0.98
	C3 Value:	0.96

1. Fire & Explosion Index (F&EI) (See Front)	85.53	
2. Radius of Exposure (Figure 7)	21.9	m
3. Area of Exposure	1506	m ²
4. Value of Area of Exposure	37.8	M€
5. Damage Factor	0.7	
6. Base Maximum Probable Property Damage [4x5]	26.46	M€
7. Loss Control Credit Factor [C1xC2xC3]	0.61	
8. Actual Maximum Probable Property Damage [6x7]	16.1	M€
9. Maximum Probable Days Outage (Figure 9)	60	days
10. Business Interruption (BI)	0.16	M€