

#### 4. CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

## ÍNDIX

4. Canonades, vàlvules i accessori _____	1
4.1. Canonades _____	1
4.1.1 Nomenclatura _____	1
4.1.2 Paràmetres de les fulles d'especificació _____	2
4.1.3 Fulls d'especificació _____	4
4.2 Vàlvules _____	22
4.2.1 Llistat de vàlvules _____	22
4.2.1.1 Selecció de vàlvules _____	22
4.2.1.2 Nomenclatura _____	23
4.2.1.3 Paràmetres dels fulls d'especificacions _____	23
4.2.1.4 Llistat de vàlvules _____	24
4.3 Bombes _____	32
4.3.1 Introducció _____	32
4.3.2 Aspectes generals _____	32
4.3.3 Bombes de desplaçament positiu.vs.Bombes centrífugues _____	33
4.3.4 Paràmetres dels fulls d'especificació _____	34
4.3.5 Llistat de bombes _____	35
4.4 Altres sistemes de transport _____	39
4.4.1 Transport pneumàtic _____	39
4.4.2 Càrrega de productes a camions _____	39
4.4.3 Transport de fluids compressibles _____	39
4.5 Fitxes especificació bombes, ventiladors i compressors _____	39

## 4.- Canonades, vàlvules i accessoris

### 4.1.- Canonades

Aquest apartat inclou el llistat amb les línies de procés i les seves especificacions, com són el diàmetre nominal, el material de la canonada, el tipus de fluid que hi circula, el cabal amb la seva pressió i temperatura de disseny, i el tipus d'aïllament en cas de ser necessari.

Totes aquestes especificacions es troben recollides en les taules que es mostren a continuació.

#### 4.1.1.- Nomenclatura

Per a la simplificació i comprensió dels diagrames d'enginyeria, cada línia s'especifica amb una denominació abreujada. La nomenclatura que de les línies als PID és la següent:

Per designar que es tracta d'una línia de procés s'utilitza la lletra L, amb un seguit de 3 o 4 xifres. La primera xifra indica a quina àrea pertany la línia, i les següents es refereixen a la numeració de línia del PID d'aquella Àrea.

A continuació es mostra una taula amb les diferents Àrees de la planta:

NUMERACIÓ	ÀREES
100	Emmagatzematge
200	Tractament de gasos
300	Reacció
400	Cristal·lització
500	Evaporació
600	Depuradora
700	Serveis
800	Empaquetat
900	Oficines

Com a mode d'exemple, en el PID de l'Àrea 300, la L3021 seria la línia número 21 d'aquesta Àrea.

#### **4.1.2. Paràmetres dels fulls d'especificacions**

Al llistat de les línies és on es detallen les característiques principals d'aquestes com són:

- **El diàmetre nominal en polzades**
- **El tipus de material de la canonada**

Els materials que utilitzem per a les canonades de la planta són els següents:

<b>Abreviació</b>	<b>Material</b>
<b>Z</b>	Hacer inoxidable AISI 304
<b>Y</b>	Hacer inoxidable AISI 310
<b>X</b>	Acer al carboni

*Acers inoxidables:* tenen un cost més elevat que els acers al carboni, però són considerablement més resistents a la corrosió, pressió i temperatura que els anteriors. S'utilitzen per les línies de procés i transport de matèries primes. La diferència entre l'acer AISI 304 i l'AISI 310 és que el darrer aguanta altes temperatures al ser de tipus refractari i s'utilitzarà per gasos de procés que estan a elevades temperatures.

*Acers al carboni:* utilitzats per equips i canonades sense condicions de perillositat (aigua de refrigeració, línies de servei...). Tenen un baix cost.

- **La Pressió nominal**

Les pressions nominals estandar són:

<b>PN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
2,5
6
10
16
25
40
64
100

La pressió nominal és un valor que coincideix amb la pressió màxima de treball d'aigua circulant per una canonada a una temperatura de 20°

- **El tipus de fluid que transporta**

CODIS DE FLUID			
<b>N</b>	Àcid Nítric	<b>OR</b>	Orgànics
<b>A</b>	Aigua	<b>V</b>	Vapor de servei
<b>KA</b>	Ciclohexanol	<b>N<sub>2</sub>O</b>	Òxid nítrós
<b>AA</b>	Àcid Adípic	<b>NO<sub>2</sub></b>	Diòxid de nitrogen
<b>GA</b>	Àcid Glutàric	<b>NO</b>	Monòxid de nitrogen
<b>SA</b>	Àcid succínic	<b>CO<sub>2</sub></b>	Diòxid de carboni
<b>CU</b>	Coure	<b>N<sub>2</sub></b>	Nitrogen
<b>VN</b>	Vanadi	<b>O<sub>2</sub></b>	Oxigen
<b>M</b>	Metà	<b>E</b>	Etilenglicol
<b>OL</b>	Oli Tèrmic	<b>C</b>	Condensats
<b>AI</b>	Aire	<b>GP</b>	Gasos de procés
<b>FP</b>	Fluid de procés	<b>NC</b>	Nítric + catalitzadors

Per a poder simplificar els corrents que porten molts components hem designat alguns codis de fluids especials. Una línia que transporta Fluid de procés significa que presenta algun dels següents compostos: Àcid adípic, Aigua, Nítric, Catalitzadors, Orgànics o Àcids dibàsics (Glutàric i Succínic). El terme Gasos de procés es refereix a qualsevol corrent gasós que presenti els següents components: NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NO, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>.

Per una millor comprensió de la composició de cada corrent es recomana utilitzar el diagrama de procés conjuntament amb el balanç de matèria.

- **L'estat del fluid:**

Indica si el fluid que es transporta és en estat sòlid (S), líquid (L) o gasós (G)

- **Tram de la canonada:**

Indica lloc d'origen de la línia i destinació mitjançant la nomenclatura d'equips, Àrees o línies. Degut a que els diagrames són complexos, algunes vegades els trams de línia són les línies en sí i porten com a trams la seva mateixa nomenclatura. Quan ens trobem una línia amb el mateix nom a l'apartat *De*: significa que és inici de línia; si ens la trobem a l'apartat *Fins*: significa que és final de línia.

- **Cabal del corrent en m<sup>3</sup>/s**

- **Condicions de disseny:**

Indica la Pressió i Temperatura de disseny i de treball de la canonada.

- **Aïllament:**

En cas de ser necessari s'especificarà el tipus d'aïllant utilitzat i el gruix d'aquest.

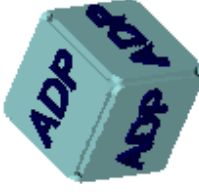
D'acord amb la legislació, les superfícies no poden superar els 40°C. Cal aïllar doncs, totes aquelles canonades que operen a temperatures elevades, superiors a 40°C, així com aquelles que treballen a temperatures baixes, inferiors a 5°C.


L'aïllant escollit per les canonades de fred (etilenglicol) és coquilla ARMAFLEX (AF). La temperatura mínima que s'assoleix és la de -15°C, per tant, un gruix de 50 mm és suficient per assegurar l'aïllament.

Pel que fa a les línies amb temperatures superiors als 40 °C, estaran aïllades amb LLANA DE ROCA (LR) , amb un gruix de 30 mm per totes les canonades, excepte per les línies de gasos a altes temperatures, on el gruix de l'aïllant serà de 100mm.


#### **4.1.3. Fulls d'especificacions**

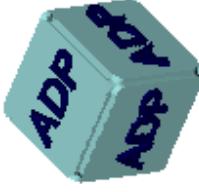
A continuació es mostren els llistats de les diferents línies per cada Àrea de la planta d'Àcid Adípic amb les seves corresponents especificacions.

Nº Línia		DN		Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Aïllament		
								De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny	Tipus	Gruix (mm)	
																	
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>																	
L101	1 1/4	Z	10	KA	L	T-109	L105	5,9	1	3	30	50	-	-	1		
L102	1 1/4	Z	10	KA	L	T-110	L105	5,9	1	3	30	50	-	-	2		
L103	1 1/4	Z	10	KA	L	T-111	L105	5,9	1	3	30	50	-	-			
L104	1 1/4	Z	10	KA	L	T-112	L105	5,9	1	3	30	50	-	-			
L105	1 1/4	Z	10	KA	L	L105	Càrrega	5,9	1	3	30	50	-	-			
L106	5	X	16	V	G	A-700	L106	1600	1	3	100	120	LR	30			
L107	5	X	16	V	G	L106	T-109	1600	1	3	100	120	LR	30			
L108	5	X	16	V	G	L106	T-110	1600	1	3	100	120	LR	30			
L109	5	X	16	V	G	L106	T-111	1600	1	3	100	120	LR	30			
L110	5	X	16	V	G	L106	T-112	1600	1	3	100	120	LR	30			
L111	1/2	X	10	C	L	T-09	L115	1	1	3	100	120	LR	30			
L112	1/2	X	10	C	L	T-110	L115	1	1	3	100	120	LR	30			
L113	1/2	X	10	C	L	T-111	L115	1	1	3	100	120	LR	30			
L114	1/2	X	10	C	L	T-112	L115	1	1	3	100	120	LR	30			
L115	2	X	10	C	L	L115	A-700	4	1	3	100	120	LR	30			
L116	2 1/2	Z	10	N	L	T-101	L124	8	1	3	25	45	-	-			
L117	2 1/2	Z	10	N	L	T-102	L124	8	1	3	25	45	-	-			
L118	2 1/2	Z	10	N	L	T-103	L124	8	1	3	25	45	-	-			
L119	2 1/2	Z	10	N	L	T-104	L124	8	1	3	25	45	-	-			
L120	2 1/2	Z	10	N	L	T-105	L124	8	1	3	25	45	-	-			

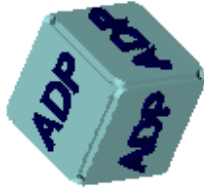
Nº Línia		DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m³/h	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	2
							De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>															
															
L121	2 1/2	Z	10	N	L	T-106	L124	8	1	3	25	45	-	-	-
L122	2 1/2	Z	10	N	L	T-107	L124	8	1	3	25	45	-	-	-
L123	2 1/2	Z	10	N	L	T-108	L124	8	1	3	25	45	-	-	-
L124	2 1/2	Z	10	N	L	L124	TD-301	8	1	3	25	45	-	-	-
L126	3/8	Z	10	SA	L	T-113	Descàrrega	30	1	3	25	45	-	-	-
L127	3/8	Z	10	SA	L	T-114	Descàrrega	30	1	3	25	45	-	-	-



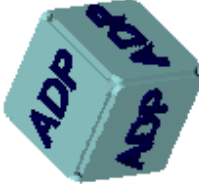
Nº Línia		DN		Material		PN		Fluid		Estat		Tram		Q		Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Aïllament	
												De	Fins	m³/h	Treball	Disseny	Treball	Disseny	Treball	Disseny	Tipus
																					
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>																					
Projecte nº																					
Àrea		A-200																			
Planta		Àcid Adípic																			
Full		1																			
De		2																			
Data																					
L201		12	Z	16	GP	G	CA-301	E-201	5479	1	3	97	120	LR	30						
L202		20	Y	16	GP	G	E-201	R-201	13810	1	3	660	800	LR	100						
L203		30	Y	16	GP	G	R-201	E-201	36080	1	3	1200	1400	LR	200						
L204		25	Y	16	GP	G	E-201	L204	21870	1	3	620	800	LR	100						
L205		15	Y	16	GP	G	L204	E-204	7290	1	3	620	800	LR	100						
L206		15	Y	16	GP	G	L204	E-203	7290	1	3	620	800	LR	100						
L207		15	Y	16	GP	G	L204	E-202	7290	1	3	620	800	LR	100						
L208		12	Y	16	GP	G	E-204	E-207	4885	1	3	324	800	LR	100						
L209		12	Y	16	GP	G	E-203	E-206	4885	1	3	324	800	LR	100						
L210		12	Y	16	GP	G	E-202	E-205	4885	1	3	324	800	LR	100						
L211		10	Z	16	GP	G	E-207	L214	2455	1	3	27	47	LR	30						
L212		10	Z	16	GP	G	E-206	L214	2455	1	3	27	47	LR	30						
L213		10	Z	16	GP	G	E-205	L214	2455	1	3	27	47	LR	30						
L214		30	Z	16	GP	G	L214	CA-201	7365	1	3	27	47	LR	30						
L215		2 1/2	Z	10	N	L	CA-201	L215	11,08	1	3	12	32	-	-						
L216		14	Z	16	GP	G	CA-201	X-201	8371	1	3	70	90	LR	30						
L217		8	X	16	AI	G	A-700	R-201	2476	1	3	20	40	-	-						
L218		3	X	10	A	L	A-700	L218	8,31	1	3	15	35	-	-						
L219		1	X	10	A	L	L218	E-204	2,77	1	3	15	35	-	-						
L220		1	X	10	A	L	L218	E-203	2,77	1	3	15	35	-	-						

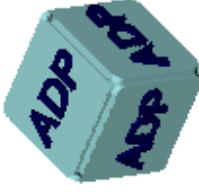
Nº Línia		DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m³/h	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	2
							De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
 <b>LLISTAT DE LÍNIES</b>															
<b>Projecte nº</b>															
<b>Àrea</b>															
<b>Planta</b>															
<b>Àcid Adípic</b>															
L221	1	X	10	A	L	L218	E-202	2,77	1	3	15	35	-	-	-
L222	1	X	10	A	L	E-202	L225	2,77	1	3	15	35	-	-	-
L223	1	X	10	A	L	E-203	L225	2,77	1	3	15	35	-	-	-
L224	1	X	10	A	L	E-204	L225	2,77	1	3	15	35	-	-	-
L225	3	X	10	A	L	L225	A-700	8,31	1	3	15	35	-	-	-
L226	2	X	16	M	G	A-700	R-201	100	1	3	25	45	LR	30	-
L227	3	X	10	E	L	A-700	L227	9,3	1	3	-15	5	AF	50	-
L228	1	X	10	E	L	L227	E-207	3,1	1	3	-15	5	AF	50	-
L229	1	X	10	E	L	L227	E-206	3,1	1	3	-15	5	AF	50	-
L230	1	X	10	E	L	L227	E-205	3,1	1	3	-15	5	AF	50	-
L231	1	X	10	E	L	E-205	L240	3,1	1	3	90	110	LR	30	-
L232	1	X	10	E	L	E-206	L240	3,1	1	3	90	110	LR	30	-
L233	1	X	10	E	L	E-207	L240	3,1	1	3	90	110	LR	30	-
L234	3	X	10	E	L	L240	A-700	9,3	1	3	90	110	LR	30	-
L236	2 1/2	X	10	A	L	A-700	CA-201	10,84	1	3	15	35	-	-	-


Nº Línia	DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m³/h	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	1
						De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
													Àrea	Planta
L3001	2 1/2	Z	10	NC	L	L124	TD-301	5,9	1	3	25	45	-	-
L3002	2 1/2	Z	10	NC	L	TD-301	V313	5,9	1	3	25	45	-	-
L3003	10	Z	10	FP	L	V313	L3004	135,7	1	3	73	93	LR	30
L3004	10	Z	10	FP	L	L3004	L3004	183,5	1	3	69	89	LR	30
L3005	5	Z	10	FP	L	L3004	R-301	92	1	3	69	89	LR	30
L3006	10	Z	10	FP	L	R-301	E-301	368,4	1	3	90	110	LR	30
L3007	10	Z	10	FP	L	R-301	E-302	368,4	1	3	90	110	LR	30
L3008	10	Z	10	FP	L	E-301	L3010	368,4	1	3	80	100	LR	30
L3009	1/2	Z	10	KA	L	L3028	L3010	1,5	1	3	30	50	-	-
L3010	10	Z	10	FP	L	L3010	R-301	364,6	1	3	80	100	LR	30
L3011	1/2	Z	10	KA	L	L3028	L3013	1,5	1	3	30	50	-	-
L3012	10	Z	10	FP	L	E-302	L3013	368,4	1	3	80	100	LR	30
L3013	10	Z	10	FP	L	L3013	R-301	364,6	1	3	80	100	LR	30
L3014	6	Z	16	GP	G	R-301	L3038	187,2	1	3	80	100	LR	30
L3015	5	Z	10	FP	L	L3004	R-302	92	1	3	69	89	LR	30
L3016	10	Z	10	FP	L	R-302	E-303	368,4	1	3	90	110	LR	30
L3017	10	Z	10	FP	L	E-303	L3019	368,4	1	3	80	100	LR	30
L3018	1/2	Z	10	KA	L	L3029	L3019	1,5	1	3	30	50	-	-
L3019	10	Z	10	FP	L	L3019	R-302	368,4	1	3	80	100	LR	30
L3020	10	Z	10	FP	L	R-302	E-304	368,4	1	3	90	110	LR	30



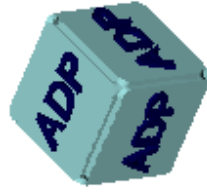
## LLISTAT DE LÍNIES

Nº Línia		DN		Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	2	
								De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny			Tipus
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>																	
																	
L3021	10	Z	10	FP	L	E-304	L3023	368,4	1	3	80	100	LR	30			
L3022	1/2	Z	10	KA	L	L3029	L3023	1,5	1	3	30	50	-	-			
L3023	10	Z	10	FP	L	L3023	R-302	368,4	1	3	80	100	LR	30			
L3024	6	Z	16	GP	G	R-302	L3038	187,2	1	3	80	100	LR	30			
L3025	5	Z	10	FP	L	R-302	V361	94	1	3	80	100	LR	30			
L3026	5	Z	10	FP	L	R-301	V361	94	1	3	80	100	LR	30			
L3027	2	Z	10	KA	L	L105	L3027	5,9	1	3	30	50	-	-			
L3028	1	Z	10	KA	L	L3027	L3028	2,9	1	3	30	50	-	-			
L3029	1	Z	10	KA	L	L3027	L3029	2,9	1	3	30	50	-	-			
L3030	8	Z	10	FP	L	V361	CS-301	187,3	1	3	80	100	LR	30			
L3031	8	Z	10	FP	L	CS-301	V-365	135	1	3	80	100	LR	30			
L3032	10	Z	16	GP	G	CS-301	L3037	2166	1	3	80	100	LR	30			
L3033	1 1/2	Z	10	N	L	CA-301	V365	8,864	1	3	9	29	-	-			
L3034	14	Z	16	GP	G	L3034	CA-301	6702	1	3	25	45	-	-			
L3035	2	X	16	AI	G	A-700	L3034	2025	1	3	20	40	-	-			
L3036	12	Z	16	GP	G	E-305	L3034	4673	1	3	27	47	-	-			
L3037	12	Z	16	GP	G	L3037	E-305	5496	1	3	80	100	LR	30			
L3038	12	Z	16	GP	G	L3038	DIV-301	3333	1	3	80	100	LR	30			
L3039	8	Z	10	FP	L	V-367	L3039	143,7	1	3	75	95	LR	30			
L3040	3 1/3	Z	10	FP	L	DV-301	CD-301	35,9	1	3	75	95	LR	30			

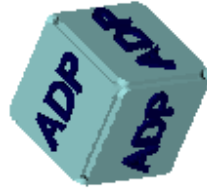
Nº Línia		DN		Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	3	
								De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny			Tipus
																	
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>																	
<b>Projecte nº</b>																	
<b>Àrea</b>																	
<b>Planta</b>																	
<b>Àcid Adípic</b>																	
L3041	3 1/3	Z	10	FP	L	DV-301	CD-302	35,9	1	3	75	95	LR	30			
L3042	3 1/3	Z	10	FP	L	DV-301	CD-303	35,9	1	3	75	95	LR	30			
L3043	3 1/3	Z	10	FP	L	DV-301	CD-304	35,9	1	3	75	95	LR	30			
L3044	3 1/3	Z	10	FP	L	CD-301	KR-301	57,5	0,136	1,136	75	95	LR	30			
L3045	30	Z	10	V	L	KR-301	CD-301	180600	0,136	1,136	83	103	LR	30			
L3046	30	Z	10	V	L	CD-301	E-306	190700	0,136	1,136	53	73	LR	30			
L3047	2 1/2	Z	10	A+OR	L	E-306	L3047	18,5	0,136	1,136	53	73	LR	30			
L3048	2 1/2	Z	10	A+OR	L	T-301	L3048	18,5	1	2,5	53	73	LR	30			
L3049	3/4	Z	10	A+OR	L	L3048	CD-301	5,45	1	3	52	72	LR	30			
L3050	2	Z	10	A+OR	L	L3048	L3126	12,7	1	3	52	72	LR	30			
L3051	3	Z	10	FP	L	KR-301	L3138	34,5	0,136	1,136	80	100	LR	30			
L3052	3 1/3	Z	10	FP	L	CD-302	KR-302	57,5	0,136	1,136	75	95	LR	30			
L3053	30	Z	10	V	G	KR-302	CD-302	180600	0,136	1,136	83	103	LR	30			
L3054	30	Z	10	V	G	CD-302	E-307	190700	0,136	1,136	53	73	LR	30			
L3055	2 1/2	Z	10	A+OR	L	E-307	L3055	18,5	0,136	1,136	53	73	LR	30			
L3056	2 1/2	Z	10	A+OR	L	T-303	L3056	18,5	1	3	53	73	LR	30			
L3057	3	Z	10	FP	L	KR-302	L3138	34,5	0,136	1,136	80	100	LR	30			
L3058	3 1/3	Z	10	FP	L	CD-303	KR-303	57,5	0,136	1,136	75	95	LR	30			
L3059	30	Z	10	V	G	KR-303	CD-303	180600	0,136	1,136	83	103	LR	30			
L3060	30	Z	10	V	G	CD-303	E-308	190700	0,136	1,136	53	73	LR	30			

Nº Línia		DN		Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	4	
								De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny			Tipus
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>																	
																	
L3061	2 1/2	Z	10	A+OR	L	E-308	L3061	18,5	0,136	1,136	53	73	LR	30			
L3062	2 1/2	Z	10	A+OR	L	T-305	L3062	18,5	1	3	53	73	LR	30			
L3063	3/4	Z	10	A+OR	L	L3062	CD-303	5,45	1	3	52	72	LR	30			
L3064	2	Z	10	A+OR	L	L3062	L3126	12,7	1	3	52	72	LR	30			
L3065	3/4	Z	10	A+OR	L	L3065	CD-302	5,45	1	3	52	72	LR	30			
L3066	2	Z	10	A+OR	L	L3056	L3126	12,7	1	3	52	72	LR	30			
L3067	3	Z	10	FP	L	KR-303	L3138	34,5	0,136	1,136	80	100	LR	30			
L3068	3 1/3	Z	10	FP	L	CD-304	KR-304	57,5	0,136	1,136	75	95	LR	30			
L3069	30	Z	10	V	G	KR-304	CD-304	180600	0,136	1,136	83	103	LR	30			
L3070	30	Z	10	V	G	CD-304	E-309	190700	0,136	1,136	53	73	LR	30			
L3071	2 1/2	Z	10	A+OR	L	E-309	L3071	18,5	0,136	1,136	53	73	LR	30			
L3072	2 1/2	Z	10	A+OR	L	T-307	L3072	18,5	1	3	53	73	LR	30			
L3073	3/4	Z	10	A+OR	L	L3062	CD-304	5,45	1	3	52	72	LR	30			
L3074	2	Z	10	A+OR	L	L3072	L3126	12,7	1	3	52	72	LR	30			
L3075	3	Z	10	FP	L	KR-304	L3138	34,5	0,136	1,136	80	100	LR	30			
L3076	10	Z	10	FP	L	L3076	E-310	138	1	3	90	110	LR	30			
L3077	10	Z	10	FP	L	E-310	L3077	138	1	3	80	100	LR	30			
L3078	6	Z	10	FP	L	L3077	V-313	110,4	1	3	80	100	LR	30			
L3079	3 1/2	Z	10	FP	L	L3077	A-400	27,6	1	3	80	100	LR	30			
L3081	1 1/2	Z	10	NC	L	A-500	L3081	11,08	1	3	12	32	-	-			

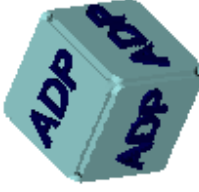
Nº Línia	DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m³/h	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	5
						De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
						LLISTAT DE LÍNIES								
L3082	3/4	Z	10	NC	L	L3081	CB-301	5,54	1	3	12	32	-	-
L3083	3/4	Z	10	NC	L	L3081	CB-302	5,54	1	3	12	32	-	-
L3084	2	Z	10	N	L	CA-201	CD-305	11,1	1	3	12	32	-	-
L3086	5	Z	10	N	L	CD-305	E-311	8,7	1	3	53	73	LR	30
L3087	1	Z	10	N	L	E-311	L3004	8,7	1	3	53	73	LR	30
L3088	3/4	Z	10	N	L	KR-305	L3088	2,8	1	3	53	73	LR	30
L3089	1/2	Z	10	NC	L	L3088	CB-301	1,42	1	3	80	100	LR	30
L3090	1/2	Z	10	NC	L	L3088	CB-302	1,42	1	3	80	100	LR	30
L3091	1/2	Z	10	NC	L	CB-301	L3093	1,42	1	3	80	100	LR	30
L3092	1/2	Z	10	NC	L	CB-302	L3093	1,42	1	3	80	100	LR	30
L3093	2 1/2	Z	10	FP	L	L3093	V313	2,84	1	3	80	100	LR	30
L3094	2	X	10	A	L	A-700	E-311	5,54	1	3	12	32	-	-
L3095	2	X	10	A	L	E-311	A-700	5,54	1	3	12	32	-	-
L3096	5	X	16	V	G	A-700	KR-305	3045	1	3	100	120	LR	30
L3097	1/2	X	10	C	L	KR-305	A-700	2	1	3	100	120	LR	30
L3098	3/4	Z	10	FP	L	CB-301	L3100	1,6	1	3	25	45	-	-
L3099	3/4	Z	10	FP	L	CB-302	L3100	1,6	1	3	25	45	-	-
L3100	1 1/2	Z	10	FP	L	L3100	A-600	3,2	1	3	25	45	-	-
L3101	8	X	10	A	L	A-700	L3101	104,5	1	3	15	35	-	-



Nº Línia	DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m³/h	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	6
						De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
						LLISTAT DE LÍNIES								
L3102	4	X	10	A	L	L3101	E-301	52	1	3	15	35	-	-
L3103	4	X	10	A	L	L3101	E-302	52	1	3	15	35	-	-
L3104	4	X	10	A	L	E-301	L3106	52	1	3	15	35	-	-
L3105	4	X	10	A	L	E-302	L3106	52	1	3	15	35	-	-
L3106	8	X	10	A	L	L3106	A-700	104	1	3	15	35	-	-
L3108	1	X	10	A	L	L3107	E-305	2,83	1	3	15	35	-	-
L3109	1	X	10	A	L	E-305	A-700	2,83	1	3	40	60	-	-
L3110	1 1/2	X	10	A	L	L3107	CA-301	6,765	1	3	15	35	-	-
L3111	4	X	10	A	L	L3107	E-304	52	1	3	15	35	-	-
L3112	4	X	10	A	L	L3107	E-303	52	1	3	15	35	-	-
L3113	4	X	10	A	L	E-303	L3114	52	1	3	70	90	LR	30
L3115	8	X	10	A	L	L3115	L3106	104,5	1	3	60	80	LR	30
L3116	20	X	10	A	L	A-700	L3116	564	1	3	15	35	-	-
L3117	6	X	10	A	L	L3116	E-309	140	1	3	15	35	-	-
L3118	6	X	10	A	L	L3116	E-308	140	1	3	15	35	-	-
L3119	6	X	10	A	L	L3116	E-307	140	1	3	15	35	-	-
L3120	6	X	10	A	L	L3116	E-306	140	1	3	15	35	-	-
L3121	6	X	10	A	L	E-306	L3125	140	1	3	50	70	LR	30
L3122	6	X	10	A	L	E-307	L3125	140	1	3	50	70	LR	30

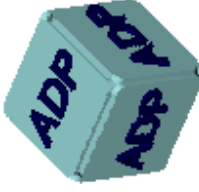





Nº Línia		Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m³/h	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	7
						DN	Material		De	Fins	Treball	Disseny		
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>														
														
L3123	6	X	10	A	L	E-308	L3125	140	1	3	50	70	LR	30
L3124	6	X	10	A	L	E-309	L3125	140	1	3	50	70	LR	30
L3125	20	X	10	A	L	L3125	A-700	560	1	3	50	70	LR	30
L3126	8	X	10	A+OR	L	L3126	A-600	12,71	1	3	51,6	71,6	LR	30
L3127	24	X	16	V	G	A-700	KR-304	20290	1	3	100	120	LR	30
L3128	24	X	16	V	G	A-700	KR-303	20290	1	3	100	120	LR	30
L3129	24	X	16	V	G	A-700	KR-302	20290	1	3	100	120	LR	30
L3130	24	X	16	V	G	A-700	KR-301	20290	1	3	100	120	LR	30
L3131	2	X	10	C	L	KR-301	L3135	12,7	1	3	100	120	LR	30
L3132	2	X	10	C	L	KR-302	L3135	12,7	1	3	100	120	LR	30
L3133	2	X	10	C	L	KR-303	L3135	12,7	1	3	100	120	LR	30
L3134	2	X	10	C	L	KR-304	L3135	12,7	1	3	100	120	LR	30
L3135	8	X	10	C	L	L3135	A-700	50,7	1	3	100	120	LR	30
L3136	4	X	10	A	L	A-700	E-310	52,3	1	3	15	35	-	-
L3137	4	X	10	A	L	E-310	A-700	52,3	1	3	70	90	LR	30
L3138	10	Z	10	FP	L	L3138	L3138	138	1	3	90	110	LR	30
L3139	8	Z	16	AI	G	A-700	CS-301	2025	1	3	20	40	-	-
L3140	3/4	X	10	A	L	A-700	L3140	2	1	3	15	35	-	-

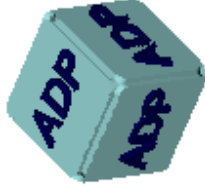
Nº Línia	DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m³/h	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	1
						De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
						LLISTAT DE LÍNIES								
L401	3	Z	10	FP	L	A-300	L401	29,925	1	3	80	100	LR	30
L402	1 1/2	Z	10	FP	L	L401	TP-402	12,29	1	3	80	100	LR	30
L403	1 1/2	Z	10	FP	L	L401	TP-401	12,29	1	3	80	100	LR	30
L406	1 1/2	Z	10	FP	L	TP-401	E-402	19,49	1	3	80	100	LR	30
L407	1 1/2	Z	10	FP	L	TP-402	E-402	19,49	1	3	80	100	LR	30
L408	1 1/2	Z	10	FP	L	E-401	CR-401	19,49	1	3	40	60	LR	30
L409	1 1/2	Z	10	FP	L	E-402	CR-402	19,49	1	3	40	60	LR	30
L410	1 1/2	P	10	FP	L+S	CR-401	L412	17,64	1	3	25	45	-	-
L411	1 1/2	P	10	FP	L+S	CR-402	L412	17,64	1	3	25	45	-	-
L412	2 1/2	P	10	FP	L+S	L412	CF-401	35,28	1	3	25	45	-	-
L413	1 1/2	Z	10	FP	L+S	CF-401	TD-401	11,74	1	3	25	45	-	-
L414	2	P	10	FP	L+S	CF-402	AS-401	8,1	1	3	25	45	-	-
L415	3	Z	10	FP	L	CF-402	KR-501	39,5	1	3	35	55	LR	30
L417	1 1/2	Z	10	FP	L	TD-401	E-403	19,14	1	3	80	100	LR	30
L418	1 1/2	Z	10	FP	L	E-403	CR-403	18,4	1	3	40	60	LR	30
L419	1 1/4	P	10	FP	L+S	CR-403	CF-402	17,2	1	3	25	45	-	-
L420	2	P	10	FP	L+S	CF-402	CF-401	11,74	1	3	20	40	-	-





Nº Línia		DN		Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	2	
								De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny			Tipus
																	
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>																	
<b>Projecte nº</b>																	
<b>Àrea</b>																	
<b>Planta</b>																	
Àcid Adípic																	
<b>Data</b>																	
<b>Aillament</b>																	
L421		2 1/2		X	10	AI	L	A-700	L-421	13,4	1	3	15	35	-	-	
L422		1 1/2		X	10	AI	L	L421	TP-401	6,7	1	3	15	35	-	-	
L423		1 1/2		X	10	AI	L	L421	TP-402	6,7	1	3	15	35	-	-	
L424		8		X	10	E	L	A-700	L424	33,72	1	3	-15	-20	AF	50	
L425		4		X	10	E	L	A-700	E-402	14,21	1	3	-15	-20	AF	50	
L427		4		X	10	E	L	L426	E-401	14,21	1	3	-15	-20	AF	50	
L428		1		X	10	E	L	L426	CR-402	5,3	1	3	-15	-20	AF	50	
L429		3/4		X	10	E	L	CR-401	L429	5,3	1	3	25	45	-	-	
L430		2 1/2		X	10	E	L	E-402	A-700	14,21	1	3	25	45	-	-	
L431		3/4		X	10	E	L	CR-402	A-700	5,3	1	3	25	45	-	-	
L432		3/8		X	16	M	G	A-700	H-401	6,5	1	3	20	40	-	-	
L433		3 1/2		X	16	AI	G	H-401	AS-401	4000	1	3	20	40	-	-	
L434		2 1/2		X	16	AI	G	A-700	AS-401	4006,5	1	3	20	40	-	-	
L443		2		X	10	E	L	A-700	L443	10,6	1	3	-15	-20	AF	30	
L444		1		X	10	E	L	L443	CR-401	5,3	1	3	-15	-20	AF	30	
L445		1		X	10	E	L	L443	CR-403	5,3	1	3	-15	-20	AF	30	
L446		1		X	10	E	L	CR-403	A-700	5,3	1	3	25	45	-	-	
L447		4		X	10	E	L	A-700	E-403	5,5	1	3	-15	-20	AF	30	
L448		2 1/2		X	10	E	L	E-403	A-700	5,5	1	3	35	55	-	-	
L453		3/4		X	10	A	L	A-700	CF-402	1,79	1	3	15	35	-	-	

Nº Línia		DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m³/h	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	3
							De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>															
															
L456	2	X		10	C	L	TD-401	Àrea 700	1,9	1	3	100	120	LR	30
L457	2	X		10	AD	L	TD-401	Àrea 700	10,9	1	3	80	100	LR	30
L458	8	X	V	16	V	G	Àrea 700	TD-401	3075	1	3	100	120	LR	30
L460	3	Z	AI	16	AI	G	CR-401	Atmòsfera	274	1	3	20	40	-	-
L461	3	Z	AI	16	AI	G	CR-402	Atmòsfera	274	1	3	20	40	-	-
L462	3	Z	AI	16	AI	G	CR-403	Atmòsfera	277,6	1	3	20	40	-	-
L463	5	X	AI+AA+A	16	AI+AA+A	G	AS-401	CL-401	112,5	1	3	20	40	LR	30

Nº Línia		DN		Material		PN		Fluid		Estat		LLISTAT DE LÍNIES												Projecte nº		Full		1	
												Tram		Q		Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Aïllament									
												De	Fins	m3/s		Treball	Disseny	Treball	Disseny	Tipus	Gruix (mm)								
L501	4	Z	10	FP	L	CF-401	KR-501	39,49	1	3	35	55	LR	30	500	Data	1												
L502	4	Z	10	FP	L	KR-501	E-501	41,07	1	3	80	100	LR	30															
L503	4	Z	10	FP	L	E-501	TF-501	46,8	1	3	190,5	300	LR	100															
L504	14	Z	16	FP	G	TF-501	KR-502	5103	2	4	115	135	LR	30	Àcid Adípic	Data	1												
L505	14	Z	16	FP	G	KR-502	KR-503	7107	1,5	3,5	107	127	LR	30															
L506	16	Z	16	FP	G	KR-503	KR-504	10930	1	3	100	120	LR	30															
L507	16	Z	16	FP	G	KR-504	KR-505	15630	0,7	0,1	90	110	LR	30	Àcid Adípic	Data	1												
L508	18	Z	16	FP	G	KR-505	L509	23750	0,45	0,1	84	104	LR	30															
L509	16	Z	16	FP	G	L509	KR-501	22,12	0,47	0,1	80	100	LR	30															
L510	5	Z	16	FP	G	L508	KR-506	22353	0,45	0,1	84	104	LR	30	Àcid Adípic	Data	1												
L511	6	Z	16	FP	G	KR-506	C-501	2564	0,25	0,1	80	100	LR	30															
L512	14	Z	16	FP	G	KR-501	C-503	11930	0,47	0,1	80	100	LR	30															
L513	3 1/2	Z	10	FP	L	TF-501	KR-502	34,19	1	3	114,6	130	LR	30	Àcid Adípic	Data	1												
L514	3	Z	10	FP	L	KR-502	KR-503	25,45	1	3	114,6	130	LR	30															
L515	2 1/2	Z	10	FP	L	KR-503	KR-504	17,04	1	3	97,7	120	LR	30															
L516	2	Z	10	FP	L	KR-504	KR-505	9,31	1	3	90	110	LR	30	Àcid Adípic	Data	1												
L517	1	Z	10	FP	L	KR-505	KR-506	1,98	1	3	85	115	LR	30															
L518	3/4	Z	10	FP	L	KR-506	A-300	1,44	1	3	80	100	LR	30															
L519	1 1/4	Z	10	FP	L	KR-501	T-513	3,52	1	3	80	100	LR	30	Àcid Adípic	Data	1												
L520	1 1/4	Z	10	FP	L	T-513	L523	3,53	1	3	79,7	100	LR	30															



Nº Línia		DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	2
							De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
 <b>LLISTAT DE LÍNIES</b>															
<b>Projecte nº</b>															
<b>Àrea</b>															
<b>Planta</b>															
Àcid Adípic															
L521	1 1/4	Z	10	FP	L	C-503	T-515	0,47	0,1	3,72	77,5	100	LR		
L522	1 1/4	Z	10	FP	L	T-515	L523	1	3	3,72	77,9	100	LR		
L523	2 1/2	Z	10	FP	L	L523	L543	1	3	7,24	78,5	100	LR		
L524	2	Z	10	FP	L	KR-502	T-501	2	4	8,4	111,4	130	LR		
L525	2	Z	10	FP	L+G	T-501	TF-502	1	3	460,6	91,1	110	LR		
L526	6	Z	16	FP	G	TF-502	L527	1	3	452,8	91,1	110	LR		
L527	5	Z	16	FP	G	L526	C-502	1	3	721,7	91,3	110	LR		
L528	1/2	Z	10	FP	L	C-502	L543	1	3	0,71	89,3	110	LR		
L529	1 1/2	Z	16	FP	G	TF-503	L527	1	3	8,8	91,7	110	LR		
L530	2	Z	10	FP	L	KR-503	T-503	1,5	3,5	8,5	103	120	LR		
L531	2	Z	10	FP	L+G	T-503	TF-503	1	3	277	91,7	110	LR		
L532	1 1/2	Z	10	FP	L	KR-504	T-505	1	3	8,1	93,2	110	LR		
L533	1 1/2	Z	10	FP	L	T-505	L557	1	3	8,1	93,2	110	LR		
L534	1 1/2	Z	10	FP	L	KR-505	T-507	0,7	0,1	7,58	86,1	110	LR		
L535	1 1/2	Z	10	FP	L	T-507	L557	1	3	8,1	93,2	110	LR		
L536	3/8	Z	10	FP	L	KR-506	T-509	0,44	0,1	0,44	80	100	LR		
L537	3/8	Z	10	FP	L	T-509	L557	0,44	0,1	0,44	80	100	LR		
L538	3/8	Z	10	FP	L	C-501	T-511	0,45	0,1	0,45	66	90	LR		
L539	3/8	Z	10	FP	L	T-511	L539	1	3	0,45	66	90	LR		
L540	5	Z	10	FP	L	E-502	A-300	1	3	38,9	60	80	LR		

Nº Línia		DN	Material	PN	Fluid	Estat	Tram		Q m3/s	Pressió (bar)		Temperatura (°C)		Full	3
							De	Fins		Treball	Disseny	Treball	Disseny		
<b>LLISTAT DE LÍNIES</b>															
															
L541		3/8	Z	10	FP	L	TF-502	L557	453	1	3	91,7	110	LR	30
L542		3/8	Z	10	FP	L	TF-503	L557	453	1	3	91,1	110	LR	30
L543		5	Z	10	FP	L	L588	E-502	0,53	1	3	66	86	LR	30
L544		3 1/2	X	10	A	L	Àrea 700	C-503	32	1	3	15	35	-	-
L545		3 1/2	X	10	A	L	C-503	L547	32	1	3	75	85	LR	30
L546		1	X	10	A	L	C-502	L547	3,5	1	3	83	103	LR	30
L547		4	X	10	A	L	L547	A-700	35,5	1	3	80	100	LR	30
L548		1	X	10	A	L	Àrea 700	C-502	5	1	3	15	35	-	-
L549		5	X	10	OL	L	Àrea 700	E-501	57	1	3	250	300	LR	100
L550		5	X	10	OL	L	E-501	A-700	51,4	1	3	100	120	LR	30
L551		5	X	10	A	L	Àrea 700	L551	5	1	3	15	35	-	-
L552		1 1/2	X	10	A	L	L551	C-501	5	1	3	15	35	-	-
L553		3	X	10	A	L	L551	E-502	20	1	3	15	35	-	-
L554		1 1/2	X	10	A	L	C-501	L556	5	1	3	60	80	LR	30
L555		3	X	10	A	L	E-502	L556	20	1	3	63	83	LR	30
L556		3	X	10	A	L	L556	A-700	25	1	3	60	80	LR	30
L557		5	Z	10	FP	L	L557	L588	42	1	3			LR	30

## **4.2.- Vàlvules**

### **4.2.1.- Llistat de vàlvules**

#### **4.2.1.1.- Selecció de vàlvules**

En aquest apartat es defineixen els diferents tipus de vàlvules utilitzades per regular o impedir la circulació de fluids per les línies de la planta. Les vàlvules es classifiquen en dos grans grups:

- a) **Vàlvules tot-res:** Permeten el pas o l'obstrueixen, però no poden regular el cabal; a la planta s'utilitzen els tipus de bola i de papallona. Aquestes vàlvules ocupen tota la secció de la conducció quan estan tancades, però en posició oberta la pèrdua de càrrega que provoquen és mínima.
- b) **Vàlvules de regulació:** Poden regular el pas de fluid segons els seu percentatge d'obertura. S'utilitzen les de tipus seient en el control del procés productiu i estan especificades a l'apartat de control i instrumentació.

Per ubicar les vàlvules als PIDS es segueixen els següents criteris:

- a) **Vàlvules de bola:** Estan formades per un dispositiu esfèric foradat, que segons el sentit en que es col·loqui permet el pas o no de fluid. S'utilitza aquesta vàlvula en els següents casos:
  - En el control del procés com a sistema d'obertura o tancament total.
  - En les entrades i sortides dels equips de procés amb diàmetre de canonada inferior a 3", per tal de poder-los aïllar en cas de ser necessari.
  - En les bombes per tal d'evitar cavitacions, aïllar-les per al seu manteniment o seleccionar la bomba en cas de que estigui doblada.
- b) **Vàlvules de papallona:** S'utilitzen en el cas que el diàmetre de la canonada sigui major de 3" i tenen la mateixa funcionalitat que les vàlvules de bola. Per aquests diàmetres són de fàcil operació i resulten més econòmiques.



- c) **Vàlvules de retenció:** Es localitzen a les sortides de les bombes i la seva funció és evitar el retorn del fluid ja que només permeten la seva circulació en un sentit.
- d) **Vàlvules de seguretat:** Són mecanismes per evitar l'explosió dels equips per sobrepressió, que s'obren automàticament quan els equips superen la pressió de seguretat de la vàlvula. Aquestes vàlvules es situen en els equips de procés que treballen a pressió diferent de la atmosfèrica.
- e) **Vàlvules de tres/quatre vies:** Són vàlvules que es situen en algunes bifurcacions de canonades ja sigui per juntar corrents o per dividir-los per tal de regular o impedir el pas d'algun dels corrents d'entrada a la vàlvula o tots segons convingui.
- f) **Vàlvules de seient:** Són les utilitzades en el control de procés ja que permeten una regulació bastant acurada del cabal, degut al seu mecanisme de tancament isopercentual.

#### **4.2.1.2.- Nomenclatura**

Per denominar les vàlvules, es segueix la mateixa estructura que anteriorment s'ha utilitzat per anomenar línies. Per designar les vàlvules s'utilitza la lletra V, amb un seguit de 3 xifres que indiquen a quina Àrea pertany la vàlvula i les altres xifres es refereixen a la numeració de la vàlvula dins d'aquella Àrea.

Com a mode d'exemple, en el PID de l'Àrea 300, la V345 seria la vàlvula número 45 d'aquesta Àrea.

#### **4.2.1.3.- Paràmetres dels fulls d'especificacions**

Al llistat de vàlvules s'indica la nomenclatura de les diferents vàlvules, el nombre de vàlvules del mateix tipus que hi ha i les següents característiques d'aquestes:

- a) **Quantitat:** indica el nombre de vàlvules repetides d'un mateix tipus.
- b) **Diàmetre nominal de la vàlvula:** coincideix amb el diàmetre nominal de la canonada a la que va acoblada.
- c) **Tipus de vàlvula:** indica mitjançant una lletra el tipus de vàlvula. La codificació que es fa servir és la següent:

ABREVIATURA	TIPUS
P	Papallona
B	Bola
R	Retenció
T	Tres vies
S	Seguretat


- d) **Material:** Especifica el material de construcció de la vàlvula. En aquest cas també coincideix amb el material de la canonada on està ubicada la vàlvula.
- e) **La Pressió nominal:** coincideix amb la pressió nominal de la canonada

Cal dir que aquesta nomenclatura només la segueixen les vàlvules de procés, totes les vàlvules de control segueixen una nomenclatura pròpia i estan especificades a l'apartat de control.


#### **4.2.1.4.- Llistat de vàlvules**

Tot seguit es mostren totes les vàlvules de procés segons l'àrea de localització.


## 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

		LLISTAT DE VÀLVULES	Projecte nº		Full	1
			Àrea	A-100	De	1
			Planta	Àcid adípic	Data	
Ítem	Quantitat	DN	Tipus	Material	PN	
V101	12	5	P	X	10	
V102	4	1 1/4	B	Z	10	
V103	4	1 1/4	R	Z	10	
V104	3	1 1/4	B	Z	10	
V105	8	2 1/2	B	Z	10	
V106	8	2 1/2	R	Z	10	
V107	3	2 1/2	B	Z	10	
V108	1	3/8	B	Z	10	
V109	1	3/8	R	Z	10	
V110	24	2 1/2	B	Z	10	
V111	4	1/2	B	X	10	
V112	6	3/8	B	Z	10	


## 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

		LLISTAT DE VÀLVULES	Projecte nº		Full	1
			Àrea	A-200	De	1
			Planta	Àcid adípic	Data	
Ítem	Quantitat	DN	Tipus	Material	PN	
V201	1	12	P	X	16	
V202	1	30	P	Y	16	
V203	1	2	B	X	16	
V204	1	20	P	Y	16	
V205	1	8	P	X	16	
V206	3	1	B	Y	10	
V207	3	15	P	Y	16	
V208	12	1	B	Y	10	
V209	1	12	P	Y	16	
V210	3	1	B	X	10	
V211	9	1	B	X	10	
V212	3	10	P	Y	16	
V213	1	30	P	Y	16	
V214	1	2 1/2	B	Z	10	
V216	3	2 1/2	B	Y	10	
V217	6	12	P	Y	16	


## 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

		LLISTAT DE VÀLVULES	Projecte nº		Full	1
			Àrea	A-300	De	2
			Planta	Àcid adípic	Data	
Ítem	Quantitat	DN	Tipus	Material	PN	
V301	3	2	B	X	10	
V302	1	2	B	X	10	
V303	1	5	P	Z	16	
V304	1	1	B	Z	16	
V305	1	2	B	Z	10	
V306	1	2 1/2	B	Z	10	
V307	1	1	B	Z	10	
V308	1	2 1/2	B	Z	10	
V309	1	2 1/2	R	Z	10	
V310	1	2 1/2	B	Z	10	
V311	1	2 1/2	B	Z	10	
V312	1	2 1/2	B	Z	10	
V313	1	10	T	Z	10	
V314	3	5	P	X	16	
V315	1	10	P	Z	10	
V316	3	3/4	B	Z	10	
V317	6	3/4	B	Z	10	
V318	6	1/2	B	Z	10	
V319	6	1/2	B	Z	10	
V320	6	1/2	B	Z	10	
V321	3	5	P	Z	10	
V322	12	4	P	X	10	
V323	4	4	P	X	10	
V324	4	10	P	Z	10	
V326	12	1/2	B	Z	10	
V327	12	10	P	Z	10	
V328	4	10	P	Z	10	
V329	1	8	P	Z	10	
V330	3	6	P	X	16	
V331	1	8	P	Z	10	
V332	1	8	R	Z	10	
V333	3	8	P	Z	10	
V334	3	1 1/2	B	Z	10	
V335	1	1 1/2	R	Z	10	
V336	1	1 1/2	B	Z	10	
V337	3	2	B	X	16	
V338	3	1 1/2	B	X	10	
V339	3	1	B	X	10	
V340	1	12	P	Z	16	
V341	1	12	P	Z	16	


## 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

		LLISTAT DE VÀLVULES	Projecte nº		Full	2
			Àrea	A-300	De	2
			Planta	Àcid adípic	Data	
Ítem	Quantitat	DN	Tipus	Material	PN	
V342	1	1	B	X	10	
V343	4	30	P	Z	10	
V344	4	6	P	X	10	
V345	12	6	P	X	10	
V346	4	2 1/2	B	Z	10	
V347	24	1	B	Z	10	
V348	24	3/4	B	X	16	
V349	4	1	B	Z	10	
V350	4	1	B	Z	10	
V351	12	2	B	Z	10	
V352	12	24	P	X	16	
V353	4	30	P	Z	10	
V354	4	3 1/3	P	Z	10	
V355	12	3	B	Z	10	
V357	1	4	P	X	10	
V358	3	4	P	X	10	
V359	1	10	P	Z	10	
V360	3	6	P	Z	10	
V361	1	5	T	z	10	
V362	6	5	P	Z	10	
V363	6	5	B	X	16	
V364	2	5	P	X	10	
V365	6	10	P	Z	10	
V366	9	3 1/3	P	Z	10	
V367	1	8	T	Z	10	
V368	4	10	R	Z	10	
V369	2	5	R	Z	10	
V370	4	3	R	Z	10	
V371	1	10	R	Z	10	
V372	3	3/4	B	X	10	

## 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS


		LLISTAT DE VÀLVULES	Projecte nº		Full	1
			Àrea	A-400	De	1
			Planta	Àcid adípic	Data	
Ítem	Quantitat	DN	Tipus	Material	PN	
V401	18	4	P	X	16	
V402	18	1/4	B	X	10	
V403	18	1/4	B	X	10	
V404	9	1/2	B	X	10	
V405	9	1/2	B	Z	10	
V406	6	1 1/2	B	Z	16	
V407	6	1 1/2	B	Z	10	
V408	6	1 1/2	B	X	10	
V409	6	4	P	X	10	
V410	3	1	B	X	10	
V411	3	4	P	X	10	
V412	1	2 1/2	B	X	10	
V413	1	1 1/2	B	Z	10	
V414	3	1 1/2	B	Z	10	
V415	3	8	P	X	16	
V416	3	2	B	X	16	
V417	3	1/2	B	X	16	
V418	3	3 1/2	P	X	16	
V419	3	3 1/2	P	X	16	
V420	3	1	B	X	10	
V421	1	3/4	B	X	10	
V422	3	1 1/2	B	Z	10	
V423	1	1 1/2	B	Z	10	

## 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

		LLISTAT DE VÀLVULES	Projecte nº		Full	1
			Àrea	500	De	2
			Planta	Àcid adípic	Data	
Ítem	Quantitat	DN	Tipus	Material	PN	
V501	1	16	P	Z	16	
V502	1	4	P	Z	10	
V503	1	4	P	Z	10	
V504	3	1 1/4	B	Z	10	
V505	6	1/2	B	Z	10	
V506	6	1/2	B	X	16	
V507	2	1/2	B	Z	10	
V508	1	14	P	Z	16	
V509	1	1 1/4	B	Z	10	
V510	6	1/2	B	Z	10	
V511	6	1/2	B	X	16	
V512	2	1/2	B	Z	10	
V513	3	3 1/2	P	X	10	
V514	1	3 1/2	P	X	10	
V515	1	1	B	X	10	
V516	3	1	B	X	10	
V517	1	5	P	X	10	
V518	3	5	P	X	10	
V519	3	4	P	Z	10	
V520	1	3 1/2	R	Z	10	
V521	3	3 1/2	P	Z	10	
V522	6	1	B	Z	10	
V523	2	1	B	Z	10	
V524	3	3/8	B	Z	10	
V525	3	3	B	Z	10	
V526	6	2	B	Z	10	
V527	2	1	B	Z	10	
V528	3	3/8	B	Z	10	
V529	3	2 1/2	B	Z	10	
V530	6	3/4	B	Z	10	
V531	6	3/4	B	X	16	
V532	2	3/4	B	Z	10	
V533	3	2	B	Z	10	
V534	6	3/4	B	Z	10	
V535	6	3/4	B	X	16	
V536	2	3/4	B	X	10	
V537	3	1	B	Z	10	
V538	6	1/4	B	Z	10	
V539	6	1/2	B	X	16	
V540	2	1/4	B	Z	10	
V541	3	1 1/2	B	X	10	



## 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

		<b>LLISTAT DE VÀLVULES</b>	<b>Projecte nº</b>		<b>Full</b>	2
			<b>Àrea</b>	500	<b>De</b>	2
			<b>Planta</b>	Àcid adípic	<b>Data</b>	
Ítem	Quantitat	DN	Tipus	Material	PN	
V542	6	3/8	B	Z	10	
V543	6	1/2	B	X	16	
V544	3	1 1/2	B	X	10	
V545	1	1 1/2	B	X	10	
V546	1	3	B	X	10	
V547	1	4	R	Z	10	
V548	1	14	P	Z	16	
V549	1	16	P	Z	16	
V550	1	16	P	Z	16	
V551	1	18	P	Z	16	
V552	1	6	P	Z	16	
V553	3	5	P	Z	16	
V554	3	3/4	P	Z	10	
V555	3	4	P	Z	16	
V556	1	10	S	Z	10	
V557	1	10	S	Z	10	
V558	1	10	S	Z	10	
V559	1	10	S	Z	10	

### 4.3.- Bombes

#### 4.3.1.- Introducció

Les bombes que s'utilitzen en el nostre procés serveixen per desplaçar el fluid i/o per augmentar o disminuir la pressió .

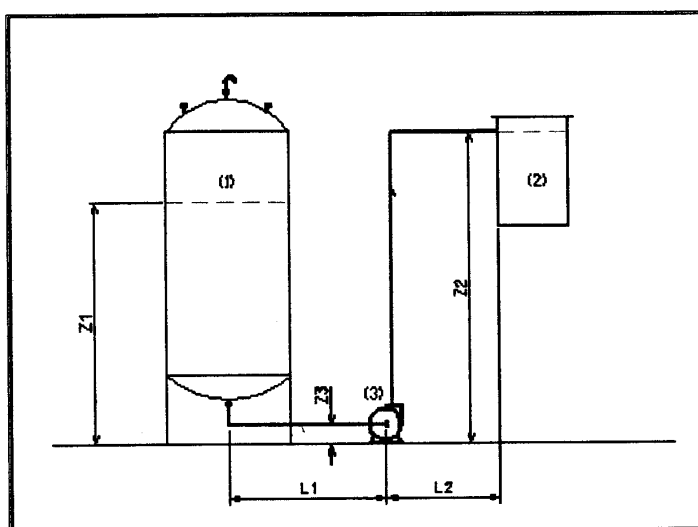
Totes les bombes es troben situades a terra, des d'on es considera cota d'alçada 0 m. La gran majoria de bombes estan doblades ja que es consideren imprescindibles pel procés, excepte les bombes d'alimentació de ciclohexanol i d'àcid nítric. Les bombes doblades aniran alternant el seu funcionament.

Totes les bombes aniran precedides d'un filtre per evitar problemes amb partícules sòlides. Alhora, totes les bombes porten a continuació una vàlvula de retenció per evitar que la bomba quedi desencebada durant la parada d'aquesta.

#### 4.3.2.- Aspectes generals

La funció de tota bomba és la de proporcionar al fluid l'energia necessària per vèncer la pèrdua de càrrega entre dos punts de la planta.

La nomenclatura que s'ha seguit a tot el document pel càlcul i descripció de les bombes és la següent:



- **Q**: cabal ( $m^3/h$ ).
- **D**: densitat ( $kg/m^3$ ).
- **V**: viscositat (cp).
- **Z<sub>2</sub>-Z<sub>1</sub>**: alçada manomètrica (m).
- **d**: diàmetre nominal de les canonades (m). En tots els casos la canonada d'aspiració i la d'impulsió tenen el mateix diàmetre.
- **L**: longitud total (m). És la longitud de la canonada del tram d'aspiració més la d'impulsió.
- **P<sub>1</sub>**: pressió al punt 1 (Pa).
- **P<sub>2</sub>**: pressió al punt 2 (Pa).
- **M**: cabal màssic (kg/s).
- **P<sub>real</sub>**: és la potència calculada sobredimensionada un 20% (J/s).

#### **4.3.3.- Bombes de desplaçament positiu.vs.Bombes centrífugues**

En aquest punt hem cregut convenient explicar, de manera molt superficial però alhora entenedora, les principals diferències entre aquests dos tipus de bombes i les seves aplicacions.

- Cabal.vs.Pressió: la bomba centrífuga té variacions de cabal en funció de la pressió de sortida. En canvi, la bomba de desplaçament positiu té un cabal pràcticament constant respecte la pressió.
- Variacions de la pressió: les bombes de desplaçament positiu admeten variacions de pressió amb el mateix rendiment. Per les centrífugues comporta una pèrdua de cabal i d'eficiència.
- Efecte de la viscositat: la bomba centrífuga es veu clarament afectada per aquest paràmetre ja que perd cabal en augmentar la viscositat. Per contra, en les altres bombes s'incrementa lleugerament el cabal degut a la disminució de pèrdues dins la bomba ja que a major viscositat menors són les fuites internes.
- Rendiment mecànic: variacions de pressió tenen efectes menyspreables en les bombes de desplaçament positiu, mentre que en les centrífugues pot ser molt important, sobretot si estem treballant fora del punt d'eficiència màxima. Per tant, si

estem dins la zona d'eficiència màxima, el tipus de bomba que utilitzem serà independent del rendiment.

- Cost: el cost d'adquisició d'una bomba volumètrica, en la majoria dels casos, és menor que el d'una bomba centrífuga.
- Efecte cisallament: la bomba de desplaçament positiu tracta molt millor el líquid a impulsar, ja que l'efecte de cisallament s'incrementa amb la velocitat de les bombes centrífuges. Per tant, les primeres seran més apropiades per impulsar fluids sensibles.
- Encebament: les de desplaçament positiu són autoaspirants i, per tant, s'encebent automàticament obtenint buits de fins a 28"Hg. En canvi, les centrífuges difícilment poden passar de 13"Hg.
- Manteniment: les bombes volumètriques giren a menor velocitat que les centrífuges. Això té un impacte sobre els elements mecànics i les juntes d'estanqueïtat de la bomba. Per això, les centrífuges requereixen d'uns plans periòdics de manteniment.
- Rang de treball: el funcionament òptim de les bombes centrífuges es troba en cabals elevats amb poca pèrdua de càrrega. Les volumètriques treballen millor a cabals mitjans o petits amb pèrdues de càrrega importants.

#### **4.3.4.- Paràmetres dels fulls d'especificacions**

En el llistat de bombes es pot trobar les següents característiques d'aquestes :

- a) Àrea** a la qual pertany la bomba
- b) Tipus de bomba**:

El tipus de bomba segueix la següent nomenclatura:

Bombes lobulars: L

Bombes centrífuges : C

Bombes de desplaçament positiu : P

Bombes de buit :B

Ventilador :V


Compressor :CP

El tipus de bomba més utilitzat a planta és la bomba centrífuga degut a les seves ventatges sobre les bombes de desplaçament positiu. Tot i això quan la pressió que es necessita aplicar a un fluid és molt elevada, s'utilitzarà una bomba de desplaçament positiu. D'altra banda, per cabals petits on la precisió de dosificació és important, s'utilitzen bombes lobulars.


##### **4.3.5.- Llistat de bombes**

Tot seguit es llisten totes les bombes de procés segons l'àrea de localització.

4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

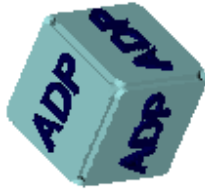
		LLISTAT DE BOMBES		Projecte nº					Full		1			
				Àrea					Tota la planta		De		3	
				Planta					Àcid Adípic		Data			
Ítem	Àrea	Tipus	De	Fins	Cabal (m³/h)	z2-z1 (m)	L (m)	W (J/Kg)	h (m)	Potència (cv)				
P101	A-100	C	T-109	L105	5,9	7,1	50	105,94	10,80	0,85				
P102	A-100	C	T-110	L105	5,9	7,1	50	105,94	10,8	0,85				
P103	A-100	C	T-111	L105	5,9	7,1	50	105,94	10,8	0,85				
P104	A-100	C	T-112	L105	5,9	7,1	50	105,94	10,8	0,85				
P105	A-100	C	T-101	TD-301	8	2,4	80	73,54	7,5	1,14				
P106	A-100	C	T-102	TD-301	8	2,4	80	73,54	7,5	1,14				
P107	A-100	C	T-103	TD-301	8	2,4	80	73,54	7,5	1,14				
P108	A-100	C	T-104	TD-301	8	2,4	80	73,54	7,5	1,14				
P109	A-100	C	T-105	TD-301	8	2,4	80	73,54	7,5	1,14				
P110	A-100	C	T-106	TD-301	8	2,4	80	73,54	7,5	1,14				
P111	A-100	C	T-107	TD-301	8	2,4	80	73,54	7,5	1,14				
P112	A-100	C	T-108	TD-301	8	2,4	80	73,54	7,5	1,14				
P113	A-100	C	T-113	Càrrega	30	1,5	10	20,97	2,4	2,08				
P114	A-100	C	T-114	Càrrega	30	1,5	10	20,97	2,4	2,08				
P201	A-200	C	CA-201	L215	11,08	7,5	100	136,08	13,9	1,33				
P301	A-300	C	R-302	E-303	368,4	1	6	13,56	1,25	45,7				
P302	A-300	C	R-302	E-304	368,4	1	6	13,56	1,25	45,7				
P303	A-300	C	R-301	E-301	368,4	1	6	13,56	1,25	45,7				
P304	A-300	C	R-301	E-302	368,4	1	6	13,56	1,25	45,7				
P305	A-300	C	TD-301	Planta	135,7	4	50	70,49	7,19	18,5				
P306	A-300	C	R-301	CS-301	93,7	3	15	38,81	3,96	13,7				
P307	A-300	C	R-302	CS-301	93,7	3	15	38,81	3,96	13,7				
P308	A-300	C	CS-301	CD	187,35	4,5	10	50,40	5,14	23,2				
P309	A-300	C	CA-301	CD	8,9	4,5	10	50,40	5,14	1,19				

4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

		LLISTAT DE BOMBES		Projecte nº				Full		2	
				Àrea		Tota la planta		De		3	
Ítem	Àrea	Tipus	De	Fins	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	z2-z1 (m)	L (m)	W (J/Kg)	h (m)	Potència (cv)	
P310	A-300	C	KR-301	A-300	34,5	2	50	50,87	5,19	2,3	
P311	A-300	C	KR-302	A-300	34,5	2	50	50,87	5,19	2,3	
P312	A-300	C	KR-303	A-300	34,5	2	50	50,87	5,19	2,3	
P313	A-300	C	KR-304	A-300	34,5	2	50	50,87	5,19	2,3	
P314	A-300	C	KR-305	A-300	138	2	25	35,25	3,59	18,9	
P315	A-300	B	E-306	Atmòsfera	357	1	5	12,94	1,32	17,6	
P316	A-300	B	E-307	Atmòsfera	357	1	5	12,94	1,32	17,6	
P317	A-300	B	E-308	Atmòsfera	357	1	5	12,94	1,32	17,6	
P318	A-300	B	E-309	Atmòsfera	357	1	5	12,94	1,32	17,6	
P401	A-400	C	TP-401	A-400	19,49	2	30	38,37	3,91	1,6	
P402	A-400	C	TP-402	A-400	19,49	2	30	38,37	3,91	1,6	
P403	A-400	B	CR-401	L460	274	1	5	12,94	1,32	5,5	
P404	A-400	B	CR-402	L462	274	1	5	12,94	1,32	5,5	
P405	A-400	B	CR-403	L461	277,6	1	5	12,94	1,32	5,5	
P406	A-400	C	TD-401	A-400	19,14	1	20	22,31	2,27	1,6	
P407	A-400	C	CF-402	A-500	11,74	4	20	51,74	5,27	1,2	
P408	A-400	C	CF-401	TD-401	8,21	2	5	22,75	2,32	1	
P409	A-400	V	A-700	AS-401	4000	0,5	100	67,41	6,87	5,5	
P410	A-400	V	A-700	AS-401	4000	0,5	100	0,00	6,87	5,5	
P501	A-500	P	T-517	TF-501	39,49	4	10	0,00	4,64	3,12	
P502	A-500	C	TF-501	A-500	34,19	2	10	0,00	2,63	3,1	

4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

Ítem	Àrea	LLISTAT DE BOMBES						Projecte nº			Full		3	
		Tipus	De	Fins	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	z2-z1 (m)	L (m)	W (J/Kg)	h (m)	Potència (cv)	Tota la planta		3	
											Planta		Data	
P-601	A-600	C	T-601	A-600	0,43	1,5	20	27,22	2,77	0,7				
P-602	A-600	C	A-600	A-600	44	1	30	28,56	2,91	3,4				
P701	A-700	C	A-700	Planta	2025	4	50	70,49	7,18	3,4				
P703	A-700	C	A-700	Planta	4396	4	50	70,49	7,18	7,5				
P704	A-700	C	A-700	Planta	68,4	4	50	70,49	7,18	4,3				
P706	A-700	C	A-700	Planta	90	4	50	70,49	7,18	12,32				
P707	A-700	C	A-700	A-700	54	1	40	34,81	3,54	4,1				
P708	A-700	C	TR-701	Planta	148,3	2	100	82,12	8,37	17,6				
P709	A-700	C	TR-702	Planta	148,3	2	100	82,12	8,37	17,6				
P710	A-700	C	TR-703	Planta	148,3	2	100	82,12	8,37	17,6				
P711	A-700	C	TR-704	Planta	148,3	2	100	82,12	8,37	17,6				
P712	A-700	C	TR-705	Planta	148,3	2	100	82,12	8,37	17,6				
P713	A-700	C	TR-706	Planta	148,3	2	100	82,12	8,37	17,6				





#### **4.4.- Altres sistemes de transport**

##### **4.4.1- Transport pneumàtic**

El transport de productes a granell de l'àcid adípic des de l'assegador (L454, L455) a les sitges és fa mitjançant transport pneumàtic, així com també el transport d'àcid glutàric a sitges. Aquest sistema de transport s'utilitza per crear una pressió diferencial al llarg de la canonada que fa que l'adípic o el glutàric sòlids a granell es desplacin juntament amb l'aire fins a una zona de menor pressió que és la de les sitges.

##### **4.4.2.- Transport de sòlids a camions**


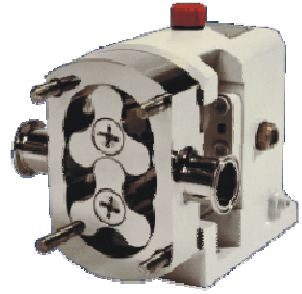
Les línies L120 i L125 es refereixen a transport de producte acabat (adípic i glutàric respectivament) des de les sitges a camions. Per a carregar els productes, els camions es situen sota les obertures dels dipòsits d'emmagatzematge i es carreguen per acció de la gravetat.


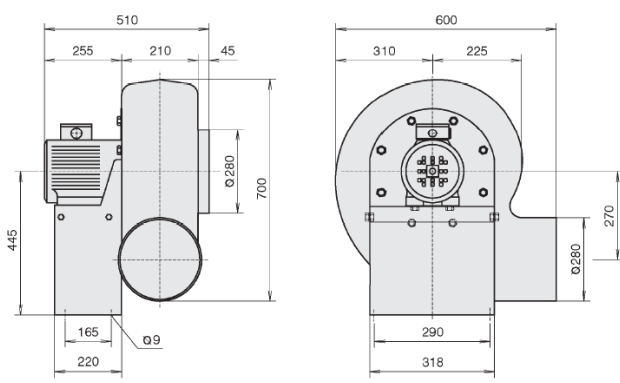

##### **4.4.3.- Transport de fluids compressibles**



Per al transport de fluids compressibles a la planta s'utilitzaran compressors o ventiladors segons les necessitats en cada corrent.

#### **4.5.- Fitxes especificació bombes, ventiladors i compressors**

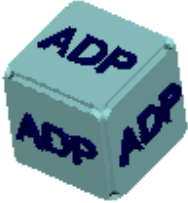
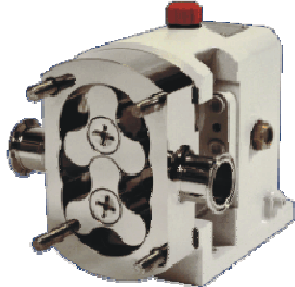
#### 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

	<b>ESPECIFICACIÓ BOMES</b>		Item nº:	Aprovat:	
			Projecte nº:	Àrea:	
	Planta: Adípic Àcid		Disseny: ADP		Data: 23/01/04
	Localització: Zona Franca (Barcelona)		Full:1	De: 1	Pàg nº: 2.145
Denominació: Bomba impulsió aigua refrigeració			Quantitat: 2		
CONDICIONS D'OPERACIÓ					
Líquid	Àcid Nítric	Densitat, Kg/m <sup>3</sup>	1200		
Cabal (m <sup>3</sup> /h)	5,9	Viscositat, cP	1,3		
Temperatura treball, °C	25	Alçada manomètrica, m	31		
Temperatura disseny, °C	45	Pressió aspiració, Pa	1·10 <sup>5</sup>		
Pressió de vapor, Pa	912	Pressió impulsió, Pa	1·10 <sup>5</sup>		
Sòlids	-	NPSHd	36.26		
CARACTERÍSTIQUES DE LA BOMBA					
Model	IC50/0351/12	Velocitat màx, rpm	750		
Tipus	Centrífuga	Veloc. màx (Pmàx), rpm			
Norma	DIN-24255	Autocebant			
Desplaçament, l/rev	3.514	Connexió estandard, mm			
Potència absorvida, KW	1,34	Cabal màx., m <sup>3</sup> /h			
Potència recomanada, KW	>Pabsorvida	Pressió màx, bar			
MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ					
Capçal		Mecanismes			
Eix rotor	AISI 316	Rodet			
Vàlvules		Bisinfin, excèntrica i corona			
DADES DEL MOTOR					
Motor elèctric		Cicles de corrent, Hz			
Potència, CV		Carrera pistó, mm			
Voltatge, V		Freqüència (imp/min)			
<b>Observacions:</b> Rodets fabricats en plàstic per evitar corrossió					


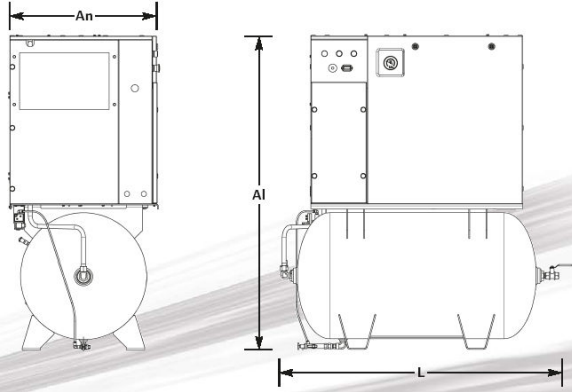

	<b>VENTILADOR</b>		<b>Ítem nº:</b>	<b>Aprovat:</b>
	<b>Planta:</b> Producció àcid adípic		<b>Projecte nº:</b>	<b>Àrea:</b> A-700
	<b>Localització:</b> Barcelona (Zona Franca)		<b>Disseny:</b> ADP	<b>Data:</b>
	<b>Fulla:</b> 1	<b>De:</b> 1	<b>Pàg. nº:</b>	
<b>DADES GENERALS</b>				
<b>Denominació:</b> Ventilador				
<b>Quantitat:</b> 2				
<b>CARACTERÍSTIQUES</b>				
<b>Marca comercial:</b> AIRTECNICS			<b>Model:</b> EPND 280	
<b>Descripció:</b> Ventilador centrífug Baix nivell sonor Turbines a reacció equilibrades segons VDI 2060, classe Q 2,5				
<b>Potència:</b> 7,5 KW				
<b>Cabal:</b> 4000 m <sup>3</sup> /h				
<b>Freqüència:</b> 50 Hz				
<b>Velocitat:</b> 1400 rpm				
<b>Motor:</b> De rotor extern protegit per termocontacte.				
<b>Intensidad:</b> 1,12 A				
<b>DESCRIPCIÓ FÍSICA</b>				
<b>Carcassa:</b> Plàstic no inflamable d'alta resistència als impactes				
<b>Disseny:</b> Octogonal per facilitar el muntatge.				
<b>Dimensions, mm:</b>		<b>L:</b> 600		
		<b>H:</b> 700		
		<b>W:</b> 510		
<b>Pes Motor:</b> 30 Kg				
			<b>IL·LUSTRACIÓ</b>	
				

	<b>BOMBA DE BUIT</b>		Item nº:	Aprovat:
			Projecte nº:	Àrea: A-300
	Planta: Producció àcid adípic		Disseny: ADP	Data:
	Localizació: Barcelona (Zona Franca)		Fulla: 1 De: 1	Pàg. nº:
<b>DADES GENERALS</b>				
Denominació: Bomba de buit				
Quantitat: 4				
<b>CARACTERÍSTIQUES</b>				
Marca comercial: Becker			Model: SV 5.690/1	
Descripció: Bomba de buit d'una etapa				
Potència: 17,6 HP				
Cabal màxim: 527 CFM				
Pressió de buit: 0,136				
Intensitat sonora: 76 dB				
Freqüència:				
Intensidad:				
<b>DESCRIPCIÓ FÍSICA</b>				
Carcassa:				
Disseny:				
Dimensions, mm:		L: 665		
		H: 597		
		W: 498		
Pes Equip: 110 Kg				
			<b>IL·LUSTRACIÓ</b>	
				


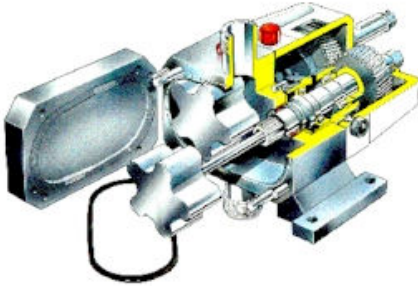
#### 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

	<b>ESPECIFICACIÓ BOMBES</b>		Item n°: P	Aprovat:	
			Projecte n°:	Àrea:	
	Planta: Producció Àcid adípic		Disseny: ADP		Data:
	Localització: Zona Franca (Barcelona)		Full: 1	De: 1	Pàg n°:
Denominació: Bomba			Quantitat: 2		
<b>CONDICIONS D'OPERACIÓ</b>					
Líquid		Densitat, Kg/m <sup>3</sup>	1047		
Cabal (m <sup>3</sup> /h)	2	Viscositat, cP	10		
Temperatura treball, °C	1.3	Alçada manomètrica, m	43.99		
Temperatura disseny, °C	10.3	Pressió aspiració, Pa	5·10 <sup>5</sup>		
Pressió de vapor, Pa	669	Pressió impulsió, Pa	5·10 <sup>5</sup>		
Sòlids	-	NPSH disponible	14.08		
<b>CARACTERÍSTIQUES DE LA BOMBA</b>					
Model	IC10/0005/12	Velocitat màx, rpm	1400		
Tipus	Lobular	Veloc. màx (Pmàx), rpm	1000		
Norma	DIN-24255	Autocebant	Sí		
Nº Lòbuls	3	Connexió estàndard, mm	25		
Desplaçament, l/rev	0.046	Cabal màx., m <sup>3</sup> /h	3.86		
Potència absorvida, KW	0.244	Pressió màx, bar	12		
Potència recomanada, kW	>Pabsorvida	Augment capacitat	93%		
<b>MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ</b>					
Capçal		Mecanismes			
Eix rotor	AISI 316	Rodet			
Vàlvules		Bisinfín, excèntrica i corona			
<b>DADES DEL MOTOR</b>					
Motor elèctric		Cicles de corrent, Hz			
Potència, CV		Carrera pistó, mm			
Voltatge, V		Freqüència (imp/min)			
Observacions:					

#### 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

	<b>COMPRESSOR</b>	<b>Ítem nº:</b>	<b>Aprovat:</b>
	<b>Planta:</b> Producció àcid adípic	<b>Projecte nº:</b>	<b>Àrea:</b> A-700
	<b>Localización:</b> Barcelona (Zona Franca)	<b>Disseny:</b> ADP	<b>Data:</b>
		<b>Fulla:</b> 1 <b>De:</b> 1	<b>Pàg. nº:</b>
<b>DADES GENERALS</b>			
<b>Denominació:</b> Compressor aire			
<b>Quantitat:</b> 1			
<b>CARACTERÍSTIQUES</b>			
<b>Marca comercial:</b> Ingersoll Rand		<b>Model:</b> UP5-5TAS-14	
<b>Descripció:</b>			
<b>Potència:</b> 7,5 KW			
<b>Cabal:</b> 40,8 m³/h			
<b>Pressió de descàrrega:</b> Compressor 14,5 / Grup 14,3			
<b>Intensitat sonora:</b> 68 dB			
<b>Freqüència:</b> 50 Hz			
<b>Intensidad:</b>			
<b>DESCRIPCIÓ FÍSICA</b>			
<b>Carcassa:</b>			
<b>Disseny:</b>			
<b>Dimensions, mm:</b>	<b>L:</b> 1042		
	<b>An:</b> 734		
	<b>Al:</b> 914		
<b>Pes Equip:</b> 330 Kg			
		<b>IL·LUSTRACIÓ</b>	
			

#### 4- CANONADES, VÀLVULES I ACCESSORIS

	<b>ESPECIFICACIÓ BOMBES</b>		Item nº: P	Aprovat:
			Projecte nº:	Àrea: A-600
	Planta: Planta Àcid Adípic		Disseny: Biotec Enginyeria	Data:
	Localització: Zona Franca (Barcelona)		Full:1 De: 1	Pàg nº:
Denominació: Bomba impulsió sosa			Quantitat: 1	
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
Líquid	Solució Sosa 50%	Densitat, Kg/m <sup>3</sup>	1510	
Cabal (m <sup>3</sup> /h)	0.43	Viscositat, cP	1,3	
Temperatura treball,°C	20	Alçada manomètrica, m	47	
Temperatura disseny,°C	30	Pressió aspiració, Pa	1·10 <sup>5</sup>	
Pressió de vapor, Pa	669	Pressió impulsió, Pa	1·10 <sup>5</sup>	
Sòlids	-	NPSH disponible	11.69	
CARACTERÍSTIQUES DE LA BOMBA				
Model	SQ1/0004/12	Velocitat màx, rpm	1000	
Tipus	Lobular	Veloc. màx (Pmàx), rpm	750	
Norma	DIN-24255	Autocebant	Sí	
NºLòbuls	5	Connexió estandard, mm	25	
Desplaçament, l/rev	0.04	Cabal màx., m <sup>3</sup> /h	2.4	
Potència absorvida, KW	0.056	Pressió màx, bar	12	
Potència recomanada,kW	>Pabsorvida	Augment capacitat		
MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ				
Capçal		Mecanismes		
Eix rotor	AISI 316	Rodet		
Vàlvules		Bisinfín,excèntrica i corona		
DADES DEL MOTOR				
Motor elèctric		Cicles de corrent, Hz		
Potència, CV		Carrera pistó, mm		
Voltatge, V		Freqüència (imp/min)		
Observacions:				

## 5. SEGURETAT I HIGIENE



ÍNDEX:

5.1. Antecedents	1
5.1.1 Importància de la seguretat dins l'empresa	1
5.2 Emmagatzematge	2-3
5.2.1 Legislació aplicable	2
5.2.2 Pla d'emmagatzematge	3
5.2.3 Zones de càrrega i descàrrega	3
5.3. Protecció contra incendis	4-14
5.3.1 Legislació aplicable	4
5.3.2 Classificació de les àrees	5
5.3.3 Mesures de protecció contra incendis	6
5.3.3.1 Protecció activa	7-14
5.3.3.1.1 Sistemes de detecció d'incendis	7-8
5.3.3.1.2 Sistemes d'extinció d'incendis	9-12
5.3.3.1.3 Sistema d'evacuació en cas d'incendi	12-13
5.3.3.1.4 Senyalització dels medis d'extinció	13
5.3.3.1.5 Manteniment dels medis d'extinció	14
5.3.3.2 Protecció passiva	14
5.4 Protecció de sistemes elèctrics	15-16
5.4.1 Legislació aplicable	15-16

5.5 Protecció dels riscos professionals	16-23
5.5.1 Mesures correctives i de seguretat contra sorolls i vibracions	16
5.5.2 Il·luminació	17
5.5.3. Senyalització general	17-19
5.5.3.1 Senyalització lluminosa i acústica	18
5.5.3.2 Senyalització de possibles caigudes i xocs	18
5.5.3.3 Senyalització de recipients i canonades	19
5.5.4 Primers auxilis i atenció mèdica	20
5.5.5 Instal·lacions d'higiene i benestar	20-21
5.5.6 Equips de protecció individual (EPI)	21
5.6.6.1 Tipus d'EPIs	21-23
5.6.6.1.1 Protectors del cap	22
5.6.6.1.2 Protectors de cara i ulls	22
5.6.6.1.3 Protectors auditius	22
5.6.6.1.4 Altres EPIs	23
5.6 Fitxes de seguretat	23-40

### **5.1. Antecedents:**

Els accidents industrials ocupen, avui en dia, una preocupació de primer ordre. Des de la dècada dels 90s, aquests accidents estan al punt de mira de la opinió pública i per això s'ha avançat tant en el camp de la seguretat i higiene laboral durant els darrers anys.

En la indústria química, la seguretat i higiene industrial és molt important en totes les fases del projecte, comença quan s'inicien les tasques d'investigació, disseny, projecte, producció, recursos humans, finances, assessoria jurídica, informàtica, ...

Aquesta importància es deu principalment a l'alt grau de perillositat de les substàncies que s'utilitzen, que en molts casos són substàncies tòxiques, inflamables i corrosives. La majoria d'accidents en aquest camp, estan relacionats amb el transport de mercaderies perilloses.

Aquest apartat té com a objectiu principal intentar evitar o reduir a un límit acceptable possibles accidents i en cas de produir-se, dissenyar un pla d'actuació correcte per tal de protegir les persones i l'entorn.

#### **5.1.1 Importància de la seguretat dins l'empresa:**

Un accident industrial, comporta sempre conseqüències humanes, socials, ambientals i econòmiques. La seguretat en la empresa pot augmentar entre un 5-10% el benefici econòmic, a més d'evitar danys personals i materials.

L'estudi de seguretat ha d'afectar la producció, comercialització, neteja, ...

### **5.2.1 Legislació aplicable:**

- Real Decret 379/2001, del 6 d'abril en el que s'aprova el "Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7." (BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001)

El "Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos" (RAPA), està complementat per sis Instruccions Tècniques Complementàries (ITC) dirigides a productes específics o categories d'aquests.

En aquest reglament s'estableix les condicions de seguretat de les instal·lacions d'emmagatzematge, càrrega, descàrrega i manipulació de productes químics perillosos.

L'emmagatzematge d'àcid nítric segueix la instrucció tècnica ITC MIE-APQ-6: «Almacenamiento de líquidos corrosivos». Considerem que el nítric és una substància molt corrosiva (classe A).

L'emmagatzematge de KA (Ciclohexanol - Ciclohexanona) segueix la instrucció tècnica ITC MIE-APQ 1: «Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles». El KA pertany al grup de classe C ja que el seu punt d'inflamació esta comprès entre 55 i 100°C (T=68°C).

### **5.2.2 Pla d'emmagatzematge:**

El pla d'emmagatzematge ha de contenir la següent informació:

- La quantitat màxima total admissible del conjunt de substàncies emmagatzemades.
- La quantitat màxima admissible de cada classe de substància.
- Les seccions del parc de tancs on es troben les diferents classes de substàncies.
- La quantitat real en stock de cada producte i classe de productes.
- Les entrades al parc de tancs (producte, data d'entrada, classe, quantitat i indicacions particulars).
- Les sortides del parc de tancs de producte acabat (producte, classe, data de sortida i quantitat).

Aquest pla, ens ajudarà a conèixer la naturalesa dels productes emmagatzemats, la quantitat total emmagatzemada i la seva localització dins del parc de tancs. Això ens ajudarà a actuar en cas d'accident de manera més ràpida i efectiva.

### **5.2.3 Zones de càrrega i descàrrega:**

La plataforma en la que s'estacionen els vehicles durant la càrrega o descàrrega tindrà una pendent del 1% cap als somaders d'evacuació. Aquests es connectaran amb la xarxa d'aigua que s'enviarà a depurar. D'aquesta manera, qualsevol vessament accidental fluirà ràpidament cap allà.

### **5.3. Protecció contra incendis:**

L'incendi és el risc principal de la indústria química, tot i que constitueix un petit percentatge dins dels accidents amb lesions. Els principals riscos, en la nostra planta, seran els incendis, fuites o explosions.

Els incendis es poden classificar a partir de les característiques en:

- Incendi de líquid en un dipòsit
- Incendi de líquid envasat
- Doll de foc
- Flamerada
- Bola de foc (BLEVE)

Podem fer el mateix amb les explosions:

- Explosió d'un núvol de vapor no confinat (UVCE)
- Explosió d'un recipient

#### **5.3.1 Legislació aplicable:**

- Real Decret 2267/2004, del 3 de desembre, en el que s'aprova el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales". (BOE núm. 303 del 17 de desembre)
- Real Decret 2177/1996, del 4 d'octubre de 1996, en el que s'aprova la Norma Básica de Edificación "NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios en los edificios". (BOE núm. 261, octubre de 1996) derogat pel RD 314/2006.
- Real Decret 1942/1993, del 5 de novembre, en el que s'aprova el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios". (BOE número 298 del 14 de desembre de 1993).

**5.3.2 Classificació de les àrees:**

Les àrees ens les que esta dividida la nostra planta són les següents:

<b>A-100</b>	Emmagatzematge matèries primeres/producte acabat
<b>A-200</b>	Tractament de gasos
<b>A-300</b>	Reacció
<b>A-400</b>	Cristal·lització
<b>A-500</b>	Evaporació
<b>A-600</b>	Depuradora aigües residuals
<b>A-700</b>	Serveis
<b>A-800</b>	Empaquetat
<b>A-900</b>	Oficines

A partir del punt 2 de l'annex 1 del RD 2267/2004, podem classificar les àrees anteriors en funció de la seva configuració i ubicació en relació a l'entorn. Aquesta classificació es divideix en dos grans grups:

- Establiments industrials ubicats en un edifici. Segons la seva col·locació es divideixen en els grups A, B i C. (sectors d'incendi)
- Establiments industrials que desenvolupen la seva activitat industrial en espais oberts que no constitueixen un edifici. Segons l'àrea que estigui o no coberta, es divideixen en dos subgrups: D i E. (àrees d'incendi).

El risc intrínsec de cada sector o àrea d'incendi es pot calcular de la següent manera:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad \text{en } (MJ / m^2) \text{ o } (Mcal / m^2)$$

On:

- $Q_s$   $\equiv$  Densitat de la càrrega de foc, ponderada i corregida, del sector o àrea d'incendi, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $G_i$   $\equiv$  Massa, en Kg, de cada un de los combustibles (i) que existeixen en el sector d'incendi (inclosos els materials constructius combustibles).
- $q_i$   $\equiv$  Poder calorífic, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada un dels combustibles (i) que existeixen en el sector d'incendi.
- $C_i$   $\equiv$  Coeficient adimensional que pondera el grau de perillositat (per la combustibilitat) de cada un dels combustibles (i) que existeixen en el sector d'incendi.
- $R_a$   $\equiv$  Coeficient adimensional que corregeix el grau de perillositat (per la activació) inherent a la activitat industrial que es desenvolupa en el sector d'incendi, producció, muntatge, transformació, reparació, emmagatzematge, etc.
- $A$   $\equiv$  superfície construïda del sector d'incendi o superfície ocupada de l'àrea d'incendi, en m<sup>2</sup>.

### **5.3.3 Mesures de protecció contra incendis:**

Tots els aparells, equips, sistemes i components de les instal·lacions de protecció contra incendis dels establiments industrials, així com el disseny, la execució, posta en funcionament i manteniment dels mateixos, compliran el "Reglamento de instalaciones de protección contra incendios" aprovat pel Real Decret 1942/1993.

La protecció contra incendis es donarà de dues maneres diferents, de forma activa i passiva. A continuació s'exposaran els diferents sistemes d'extinció d'incendis utilitzats a la nostra planta:

Totes aquestes mesures actuaran sobre algun dels elements del tetraedre del foc (combustible, comburent, energia d'activació, reacció en cadena).



### 5.3.3.1 Protecció activa

La protecció activa fa referència a tots aquells sistemes que actuen de forma directa en la lluita contra els incendis. La situació de cada un d'aquests medis es poden veure en el Layout general.

Totes aquestes instal·lacions estan regulades en el RD 2267/2004.

Dins la protecció activa, hi ha compresos tres passos:

- Detecció de l'incendi
- Sufocació de l'incendi
- Evacuació

#### 5.3.3.1.1 Sistemes de detecció d'incendis:

##### Sistemes automàtics de detecció d'incendis:

Aquests sistemes s'hauran d'instal·lar sempre que es dicti en el Real Decret i la seva instal·lació es funció de la activitat que es realitzi a l'edifici, el tipus de configuració d'aquest i els m<sup>2</sup> construïts.

Les característiques d'aquests sistemes i les seves especificacions s'ajustaran a la norma UNE 23007

En la nostra planta, s'instal·laran sistemes automàtics de detecció d'incendis a la zona de serveis, emmagatzematge, oficines i sala de control per a una major seguretat.

Sistemes manuals d'alarma d'incendi:

Els sistemes d'alarma manuals estan formats per un conjunt de polsadors que al accionar-los, activen els sistemes sonors d'alarma i transmeten un senyal a la sala de control que permet identificar ràpidament a quina zona s'ha activat el polsador

S'instal·laran en les zones de producció sempre que l'àrea construïda superi els 1000 m<sup>2</sup> o quan no es requereixi la instal·lació de sistemes automàtics. En la planta hem instal·lat sistemes de detecció automàtics tot i no ser obligatori per una major seguretat. En totes les altres zones d'incendi, sigui necessari o no s'instal·laran sistemes de detecció manuals per augmentar la seguretat dels treballadors.

Els polsadors es situaran de manera que des de qualsevol punt s'hauran de recórrer un màxim de 25 m per activar-los i en tot cas, al costat de cada sortida d'evacuació de la zona d'incendi.

Sistemes de comunicació d'alarma:

S'instal·laran sistemes de comunicació d'alarma en tots els sectors d'incendi dels establiments industrials, si la suma de la superfície total construïda de tots els sectors d'incendi superi els 10000 m<sup>2</sup>.

El senyal acústic transmès pel sistema de comunicació de l'alarma d'incendi, permetrà diferenciar una emergència "parcial" d'una emergència "general". La senyal serà acústica i es transmetrà mitjançant el servei de megafonia.

5.3.3.1.2 Sistemes d'extinció d'incendis:

Sistema d'hidrants exteriors

Són dispositius formats per un cos de columna i un conjunt de vàlvules amb la finalitat de subministrar aigua a mangueres acoblades o a bombes dels serveis d'extinció d'incendis.

Els hidrants de la xarxa d'aigua contra incendis tindran les connexions conforme la norma UNE 23400 i estaran degudament distribuïts al llarg de tota la planta. Per tal de protegir una zona contra incendis amb hidrants exteriors, la distància des de qualsevol punt fins l'hydrant més proper no pot excedir els 40 m.

S'instal·laran dos tipus d'hidrants:

- Tipus 100 mm (dues sortides de 70 mm i una sortida de 100 mm)
- Tipus 200 mm (dues sortides de 70 mm i una sortida de 200 mm)

Els sistemes d'hidrants exteriors estaran formats per una font d'abastiment d'aigua, una xarxa de canonades per l'aigua d'alimentació i els hidrants exteriors requerits.

Sistema de boques d'incendi equipades (BIE)

Conjunt d'elements necessaris per transportar i projectar aigua des de la xarxa d'abastiment d'aigua fins el lloc de l'incendi, incloent en aquest conjunt els elements de suport, mesuradors de pressió i protecció del conjunt.

Els sistemes de boques d'incendi equipades estaran formades per una font d'abastiment d'aigua, una xarxa de canonades per l'aigua d'alimentació i les BIE necessàries. Aquest sistema s'instal·la a l'interior de l'àrea d'incendi, sobre un suport rígid i a una altura màxima de 1,5 m sobre el nivell de terra. La distància màxima de cada sortida del sector d'incendi fins la BIE més propera serà de 5 m.

La separació màxima entre BIEs és de 50 m. Així doncs, la distància des de qualsevol punt protegit fins la BIE més pròxima serà sempre inferior a 25 m.

De la mateixa manera que els hidrants, s'instal·laran dos tipus de BIEs:

- De 25 mm (pressió de 2 a 5 bars)
- De 45 mm (pressió de 2 a 5 bars)

Les BIEs de 25 mm s'instal·laran a les zones de risc d'incendi baix o mitjà i les BIEs de 45 mm a les zones de la planta amb un alt risc d'incendi.

#### Sistemes d'extinció per ruixadors automàtics d'aigua

Aquests sistemes de protecció s'instal·laran en els parcs de tancs d'emmagatzematge de líquids inflamables i en la zona d'oficines. Aquest sistema evita que el foc es propagui cap als tancs contigus en cas d'incendi.

#### Extintors

Les característiques i especificacions dels extintors d'incendi s'ajustaran al "Reglamento de aparatos de presión" i a la instrucció tècnica complementària corresponent (MIE-AP5)

La col·locació dels extintors es farà en llocs visibles i fàcilment accessibles. Es situaran a punts pròxims d'on s'estima una major probabilitat d'iniciar-se l'incendi i a la vora de les sortides. S'instal·laran sobre suports fixats a paraments verticals de manera que la part superior de l'extintor quedi a 1,7 m d'alçada. En les zones de risc alt es situaran a l'exterior.

Es situaran de manera que no hi hagi més de 15 m des de qualsevol punt on es pugui iniciar un incendi i l'extintor més proper.

Segons la UNE 23010, es consideren adequats per a cada una de les classes de foc els agents extintors que figuren a la taula següent:

Agente extintor	Clase de fuego				
	A	B	C	D	E
Agua pulverizada	Excelente	Aceptable para líquidos no solubles en agua y más densos que ésta.	Sin efecto	Peligroso	Peligroso
Agua a chorro	Correcto	Sin efecto	Sin efecto	Peligroso	Muy peligroso
CO <sub>2</sub>	Aceptable. Puede emplearse en fuegos pequeños. No apaga las brasas.	Aceptable. Puede emplearse en fuegos pequeños.	Sin efecto	Sin efecto	Correcto
Espuma física	Correcto	Correcto. No utilizar sobre líquidos miscibles con agua	Sin efecto	Sin efecto	Peligroso
Polvo seco normal (BC)	Aceptable. Puede emplearse en fuegos pequeños. No apaga las brasas	Correcto	Correcto	Sin efecto	Correcto
Polvo seco polivalente (antibrasa) ABC	Correcto	Correcto	Correcto	Sin efecto	Correcto sólo si la tensión es inferior a 35000 Voltios
Polvo seco especial para metales	Sin efecto	Sin efecto	Sin efecto	Correcto	Sin efecto
Substitutos de halones (FM200, NAF SIII, INERGEN, etc)	Aceptable. Puede emplearse en fuegos pequeños.	Aceptable para fuegos pequeños	Sin efecto	Sin efecto	Correcto

S'instal·laran extintors d'incendi portàtils a tots els sectors d'incendi de la planta, independentment del nivell de risc.

A les zones on hi ha un gran volum de combustible, com són els parcs de tancs, s'incrementarà la dotació d'extintors portàtils amb extintors mòbils sobre rodes de 50 Kg de pols ABC.

#### Dipòsit d'emmagatzematge d'aigua:

La planta disposarà d'un dipòsit d'emmagatzematge a nivell. Aquest dipòsit tindrà un volum suficient per satisfer la demanda d'aigua en el supòsit d'un incendi de les pitjors característiques amb una duració de dues hores.

El dipòsit estarà construït per formigó i s'impermeabilitzarà amb una capa de geotèxtil.

Estació de bombeig:

Per assegurar l'abastiment d'aigua a la xarxa contra incendis, és necessària una estació de bombeig. Aquesta estació ha de permetre proporcionar la pressió de treball necessària.

L'estació es situarà a les proximitats del dipòsit d'emmagatzematge d'aigua per tal de reduir la força de succió, en un recinte de fàcil accés i amb els sistemes de ventilació i renovació d'aire corresponents. El grup de bombeig principal disposarà d'un sistema d'arrencada manual i automàtic i un sistema de parada únicament manual. A més, disposarà d'un grup auxiliar que mantindrà el sistema sempre carregat. S'instal·laran vàlvules de tancament tant a les canonades d'aspiració i impulsió. La velocitat de l'aigua impulsada no superarà els 1,8 m/s.

5.3.3.1.3 Sistema d'evacuació en cas d'incendi:

Les mesures de seguretat següents per a la evacuació en cas d'incendi s'han elaborat mitjançant el Real Decret 2667/96 que fa referència a la "Norma Básica de la Edificación"

Per començar l'anàlisi de l'evacuació d'un edifici es considerarà origen de l'evacuació qualsevol punt ocupable. Els recorreguts de passadissos, escales i rampes seran mesurats per l'eix. Les rampes seran de paviment no relliscant per tal de prevenir riscos afegits deguts a la evacuació. Les escales mecàniques, muntacàrregues i ascensors no es consideraran vies útils.

Segons la normativa, es considerarà sortida d'emergència una escala oberta que condueixi a una planta fora de l'edifici, una porta d'accés a una escala protegida o una porta a l'espai exterior.

Les sortides i els recorreguts d'emergència estaran clarament senyalitzats. Les portes seran abatibles amb un eix vertical i fàcilment operables. L'amplada lliure mínima per portes o passos previstos com a sortides d'emergència serà igual o superior a 0,8 m. En les sortides, les portes seran d'una amplada igual o menor a 1,2 m i en el cas de portes de dues fulles de 0,6 m. L'amplada lliure de les escales i passadissos previstos com a parts del recorregut d'evacuació serà igual o superior a 1 m.

Per tal de contabilitzar el número de sortides del recinte, estimem el nivell d'ocupació a partir de l'article 6.2:

El Real Decret quantifica les sortides en funció dels treballadors de cada sector i del nivell de risc intrínsec. Per a sectors amb nivell de risc alt s'haurà de disposar de dues sortides d'emergència alternatives, en canvi, per a sectors amb nivell de risc mitjà es podrà disposar d'una sola sortida sempre que hi hagi menys de 50 persones.

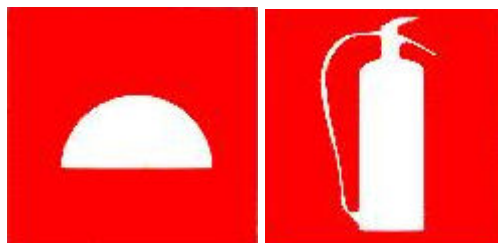
Enllumenat d'emergència:

Fa referència a la il·luminació que en cas de fallada de l'enllumenat general permetrà el desallotjament de les instal·lacions de forma segura. Aquesta instal·lació funcionarà de forma continuada i s'instal·larà per a senyalitzar portes, passadissos i sortides. També s'instal·larà en els espais on hi hagi quadres i centres de control.

5.3.3.1.4 Senyalització dels medis d'extinció:

Es senyalitzaran els medis de protecció contra incendis d'utilització manual sempre que no siguin fàcilment localitzables des de qualsevol punt de la zona que protegeixen. Els tipus de senyals i la ubicació pertinent estan definides a la norma UNE 23033 i el tamany a la norma UNE 81501

Les senyals de seguretat utilitzades per a senyalitzar els medis d'extinció són de color vermell, amb el símbol de color blanc i poden ser quadrades o rectangulars. A continuació es mostren dos exemples:



5.3.3.1.5 Manteniment dels medis d'extinció:

Totes les operacions de manteniment es realitzaran per personal especialitzat del fabricant o instal·lador de l'equip o pel personal de l'empresa de manteniment autoritzada.

Les operacions a dur a terme són les que venen marcades pel Real Decret 2267/2004 on s'indica el tipus de manteniment necessari per cada tipus d'equip i la periodicitat requerida en cada cas.

5.3.3.2 Protecció passiva

Els sistemes de protecció passiva són aquells que sense actuar directament sobre el foc, permet limitar-ne l'abast o confinar-lo en una àrea determinada. Permeten compartimentar el foc i facilitar l'evacuació de l'edifici. S'instal·larà una compartimentació horitzontal i una altra de vertical per tal d'impedir la propagació del foc i dels fums.

La compartimentació horitzontal estarà formada per:

- Parets o murs tallafocs amb obertures mínimes.
- Portes tallafocs amb la finalitat de protegir les obertures.
- Cubetes contenidores pels líquids inflamables.

La compartimentació vertical constarà de:

- Obertures d'ascensors i escales construïdes amb materials incombustibles.
- Es limitarà la presència de finestrals i s'utilitzarà marcs metàl·lics per a totes les obertures, a part de construir-se balcons per tal de separar el foc de la façana.



#### **5.4 Protecció de sistemes elèctrics:**

Es considerarà les característiques dels sistemes elèctrics utilitats a les plantes químiques amb la finalitat d'aportar energia o de transmetre senyals des del punt de vista de la seguretat:

La seguretat elèctrica inclou: la posta a terra dels diferents equips (ITC-BT-18), aspectes de seguretat referents a la subestació elèctrica i la necessitat d'assegurar la continuïtat elèctrica sempre que sigui necessari.

##### **5.4.1 Legislació aplicable:**

El disseny de sistemes elèctrics, a Espanya estan regulats pel *Ministerio de Industria*. En el nostre cas, aplicarem el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión" i les seves instruccions tècniques MIE-BT.

La legislació referida a electricitat és la següent:

- Real Decret 848/2002, del 2 d'agost, on s'aprova el "Reglamento Electrónico de Baja Tensión (REBT)
- Real Decret 614/2001, del 8 de juny, sobre "Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico".
- Real Decret 3171/1968, del 28 de novembre, on s'aprova el "Reglamento de líneas aéreas de alta tensión".
- Real Decret 2949/1982, del 15 d'octubre, on s'aprova el "Reglamento sobre acometidas eléctricas"

En el nostre cas, evitar la presència de combustible o comburent és molt difícil. Per tal el que hem de fer és prevenció per tal d'evitar guspises i sobreescalfaments que poguessin actuar com a font d'inflamació. Per evitar aquestes situacions s'instal·len materials elèctrics especials, dissenyats de manera que no produeixen guspises, en concordança al nivell de perillositat. Aquests materials són força més cars que els normals, per això s'instal·laran únicament allà on siguin necessaris. Les mesures de prevenció que cal aplicar són les que trobem dins la instrucció tècnica MIE-BT-026.

Segons ordena el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión" la persona que realitza, fa el manteniment bàsic o repara les instal·lacions elèctriques ha d'estar prèviament autoritzat i tenir el certificat de qualificació individual de baixa tensió.

## **5.5 Protecció dels riscos professionals**

Com a norma general, es prohibirà l'entrada a tota persona no autoritzada a les instal·lacions restringides de la planta. La prohibició s'anunciarà mitjançant un cartell ben visible i llegible.

### **5.5.1 Mesures correctives i de seguretat contra sorolls i vibracions**

El soroll, entès com a contaminació acústica, esta legislat mitjançant el Real Decret 1316/1989, del 27 d'octubre. Aconseguir uns nivells sonors adequats és qüestió del projecte i la planificació. S'han d'analitzar els possibles focus de soroll i les causes que els originen.

S'haurà de dur a terme un control de la contaminació acústica per conèixer els nivells d'exposició i veure si estan dins la normativa. Si s'obtingués un resultat negatiu, s'hauria de prendre les mesures correctores adequades per tal de protegir els treballadors.

### **5.5.2 Il·luminació**

Totes les zones de la planta, tant interiors com exteriors han d'estar previstes, en la mesura del possible, de la suficient llum natural i tenir il·luminació artificial adequada per a les hores que la il·luminació natural no sigui suficient. La il·luminació artificial no alterarà la percepció de les senyalitzacions ni suposaran cap risc d'accident pels treballadors.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente, como:

### **5.5.3. Senyalització general**

Una correcta senyalització és la tècnica de seguretat complementària més important. Diem complementària perquè no s'ha d'oblidar que mai elimina el risc. En matèria de senyalització consultem el RD 485/1997. Aquest real decret, obliga a alertar dels perills i a més a més, a informar de l'emplaçament de determinats equips o dispositius que tinguin importància per la seguretat (portes d'emergència, extintors,...)

Bàsicament diem que la senyalització ha de cridar l'atenció, alertar sobre l'existència de riscos o situacions d'emergència, facilitar la localització de medis de protecció i orientar els treballadors durant maniobres perilloses. Cal recordar sempre però que aquests sistemes de seguretat ens alerten del perill però mai l'eliminen. El que fem senyalitzant un perill és minimitzar-ne les conseqüències.

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
Amarillo, o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

*\*Colors de seguretat, significat i altres indicacions (RD 485/1997)*

Per a senyalitzar qualsevol cosa, primer que s'ha de fer és escollir el sentit amb què ens volem comunicar o transmetre.

#### 5.5.3.1 Senyalització lluminosa i acústica:

La llum emesa per la senyal provocarà un contrast apropiat respecte l'entorn, assegurant una bona percepció sense enlluernar.

La senyal acústica tindrà un nivell sonor per damunt del ambiental per permetre una bona audició des de tots els punts del sector.

#### 5.5.3.2 Senyalització de possibles caigudes i xocs:

Per senyalitzar desnivells, obstacles, perill de caigudes, cops o xocs s'utilitzarà la senyal següent:



Les vies de circulació de vehicles es delimitaran amb línies grogues ja que és un color més visible.

**5.5.3.3 Senyalització de recipients i canonades:**

Els recipients i tubs visibles que continguin productes perillosos s'hauran de senyalitzar segons la normativa. La coloració de les etiquetes de les canonades per tal de poder-les identificar en tot moment es farà en funció de la norma DIN-2403.

Fluido	Color Básico	Estado Fluido	Color Complementario	Ejemplo
ACEITES	Marrón	Gas-oil	Amarillo	
		De alquitrán	Negro	
		Bencina	Rojo	
		Benzol	Blanco	
*ÁCIDO	Naranja	Concentrado	Rojo	
AIRE	Azul	Caliente	Blanco	
		Comprimido	Rojo	
		Polvo carbón	Negro	
AGUA	Verde	Potable	Verde	
		Caliente	Blanco	
		Condensada	Amarillo	
		A presión	Rojo	
		Salada	Naranja	
		Uso industrial	Negro	
Residual	Negro + Negro			
ALQUITRÁN	Negro			
BASES	Violeta	Concentrado	Rojo	
GAS	Amarillo	Depurado	Amarillo	
		Bruto	Negro	
		Pobre	Azul	
		Alumbrado	Rojo	
		De agua	Verde	
		De aceite	Marrón	
		* Acetileno	Blanco + Blanco	
		* Ácido carbónico	Negro + Negro	
		* Oxígeno	Azul + Azul	
		* Hidrógeno	Rojo + Rojo	
		* Nitrógeno	Verde + Verde	
* Amoníaco	Violeta + Violeta			
VACÍO	Gris			
VAPOR	Rojo	De alta	Blanco	
		De escape	Verde	

\*Colors identificatius de canonades segons al norma DIN-2403

#### **5.5.4 Primers auxilis i atenció mèdica**

S'haurà de garantir poder prestar en tot moment primers auxilis per personal amb la formació pertinent. S'hauran d'adoptar mesures que puguin garantir l'evacuació dels treballadors afectats per una indisposició o accidentats per tal de rebre tractament mèdic adequat en cada cas.

Es disposarà de material de primers auxilis, degudament senyalitzat i de fàcil accés. El material contingut serà com a mínim l'especificat en la "Ordenación General de Seguridad y Salud en el Trabajo" Una senyal visible haurà d'informar de la direcció i el telèfon del servei local d'urgències, de la policia, del telèfon dels mossos d'esquadra, policia local, etc.... Els *botiquins* es revisaran mensualment per tal de reposar el material consumit. Tot el personal de nou ingrés, encara que siguin eventuals, passarà un reconeixement mèdic obligatori abans d'incorporar-se. A més, tot el personal es sotmetrà a reconeixements periòdics segons l'Ordre del 12 de gener de 1963 (B.O.E 13/03/1963) i l'Ordre del 15 de desembre de 1965 (B.O.E 17/01/1966)

#### **5.5.5 Instal·lacions d'higiene i benestar**

Coneixent el número de personal previst, es disposarà de vestuaris i serveis higiènics degudament dotats. Els vestuaris seran de fàcil accés i tindran les dimensions necessàries L'aigua potable que es subministrarà als serveis serà la procedent de la xarxa general d'abastiment d'aigua que existeixi a la zona.

El vestuari disposarà de cadires o bancs i de taquilles individuals amb clau per guardar les pertinències personals. Tant les dutxes, com els lavabos, com els W.C estaran separats per sexes o s'haurà de preveure la seva utilització per separat en diferents torns.

Els serveis higiènics disposaran d'un lavabo, i una dutxa amb aigua freda i calenta per cada deu treballadors i dos W.C per cada 25 treballadors. Estaran dotats sempre de miralls i calefacció.

Els treballadors disposaran de locals per descansar prop del seu lloc de treball amb els serveis i W.C pertinents. Les dones embarçades i les mares lactants tindran la possibilitat de descansar estirades.

La neteja i conservació de tot aquests espais s'efectuarà per un treballador amb dedicació necessària o un servei de neteja extern i cada cert temps, es procedirà a la seva revisió i comprovació del seu estat per part d'un responsable de seguretat de la planta.

En àrees com la de càrrega i descàrrega, o en punts de presa de mostra, les dutxes d'emergència i les fonts per rentar-se els ulls estaran com a màxim a 10 m dels llocs de treball indicats. El camí estarà lliure d'obstacles i degudament senyalitzat.

### **5.5.6 Equips de protecció individual (EPI)**

Un equip de protecció individual és qualsevol equip destinat a ser portat o subjectat pel treballador perquè el protegeixi d'un o varis riscos que puguin amenaçar la seva salut o la seva seguretat, així com qualsevol complement o accessori amb la mateixa finalitat.

Tota la informació sobre l'ús dels EPI es troba al Real Decret 773/1997 sobre "disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual".

Es subministrarà a cada treballador els següents equips de protecció individual, que utilitzaran o no en funció de la feina que hagin de realitzar en cada cas:

- Casc de polietilè
- Guants de PVC o goma
- Guants de cuir
- Botes de seguretat
- Roba de feina (ignífuga o no)
- Equipament per la pluja

#### **5.5.6.1 Tipus d'EPIs**

A continuació es definiran els principals tipus de EPI, els riscos dels quals protegeixen i la seva utilització. Tots els EPIs utilitzats portaran el marcatge CE

#### 5.5.6.1.1 Protectors del cap



Són els cascs de protecció contra xocs i impactes. Hi haurà un casc per cada treballador i un stock de reserva per a possibles visites. La utilització d'aquest EPI és obligatòria a tota la planta menys a les oficines, vestuaris, menjadors,...

A més, aquest EPI protegeix d'accions elèctriques, tèrmiques, mecàniques i d'una possible falta de visibilitat.

#### 5.5.6.1.2 Protectors de cara i ulls



Es disposarà de pantalles de protecció per la cara, que s'utilitzaran en les operacions de manteniment que convingui, com ara en feines de soldadura.

També es disposarà d'ulleres de seguretat. El seu ús, com en el cas del casc és obligatori a tota la planta excepte les oficines, menjador, ..., ja que es manipulen productes químics perillosos.

A més, aquest EPI protegeix d'accions tèrmiques, mecàniques i d'accions generals no específiques.

#### 5.5.6.1.3 Protectors auditius

La contaminació acústica pot produir danys greus sobre la salut dels treballadors. Per tant, es disposarà de protectors auditius, ja siguin taps, orelles, cascs de protecció auditiva, etc, de utilització voluntària en zones on el grau de soroll sigui inferior a 90 dB i obligatori en les zones on es superi aquest nivell.



#### 5.5.6.1.4 Altres EPIs

- Protectors de les vies respiratòries
- Protectors de peus (sabates de seguretat)
- Protectors de mans i braços (guant i manguitos)
- Protectors de cos sencers (contra el fred, calor, foc,...)
- Protectors contra les caigudes (arnés de seguretat)

### **5.6. Fitxes de seguretat:**

La fitxa de seguretat (FDS) d'un producte o substància química és una font important d'informació que complementa la informació continguda en l'etiqueta i constitueix una eina de treball molt útil, especialment en la prevenció de riscos laborals. Ens donen informació important de condicions d'emmagatzematge, d'operació, etc... Aquesta fitxa s'ha de proporcionar de manera obligatòria amb la primera entrega d'un producte químic perillós i es compon de 16 apartats que inclouen la informació disponible d'acord amb la normativa.



A continuació s'exposen les fitxes de seguretat de les següents substàncies presents en el nostre procés:

1. Àcid nítric (matèria prima)
2. Ciclohexanol (matèria prima)
3. Ciclohexanona (matèria prima)
4. Àcid Adípic (producte)
5. Àcid Glutàric (subproducte)
6. Anhídrid succínic (subproducte)
7.  $V_2O_5$  (catalitzador)

## 1. ACIDO NITRICO

ICSC: 0183

			
<b>ACIDO NITRICO</b> $\text{HNO}_3$ Masa molecular: 63.0			
Nº CAS 7697-37-2 Nº RTECS QU5775000 Nº ICSC 0183 Nº NU 2031 Nº CE 007-004-00-1			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con compuestos orgánicos o combustibles.	En caso de incendio en el entorno: no utilizar espuma.
<b>EXPLOSION</b>	Riesgo de incendio y explosión en contacto con muchos compuestos orgánicos.		En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
• INHALACION	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, pérdida del conocimiento (síntomas no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Quemaduras cutáneas graves, dolor, decoloración amarilla.	Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.

• INGESTION	Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, shock.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	NO provocar el vómito, dar a beber agua abundante, reposo y proporcionar asistencia médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
<p>Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables, neutralizar cuidadosamente el residuo con carbonato sódico y eliminarlo a continuación con agua abundante. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).</p>	<p>Separado de sustancias combustibles y reductoras, bases, compuestos orgánicos y alimentos y piensos. Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado.</p>	<p>Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. No transportar con alimentos y piensos.  símbolo O  símbolo C  R: 8-35  S: (1/2-)23-26-36-45  Nota: B  Clasificación de Peligros NU: 8  CE:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
<b>ICSC: 0183</b>	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994		


**1. ACIDO NITRICO (continuación)****ICSC: 0183**

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Líquido entre incoloro y amarillo, de olor acre.</p> <p><b>PELIGROS FISICOS</b></p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarla suavemente, produciendo óxidos de nitrógeno. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores, e.j., trementina, carbón, alcohol. La sustancia es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva para los metales. Reacciona violentamente con compuestos orgánicos (e.j., acetona, ácido acético, anhídrido acético), originando peligro de incendio y explosión. Ataca a algunos plásticos.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 2 ppm; 5.2 mg/m<sup>3</sup> (ACGIH 1993-1994). TLV (como STEL): 4 ppm; 10 mg/m<sup>3</sup> (ACGIH 1993-1994).</p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar (véanse Notas).</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b></p>
	<p><b>PROPIEDADES FISICAS</b></p> <p>Punto de ebullición: 121°C Punto de fusión: -41.6°C Densidad relativa (agua = 1): 1.4 Solubilidad en agua: Miscible</p>	<p>Presión de vapor, kPa a 20°C: 6.4 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.2 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.07</p>
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<b>NOTAS</b>		
<p>Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio).</p> <p>Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-9B Código NFPA: H 3; F 0; R 0;</p>		

## 2. CICLOHEXANOL

ICSC: 0243

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Combustible.	Evitar las llamas.	Polvo, AFFF, espuma o dióxido de carbono.
<b>EXPLOSION</b>	Por encima de 68°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 68°C, sistema cerrado, ventilación.	
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA FORMACION DE NIEBLA DEL PRODUCTO!	
• INHALACION	Tos. Vértigo. Somnolencia. Dolor de cabeza. Náuseas. Dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Piel seca. Enrojecimiento.	Guantes protectores. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas de protección de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal. Diarrea. (para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
<p>Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente precintable; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Eliminar el residuo con agua abundante. (protección personal adicional: respirador de filtro para gases y vapores orgánicos).</p>	<p>Separado de oxidantes fuertes. Mantener en lugar seco.</p>	<p>NU (Transporte): Ver pictograma en cabecera. CE:símbolo Xn R: 20/22-37/38 S: 2-24/25</p> 
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>		
<b>ICSC: 0243</b>		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003

**2. CICLOHEXANOL (continuación)****ICSC: 0243**

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Líquido hidrosκόpico incoloro. Cristales blancos, de olor característico.</p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> Reacciona violentamente con oxidantes fuertes. Ataca el plástico.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV: 50 ppm (como TWA); (piel) A3 (ACGIH 2003).  MAK: 50 ppm; 210 mg/m<sup>3</sup>; I(1); H (DFG 2003) grupo de embarazo de riesgo: IIc</p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> Por evaporación de esta sustancia a 20°C no se alcanza, o se alcanza sólo muy lentamente, una concentración nociva en el aire.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos , la piel y el tracto respiratorio.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> El líquido desengrasa la piel.</p>
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	<p>Punto de ebullición: 161°C Punto de fusión: 23°C Densidad relativa (agua = 1): 0.96 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 4 Presión de vapor, kPa a 20°C: 0.13 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.5</p>	<p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.00 Punto de inflamación: 68°C c.c. Temperatura de autoignición: 300°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.4-12 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 1.2</p>

## 3. CICLOHEXANONA

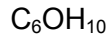
ICSC: 0425

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Inflamable.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar.	Polvos, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
<b>EXPLOSION</b>	Por encima de 44°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 44°C: sistema cerrado, ventilación.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.
• INHALACION	Tos, vértigo, somnolencia, pesadez, dolor de garganta, pérdida de conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y someter a atención médica.
• PIEL	¡PUEDE ABSORBERSE! Piel seca, enrojecimiento.	Guantes protectores, traje de protección.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo,
• OJOS	Lagrimo, enrojecimiento, dolor, opacidad de la córnea.	Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• INGESTION	Dolor abdominal, sensación de quemazón, somnolencia, pesadez, pérdida de conocimiento.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, dar a beber abundante agua y someter a atención médica.

Nº CAS 108-94-1  
 Nº RTECS GW1050000  
 Nº ICSC 0425  
 Nº NU 1915  
 Nº CE 606-010-00-7

**CICLOHEXANONA**


Pimelin cetona



Masa molecular: 98.2



INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilación. Recoger el líquido procedente de una fuga en recipientes herméticos, eliminar el líquido derramado con agua abundante.	Separado de oxidantes. Ventilación a ras del suelo.	símbolo Xn R: 10-20 S: (2-)25 Clasificación de Peligros NU:3 Grupo de Envasado NU: III CE: 
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>		
<b>ICSC: 0425</b> <div style="float: right; font-size: small;">Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994</div>		

### 3.CICLOHEXANONA (continuación)

ICSC: 0425

<b>D A T O S I M P O R T A N T E S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Líquido incoloro, de olor característico.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y a través de la piel.
	<b>PELIGROS FISICOS</b> El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante .	<b>RIESGO DE INHALACION</b> Por la evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante lentamente una concentración nociva en el aire.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> En combustión, formación de monóxido de carbono. Reacciona con oxidantes y ácido nítrico, originando riesgo de incendio y explosión.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> El vapor de esta sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del vapor de esta sustancia puede originar depresión del sistema nervioso central y degeneración hepática y renal. La exposición muy por encima del OEL podría causar disminución de la consciencia.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 25 ppm; 100 mg/m <sup>3</sup> (piel) (ACGIH 1990-1991).	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La exposición a inhalación prolongada o repetida puede originar asma, degeneración hepática y renal. El líquido desengrasa la piel.




<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	Punto de ebullició: 156°C Punto de fusió: -32.1°C Densitat relativa (aigua = 1): 0.947 Solubilitat en aigua, g/100 ml a 30°C: 5 Pressió de vapor, Pa a 20°C: 267	Densitat relativa de vapor (aire = 1): 3.4 Punto de inflamació: 44°C Temperatura de autoignició: 420°C Límits de explosivitat, % en volum en el aire: 1.1 Coeficient de repartiment octanol/aigua com a log Pow: 0.81
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<b>NOTAS</b>		
<p>La ciclohexanona dissolueix la majoria de plàstics, resines i cautxú. El consum de begudes alcohòliques augmenta l'efecte nociu. La alerta per l'olor és insuficient quan es supera el valor límit d'exposició. Noms comercials: Anon, anone, Hexanone, Hytrol O, Nadone, Sextone.</p>		

## 4. ACIDO ADIPICO

ICSC: 0369

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Combustible.	Evitar llama abierta.	Espuma, dióxido de carbono, pulverización con agua, polvo.
<b>EXPLOSION</b>	Las partículas finamente dispersas forman mezclas explosivas en el aire.	Evitar el depósito de polvo. Sistema cerrado, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión de polvo.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! ¡HIGIENE ESTRICTA!	
• INHALACION	Tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y someter a atención médica.
• PIEL	Enrojecimiento.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• INGESTION		No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, reposo y someter a atención médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente de plástico. Eliminar el residuo con agua abundante.		símbolo Xi R: 36 S: 2 CE: 
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>		
<b>ICSC: 0369</b>	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	

**4. ACIDO ADIPICO (continuación)****ICSC: 0369**

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO VIAS DE EXPOSICION</b> Polvo cristalino, incoloro e inodoro.</p> <p><b>PELIGROS FISICOS</b> Es posible la explosión de polvo si se encuentra mezclada con el aire en forma pulverulenta o granular. Si está seca, puede cargarse electrostáticamente por turbulencia, transporte neumático, vertido, etc.</p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo vapores volátiles de ácido valérico y otras sustancias. La sustancia es un ácido débil. Reacciona con materiales oxidantes.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV no establecido.</p>	<p>La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable. Sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por dispersión.</p> <p><b>EFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del aerosol de la sustancia puede originar reacciones asmáticas (véanse Notas).</p> <p><b>EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La exposición a inhalación prolongada o repetida puede originar asma.</p>
	<p><b>PROPIEDADES FISICAS</b></p> <p>Punto de ebullición: 338°C Punto de fusión: 152°C Densidad relativa (agua = 1): 1.36 Solubilidad en agua: moderada (1.4 g/100 ml a 15°C) Presión de vapor, Pa a 18.5°C: 10</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 5.04 Punto de inflamación: 196°C Temperatura de autoignición: 422°C Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.08</p>

## 5. ACIDO GLUTARICO

ICSC: 1367



**Ácido 1,5-pentanodioico**  
**Ácido 1,3-propanodicarboxílico**  
 $C_5H_8O_4$  /  $COOH(CH_2)_3COOH$   
 Masa molecular: 132.1

Nº CAS 110-94-1  
 Nº RTECS MA3740000  
 Nº ICSC 1367

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Combustible.	Evitar las llamas.	Agua pulverizada, polvo.
<b>EXPLOSION</b>			
<b>EXPOSICION</b>			
• INHALACION	Tos. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
• PIEL	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas de protección de seguridad, 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.
• INGESTION	Dolor abdominal.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente tapado; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Eliminarlo a continuación con agua abundante.		Separado de bases.	NU (transporte): No clasificado. CE: No clasificado.

## VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 1367

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003



## 5. ACIDO GLUTARICO (continuación)

ICSC: 1367

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Cristales incoloros.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> La disolución en agua es moderadamente ácida.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire al dispersar.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV no establecido. MAK no establecido.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Punto de ebullición (se descompone): 302-304°C Punto de fusión: 98°C Densidad: 1.4 g/cm <sup>3</sup>	Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 63.9 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.47/-0.08 (calculado)
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<b>NOTAS</b>		

ICSC: 1312

## 6. ANHIDRIDO SUCCINICO

			
<b>2,5-Dicetotetrahidrofurano</b> <b>Anhídrido butanodioico</b> <b>Tetrahidro-2,5-dioxofurano</b> $C_4H_4O_3$ Masa molecular: 100.08			
Nº CAS 108-30-5 Nº RTECS WN0875000 Nº ICSC 1312 Nº CE 607-103-00-5			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO			
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• INHALACION	Tos. Jadeo. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
• PIEL	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes protectores.	Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
• OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas ajustadas de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Diarrea. Náuseas. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. Dar a beber agua abundante.
DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Eliminar todas las fuentes de ignición. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente tapado; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión.		NU (transporte): No clasificado CE: símbolo Xi R: 36/37 S: 2-25 	

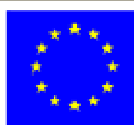
**6. ANHIDRIDO SUCCINICO (continuación)****ICSC: 1312**

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Cristales incoloros o copos.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación.
	<b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarla intensamente.	<b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire al dispersar.
	<b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV no establecido. MAK no establecido.	<b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	Punto de ebullición: 261°C Punto de fusión: 119.6°C Densidad relativa (agua = 1): 1.503	Solubilidad en agua: ninguna Presión de vapor, kPa a 92°C: 1.3
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		
<b>NOTAS</b>		

## 7. PENTAOXIDO DE DIVANADIO

ICSC: 0596

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPLOSION</b>			
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DE POLVOS! ¡HIGIENE ESTRICTA!	
• INHALACION	Sensación de quemazón de la nariz, garganta y vías respiratorias superiores, tos, jadeo.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y someter a atención médica.
• PIEL	Enrojecimiento, sensación de quemazón.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor, conjuntivitis.	Gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.



INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

**PENTAOXIDO DE DIVANADIO**

Pentaóxido de vanadio

Óxido de vanadio (V)

(polvo)

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Masa molecular: 181.88

Nº CAS 1314-62-1

Nº RTECS YW2450000 V2O5 polvo, YW2460000 V2O5 (humos)



Nº ICSC 0596

Nº NU 2862

Nº CE 023-001-00-8





<ul style="list-style-type: none"> <li>• INGESTION</li> </ul>	Dolor abdominal, diarrea, somnolencia, vómitos, pérdida de conocimiento, síntomas de intoxicación sistémica severa y muerte.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Dar a beber abundante agua, provocar el vómito (¡UNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES!) y someter a atención médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO		ENVASADO Y ETIQUETADO
Aspirar la sustancia derramada, recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 para partículas nocivas).			símbolo T símbolo N R: 20/22-37-40-48/23-51/53-63 S: (1/2-)36/37-38-45-61 Clasificación de Peligros NU: 6.1 CE: <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;">   </div>
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
<b>ICSC: 0596</b>	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994		

## 7. PENTAOXIDO DE DIVANADIO (continuación)

ICSC: 0596

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Polvo cristalino, de amarillo a rojo, o sólido, en diversas formas.</p> <p><b>PELIGROS FISICOS</b></p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> Durante un calentamiento intenso se producen humos tóxicos. Actúa como un catalizador en reacciones de oxidación.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como TWA): 0.05 mg/m<sup>3</sup> (como V)(ACGIH 1990-1991).</p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por dispersión.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> El aerosol de esta sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La inhalación del aerosol puede originar edema pulmonar (véanse Notas). La inhalación de altas concentraciones puede originar traqueítis, bronquitis, broncoespasmos y, posiblemente, intoxicación sistémica (véanse Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. Los pulmones pueden ser afectados por la inhalación de concentraciones altas de polvo o humos. Puede dar lugar a una coloración verdosa-negrucza de la lengua.</p>	
	<p><b>PROPIEDADES FISICAS</b></p>	<p>Punto de ebullición (se descompone): 1750°C Punto de fusión: 690°C</p>	<p>Densidad relativa (agua = 1): 3.36 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0.8</p>
	<p><b>DATOS AMBIENTALES</b></p>		
	<b>NOTAS</b>		
<p>Según el grado de exposición, se afectan varios órganos (intoxicación sistémica). Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto a menudo hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un spray adecuado por un médico o persona por él autorizada.</p>			

## 6. MEDI AMBIENT

**ÍNDEX:**

6.1. Efluents líquids	1-8
6.1.1 Legislació	1
6.1.2. Identificació dels efluents líquids de la planta	2-3
6.1.3. Tractament de les aigües residuals de la planta	3-8
6.1.3.1. Disseny de la planta de depuració	3-8
6.1.3.1.1 Neutralització i homogeneïtzació del corrent a depurar	
6.1.3.1.2. Desnitrificació del corrent	
6.1.3.1.3. Fraccionament amb aire del corrent desnitrificat	
6.1.3.1.4. Sedimentador	
6.1.3.2. Resultats del procés de depuració	8
6.2. Efluents gasosos	9
6.2.1. Legislació	9
6.2.1.1. Protocol de Kioto sobre el canvi climàtic	10-11
6.2.2. Identificació dels efluents gasosos de la planta	11-12
6.2.3. Tractament dels efluents gasosos de la planta	12-13
6.2.3.1. Primera absorció (CA-301)	14-15
6.2.3.2. Reactor de combustió (R-201)	16-17
6.2.3.3. Segona absorció (CA-201)	17-18
6.2.3.4. Xemeneia (X-201)	19-21
6.3. Contaminació acústica	22
6.3.1. Legislació	22

A continuació s'estudiarà l'impacte ambiental produït per la planta, dividint les emissions produïdes segons l'estat en que s'emeten al medi. El procés estudiat produeix una quantitat de residus importants, tant líquides com gasoses.

## 6.1 Efluents líquids:

### 6.1.1 Legislació:

La legislació existent que regula el tractament i abocament d'aigües residuals és la següent:

- Llei 5/1981, del 4 de juny, sobre desplegament legislatiu en matèria d'evacuació i tractament d'aigües residuals.
- Decret 83/1996, del 5 de març sobre mesures de regulació d'abocaments d'aigües residuals.
- Ordre del 19 de febrer de 1987, amb normes complementàries en matèria d'autoritzacions de l'abocament d'aigües residuals.
- Real Decret 849/86, "Reglamento Público Hidráulico" publicat el 30 de abril, BOE 103.

La legislació indica els paràmetres màxims admissibles per a l'abocament de residus líquids industrials. En el nostre cas, els valors que ens interessaran són els del cas d'abocament a un col·lector de la zona industrial i que a continuació, es dirigiran cap a la depuradora municipal. Els paràmetres de l'efluent de la planta que haurem de controlar seran els següents:

Paràmetre	Valor límit
Temperatura (°C)	40
pH	6 – 10
DQO (ppm)	1500
N (ppm)	100

*\*Paràmetres a complir per les aigües de sortida de la planta*

### **6.1.2 Identificació dels efluents líquids de la planta:**

A continuació estudiarem tots els possibles focus d'efluents líquids i el tractament al qual s'hauran de sotmetre per tal de poder ser avocats:

- **Aigües de procés:** en aquest grup s'hi inclou els residus líquids generats en el procés, que en el nostre cas és bàsicament a l'aigua extreta per caps de les columnes de destil·lació CD-301, CD-302, CD-303 i CD-304, les purgues i l'aigua utilitzada per al rentat dels equips. S'ha de tenir en compte també possibles fuges, residus produïts degut a una mala operació, etc. Tots aquests corrents duen alguna substància química que impedeix el seu abocament directe a la xarxa de clavegueram. Aquestes aigües són les més contaminades de la planta i per això es recolliran i posteriorment es depuraran a la depuradora instal·lada a la planta.
- **Aigües de servei:** Aquest grup tindrà una composició similar a la de les aigües urbanes i per això es podran avocar directament sense haver de pretractar-les. Només s'hauran de tractar a la depuradora en cas de contaminació per algun accident, com ara en el cas d'una fuga. Aleshores, aquestes aigües haurien de rebre el tractament adequat abans de ser avocades.
- **Efluents líquids produïts durant la posta en marxa:** Durant la posta en marxa, fins que s'assoleix l'estat estacionari, es generen a la planta un seguit de residus líquids que es tractaran a la depuradora de la planta.
- **Aigües de pluja:** en principi, l'aigua de pluja no hauria de estar en contacte amb cap producte químic, ja que totes les zones de procés són cobertes. El parc de tancs però està a l'aire lliure i, tot i que està equipat amb una cubeta de retenció, podria donar-se la contaminació d'aquestes aigües. Així doncs, per tal d'evitar possibles accidents, el col·lector d'aigua de pluja es connectarà amb els tancs d'homogeneïtzació de la planta depuradora per si els calgués rebre algun tractament.

- **Zones de càrrega i descàrrega de matèria prima i producte acabat:** Ambdues zones s'equiparan amb col·lectors per tal de transportar aquestes aigües cap a la depuradora de la planta.
- **Lubricants de maquinària:** Tota una sèrie d'equips com ara agitadors, compressors, bombes, etc, s'han de lubricar amb olis sintètics que s'hauran de renovar cada cert temps. Aquests olis residuals es recolliran i s'enviaran a una planta de gestió de residus especialitzada. S'ha de tenir en compte però, que les aigües de rentar aquests equips quedaran contaminades i s'haurà de tractar.
- **Aigua sanitària:** és aigua provinent de serveis i vestuaris de la planta. Així doncs, la contaminació d'aquesta aigua no és diferent a la de l'aigua urbana i per tant, no es preveu el seu tractament. S'avocarà directament a la xarxa pública.

### **6.1.3 Tractament de les aigües residuals de la planta**

El corrent residual líquid de la planta, es tracta dins la mateixa per tal de poder ser avocat a la xarxa municipal d'aigües residuals. El tractament d'aquest residu es dur a terme en l'àrea 600. A continuació s'explicarà detalladament els elements que constitueixen la planta depuradora i el seu funcionament:

#### **6.1.3.1 Disseny de la planta de depuració:**

La composició del corrent residual total per depurar és la següent:

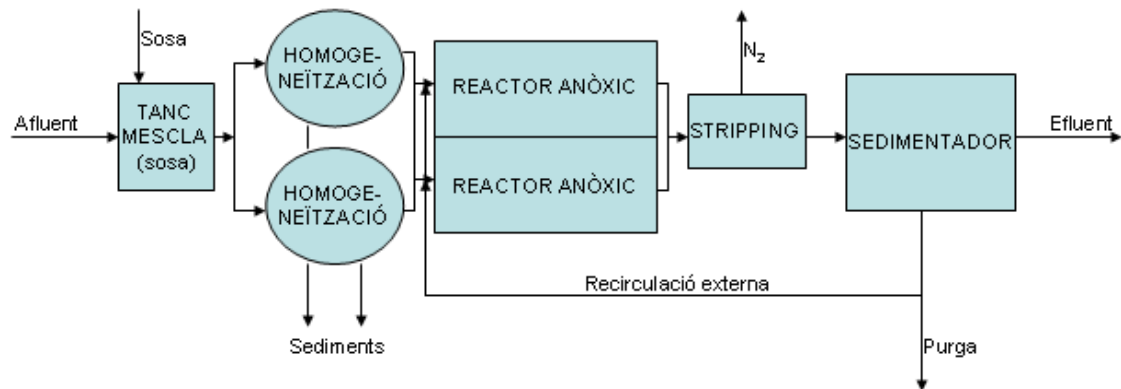
$$\text{Cabal màssic total} = 43146,35 \text{ Kg/h}$$

$$\text{Cabal volumètric total} = 44 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Temperatura arribada} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

<b>Component</b>	<b>Cabal màssic (Kg/h)</b>
Aigua	42351,24
Àcid nítric	447,30
Àcid adípic	1,90
Succínic	0,81
Glutàric	4,38
Cu <sup>2+</sup>	7,14
V <sup>5+</sup>	0,67
Orgànics	332,91

Degut a la composició de l'afluent a la zona de depuració, es requeriran una sèrie de tractaments, tant químics com biològics. A continuació, es mostra un diagrama de blocs del tractament escollit per depurar aquest efluent de la planta:



#### 6.1.3.1.1 Neutralització i homogeneïtzació del corrent a depurar:

El contingut de nítric d'aquest corrent és molt elevat, per tant, és fàcil de veure que el pH del corrent suposarà un inconvenient de cara al tractament biològic. Calculant el pH del corrent, s'obté que té un pH de 0,164.

Degut al baix pH amb què arriba aquest corrent, no es pot procedir a depurar biològicament, ja que per fer-ho, s'ha d'assegurar un pH entre 6,2 i 8,5 per tal de no generar problemes d'inhibició.

Per solucionar aquest problema, es procedirà a neutralitzar el corrent. S'ha de neutralitzar un àcid fort com és l'àcid nítric i, per tant, utilitzarem una base forta. En el nostre cas, utilitzarem sosa càustica. La sosa comercial es pot trobar bàsicament en estat sòlid (perles) o en estat líquid. Pel tipus d'instal·lació que estem estudiant, comprarem i utilitzarem sosa líquida (amb una composició del 50% en massa).



Afegint sosa al corrent s'aconsegueix fer augmentar el pH de l'afluent al tractament biològic, i també fer precipitar òxid de vanadi ( $V_2O_5$ ) i hidròxid de coure ( $Cu(OH)_2$ ). L'aparició d'aquests precipitats ens és favorable, ja que al mateix neutralitzar el corrent s'extraurà el coure i vanadi presents en aquest. L'òxid de vanadi és un dels catalitzadors utilitzats en la reacció principal del procés. Aquest òxid és soluble només en medis àcids i per tant, al augmentar el pH del medi precipitarà. El coure prové de l'altre catalitzador, el nitrat de coure tetrahidratat. Aquest compost no precipitaria però en presència de sosa, l'hidròxid de coure resultant sí que ho farà.

L'addició de sosa es realitzarà en un tanc agitat de  $0,35 \text{ m}^3$  anterior als tancs d'homogeneïtzació, ja que així es podrà assolir una bona mescla abans de deixar reposar el corrent per a que es doni la precipitació.

Els tancs d'homogeneïtzació, tenen a com a finalitat la matisació de possibles puntes de cabal i concentració del corrent d'entrada al reactor que poguessin fer baixar l'eficiència del sistema i en aquest cas també, actuen com a tancs de precipitació. Val a dir també, que al reposar el fluid en un tanc obert a l'atmosfera, disminuirà la temperatura del fluid, paràmetre també important per tal de iniciar el tractament biològic.

Al formar-se aquestes sals, s'ha de preveure l'extracció d'aquests sediments i per això es dissenyarà un sistema de dos tancs en paral·lel. El volum d'un sol tanc permetria tractar tot el corrent però ambdós tancs estaran en ús simultàniament i només es tancarà l'entrada de qualsevol dels dos per tasques de neteja (extracció sediments) o manteniment quan sigui necessari. Els residus sòlids que s'extrauran durant aquestes tasques de neteja, s'emmagatzemaran i se'ls endurà una agència de recollida de residus.

Per tant, es construïran dues basses de  $180 \text{ m}^3$  cada una, enterrades, circulars i fetes amb formigó, les dimensions de les quals seran:

Diàmetre = 8,1 m

Alçada útil = 3,5 m.

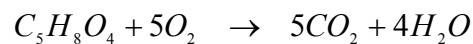
Les aigües, un cop neutralitzades, tindran un pH entre 6 i 8, per tant, ja es podrà procedir amb el tractament biològic. Per les característiques del corrent arribats a aquest punt, hem decidit fer directament una desnitrificació en un reactor anòxic.

#### 6.1.3.1.2 Desnitrificació del corrent:

Per decidir el procediment a seguir, es va calcular la quantitat de nitrogen total present en el corrent i la concentració de DQO.

Com a font de carboni es disposa d'adípic, glutàric, succínic i orgànics. Aquests orgànics són altres subproductes de la reacció principal que no estan definits. Per tant, els càlculs de DQO s'han fet considerant que tota font de carboni existent és glutàric.

Oxidació del glutàric:



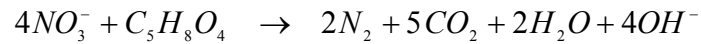
El corrent a tractar conté:

- Una concentració de DQO de  $9302,96 \frac{g \text{ DQO}}{m^3}$
- Una concentració de nitrogen de  $2259,73 \frac{g \text{ N}}{m^3}$

Per tant, la relació DQO:N és un valor molt comú i que s'ajusta perfectament al procés de desnitrificació que es portarà a terme:

$$\frac{DQO}{N} = \frac{9302,96}{2259,73} = 4,12$$

Durant el procés de desnitrificació, en absència d'oxigen, els microorganismes heteròtrofs facultatius utilitzen el nitrat com a acceptor d'electrons i el transformen a nitrogen gasós. La reacció global de desnitrificació utilitzant glutàric com a font de carboni es pot escriure com:



Dissenyarem 2 reactors que treballin en paral·lel. De fet, serà com un sol tanc dividit per la meitat. Un cop calculat el volum, fixant una profunditat útil de 3,5 m, s'obté un valor pels costats de 25 m de longitud per 9,2 m d'amplada per cada reactor. El reactors anòxics són reactors agitats. S'ha de tenir en compte però que no ens interessa la introducció d'oxigen dins del fluid i per tant, s'utilitzen agitadors de pales submergides.

#### 6.1.3.1.3 Fraccionament amb aire del corrent desnitrificat:

En la desnitrificació, el nitrogen present en el corrent en forma de nitrat es converteix a nitrogen gasós i per tant, es procedirà a fer un fraccionament amb aire (stripping) del corrent per tal d'extreure el  $N_2$  que pugui quedar dissolt en el si del fluid. Per dissenyar el tanc d'stripping, s'ha fixat un temps de residència de 10 minuts i s'obté un volum de  $12 \text{ m}^3$ . Les dimensions escollides són una alçada útil de 3,5 m i un diàmetre de 2,1m.

#### 6.1.3.1.4 Sedimentador:

A continuació és necessari instal·lar un sedimentador per tal de poder extreure par dels llots i recircular-ne una altra, per tal de poder treballar en estat estacionari i poder obtenir així un efluent net i que compleixi la legislació que s'exigeix.

El càlcul de l'àrea de sedimentació és funció del corrent i de la càrrega superficial. La càrrega superficial és un valor tabulat, i per aquest tipus de sistemes, aquest valor esta

comprès entre  $[16 - 28] \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot d}$ .

Un cop calculat el volum cal comprovar que la càrrega de sòlids estigui dins del rang de valors típics, que està entre  $4 - 6 \frac{Kg}{m^2 \cdot h}$ .

Per tant, el sedimentador dissenyat té un volum de 175 m<sup>3</sup>.

Cal assenyalar, que el corrent de sortida del sedimentador es conduirà fins al col·lector de la zona industrial, que portarà aquesta aigua a la depuradora municipal, on rebrà el tractament adequat abans de ser avocades al medi natural.

### 6.1.3.2 Resultats del procés de depuració:

El procés esta dissenyat per tal de consumir tot el nitrogen dissolt. Per instal·lacions semblants a la nostra, les eficàcies que trobem a la bibliografia són molt altes, al voltant del 95-100%.

La legislació permet una concentració de nitrogen total a la sortida de 100 ppm, per tant, la nostra planta la complirà sempre i quan l'eficàcia estigui per sobre del 95,6%.

$$[N]_{FINAL} = 2259,73 \cdot (1 - 0,956) = 99,43 \text{ ppm}$$

Com que la relació DQO:N a l'entrada és de 4,12 s'obtindrà una DQO de sortida molt baixa, molt per sota de la permessa per la legislació, que és de 1500 ppm per casos com el nostre (aigua industrial que anirà a parar a un col·lector i s'enviarà a la depuradora municipal).

*\*Observacions:* Tots els càlculs realitzats pel disseny de la planta de depuració es poden consultar a l'apartat de Manual de Càlculs i la situació d'aquesta àrea dins la planta en el Diagrama d'implantació general (àrea 600).

## 6.2 Efluents gasosos:

### 6.2.1 Legislació:

El departament de medi ambient de la Generalitat de Catalunya, és l'organisme competent en matèria de reglamentació de les emissions de la planta de producció. Aquest departament fa un seguiment de les emissions per tal de controlar que aquestes no sobrepassin els nivells d'emissió permesos.

L'annex del decret 322/1987 estableix el CAPCA (Catàleg d'Activitats industrials Potencialment Contaminants de l'Atmosfera).

La legislació existent en matèria de contaminació atmosfèrica s'anomena a continuació:

- Llei 38/1972, "Protección del Ambiente Atmosférico". (BOE nº 319, de 26-12-72).
- Decret 833/1975, del 6 de febrer que desenvolupa la llei 38/1972 de "Protección del Ambiente Atmosférico" (BOE nº 96, de 22-4-75). M.A 1975\820.
- Ordre del 18 d'octubre de 1976, sobre "Prevención y corrección de la Contaminación Atmosférica Industrial". (BOE nº 290, de 3-12-76). M.A 1976\2300
- Llei 22/1983, del 21 de novembre, de "Protección del Ambiente Atmosférico" (DOGC 385, data de publicació 20/11/83).
- Decret 322/1987, del 23 de setembre, annex de la llei 22/1983 (DOGC 919, data de publicació 25/11/1987).
- Llei 7/1989, del 5 de juny, que modifica la llei 22/1983, de protecció de l'ambient atmosfèric (DOGC 1153, data de publicació 09/06/1989).
- Llei 6/1996, del 18 juny, modificació de la llei 22/1983 (DOGC 2223, data de publicació 28/06/96).
- Decret 398/1996, del 12 de desembre, regulador del sistema de plans graduals de reducció d'emissions a l'atmosfera.

- Real Decret 1866/2004 del 6 de setembre, en el que s'aprova el Pla Nacional de drets d'emissió, 2005-2007.
- Real Decreto 60/2005 del 21 de gener, en el que es modifica el Real Decret 1866/2004, del 6 de setembre, en el que s'aprova el Pla Nacional d'assignació de drets d'emissió, 2005-2007.
- Decret 833/75 del 6 de febrer de "Contaminación Atmosférica", que desenvolupa la llei 38/1972, del 22 de desembre, de "Protección del Ambiente Atmosférico".

#### **6.2.1.1 Protocol de Kioto sobre el canvi climàtic**

Arribats a aquest punt, cal també fer esment al protocol de Kioto. El protocol de Kioto és un acord internacional que té com a objectiu reduir les emissions de sis gasos promotors de l'escalfament global del planeta, com són el CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, i el SF<sub>6</sub>. S'estima una reducció del 5% de les emissions en un període comprès entre 2008 i 2012. El percentatge de reducció està referit a les emissions de l'any 1990. Aquest percentatge de reducció és global, és a dir, que cada país té els seus propis percentatges de reducció fixats.

La unió europea, com a agent especialment actiu en la redacció del Protocol, es va comprometre a reduir les emissions en un 5,2% respecte 1990. No obstant, a cada país se li atorgà un percentatge diferent en funció de diverses variables econòmiques i mediambientals.

Paradigmàticament, Espanya es va comprometre a augmentar les seves emissions en un màxim del 15% i és, tot i així, el país europeu amb menys possibilitats de complir el pacte, ja que el creixement de les emissions durant els últims anys segons el Ministerio de Medio Ambient és el següent:

Any	% creixement respecte 1990
1996	7
1997	15
1998	18
1999	28
2000	33
2001	33
2002	39
2003	41
2004	47
2005	52
2006	56
2007	48

*\*Creixement de les emissions a Espanya des de l'any 1990*

### **6.2.2 Identificació dels efluents gasosos de la planta:**

- **Gasos procedents dels reactors R-301 i R-302:** Aquest corrent es compon de NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O i CO<sub>2</sub>. Aquests efluents s'absorbiran amb aigua (CA-301), ja que els òxids de nitrogen reaccionen amb aigua formant àcid nítric. El corrent de nítric resultant s'envia a la columna de destil·lació CD-301. El corrent gasós, després de l'absorció, encara contindrà el N<sub>2</sub>O i per tant, es procedirà a fer un tractament tèrmic (R-201) i una segona absorció amb aigua per tal d'extreure el òxid de nitrogen format durant aquest tractament. En la segona absorció (CA-201), el corrent de nítric format es recircula igualment al circuit de procés, ja que s'utilitzarà en el rentat de les columnes de bescanvi iònic, i a continuació s'enviarà a depurar. El corrent gasós que s'obté ja es pot abocar a l'atmosfera a través d'una xemeneia (X-201).

- **Gasos procedents de la columna d' stripping (CS-301):** La finalitat d'aquesta columna és desabsorbir els gasosos dissolts en el corrent líquid de sortida del reactor. Així doncs, el corrent de gasos que prové d'aquesta columna conté NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, i O<sub>2</sub>. El tractament a aplicar serà el mateix i per tant, s'ajuntarà amb el corrent de gasos provinent del reactor.
- **Gasos procedents del venteig i vàlvules de seguretat:** Aquests efluent no s'obtenen de manera continua, sinó que s'obtenen en certes fases d'operació i de forma esporàdica, com ara en la posta en marxa i parada de la planta. Es desconeix la composició d'aquests efluent, però estaran formats per òxids de nitrogen i òxid nítrós tals com NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O. Per tant, el tractament que rebran serà el mateix que en els punts anteriors.

### **6.2.3 Tractament dels efluent gasosos de la planta:**

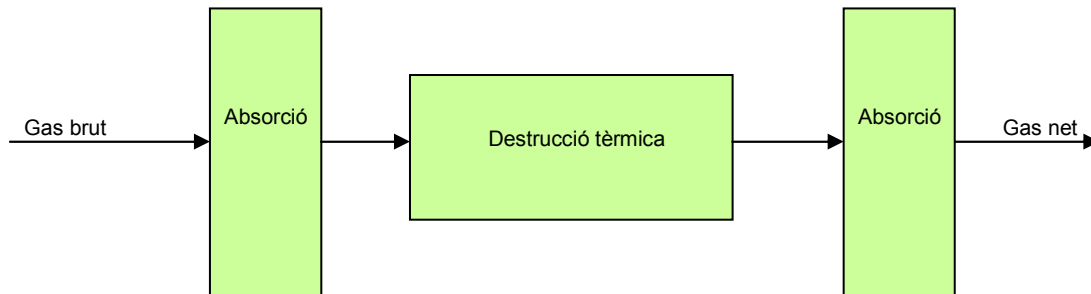
Hi ha plantes de producció d'àcid adípic en operació per tot el món. Aquest procés ha estat senyalat com a font important d'òxid nítrós. La reacció d'oxidació del KA genera N<sub>2</sub>O inevitablement, es generen aproximadament 0,25 Kg N<sub>2</sub>O/Kg AA. Les principals tecnologies per l'abatiment en la indústria de l'àcid adípic són la descomposició catalítica i tèrmica. En el nostre cas, hem optat per una destrucció tèrmica, ja que valorant els avantatges i inconvenients de cada metodologia, hem pensat que era la millor opció. Els principals avantatges de la destrucció tèrmica és que no es generen residus de cap tipus, ja que no hi ha reemplaçament de catalitzador, i que l'eficàcia de descomposició és superior, es parla d'eficàcies d'entre 99,5% i 100%.

La composició del corrent gasós a tractar és la següent:

<b>Component</b>	<b>Cabal màssic (Kg/h)</b>
NO	1108,08
N <sub>2</sub> O	2434,63
NO <sub>2</sub>	1108,08
CO <sub>2</sub>	218,46
N <sub>2</sub>	580
O <sub>2</sub>	1420
<b>total</b>	<b>6869,25</b>



El diagrama de blocs del tractament del corrent anterior és el següent:



Per tant, el procediment a seguir serà el següent:

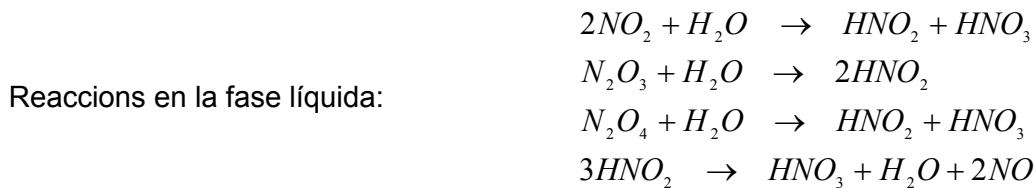
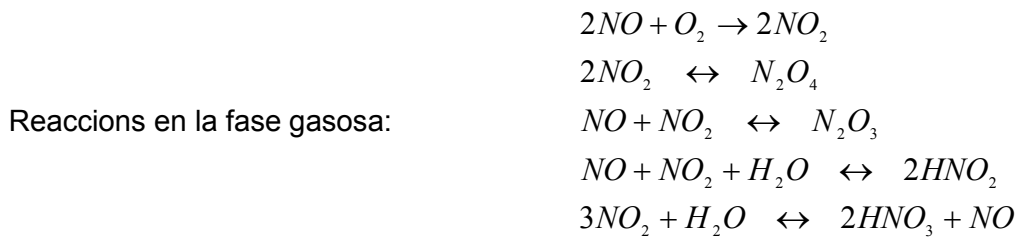
Primerament es farà una absorció amb aigua, ja que el NO i el NO<sub>2</sub> hi reaccionen i això permetrà recuperar-los com a àcid nítric. Aquest primer pas permet reduir la quantitat de NO<sub>x</sub>, però no d'òxid nítrós.

A continuació el gas s'introduirà a una cambra de combustió. El gas entrarà a la cambra a través del cremador i per tant, hi ha un contacte directe amb la flama. El gas d'entrada es preescalfa fins a 660 °C amb el gas de sortida, que surt de la cambra a uns 1200°C aproximadament. Com a combustible s'utilitza gas metà, però gràcies al preescalfament i al poder autotèrmic de la reacció, el consum de metà és relativament baix. Durant el procés de descomposició tèrmica però, es tornen a generar inevitablement NO<sub>x</sub>. Aproximadament un 10 % del N<sub>2</sub>O que entra a la cambra es converteix en NO<sub>x</sub>. Per tant, això ens obliga a realitzar un tercer pas dins el tractament dels gasos per tal d'entrar dins el rang permès per la legislació d'abocament de NO<sub>x</sub> a l'atmosfera, que és de 0 a 300 ppm, que serà una segona absorció.

El procediment seguit en la segona absorció és exactament igual que la primera, el dissolvent emprat és l'aigua i en el corrent líquid es recupera una solució d'àcid nítric.

**6.2.3.1 Primera absorció (CA-301):**

La primera columna d'absorció està posicionada a l'àrea 300, l'àrea de reacció, al costat de la columna d'stripping (CS-301). Pel disseny de l'absorber, s'ha menyspreat les reaccions, ja que s'ha dissenyat com una absorció en funció de la solubilitat i no com a reactor multifàsic, que és com s'hauria de fer per fer-ho de manera rigorosa. Les reaccions que es donen realment dins la columna són les següents:

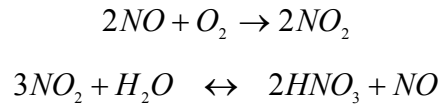


Els gasos procedents del reactor i de la columna d'stripping, arriben a una temperatura d'uns 80°C. Per tal de procedir amb l'absorció, ens interessa que aquesta temperatura sigui inferior, ja que la solubilitat del NO<sub>2</sub> en aigua disminueix amb la temperatura.

La temperatura disminueix mitjançant el bescanvi de calor en un bescanviador de carcassa i tubs (E-305) instal·lat abans de l'entrada de la columna, que fa disminuir la temperatura d'aquests gasos fins a 27°C mitjançant aigua de refrigeració.

Per dissenyar l'absorber s'ha considerat que tot el NO s'oxida espontàniament a NO<sub>2</sub>. Per a que es doni aquesta oxidació, és necessari afegir un corrent d'aire de 2438 Kg/h per tal de proporcionar l'oxigen necessari al sistema i que tot el NO que arriba s'oxidi a NO<sub>2</sub>. El corrent d'aire l'introduïm abans d'entrar a la columna per tal de donar més temps de reacció.

Així doncs, l'aigua absorbeix el  $\text{NO}_2$  produint àcid nítric. Les reaccions que s'han tingut en compte són les següents:



L'entrada d'aire permet tenir un excés d'oxigen per tal que el NO format en la reacció de formació d'àcid nítric [2] pugui ser oxidat de nou i tornar a reaccionar.

La columna utilitzada és una columna empacada amb flux a contracorrent adiabàtica [2.1]

Els corrents de sortida resultants són els següents:

Component	Cabal màssic (Kg/h)
NO	3,84
$\text{N}_2\text{O}$	2434,63
$\text{NO}_2$	0,93
$\text{CO}_2$	218,46
$\text{N}_2$	3357,46
$\text{O}_2$	4,05
<b>total</b>	<b>6019,37</b>

Component	Cabal màssic (Kg/h)
$\text{H}_2\text{O}$	6317,10
$\text{HNO}_3$	3835,27
<b>total</b>	<b>10152,38</b>

Es pot observar doncs que s'obté un corrent d'àcid nítric al 38%. Aquest corrent es recircularà a les columnes de destil·lació CD-301/304 on es procedeix a extreure aigua del corrent de procés, on hi ha els nostres productes d'interès.

El corrent gasós resultant està compost majoritàriament d'oxigen i  $\text{N}_2\text{O}$ . Aquest corrent és el que continua fins el E-201 on s'escalfaran abans d'entrar al reactor de destrucció tèrmica R-201.

### 6.2.3.2 Reactor de combustió (R-201):

La termodinàmica i cinètica de les reaccions de descomposició del  $N_2O$  s'han estudiat en detall en les últimes dècades, ja que aquest gas és promotor de l'efecte hivernacle i de la destrucció de la capa d'ozó. Com que la reacció de descomposició del  $N_2O$  a  $N_2$  i  $O_2$  és exotèrmica, si la descomposició es dona en condicions adiabàtiques, el calor de reacció continuarà amb la descomposició.

El procés de destrucció tèrmica inclou un bescanviador de carcassa i tubs anterior al reactor que té com a finalitat l'aprofitament energètic, ja que escalfem els gasos d'entrada al reactor amb els gasos a alta temperatura de la sortida. Aquests equips, formen part de l'àrea 200 de tractament de gasos.

La cambra de combustió esta dissenyada per a treballar amb un excés d'aire, que ens ajudarà a assolir la temperatura desitjada. Per tal que la destrucció tèrmica es doni de manera favorable, s'ha de mantenir els gasos entre 0.3-1 s dins la cambra de combustió a una temperatura d'uns 1000-1100 °C aproximadament.

El nostre reactor esta dissenyat de tal manera que els gasos entren a 660 °C i el cremador fa augmentar aquesta temperatura fins a 900°C i aleshores, el poder autotèrmic de la reacció aconseguirà fer augmentar la temperatura fins a 1200°C. El cremador utilitzat per al preescalfament de la cambra és un cremador automàtic de gas, modulant i amb un ventilador centrifug permanent.

Així doncs, els gasos resten 1 segon dins la cambra a una temperatura mitjana de 1050 °C i es descarreguen del reactor a través d'una tovera a 1200°C. L'aire d'entrada a la cambra és regulable ja que el cremador, al ser un cremador del tipus automàtic disposen de programadors individuals per a l'encesa i el control del funcionament.

El reactor consta d'una estructura interior de formigó refractari (60% alúmina) de 115 mm d'espessor, emmotllat i subjectat amb ganxos d'acer inoxidable a l'estructura de la cambra aïllada amb una manta de fibra ceràmica de 50 mm d'espessor. L'exterior del reactor s'envolta amb una xapa d' AISI 304 de 6,35 mm d'espessor.

El corrent de sortida del reactor té la següent composició:

Component	Cabal màssic (Kg/h)
NO	166,66
N <sub>2</sub> O	1,21
NO <sub>2</sub>	94,45
CO <sub>2</sub>	415,31
N <sub>2</sub>	7924,34
O <sub>2</sub>	307,83
<b>total</b>	<b>9070,85</b>

S'observa com el N<sub>2</sub>O s'ha descompost en un 99,95% i com la quantitat de NO<sub>x</sub> ha tornat a augmentar en referència a l'entrada al reactor. La legislació permet l'abocament de NO<sub>x</sub> fins a una concentració de 300 ppm i arribats a aquest punt, la quantitat de NO<sub>x</sub> en aquest corrent és de 350 Kg/h (convertint tot el NO a NO<sub>2</sub> mitjançant la reacció d'oxidació de NO), per tant, tenim una concentració molt superior a la permesa. Per tant, l'eficiència de la cambra és molt bona però ens veurem obligats a dur a terme una segona absorció en aigua del corrent abans de poder ser emès a l'atmosfera.

#### **6.2.3.3 Segona absorció (CA-201):**

Per a realitzar la segona absorció s'haurà de baixar la temperatura de gasos per tal que l'absorció es doni de forma favorable. Per tal de fer disminuir la temperatura dels gasos de sortida del reactor s'ha dissenyat una bancada de bescanviadors de calor. Els gasos hi arriben a 620 °C, després de bescanviar el calor amb els gasos d'entrada en el E-201. Primer de tot circulen a través de tres bescanviadors en paral·lel (E-202/203/204) que utilitzen aigua de refrigeració com a refrigerant i en segon lloc, a través d'altres tres bescanviadors (E-205/206/207) que treballen amb etilenglicol. Mitjançant aquest sistema s'aconsegueix que els gasos arribin a la columna d'absorció a uns 27 °C.

La segona absorció és anàloga a la primera, el NO és oxidat a NO<sub>2</sub> i aquest és absorbit en aigua formant àcid nítric en una columna empacada adiabàtica. En aquest cas però, el corrents de gas net i de nítric obtinguts tenen la següent composició:

Component	Cabal màssic (Kg/h)
NO	0,37
N <sub>2</sub> O	1,21
NO <sub>2</sub>	0,04
CO <sub>2</sub>	415,31
N <sub>2</sub>	7924,34
O <sub>2</sub>	158,38
<b>total</b>	<b>8499,64</b>

Component	Cabal màssic (Kg/h)
H <sub>2</sub> O	10931,64
HNO <sub>3</sub>	478,51
<b>total</b>	<b>11410,15</b>

El corrent gasós s'avocarà a l'atmosfera a través de la xemeneia X-201 a uns 70 °C. La concentració de NO<sub>x</sub> emesa és de 71,4 ppm i per tant, està dins del rang permès per la legislació. El corrent líquid, compost en un 4% de nítric es recircularà al procés, ja que és el corrent que s'utilitza per a netejar les columnes de bescanvi iònic.

**6.2.3.4 Xemeneia (X-201):**

Per tal d'avocar els gasos a l'atmosfera s'instal·larà una xemeneia. Pel càlcul del diàmetre de la xemeneia s'ha de conèixer alguns paràmetres:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot (273 + T)}{\pi \cdot 273 \cdot v \cdot \rho_0}}$$

$Q = 8499,64 \text{ Kg} / h \equiv \text{cabal màssic de gasos de sortida}$

$T = 70 \text{ }^\circ\text{C} \equiv \text{temperatura dels gasos a la sortida}$

On:  $v = 5 \text{ m} / s \equiv \text{velocitat de sortida de gasos}$

$\rho_0 = 1,276 \text{ Kg} / m^3 \equiv \text{densitat gasos a condicions normals}$

Per tant:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 8499,64 \frac{\text{Kg}}{h} \cdot \frac{1 h}{3600 s} \cdot (273 + 70)}{\pi \cdot 273 \cdot 5 \frac{m}{s} \cdot 1,276 \frac{\text{Kg}}{m^3}}} = 0,77 \text{ m}$$

El diàmetre de disseny de la xemeneia utilitzat és de 1 m.

El càlcul de l'altura de la xemeneia s'ha realitzat conforme a l'ordre del 18 d'octubre de 1976 sobre prevenció i correcció de la contaminació atmosfèrica d'origen industrial.

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot Q \cdot F}{C_m}} \sqrt[3]{\frac{n}{V \cdot \Delta T}}$$

Pel càlcul de l'altura hem de determinar un seguit de paràmetres:

❖  $A \equiv$  paràmetre que reflexa les condicions meteorològiques del lloc.

La A es calcula com  $I_o \cdot 70$  on  $I_o$  és l'índex climatològic per a Barcelona i és 4,98. Per tant:

$$A = I_o \cdot 70 = 4,98 \cdot 70 = 348,6$$

- ❖  $Q \equiv$  Cabal de contaminant, expressat en Kg/h.

Els gasos de sortida de la planta contenen  $NO_x$  com a contaminant. Els cabals màssics de NO i  $NO_2$  en aquest corrent són 0,37 i 0,04 Kg/h respectivament. Per calcular el cabal de contaminant expressarem tot el NO com a  $NO_2$ :

$$0,37 \frac{Kg \ NO}{h} \cdot \frac{1 \ Kmol \ NO}{30 \ Kg \ NO} \cdot \frac{2 \ Kmol \ NO_2}{2 \ Kmol \ NO} \cdot \frac{46 \ Kg \ NO_2}{1 \ Kmol \ NO_2} = 0,567 \frac{Kg \ NO_2}{h}$$

Per tant, el cabal total de  $NO_x = 0,567 + 0,04 = 0,607 \frac{Kg}{h}$

Per tal de fer el càlcul de l'alçada de la xemeneia utilitzarem un valor superior al calculat, per tal de fer un càlcul més conservador. Utilitzarem un 50% més de contaminant, per tant:

$$Q = 0,607 \frac{Kg}{h} \cdot 1,5 = 0,911 \frac{Kg}{h}$$

- ❖  $F \equiv$  coeficient adimensional relacionat amb la velocitat de sedimentació de les impureses de l'atmosfera. Per a contaminants gasosos es considera igual a 1.
- ❖  $C_M \equiv$  concentració màxima de contaminants a nivell de terra, expressada en mg/Nm<sup>3</sup> com a mesura de 24 hores. Aquest valor el trobem tabulat i és de 0,27.
- ❖  $n \equiv$  número de xemeneies. En aquest cas, com que hi ha una sola xemeneia, el valor de n serà igual a 1.
- ❖  $V \equiv$  volum de gasos emesos per la xemeneia.  $V = 8372,72 \text{ m}^3/\text{h}$ .



- ❖  $\Delta T \equiv$  diferència entre la temperatura dels gasos de sortida i la temperatura mitjana anual de l'aire ambient a Barcelona.

$$\Delta T = T_{GAS} - \bar{T}_{ANUAL,BCN} = 70 - 16,5 = 53,5 \text{ } ^\circ C$$

Per tant,

$$H = \sqrt{\frac{348,6 \cdot 0,911 \frac{Kg}{h} \cdot 1}{0,27 \frac{mg}{Nm^3}}} \sqrt{\frac{53,5 \text{ } ^\circ C}{8372,72 \frac{m^3}{h}}} = 14,77 \cong 15 \text{ m}$$

*Observacions:* les fulles d'especificacions dels equips descrits en aquest apartat es poden trobar al punt 2 de la memòria (Equips) dins de l'apartat de l'àrea 200.

### **6.3 Contaminació acústica**

#### **6.3.1 Legislació:**

La legislació existent sobre contaminació acústica és la següent:

- Directiva 79/113/CEE sobre emissió sonora d'equips (RD 245/1989).
- Directiva 84/533/CEE.
- Resolució de 30 d'octubre de 1995, per la qual s'aprova una ordenança municipal tipus, reguladora de soroll i les vibracions (DOGC 2126, data de publicació 10/11/1995).

La contaminació acústica de la planta és deguda principalment al funcionament de les bombes, compressors i altres equips que funcionen amb motor. En principi no han de suposar cap problema ja que aquests equips estan fabricats cada vegada més amb l'objectiu de generar un nivell de contaminació acústica permisible. De totes maneres, es disposarà de protectors auditius per als treballadors que hagin d'estar en alguna zona on el soroll pugui representar una molèstia per a ells.

## **7. AVALUACIÓ ECONÒMICA**

**ÍNDEX:**

7.1 Introducció	1
7.2 Estudi de mercat	1
7.3. Estimació de la inversió inicial	2
7.3.1. Estimació del capital immobilitzat	3
7.3.1.1. Maquinària i aparells	3
7.3.1.2. Despeses d'instal·lació I1	8
7.3.1.3. Canonades i vàlvules	8
7.3.1.4. Instruments de mesura i control	8
7.3.1.5. Aïllament tèrmics	9
7.3.1.6. Instal·lació elèctrica	9
7.3.1.7. Terrenys i edificis	9
7.3.1.8. Instal·lacions auxiliars	10
7.3.1.9. Honoraris del projecte i direcció del muntatge	11
7.3.1.10. Contrata d'obres	11
7.3.1.11. Despeses no previstes	12
7.3.1.12. Altres despeses	12
7.3.2. Estimació de costos de producció	12
7.3.2.1. Costos directes	12
7.3.2.2. Costos indirectes	13
7.3.2.3. Costos generals	17
7.4. Estudi de la rentabilitat tècnica de la planta	18
7.4.1. Càlcul del fluxe nèt de caixa	18
7.4.2. Càlcul del VAN	23
7.5. Conclusions	23

### 7.1 Introducció:

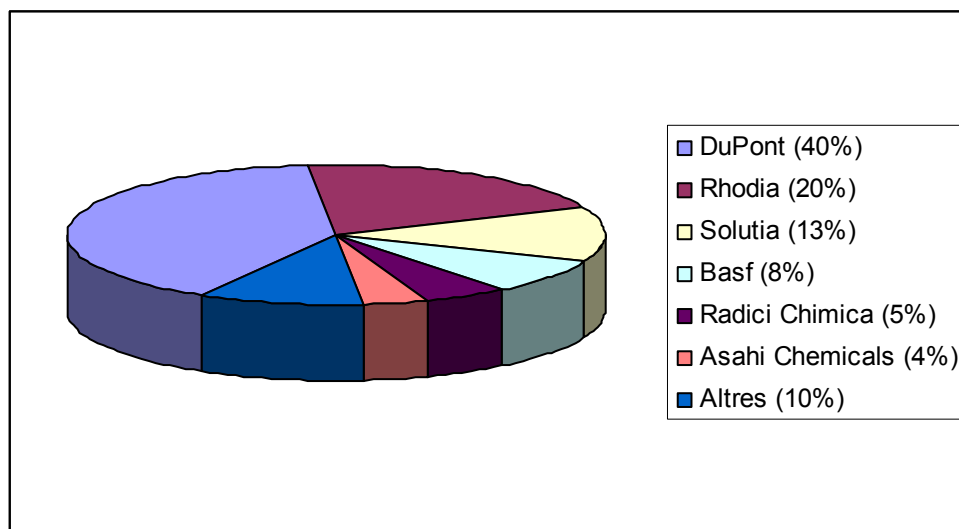
En aquest apartat es realitzarà un estudi econòmic que permeti determinar la rendibilitat de la planta. Per fer-ho, s'avaluarà la inversió inicial, els costos de producció i finalment es farà una estimació dels ingressos per vendes.

### 7.2 Estudi de mercat

Durant la primera etapa del projecte, la fase de planificació, és primordial fer un estudi de mercat exhaustiu, definir el perfil del producte, definir el procés i la localització de les variables.

Donat que en aquest cas les variables de la localització i producte se'ns han donat fixades, hem hagut de definir el procés i a continuació realitzarem un petit estudi de mercat.

A continuació es mostren els principals productors mundials d'àcid adípic.



*\*Distribució en percentatges de la producció mundial*

La producció global anual d'àcid adípic actual s'estima en  $2,7 \cdot 10^9$  Kg aproximadament. Ràpidament es pot observar que és un mercat molt tancat, ja que els nostres competidors directes són productors molt importants, amb empreses molt consolidades dins del mercat. Això suposarà un inconvenient important per a la introducció del nostre producte al mercat i sobretot de cara a poder oferir un preu de venda competitiu.

Caldria conèixer també les expectatives de creixement que té aquest producte. Com a dada, s'ha trobat l'estimació de creixement realitzada l'any 2001, que estimava el creixement de la demanda entre 2001 i 2007. S'estimava un creixement del 3,2%. Cal tenir en compte però, que donat la crisi actual en molts sectors, la producció de nylon 6,6, principal producte al que es destina l'adípic ha disminuït aproximadament un 2% i per tant, això afectarà la demanda del nostre producte.

Per tant, fent un estudi ràpid de la situació, creiem que no és una situació massa favorable com per iniciar un projecte com aquest, però per assegurar-ho s'hauria de dur a terme un estudi més exhaustiu on podríem valorar altres factors com ara: la qualitat del producte exigida pels clients potencials, la proximitat entre aquests i la nostra planta, etc.

### **7.3 Estimació de la inversió inicial**

Com a inversió inicial es consideren tots aquells diners desemborsats abans d'iniciar l'activitat. Les despeses es poden classificar com a inversions o com a costos.

Una inversió es pot definir com la compra d'un bé o servei que permet obtenir més béns o serveis al cap d'un període de temps superior a un any.

Un cost és tota despesa d'un bé o servei que permet obtenir més béns o serveis al cap d'un període de temps inferior a un any.

La inversió inicial es compon dels següents elements:

- Capital immobilitzat: part del capital utilitzada per la compra dels medis de transformació.
- Capital circulant: part imprescindible per tal de poder iniciar l'activitat. Aquest capital no és amortitzable.
- Despeses de posta en marxa

### **7.3.1 Estimació del capital immobilitzat:**

Per fer aquesta estimació utilitzarem el mètode de Vian. Aquest mètode es basa en la divisió de la inversió del immobilitzat en diferents partides on s'assigna un coeficient variable per a poder calcular el capital immobilitzat.

#### Partides:

- I1 ≡ Maquinària i aparells
- I2 ≡ Despeses d'instal·lació d'I1
- I3 ≡ Canonades i vàlvules
- I4 ≡ Instruments de mesura i control
- I5 ≡ Aïllaments tèrmics
- I6 ≡ Instal·lació elèctrica
- I7 ≡ Terrenys i edificis
- I8 ≡ Instal·lacions auxiliars ( Serveis: aigua, llum, vapor)
- I9 ≡ Honoraris del projecte i direcció del muntatge
- I10 ≡ Contrata d'obres
- I11 ≡ Despeses no previstes
- I12 ≡ Despeses de gestió i constitució

#### **7.3.1.1. I1: Maquinària i aparells**

A continuació fem una relació de tots els equips que faran falta i el seu preu total, per tal de poder determinar el valor de la partida I1 que serà la que ens permetrà calcular la resta de partides.

<b>Bàscula de camions</b>		
<b>Preu unitari</b>	<b>Unitats</b>	<b>Preu total</b>
40.000,00 €	2	<b>80.000,00 €</b>

<b>Bescanviadors</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
E-201	60400	72230,41	48153,61
E-202	9600	11480,33	7653,55
E-203	9600	11480,33	7653,55
E-204	9600	11480,33	7653,55
E-205	35900	42931,65	28621,10
E-206	35900	42931,65	28621,10
E-207	35900	42931,65	28621,10
E-301	64700	77372,65	51581,76
E-302	64700	77372,65	51581,76
E-303	64700	77372,65	51581,76
E-304	64700	77372,65	51581,76
E-305	17800	21286,45	14190,96
E-310	54600	65294,38	43529,59
E-401	23500	28102,89	18735,26
E-402	23500	28102,89	18735,26
E-403	23900	28581,24	19054,16
E-501	91700	109661,07	73107,38
E-502	32300	38626,53	25751,02
<b>TOTAL</b>	<b>723000</b>	<b>864612,4</b>	<b>576408,23€</b>

<b>Kettle Reboiler</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
KR-301	72700	86939,59	57959,73
KR-302	72700	86939,59	57959,73
KR-303	72700	86939,59	57959,73
KR-304	72700	86939,59	57959,73
KR-501	104900	125446,53	83631,02
KR-502	279900	334723,39	223148,93
KR-503	258900	309610,17	206406,78
KR-504	330300	394995,12	263330,08
KR-505	282300	337593,47	225062,31
KR-506	119800	143264,96	95509,97
<b>TOTAL</b>	<b>1666900</b>	<b>1993392</b>	<b>1328928,01€</b>



<b>Agitador</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
TD-301	3000	3587,60	2391,74
R-301	14100	16861,74	11241,16
R-302	14100	16861,74	11241,16
TP-401	1200	1435,04	956,69
TP-402	1200	1435,04	956,69
CR-401	6000	7175,21	4783,47
CR-402	6000	7175,21	4783,47
CR-403	7200	8610,25	5740,17
TD-401	3600	4305,12	2870,08
TM-601	3000	3587,60	2391,74
<b>TOTAL</b>	<b>59400</b>	<b>71034,55</b>	<b>47356,37€</b>

<b>Condensadors</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
E-306	890700	1065159,4	710106,28
E-307	890700	1065159,4	710106,28
E-308	890700	1065159,4	710106,28
E-309	890700	1065159,4	710106,28
C-501	8700	10404,05	6936,03
C-502	5900	7055,62	4703,75
C-503	122900	146972,15	97981,43
<b>TOTAL</b>	<b>3700300</b>	<b>4425069,42</b>	<b>2950046,33€</b>

<b>Centrífuga</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
CF-401	13900	16622,56	11081,71
CF-402	13900	16622,56	11081,71
<b>TOTAL</b>	<b>27800</b>	<b>33245,12</b>	<b>22163,42€</b>

<b>Reactor</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
R-301	800000	956694,21	637796,14
R-302	800000	956694,21	637796,14
<b>TOTAL</b>	<b>1600000</b>	<b>1913388,42</b>	<b>1275592,28€</b>

<b>Cambra de combustió</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
R-201	143800	171965,79	205648,34
<b>TOTAL</b>	<b>143800</b>	<b>171965,79</b>	<b>205648,34€</b>

## 7- AVALUACIÓ ECONÒMICA

Nombre bombes	€	total €
70	4000	280000
7	10000	70000
<b>TOTAL</b>	-----	<b>350000€</b>

Torre de refrigeració	\$ (2000)	\$(2006)	€
TR-701	480900	575092,81	383395,21
TR-702	480900	575092,81	383395,21
TR-703	480900	575092,81	383395,21
TR-704	480900	575092,81	383395,21
TR-705	480900	575092,81	383395,21
TR-706	480900	575092,81	383395,21
<b>TOTAL</b>	<b>2885400</b>	<b>3450556,86</b>	<b>2300371,26€</b>

TANCS	PREU (€)	TANCS	PREU (€)
T-101	128181,90	T-402	971,62
T-102	128181,90	T-403	971,62
T-103	128181,90	T-404	971,62
T-104	128181,90	T-405	971,62
T-105	128181,90	T-406	971,62
T-106	128181,90	TD-401	41199,36
T-107	128181,90	TF-501	11945,23
T-108	128181,90	TF-502	3397,75
T-109	155089,27	TF-503	3397,75
T-110	155089,27	T-501	2890,71
T-111	155089,27	T-502	2890,71
T-112	155089,27	T-503	2890,71
T-113	29606,27	T-504	2890,71
T-114	29606,27	T-505	2890,71
S-101	117900,54	T-506	2890,71
S-102	117900,54	T-507	2890,71
S-103	117900,54	T-508	2890,71
S-104	117900,54	T-509	2890,71
S-105	117900,54	T-510	2890,71
S-106	66951,52	T-511	2890,71
T-301	3886,47	T-512	2890,71
T-302	3886,47	T-513	2890,71
T-303	3886,47	T-514	2890,71
T-304	3886,47	T-515	2890,71
T-305	3886,47	T-516	2890,71
T-306	3886,47	TM-601	4717,71
T-307	3886,47	T-601	51547,62
T-308	3886,47	CR-401	58029,12
TD-301	7460,46	CR-402	58029,12
TP-401	10602,40	CR-403	58029,12
TP-402	10602,40	<b>TOTAL</b>	<b>2762638,30€</b>

<b>Calderes de vapor</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
CV-701	487200	582626,78	388417,85
CV-702	487200	582626,78	388417,85
CV-703	487200	582626,78	388417,85
<b>TOTAL</b>	<b>1461600</b>	<b>1747880,34</b>	<b>1165253,55€</b>

<b>Calderes d'oli</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
CO-701	300000	358760,33	239173,55
CO-702	300000	358760,33	239173,55
<b>TOTAL</b>	<b>600000</b>	<b>717520,66</b>	<b>478347,10€</b>

<b>Equips de fred</b>	<b>\$ (2000)</b>	<b>\$(2006)</b>	<b>€</b>
EF-701	100000	119586,78	79724,52
EF-702	100000	119586,78	79724,52
EF-703	100000	119586,78	79724,52
EF-704	100000	119586,78	79724,52
EF-705	100000	119586,78	79724,52
EF-706	100000	119586,78	79724,52
EF-707	100000	119586,78	79724,52
EF-708	100000	119586,78	79724,52
<b>TOTAL</b>	<b>800000</b>	<b>956694,24</b>	<b>637796,16€</b>

<b>Item</b>	<b>€</b>
CA-201	39423,02
CA-301	36607,03
CS-301	40213,36
X-201	32984,95
CD-301	153884,57
CD-302	153884,57
CD-303	153884,57
CD-304	153884,57
<b>TOTAL</b>	<b>764766,64€</b>

Heater 3782€

Valor total d'I1: 14.949.097,99 €

**7.3.1.2. I2: Despeses d'instal·lació d'I1**

En aquest apartat es té en compte el material i la mà d'obra, la despesa de la instal·lació es calcula com:

$$I2 = 0,45 \times I1$$

D'aquest coeficient utilitzat un 0,2 prové del material i un 0,25 de la mà d'obra.

$$I2 = 0,45 \times 14949097,99$$

$$I2 = \mathbf{6.727.094,10 \text{ €}}$$

**7.3.1.3. I3: Canonades i vàlvules**

Dins d'aquest s'inclouen tant canonades i vàlvules, com conduccions, accessoris, reduccions, etc; això si, sense tenir en compte l'aïllament que es pugui necessitar.

Aquesta despesa es calcula com :

$$I3 = 0,55 \times I1$$

$$I3 = 0,55 \times 14949097,99$$

$$I3 = \mathbf{8.222.003,89 \text{ €}}$$

**7.3.1.4. I4: Instruments de mesura i control**

El mètode de Vian estableix un factor per calcular la despesa d'aquest apartat. L'interval de valors que pot agafar aquest factor és [0,05 - 0,30] vegades el cost de tots el equips, segons la mecanització del procés; com el nostre procés no està molt mecanitzat escollim el valor de 0,10 per a realitzar els càlculs:

$$I4 = 0,1 \times I1$$

$$I4 = 0,1 \times 14949097,99$$

$$I4 = 1.494.909,80 \text{ €}$$

#### 7.3.1.5. I5: Aïllaments tèrmics

Com a I4 tenim un factor comprés en [ 0,03 - 0,1]. El càlcul el farem agafant un coeficient que és 0,09 vegades el preu de la maquinària, ja que en la nostra planta utilitzarem molt aïllant tèrmic.

$$I5 = 0,09 \times I1$$

$$I5 = 0,09 \times 14949097,99$$

$$I5 = 1.345.418,82 \text{ €}$$

#### 7.3.1.6. I6: Instal·lació elèctrica

Dins d'aquest apartat es té en compte tant l'alimentació elèctrica, com el consum dels motors. Es torna a tenir un factor que es troba en [ 0,1 - 0,2], s'agafa com a valor mig 0,15, llavors:

$$I6 = 0,15 \times I1$$

$$I6 = 0,15 \times 14949097,99$$

$$I6 = 2.242.364,70 \text{ €}$$

#### 7.3.1.7. I7: Terrenys i edificis

El terreny no perd valor amb el temps, però els edificis industrials si que el perden. Les despeses de les instal·lacions depenen segons siguin:

- interiors: el factor a utilitzar es troba a l'interval [ 0,2 - 0,3]
- exteriors: el factor és 0,05

- mixtes: el coeficient es a troba en [ 0,12 - 0,15]

$$I7 = (0,3 \times I1) + (0,05 \times I1) + (0,15 \times I1)$$

$$I7 = (0,3 \times 14949097,99) + (0,05 \times 14949097,99) + (0,15 \times 14949097,99)$$

$$I7 = 7.474.549,00 \text{ €}$$

### 7.3.1.8. I8: Instal·lacions auxiliars

En aquest apartat s'inclou l'aigua, vapor, gas, electricitat, etc.

El cost d'aquestes instal·lacions es calcula amb un coeficient amb un interval entre 0,25 i 0,7, nosaltres agafarem com a valor de referència 40 % del cost de la maquinària:

$$I8 = 0,4 \times I1$$

$$I8 = 0,4 \times 14949097,99$$

$$I8 = 58.979.639,20 \text{ €}$$

CAPITAL FÍSIC O PRIMARI (Y):

És el resultat de la suma de totes les despeses calculades fins a aquest punt, incloent els costos de maquinària i equips.

$$Y = 48.435.077,49 \text{ €}$$

**7.3.1.9. I9: Honoraris del projecte i direcció del muntatge**

El cost d'aquest aspecte es calcula com el 20% del capital primari. Aquest 20% es desglossa de la següent manera:

- 0,12 procedeix del projecte.
- 0,06 degut a la direcció de l'obra.
- 0,02 per la gestió de compres.

$$I9 = 0,2 \times \text{capital primari}$$

$$I9 = 0,2 \times 48435077,49$$

$$\mathbf{I9 = 9.687.015,50 \text{ €}}$$

CAPITAL SECUNDARI (Z):

Aquest es calcula com la suma del capital primari més la despesa deguda als honoraris del projecte i direcció del muntatge ( I9 ).

$$\text{Capital secundari} = \text{Capital primari} + I9$$

$$Z = Y + I9$$

$$\mathbf{Z = 58.122.092,99}$$

**7.3.1.10. I10: Contrata d'obres**

Aquest es calcula com el producte del capital secundari per un factor que es troba a l'interval [ 0,04 - 0,1 ]. S'agafa com a valor mig 0,07:

$$I10 = \text{Capital secundari} \times 0,07$$

$$I10 = 58122092,99 \times 0,07$$

$$\mathbf{I10 = 4.068.546,51 \text{ €}}$$

**7.3.1.11. I11: Despeses no previstes**

Aquest cost es determina com el producte del capital secundari per un factor que es troba comprés en [ 0,1 – 0,3 ]. S'agafa com a valor mig 0,2:

$$I11 = \text{Capital secundari} \times 0,2$$

$$I11 = 58122092,99 \times 0,2$$

$$\mathbf{I11 = 5.812.209,30 \text{ €}}$$

**CAPITAL IMMOBILITZAT (I)**

Aquest valor es calcula sumant totes les partides d'immobilitzat que s'han calculat anteriorment.

$$I = Z + I10 + I11$$

$$\mathbf{I = 68.002.848,79 \text{ €}}$$

**7.3.1.12: I12, I13, I14 Altres despeses**

La resta de despeses que quedarien per calcular segons el mètode de Vian per resultar insignificants en el nostre projecte vista la xifra total del capital immobilitzat no procedirem al seu càlcul.

**7.3.2. Estimació dels costos de producció****7.3.2.1. Costos directes**

M1: MATÈRIA PRIMA

A continuació es mostren les matèries primes necessàries pel procés i quin és el seu cost:



Matèria prima	Preu (€/ kg)	Consum anual (Tn.)	Cost anual (euros)
Sal coure	2,434	125,10	304493,40
Sal vanadi	16,21	9,45	153184,50
Sosa	0,12	5173,34	620800,80
Àcid nítric	0,15	89443	13416450
KA	0,34	44152,4	15011816
<b>TOTAL</b>			<b>29.506.744</b>

## M2: MÀ D'OBRA DIRECTA

La mà d'obra es comptabilitza en unitats de [ home / hora ]. S'ha de determinar el número de persones necessàries pel funcionament de la planta.

Es calcula el temps que la planta es troba en funcionament

$$\text{Hores operatives} = 330 \times 24 = 7920 \text{ hores}$$

i sabent que cada treballador realitza 40 hores a la setmana es calculen els torns necessaris

$$\text{Torns} = \frac{7920 \text{ hores}}{1720 \frac{\text{hores}}{\text{torn}}} = 4,6 \approx 5 \text{ torns}$$

Cada torn tindrà 42 treballadors repartits per les diferents àrees de la planta, i cadascú tindrà un sou anual de 25000 €. Llavors:

$$25000 \times 210 = \mathbf{5.250.000 \text{ €/any}}$$

### 7.3.2.2. Costos indirectes

## M4: MÀ D'OBRA INDIRECTE

La mà d'obra indirecte és formada per personal que es troba a la planta de producció, però que només ajuda a que tot funcioni correctament. Dins d'aquest grup podem trobar vigilants, encarregats, etc.

La despesa que genera es calcula com un tan per cent, que pot ser entre [15 - 45%] de la mà d'obra directa. S'escull com a valor mig el 30 %.

$$M4 = 1.575.000 \text{ €/any}$$

#### M5: SERVEIS GENERALS

L'avaluació d'aquests costos es fa en funció del consum de:

- Vapor
- Aigua
- Electricitat
- Gas

El que es fa és multiplicar el consum que es realitza de cadascun d'aquests serveis pel seu preu.

Serveis	Preu (euros)	Consum per hora	Preu (Euros/Any)
Agua de red ( m3/h)	0,9	90	641520
Electricidad ( kWh)	0,05	1500	594000
CH4(m3/h)	0,025	4396	870408
<b>TOTAL</b>			<b>2.105.928 €</b>

#### M6: SUBMINISTRES

Aquest apartat fa referència al material que es va consumint al llarg de l'operació de la planta, com pot ser: lubricants, eines, vestuari, paper per registres, etc

Aquest material significa una despesa equivalent al [ 0,2- 1,5%] del capital immobilitzat. Com el capital immobilitzat de la nostra planta és molt elevat s'escull el coeficient més petit (0,2).

$$M6 = 136.005,7 \text{ €/any}$$

M7: MANTENIMENT

El fet de que la planta tingui revisions externes suposa una despesa que es troba entre el [ 2 - 10%] del capital immobilitzat. En aquest cas aplicarem el quoefficient més petit degut a l'alt import del nostre immobilitzat.

$$M7 = 1.360.056,98 \text{ €/any}$$

M8: LABORATORI

Aquest apartat fa referència als costos produïts pel control de qualitat. Aquest suposa una despesa del [ 5 - 25%] del preu de la mà d'obra directa. Es calcula amb el 5% d'aquest:

$$M8 = 78.750 \text{ €/any}$$

M9: ENVASAT

En aquest punt es calcula el cost d'operació, de caixes i bosses per l'envasat del producte. Per tal de fer una estimació d'aquest cost col·locarem el preu de l'empaquetadora.

$$M9 = 60.000 \text{ €}$$

M10: EXPEDICIÓ DEL PRODUCTE

Aquesta partida inclou els costos del transport i distribució del producte. Com a valor mig es pendrà el següent valor: 0,002 l.

$$M10 = 136.005,7 \text{ €/any}$$

## M11: DIRECTIUS I TÈCNICS

El cost d'aquest aspecte es calcula com el 25% de les despeses degudes a la mà d'obra directe.

$$\mathbf{M11 = 1.312.500 \text{ €/any}}$$

## M12: AMORTITZACIÓ

L'amortització és un cost associat a la pèrdua de valor del capital immobilitzat. Aquest no serà present al càlcul del flux net de caixa (NCF), ja que no és una despesa que es faci físicament.

Aquesta es calcula com

$$Amortització = \frac{\text{capital immobilitzat}}{\text{temps de vida de les instal·lacions}}$$

Agafarem com a temps de vida de les instal·lacions 10 anys.

$$\mathbf{M12 = 6.800.284,88 \text{ €/any}}$$

## M14: TAXES

Les taxes fan referència a aquells pagaments a l'administrador no atribuïbles a beneficis.

Els costos d'aquestes suposen el 1% del capital immobilitzat

$$\mathbf{M14 = 680.028,49 \text{ €}}$$

## M15: ASSEGURANCES

Aquest apartat fa referència a les despeses per les assegurances de les instal·lacions, edificis, etc; però no té res a veure amb la seguretat social, ja que aquesta es té en compte al cost salarial.

El cost d'aquestes es calcula com el 1% del capital immobilitzat.

$$\mathbf{M15 = 680.028,49 \text{ €}}$$

### 7.3.2.3. Costos generals

#### G1: DESPESA COMERCIAL

Aquest aspecte és relacionat amb agents comercials, viatges, publicitat, marketing, etc.

Això significa un cos equivalent al [5 - 20%] de la suma de tots els costos directes i indirectes. Agafarem el quocient més petit.

$$\mathbf{G1 = 2.484.066,61 \text{ €}}$$

#### G2: GERÈNCIA

Bàsicament fa referència als sous de gerència i administració. Aquesta despesa es calcula com el [3 - 6%] de la suma de tots els costos directes i indirectes. Agafarem el quocient més petit.

$$\mathbf{G2 = 1.490.439,97}$$

#### G4: RECERCA I SERVEIS TÈCNICS

Aquest cost depèn de la companyia i del sector. Per al nostre sector significa una despesa equivalent al 2,5% dels ingressos obtinguts amb la venda de producte acabat.

$$\mathbf{G4 = 1.242.033,31 \text{ €}}$$

## 7. 4. ESTUDI DE LA RENTABILITAT TÈCNICA DE LA PLANTA

### 7.4.1. Càlcul del fluxe nèt de caixa (NCF)

El fluxe nèt de caixa es defineix com els ingressos bruts anuals percebuts per la planta, això es, la diferència entre les vendes i els costos reals. S'obtenen, per tant, els beneficis bruts com a conseqüència de l'activitat de la planta; del dit valor s'haurà de descomptar encara els impostos que es determinaran en funció de la base imponible:

$$\text{NCF (Sense Impostos)} = \text{Vendes} - \text{Costos reals}$$

Els impostos es calcularan en funció de la base imponible, definida com:

$$\text{Base Imponible} = \text{Vendes} - \text{Costos reals} - \text{Amortització}$$

Per tant, el FNC es pot calcular aplicant:

$$\text{NCF} = (-I - CC + R + X)_n + (V - C)_n - t \cdot [V - (C + A)]_{n-1}$$

Per calcular el NCF s'han fet les següents suposicions:

Temps de vida útil de la instal·lació: 15 anys

Valor residual de la planta: S'ha suposat que el valor dels terrenys i el capital circulante és nulo quant s'acaba el temps de vida de la planta.

Temps de construcció de la planta: 2 anys

Vendes: Les vendes es calculen segons un 100% de producció des del primer any i amb un increment de l'IPC del 3% a partir del 3r any.

Capital Circulant: S'inverteix entre l'últim any de construcció i el primer de producció.

Amortització: Es considera lineal en el temps.

Impostos: S'utilitza el valor e 35% sobre la base imponible (valor normalment utilitzat)

Costs de serveis i materials: Es consideren constans al llarg del temps.

Producció: Durant el primer any de funcionament es considera una producció del 100%.

## 7- AVALUACIÓ ECONÒMICA

També afegirem al final del càlcul del NCF una gràfica amb els valors del Pay-Back per veure a partir de quin any s'aconsegueix recuperar l'import invertit en el projecte.

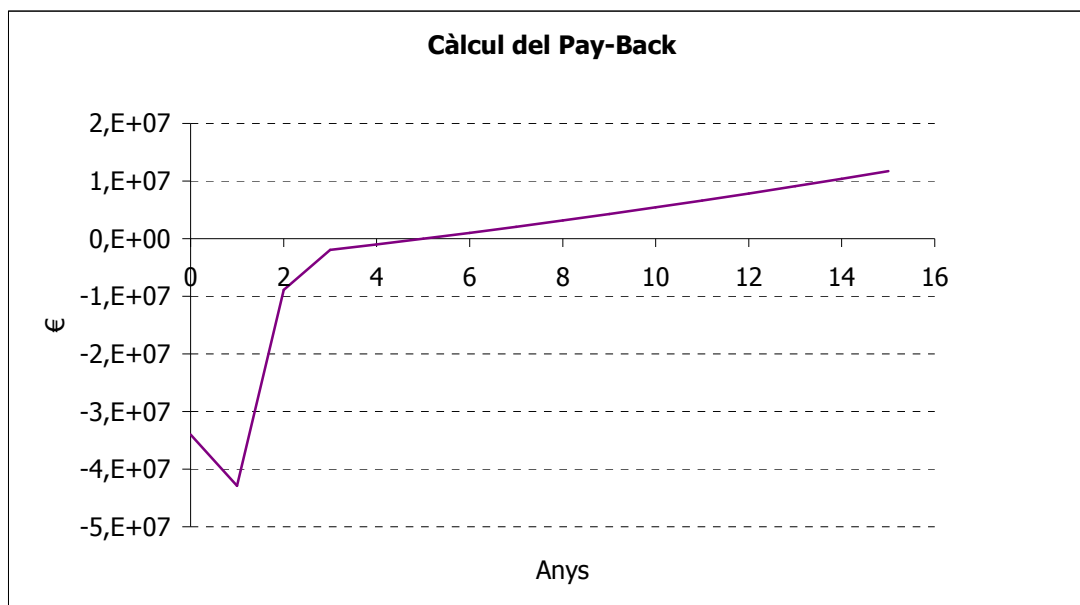
Valorarem el NCF per tres preus diferents de PVP del producte final:

**PVP: 0,8 €/kg**

Any	0	1	2	3	4
Capital immobilitzat	-34001424,40	-34001424,40	0,00	0,00	0,00
Capital circulant	0,00	-6000000,00	-6000000,00	0,00	0,00
Vendes	0,00	48000000,00	48000000,00	49440000,00	50923200,00
Costos		-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
NCF (sense impostos)	-34001424,40	-46899296,50	-12897872,10	-5457872,10	-3974672,10
Amortització		-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
Base imposable		-11431395,35	-11431395,35	-9991395,35	-8508195,35
Impostos (35%)		-4000988,37	-4000988,37	-3496988,37	-2977868,37
NCF	-34001424,40	-42898308,12	-8896883,73	-1960883,73	-996803,73

5	6	7	8	9	10
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52450896,00	54024422,88	55645155,57	57314510,23	59033945,54	60804963,91
-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
-2446976,10	-873449,22	747283,47	2416638,13	4136073,44	5907091,81
-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
-6980499,35	-5406972,47	-3786239,78	-2116885,12	-397449,81	1373568,56
-2443174,77	-1892440,36	-1325183,92	-740909,79	-139107,43	480748,99
-3801,33	1018991,14	2072467,39	3157547,92	4275180,87	5426342,81

11	12	13	14	15
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62629112,82	64507986,21	66443225,79	68436522,57	70489618,25
-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
7731240,72	9610114,11	11545353,69	13538650,47	15591746,15
-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
3197717,47	5076590,86	7011830,44	9005127,22	11058222,90
1119201,12	1776806,80	2454140,66	3151794,53	3870378,01
6612039,61	7833307,31	9091213,04	10386855,94	11721368,13



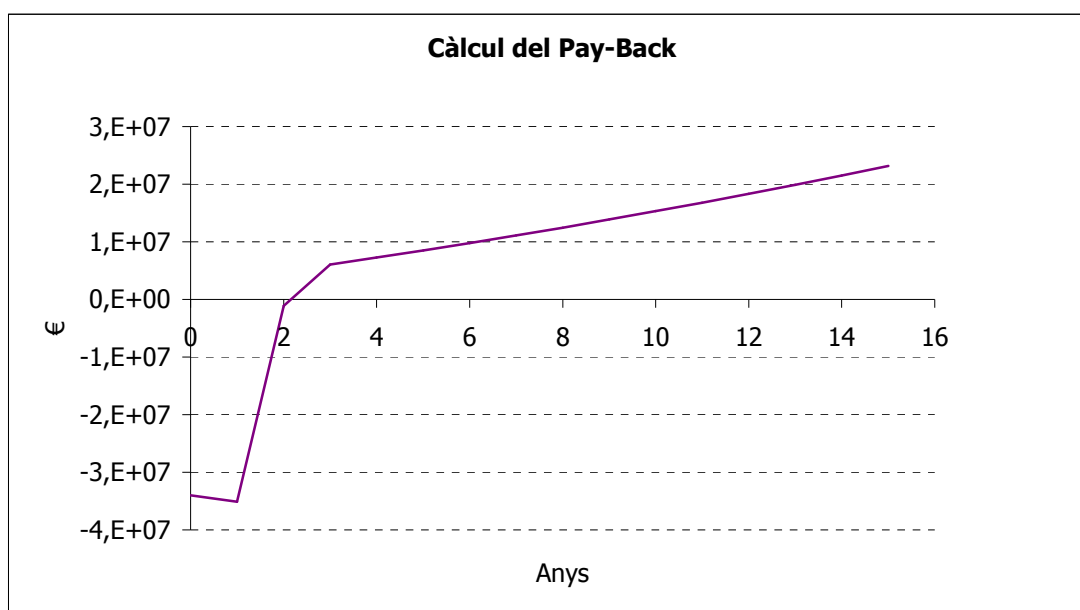
**PVP: 1€/kg**

Any	0	1	2	3	4
Capital immobilitzat	-34001424,40	-34001424,40	0,00	0,00	0,00
Capital circulant	0,00	-6000000,00	-6000000,00	0,00	0,00
Vendes	0,00	60000000,00	60000000,00	61800000,00	63654000,00
Costos		-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
NCF (sense impostos)	-34001424,40	-34899296,50	-897872,10	6902127,90	8756127,90
Amortització		-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
Base imposable		568604,65	568604,65	2368604,65	4222604,65
Impostos (35%)		199011,63	199011,63	829011,63	1477911,63
NCF	-34001424,40	-35098308,12	-1096883,73	6073116,27	7278216,27

5	6	7	8	9	10
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65563620,00	67530528,60	69556444,46	71643137,79	73792431,93	76006204,88
-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
10665747,90	12632656,50	14658572,36	16745265,69	18894559,83	21108332,78
-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
6132224,65	8099133,25	10125049,11	12211742,44	14361036,58	16574809,53
2146278,63	2834696,64	3543767,19	4274109,85	5026362,80	5801183,34
8519469,27	9797959,86	11114805,17	12471155,84	13868197,02	15307149,45



11	12	13	14	15
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78286391,03	80634982,76	83054032,24	85545653,21	88112022,81
-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
23388518,93	25737110,66	28156160,14	30647781,11	33214150,71
-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
18854995,68	21203587,41	23622636,89	26114257,86	28680627,46
6599248,49	7421255,59	8267922,91	9139990,25	10038219,61
16789270,44	18315855,07	19888237,23	21507790,86	23175931,10



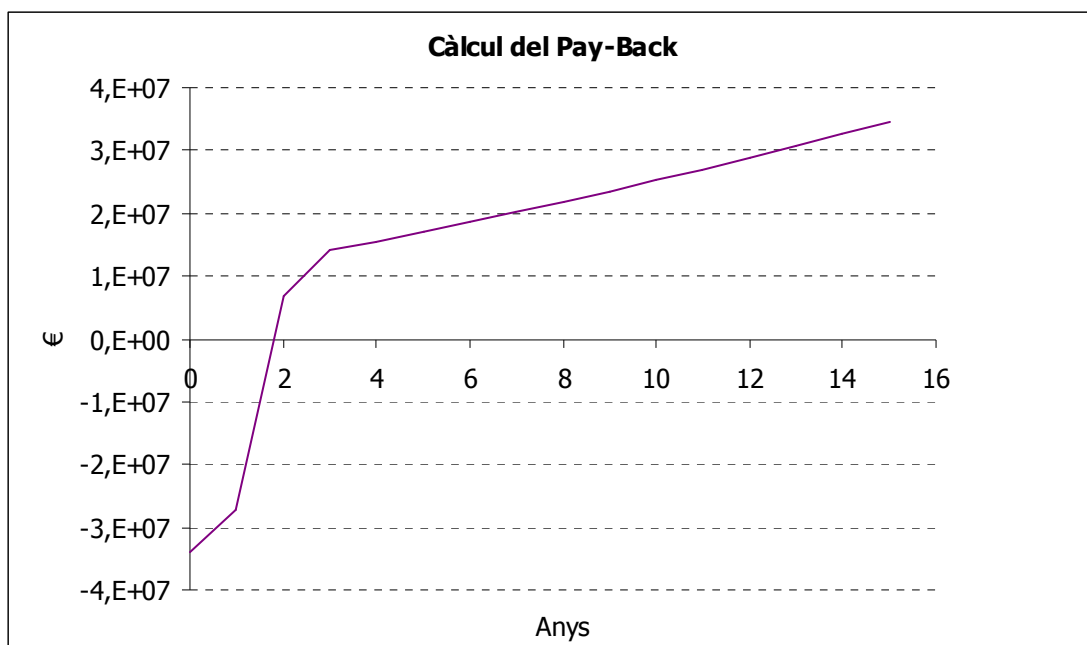
**PVP: 1,2 €/kg**

Any	0	1	2	3	4
Capital immobilitzat	-34001424,40	-34001424,40	0,00	0,00	0,00
Capital circulant	0,00	-6000000,00	-6000000,00	0,00	0,00
Vendes	0,00	72000000,00	72000000,00	74160000,00	76384800,00
Costos		-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
NCF (sense impostos)	-34001424,40	-22899296,50	11102127,90	19262127,90	21486927,90
Amortització		-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
Base imposable		12568604,65	12568604,65	14728604,65	16953404,65
Impostos (35%)		4399011,63	4399011,63	5155011,63	5933691,63
NCF	-34001424,40	-27298308,12	6703116,27	14107116,27	15553236,27

7- AVALUACIÓ ECONÒMICA

5	6	7	8	9	10
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78676344,00	81036634,32	83467733,35	85971765,35	88550918,31	91207445,86
-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
23778471,90	26138762,22	28569861,25	31073893,25	33653046,21	36309573,76
-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
19244948,65	21605238,97	24036338,00	26540370,00	29119522,96	31776050,51
6735732,03	7561833,64	8412718,30	9289129,50	10191833,04	11121617,68
17042739,87	18576928,58	20157142,95	21784763,75	23461213,17	25187956,08

11	12	13	14	15
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
93943669,24	96761979,31	99664838,69	102654783,85	105734427,37
-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10	-54897872,10
39045797,14	41864107,21	44766966,59	47756911,75	50836555,27
-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25	-4533523,25
34512273,89	37330583,96	40233443,34	43223388,50	46303032,02
12079295,86	13065704,39	14081705,17	15128185,98	16206061,21
26966501,28	28798402,83	30685261,42	32628725,78	34630494,06



**7.4.2. Càlcul del VAN**

Es defineix com el valor actualitzat dels beneficis nets de caixa que s'esperen durant la vida d'operació de la planta. Matemàticament es calcularà:

$$VAN = \sum (NCF)_r / (1+i)^r$$

En el nostre cas la vida útil de la planta s'ha estimat de 15 anys i el tipus d'interès que utilitzarem serà de 3,5%.

$$VAN = 152.197.477,56 \text{ €}$$

**7.5. CONCLUSIONS**

Tal i com es pot observar dels càlculs realitzats durant tot el capítol estem davant d'un projecte bastant rentable. Això si, tractant-se d'un mercat a on hi ha unes empreses molt afincades faria falta una molt bona labor de màrketing per tant de poder vendre totes les unitats de venda que en aquest projecte es realitzen. En quant als preus establerts de PVP el més rentable seria el d'1 €/kg ja que ens fa ser competitiu davant de les altres empreses i alhora amortitzar els diners invertits en un temps bastant bo.

Estem, per tant, davant d'un projecte rentable i amb bons beneficis, però que si el possessim en marxa, com hi ha empreses molt afincades al mercat, ens costaria molt col·locar tant de producte i, per tant, poder tenir el volum de vendes que hem fet servir per a realitzar els nostres càlculs.

## **8. POSTA EN MARXA DE LA PLANTA**

## **8.1.- Introducció**

Aquest primer apartat té com a objectiu realitzar un petit estudi de les proves necessàries per dur a terme la posta en marxa de la planta. El següent apartat té com a objectiu realitzar un estudi qualitatiu de totes les proves necessàries per realitzar l'arrancada de la planta per primera vegada d'una manera efectiva i evitant els possibles contratemps.

Degut a que durant la posta en marxa, els equips treballen en estat no estacionari, els sistemes de control no estan dirigits per un control automàtic, sinó que el control es du a terme de manera manual.

## **8.2.- Proves mecàniques**

Aquestes proves es realitzen prèviament a la posada en marxa de la planta. Serveixen per comprovar i verificar la correcta operació dels diferents equips.

- Proves a pressió:

Es realitzen proves a pressió per tots els equips de la planta per assegurar el correcte funcionament mecànic dels mateixos.

La manera de procedir consisteix en injectar aire comprimit per les entrades auxiliars de cada equip fins que s'arribi a la pressió de disseny i una vegada ha arribat a aquesta pressió, es tancaran totes les entrades i sortides per aïllar l'equip completament de l'exterior. Es farà un seguiment de la variació de pressió dins de l'equip i si tot funciona correctament, la variació de pressió serà nul·la.

Se procederá a inyectar por las entradas auxiliares de cada equipo aire comprimido hasta que se alcance la presión de diseño y una vez conseguida se cerrarán todas las entradas y salidas del equipo hasta que quede completamente aislado del exterior, y se realizará un seguimiento de la variación de presión dentro del equipo. Si todo funciona correctamente se observará una variación nula de la presión interna.

- Proves hidràuliques:

Aquestes proves tenen l'objectiu de verificar el perfecte funcionament i disseny de totes les línies del procés així com els equips impulsors de fluids com són bombes, ventiladors i compressors.

Per assegurar-nos que tots els trams del procés estan en bon estat, s'introdueix aigua descalcificada per l'interior de canonades, accessoris i equips per garantir que no existeixen fugues. S'utilitza aigua desionitzada per evitar incrustacions i pèrdues de càrrega elevades. A l'aigua se li afegeix un pigment de manera que sigui més fàcil detectar si existeixen fugues. En el cas de les canonades per on circulen gasos o vapor es farà circular aire per detectar si hi ha fugues.

Per comprovar els equips de bombeig i les condicions de treball es realitzen proves d'estanqueïtat i de variació del règim d'operació.

- Neteja:

Després de les proves realitzades es durà a terme una neteja exhaustiva de tots els equips i línies de procés.

### **8.3.- Àrea de serveis**

Abans de la posada en marxa cal verificar l'òptim funcionament dels serveis ja que són fundamentals per al procés productiu en continu. Aquesta comprovació es realitza cada cop que para la planta i consisteix en:

- Comprovar detalladament el correcte funcionament de tots els equips i aparells elèctrics que hi ha a planta.
- Comprovar el correcte sumministre de gas natural per proporcionar el caudal necessari de vapor, així com comprovar el perfecte funcionament de l'equip de fred.
- També es important haver assegurat el correcte funcionament de tots els elements que conformen les mesures de seguretat de la planta, com per exemple dutxes, vàlvules de seguretat, etc.

### **8.4.- Equipos auxiliars**

Per evitar problemes durant la operació en planta, es realitza una posta en marxa prèvia dels equips auxiliars com són:

- Arrancada dels intercanviadors de calor fent passar els fluids refrigerants i calefactors per a que s'estabilitzin.
- Arrancada de les bombes de buit
- Arrancada dels condensadors i dels kettles-reboiler, fent passar el fluid refrigerant o calefactor.
- Activació del sistema de control

### **8.5.- Posta en marxa dels equips**

L'explicació qualitativa de la posta en marxa està definida a les pàgines següents, segons l'Àrea del procés.

La part més important de la posta en marxa és la de l'Àrea 300, ja que quan aquesta zona treballa en continu, les altres zones de planta ja poden començar a operar en continu. És per això que s'ha fet una explicació més exhaustiva d'aquesta àrea i les altres estan explicades

#### **8.5.1.- Posta en marxa de l'àrea d'emmagatzematge de matèries primes:**

##### **▪ ÀREA 100: EMMAGATZEMATGE DE MATÈRIES PRIMES**

Per a la posada en marxa de la planta és imprescindible disposar d'una certa quantitat de matèries primes per assegurar una producció que doni per almenys uns dos dies. Per començar a produir s'estima una capacitat plena del parc de tancs d'un 65% aproximadament.

S'ha de tenir en compte que en aquesta àrea s'activa el control de pressió associat al venteig de KA i també el control de temperatura de la camisa dels tancs de KA, de manera que es regula l'entrada de vapor per mantenir els tancs a la temperatura que interessa.

La posada en marxa d'aquesta àrea consisteix en obrir les vàlvules de càrrega de matèries primeres i bombejar-los cap a reacció (KA) i cap al tanc de dissolució dels catalitzadors (Àcid nítric).

**8.5.2.- Posta en marxa del procés:**

▪ **AREA 300: REACCIÓ**

Catalitzadors :

Prèviament a l'entrada de matèries primeres al reactor, la dosificació inicial dels catalitzadors al tanc de dissolució és superior a la que tindrem en règim estacionari, i té la concentració adequada per a que quan el reactor estigui operant en condicions d'estat estacionari (volum de líquid constant) aquesta concentració sigui la òptima per afavorir la formació d'àcid adípic. No es torna a dosificar catalitzador fins que el reactor obre la vàlvula de sortida de fluid de procés, i aleshores la dosificació ja serà sempre amb el mateix cabal.

Entrada a reacció:

Entrem els corrents de nítric i catalitzadors per la part inferior del reactor i el KA per l'entrada retorn de la recirculació interna del bescanviadors de calor. Es mantenen les vàlvules de sortida del **reactor** tancades i el volum de líquid va augmentant. La mescla va reaccionant fins que aconseguix una temperatura de 70°C. Arribat aquest punt, s'obren les vàlvules de recirculació al reactor els dos bescanviadors comencen a endur-se el calor de reacció per evitar que es descontrolï la temperatura i no sobrepassi dels 80°C. S'anirà augmentant el cabal de recirculació dels bescanviadors gradualment, a mesura que es continua alimentant el reactor. Una vegada el líquid assoleix el nivell de sortida del reactor ja estem treballant en condicions d'estat estacionari i es bombeja aquest fins a la columna de stripping.

La **columna de stripping** ja treballa en condicions d'estat estacionari ja que li arriba el cabal d'operació en condicions normals. Una vegada s'han arrossegat els gasos presents al corrent de sortida del reactor, s'envia a les columnes de destil·lació on prèviament ja s'ha fet el buit.

Les **columnes de destil·lació** començaran a funcionar amb una relació de reflux total amb les vàlvules de sortida de residu i de destil·lat tancades fins que s'aconsegueix l'estat estacionari. Quan s'aconsegueixi l'estat estacionari, s'activaran els controls de nivell, temperatura i pressió i es començarà a operar a la relació de reflux del disseny, obrint les vàlvules de sortida de destil·lat i de residu.



Després de les columnes de destil·lació tenim un intercanviador de calor que treballa en condicions normals i que abaixa la temperatura del fluid de procés 10 graus. A la sortida de l'intercanviador, tot el corrent és recirculat cap als reactors altre cop per aconseguir un rendiment d'adípic més elevat, ja que s'aconsegueix un 20% de conversió per pas. Aquest corrent segueix el mateix camí 4 vegades més per assegurar que hem obtingut una bona conversió d'adípic.

A partir de llavors, la recirculació de tornada al reactor serà del 80% i el 20% del corrent continuarà el procés de cristal·lització.

## **9. OPERACIÓ DE LA PLANTA**

ÍNDIX:

9.1 Tipus de funcionament	1
9.2 Entrada de matèries primeres	1
9.3 Sortida de productes	2
9.4 Manteniment dels equips	3

### **9.1 Tipus de funcionament:**

Totes les etapes del procés de producció d'àcid adípic es duen a terme de manera continua. La única etapa en que no s'opera d'aquesta manera és en la posada en marxa.

Per intentar evitar parades generals de la planta, causades per fallades en els equips o en els accessoris, s'ha doblat alguns dels equips més crítics en aquest sentit, com ara el reactor i algunes bombes. En el cas dels serveis, per exemple, s'ha sobredimensionat les necessitats per poder assegurar la producció mínima d'aquests tot i que algun dels equips deixés de funcionar.

Doblar equips suposa una despesa inicial ,és gran, però que es compensa amb les pèrdues que suposaria el deixar de produir.

S'ha instal·lat generadors per evitar les parades en cas de fallades del subministrament elèctric.

### **9.2 Entrada de matèries primeres:**

A continuació es farà un estudi del trànsit de camions de subministrament de matèries primeres a la planta que permetrà assegurar un funcionament continu del procés. El parc de tancs de matèries primeres s'ha dissenyat amb una capacitat d'emmagatzemament igual a la quantitat necessària per a un dia de producció més dos dies de stock. Aquests dos dies de stock són necessaris per tal d'evitar la aturada de la plant i per tant, de la producció, si fallés el subministrament d'aquestes substàncies per qualsevol circumstància.

Matèria primera/ Producte subministrat	Tn anuals	Tn diàries	Camions anuals	Camions diaris	Temps de descàrrega	temps total
Àcid nítric	89443	271	2982	9	1	3
KA	44152,4	133,8	1471,4	5	1	3
Sosa	5173,34	15,67	173	0,5	1	3

El temps de descàrrega es computa com el temps que tarda a descarregar un camió cisterna de 30 tn, i el temps total engloba aquesta acció i totes les maniobres necessàries des de que entra fins que surt de la planta (pesatge, connexió,...)

### 9.3 Sortida de productes:

Igual que en el cas de les matèries primeres, i per les mateixes raons, el parc de tancs de productes, es dissenya amb una capacitat d'emmagatzemar tres dies de producció. L'àcid Adípic i l'àcid Glutàric s'emmagatzemen en sitges ja que es produeixen en format sòlid, i l'àcid Succínic en tancs, ja que aquest es produeix com anhídrid succínic, i per tant, en estat líquid.

Productes	Tn anuals	Tn diàries	Camions anuals	Camions diaris	Temps de descàrrega	temps total
Àcid Adípic	61309	185,8	1017	3	1	3
Àcid Glutàric	3432	10,4	115	0,34	1	3
Àcid Succínic	3295	10	110	0,33	1	3

Els camions que consten a la taula anterior destinats a la recollida de l'adípic produït s'han calculat tenint en compte que aquests camions s'enduran únicament el 50% del total de la producció diària, ja que el 50% restant es vendrà en sacs de 25 Kg (25%) i en Big Bags (25%). La informació de la taula referent als altres subproductes es calcula contant que el 100% del producte es ven a granel i se l'emporten amb camions cisterna de 30 tn. S'hauria de fer un estudi de mercat de cada un per tal de conèixer quins formats facilitarien més la venda d'aquests productes. La zona d'empaquetament i emmagatzematge és suficientment àmplia com per a poder instal·lar una nova zona d'empaquetament si fos el cas.

#### **9.4 Manteniment dels equips:**

Una bona planificació de la neteja i manteniment dels equips permetrà que el rendiment dels equips i conseqüentment de la planta sigui el desitjat, ja que durant el disseny de la planta, s'ha tingut sempre en compte la necessitat d'aquestes activitats.

Tot i haver dissenyat els equips amb materials resistents a la corrosió, aquest fenomen serà el principal promotor del desgast d'aquests, ja que els productes implicats al procés són molt corrosius. Per tant, s'haurà de fer revisions a fons dels equips durant les parades de la planta destinades al manteniment de la mateixa.

El problema d'incrustacions als equips no hauria de ser molt important, ja que s'utilitza aigua desionitzada en tots els sistemes de refrigeració.

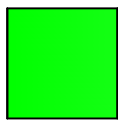
S'ha previst diferents parades de la planta. La planta s'aturarà 15 dies durant l'estiu per dur a terme totes les revisions i operacions de manteniment requerides pels diferents equips i accessoris. Es calcula de tenir com a reserva 20 dies per possibles parades imprevistes.

## **10. DIAGRAMES I PLÀNOLS**

Llegendes



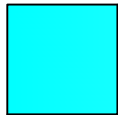
# NOMENCLATURA UTILITZADA EN ELS DIAGRAMES DE PROCÉS



Fluid de procés



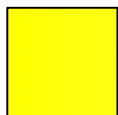
Entrada Aigua



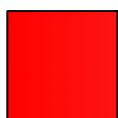
Entrada Etilenglicol



Entrada Metà



Entrada Oli Tèrmic



Entrada Vapor



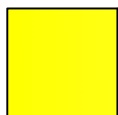
Entrada Aire



A depurar



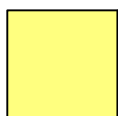
Sortida Aigua



Sortida Etilenglicol

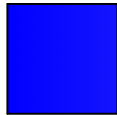


Sortida Condensat NET



Sortida Oli Tèrmic

# NOMENCLATURA UTILITZADA EN ELS DIAGRAMES D'IMPLANTACIÓ CONTRA INCENDIS



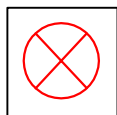
Construcció



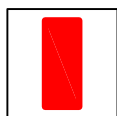
Equips



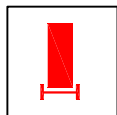
Xarxa aigua



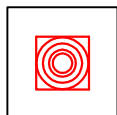
Hidrants



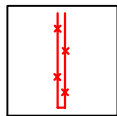
Extintors fixes



Extintors mòbils

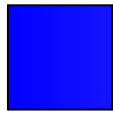


BIE'S



Ruixadors automàtics

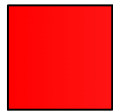
# NOMENCLATURA UTILITZADA EN ELS DIAGRAMES D'IMPLANTACIÓ



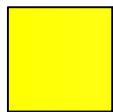
Construcció



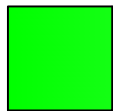
Equips



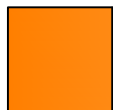
Suports/Baranes



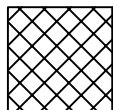
Escales



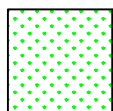
Portes



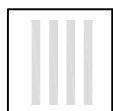
Accessoris oficina



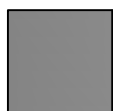
Zona de pas



Gespa



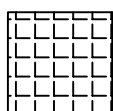
Pas de vianants



Zona aparcament




























Bàscules



Voreres

# NOMENCLATURA UTILITZADA EN ELS DIAGRAMES D'ENGINYERIA

	Sensor Pressió		Controlador Pressió
	Sensor Nivell		Controlador Nivell
	Sensor Cabal		Controlador Cabal
	Sensor Temperatura		Controlador Temperatura
	Sensor Conductivitat		Controlador Conductivitat
	Sensor pH		Controlador pH
	Sensor Massa		Controlador Bomba
	Indicador de Pressió		Controlador Massa
	Indicador de Temperatura		Alarma Nivell
			Alarma Pressió
	Cèl.lula de càrrega		Ventilador
	Vàlvula Control		
	Vàlvula Manual		
	Vàlvula de Papallona		
	Bomba centrífuga		
	Bomba de buit		

## **11. MANUAL DE CÀLCULS**

**1. Disseny dels bescanviadors de calor de carcassa i tubs**

Per tal de dissenyar aquest tipus d'equips s'ha utilitzat el mètode Kern i totes les dades bibliogràfiques necessàries han estat extretes del Coulson.

**1.1. BALANÇ TÈRMIC :****1.1.1- Decidir quin fluid circula per tubs i quin per carcassa.**

$$q = M_S C_{PS} (T_1 - T_2) = m_t C_{Pt} (t_2 - t_1)$$

On: S ≡ carcassa (shell)

t ≡ tubs

M, m ≡ cabal màssic

**1.2. CÀLCUL DE  $\Delta T_{ML}$ :****1.2.1- Decidir quin tipus de circulació (paral·lel, contracorrent):**

$$DTML = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

Pels casos on la circulació és en contracorrent:

$$\Delta T_1 = T_1 - t_2$$

$$\Delta T_2 = T_2 - t_1$$

Si es treballa amb circulació en paral·lel:

$$\Delta T_1 = T_1 - t_2$$

$$\Delta T_2 = T_2 - t_1$$

1.2.2- Decisió del número de passos per carcassa ( $n_s$ ) i per tubs ( $n_t$ ):

Es comença a iterar amb un pas per tub i un pas per carcassa tot i que a continuació es va variant segons les necessitats de cada equip.

1.3. CORRECCIÓ DTML ( $(DTML)_c$ ):

$$(DTML)_c = DTML \cdot F$$

El factor de correcció F s'ha d'avaluar les gràfiques *10-30A/F MTD Correction Factor, (Coulson)*.

Per buscar F, s'ha d'avaluar P i R:

$$P = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} \qquad R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}$$

1.4. SELECCIÓ DEL BESCANVIADOR:1.4.1- Suposició del coeficient global inicial (U):

A la taula *12.1 Typical overall coefficients, (Coulson)* s'hi troba els rangs de valors típics del coeficient global inicial (U) per diferents casos. Així es pot elegir un valor per començar a iterar.

1.4.2- Càlcul de l'àrea total de bescanvi (A):

$$A = \frac{q}{U \cdot (DTML)_c}$$

1.4.3- Selecció de les característiques dels tubs:Diàmetre extern  $\equiv D_E$ Diàmetre intern  $\equiv D_I$ Longitud  $\equiv L$ Espessor  $\equiv \Delta x$ 1.4.4- Distribució dels tubs:

Primerament s'ha d'escollir l'esquema de distribució dels tubs. Els esquemes més típics són triangular, quadrat, romboïdal.

El *pitch* és la distància entre els centres de dos tubs consecutius i el valor recomanat és  $pitch = 1,25 \cdot D_E$ .

1.4.5- Carcasses:

S'ha d'escollir el tipus de carcassa: tipus T, tipus S/W, tipus P o tipus U/L/M/N. Aquests tipus de carcassa són les que es contempnen a la *figura 12.10 Shell bundle clearance*, (Coulson). Necessitem però el valor de  $D_b$ .

$$\text{Número de tubs} \equiv N_t = \frac{A_{TOTAL}}{A_t}$$

$$\text{Diàmetre del feix de tubs} \equiv D_b = D_E \cdot \left( \frac{N_t}{K_1} \right)^{1/n_1}$$

Pitch triangular					
Passos per tub	1	2	4	6	8
$K_1$	0,319	0,249	0,175	0,0743	0,0365
$n_1$	2,142	2,207	2,285	2,499	2,675
Pitch quadrat					
Passos per tub	1	2	4	6	8
$K_1$	0,215	0,156	0,158	0,0402	0,0331
$n_1$	2,207	2,291	2,263	2,617	2,643

A partir de la figura 12.10, s'obté el valor de  $(D_{IS} - D_b)$ .

$$D_S = D_b + (D_{IS} - D_b)$$

Finalment, s'ha de comprovar que el valor de  $L/D_S$  estigui comprès entre 4 i 6.



1.4.6- Càlcul de la superfície de bescanvi d'un tub ( $A_t$ ):

$$A_t = \pi \cdot D_E \cdot L = 3,1416 \cdot 0,038 \text{ m} \cdot 3,6 \text{ m} = 0,43 \text{ m}^2$$

1.4.7- Selecció del número de passos per tub ( $n_t$ ) mitjançant velocitats típiques ( $v_t$ ):

$$\text{Número de tubs per pas} \equiv N_{tp} = \frac{N_t}{n_{pt}}$$

$$\text{Àrea de pas d'un tub} \equiv A_{PAS \vee TUB} = \frac{\pi}{4} \cdot D_I^2$$

$$v_t = \frac{m_t}{\rho \cdot A_{PAS \vee TUB} \cdot N_{tp}}$$

1.4.8- Determinació del número de pantalles deflectores i separació entre elles:

Per calcular l'altura lliure de la pantalla (baffle cut) es recomana calcular-la com un 20-25% el valor del diàmetre de la carcassa.

El valor de l'espaiat entre pantalles troba el seu rang òptim en 0,3-0,5 cops el diàmetre de la carcassa.

$$\text{Número de pantalles deflectores} = \frac{L}{l_B} - 1$$

1.5. CORRECCIÓ DEL VALOR U DEL BESCANVIADOR:

En arribar a aquest pas, la U suposada s'ha de corregir:

$$U = \frac{q}{A \cdot (DTML)_c}$$

$$\text{On: } A = N_t \pi L D_E$$

## 1.6. DETERMINACIÓ U DEL BESCANVIADOR A PARTIR DEL CÀLCUL DELS COEFICIENTS INDIVIDUALS I FACTORS D'EMBRUTIMENT:

### 1.6.1- Coeficient de convecció costat tub:

En aquest apartat es calcula l'àrea de pas de tots els tubs d'un mateix pas, el diàmetre equivalent, el cabal màssic per unitat d'àrea, el Reynolds, el Prandtl i el coeficient individual de transmissió de calor. Aquest últim és funció del factor de transferència de calor  $j_h$ , que s'avalua gràficament amb *la figura 12.23 Tube-side heat-transfer factor, (Coulson)*.

### 1.6.2- Coeficient de convecció costat carcassa:

#### 1.6.2.1- Càlcul de l'àrea transversal de la carcassa:

$$A_{ST} = \frac{l_B \cdot D_S \cdot (pitch - D_E)}{pitch \cdot n_{PS}}$$

i

#### 1.6.2.2- Càlcul del cabal màssic per unitat d'àrea (Gs) i de la velocitat de carcassa:

$$G_S = \frac{M_S}{A_{ST}} \qquad v_S = \frac{M_S}{A_{ST} \rho_S}$$

#### 1.6.2.3- Càlcul del diàmetre equivalent de carcassa ( $d_{eq}$ ):

Pitch triangular:  $d_{eq} = \frac{1,10}{D_E} (pitch^2 - 0,917 D_E^2)$

Pitch quadrat:  $d_{eq} = \frac{1,27}{D_E} (pitch^2 - 0,785 D_E^2)$

1.6.2.4- Càlcul del Reynolds de carcassa ( $Re_s$ ):

$$Re_s = \frac{d_{eq} \cdot G_s}{\mu_s}$$

1.6.2.5- Càlcul del coeficient individual de transmissió de calor ( $h_s$ ):

El coeficient individual de transmissió de calor és funció del factor de transferència de calor, que s'avalua gràficament amb la *figura 12.29 Shell-side heat-transfer factors, (Coulson)*

1.7. CÀLCUL DEL COEFICIENT GLOBAL U A PARTIR DELS COEFICIENTS INDIVIDUALS:

$$\frac{1}{U_R} = \frac{1}{h_s} + \frac{1}{R_s} + \frac{D_E \ln\left(\frac{D_E}{D_I}\right)}{2 \cdot k} + \frac{D_E}{D_I} \cdot \frac{1}{R_i} + \frac{D_E}{D_I} \cdot \frac{1}{h_i}$$

La  $U_R$  ha de ser igual o major en un valor màxim al voltant del 15% del suposat inicialment. Tant si és més gran com més petit, s'hauria de tornar al punt 4 i tornar a suposar un valor de U.

1.8. CÀLCUL DE LES PÈRDUES DE PRESSIÓ:

S'ha de calcular les pèrdues per fricció al costat del tub i al costat de la carcassa i veure que ambdós valors no superen els valors màxims establerts en la bibliografia.

## 1.9. DISSENY MECÀNIC:

A continuació caldrà fer el disseny mecànic de l'equip que s'acaba de dimensionar mitjançant el mètode de Kern.

El disseny mecànic es centrarà en els paràmetres bàsics del bescanviador de calor. Per al càlcul d'aquests paràmetres, s'ha seguit la normativa ASME.

L'exemple de càlcul es farà pel cas del E-201.

1.9.1- Condicions d'operació

S'haurà de considerar la pressió d'operació interna i externa. L'E-201 treballa a pressió atmosfèrica i per tant les pressions d'operació interna i externa són de 1 atm (1,0132 bar).

Pel que fa a la temperatura de treball es considerarà la temperatura màxima, la temperatura d'entrada del gas calefactor = 1200 °C.

1.9.2- Condicions de disseny

Com a temperatura de disseny es considera la temperatura d'operació més 16 °C. Per tant, la temperatura de disseny és 1216 °C.

Pel que fa a la pressió de disseny interna agafarem la màxima entre les dues opcions següents:

$$P_{OPERACIÓ INT.} + 2 \text{ bar} = 3,0396 \text{ bar}$$

$$P_{OPERACIÓ INT.} + 0,1 \cdot P_{OPERACIÓ} = 1,1145 \text{ bar}$$

Per tant, en aquest cas la pressió de disseny interna és 3,0396 bar (44,05 psi).

Pel que fa a l'externa es calcularà igual, escollint la màxima entre:

$$P_{OPERACIÓ EXT.} + 2 \text{ bar} = 3,0396 \text{ bar}$$

$$P_{OPERACIÓ\ EXT.} + 0,1 \cdot P_{OPERACIÓ} = 1,1145\ bar$$

Per tant, en aquest cas la pressió de disseny externa és de 3,0396 bar (44,05 psi).

### 1.9.3- Materials de construcció

A l'hora de decidir l'acer que s'ha d'utilitzar per construir els bescanviadors de calor, cal tenir en compte les propietats químiques dels productes que s'hi introdueixen i la temperatura màxima a la que aquest opera. En aquest cas, degut a les altes temperatures dels gasos que hi circulen, caldrà utilitzar un acer refractari com ara l'AISI 310.

### 1.9.4- Pes dels tubs:

El pes dels tubs es calcula de la següent manera:

$$Pes_{tubs} = V_{tub} \rho N_{tubs}$$

On:

- $V_{tub} \equiv$  volum d'un tub i es calcula:  $A_{tub} \cdot t$
- $A_{tub} \equiv$  àrea d'un tub, es troba:  $\pi \cdot D_{ext} \cdot L$
- $D_{ext} \equiv$  diàmetre extern en m,  $D_{int} + 2 \cdot t$
- $L \equiv$  longitud del tub, en m
- $t \equiv$  gruix del tub, en m
- $\rho \equiv$  la densitat de l'acer inoxidable utilitzat
- $N_{tubs} \equiv$  número de tubs del bescanviador

### 1.9.5- Pes de la placa tubular

El pes de la placa tubular es troba:

$$Pes_{placa} = V_{placa} \cdot \rho$$

On:  $V_{\text{placa}} \equiv \text{volum d'un tub i es calcula: } A_{\text{placa}} \cdot t$   
 $A_{\text{placa}} \equiv \text{àrea de la placa, es troba: } A_{\text{total}} - A_{\text{forats}}$   
 $t \equiv \text{gruix de la placa, en m}$   
 $\rho \equiv \text{densitat de l'acer inoxidable utilitzat}$

$$A_{\text{total}} = \frac{\pi}{4} \cdot D_c^2, \quad D_c \equiv \text{diàmetre intern de la carcassa}$$

$$A_{\text{forats}} = \frac{\pi}{4} \cdot N_{\text{tubs}} \cdot D_{\text{ext}}^2, \quad D_{\text{ext}} \equiv \text{diàmetre extern dels tubs}$$

## 2. Càlcul del bescanvi de calor al reactor

El factor més important pel càlcul del calor al reactor és el calor produït en la reacció, ja que aquesta és molt exotèrmica (6280 KJ/h). Tot els altres factors com l'agitació, el calor perdut per evaporació, etc són menyspreables per al càlcul.

### 2.1 Calor de reacció

El calor de reacció de formació d'adípic per oxidació de KA amb àcid nítric és de 6280 KJ/Kg d'àcid adípic format.

La nostra producció d'adípic és de 7700 kg/h, pel que es genera una energia total de 48,4 GJ/h. Per eliminar el calor de reacció utilitzarem bescanviadors de carcassa i tubs, dos per cada reactor, o sigui un total de 4 bescanviadors iguals, on cada un haurà d'extreure 12,1 GJ/h del reactor corresponent.

Per tal de calcular l'àrea de bescanvi s'utilitza una coeficient de bescanvi global de transmissió de calor de 800 W/°C m<sup>2</sup>.

$$Q = U \cdot A \cdot DTML$$

$$12,1E + 6 = 800(W / m^2 \cdot ^\circ C) \cdot A(m^2) \cdot 25^\circ C$$

D'aquesta manera ens dóna que per a cada bescanviador de calor cal una **àrea de transferència de 167 m<sup>2</sup>**.

Per calcular el cabal d'aigua de refrigeració que cal fer circular és fa:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$12.1E+6 \text{ kJ/h} = m \text{ (kg/h)} \cdot 4.18 \text{ (kJ/kg}^\circ\text{C)} \cdot (70-15)$$

$$m = 52584 \text{ Kg/h;}$$

$$Q_v = 52.58 \text{ m}^3/\text{h}$$

Per tant, per cada tub, de 16 mm de diàmetre, circularà 526 m<sup>3</sup>/h i la velocitat a dins el tub serà de:

$$v = \frac{Q \text{ (m}^3/\text{h)}}{A \text{ (m}^2)} = \frac{52.6}{\frac{\pi}{4} \cdot (0.016)^2 \cdot 3600} = 1.3 \text{ m/s}$$

## 2.2 Selecció del bescanviador

### a) Coeficients globals

S'ha de suposar un valor del coeficient global de transferència de calor per fer els càlculs del bescanviador i després, es calcula el coeficient global i ha de coincidir amb el suposat:

$$U_B = 800 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

### b) Factor d'incrustacions

A partir de dades bibliogràfiques<sup>2</sup>, podem estimar el valor dels factors d'incrustacions:

$$h_R \text{ tubs} = 5000 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$h_R \text{ carcassa} = 5000 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

2.3 Càlcul de l'àrea de bescanvi

Es calcula l'àrea de contacte que cal entre els dos fluids per obtenir el sal tèrmic que desitgem:

$$A = \frac{q}{U_B \cdot \Delta T_{ML}}$$

$$A = \frac{16200}{625 \cdot 21,64}$$

$$\mathbf{A=167 \text{ m}^2}$$

2.4 Selecció de les característiques dels tubs<sup>1</sup>

Longitud=4 m

Diàmetre intern=0,016 m

Diàmetre extern=0,02 m

Gruix=0,002m

2.5 Comprovació de les característiques del tub

Càlcul de l'àrea d'intercanvi de calor d'un sol tub:

$$A_t = \pi \cdot D_E \cdot L$$

$$A_t = \pi \cdot 0.02 \cdot 4$$

$$\mathbf{A_t = 0,251 \text{ m}^2}$$

---

<sup>1</sup> *Chemical Engineering. Volume 6. Design.* Ed. Pergamon Press



2.6 Càlcul del número de tubs necessaris per refredar el cabal desitjat:

$$N_t = A/A_t$$

$$N_t = 167/0,251$$

$$\mathbf{N_t = 665 \text{ tubs}}$$

2.7 Càlcul del diàmetre del feix de tubs:

S'utilitza una malla triangular per la distribució del feix ja que permet un contacte millor entre la superfície dels tubs i el fluid que circula per la carcassa.

S'utilitzen 2 passos per tub i pitch triangular. Els valors de  $k_1$  i  $n_1$  són els següents<sup>3</sup>:

$$k_1 = 0,249$$

$$n_1 = 2,207$$

Pel càlcul del diàmetre del feix de tubs s'utilitza la següent equació:

$$D_B = D_E \cdot \left( \frac{N_t}{K_1} \right)^{1/n_1}$$

$$D_B = 0,02 \cdot \left( \frac{665}{0,249} \right)^{1/2,207}$$

$$\mathbf{D_B = 0,57 \text{ m}}$$

2.8 Selecció de capçals i carcassa.

Utilitzem un capçal final de tipus T, aquest és desmuntable i per això ens permet netejar fàcilment els tubs de les incrustacions acumulades. El capçal inicial serà de tipus A ja que també permet ser desmuntat.

2.9 Càlcul del diàmetre de la carcassa:

S'utilitza la següent equació que té en compte el diàmetre del feix de tubs i l'increment causat pel capçal:

$$D_S = D_B + D_I$$

$$D_S = 0,63 + 0,091$$

$$\mathbf{D_S = 0,721 \text{ m}}$$

### 2.10 Comprovació de les propietats del bescanviador:

Cal comprovar que la relació entre la longitud i el diàmetre del bescanviador es troba dins l'interval de valors correcte (entre 4 i 6). En el nostre cas:

$$L/D_S = 4/0,721$$

$$\mathbf{L/D_S = 5,5}$$

### 2.11 Selecció del numero i separació de les pantalles deflectores

Escollirem una distància de **0,3 m**. Això permet la col·locació de **12 plaques deflectores**.

### 2.12 Determinació de coeficient global de transmissió

a) Coeficient de convecció pels tubs

- Càlcul de l'àrea de pas transversal de tots els tubs:

$$A_{Pas \ t} = N_t \cdot (A_{Pas \ tub} / n_t)$$

$$A_{Pas \ t} = 16 \cdot (0,0002 / 2)$$

$$\mathbf{A_{Pas \ t} = 0,0016 \text{ m}^2}$$

- Diàmetre equivalent: Es pren com a diàmetre equivalent el diàmetre intern, per tant:

$$D_{eq}=0,016m$$

- Càlcul del cabal màssic per unitat d'àrea:

$$G_{TUB}=m/A_{Pas t}$$

$$G_{TUB}=0,0295/0,0016$$

$$G_{TUB}=18,34 \text{ Kg/m}^2\text{s}$$

- Càlcul dels mòduls adimensional de Reynolds i Prant:

$$Re_t=(D_i \cdot G_{TUB})/\mu$$

$$Re_t=(0,016 \cdot 18,34)/6,08E-6$$

$$Re_t=48300$$

$$Pr=(C_p \cdot \mu)/k$$

$$Pr=(1,231 \cdot 6,08E-6)/1,13E-5$$

$$Pr= 0,662$$

- Càlcul del coeficient de transferència de calor pel costat dels tubs: Com que l'acetona condensa als tubs, hem d'utilitzar la següent equació<sup>2</sup>, que s'utilitza per a corrents que condensen al interior de tubs horitzontals:

$$h_t=0,761 * \left( \frac{L * K_L^3 * \rho_L * (\rho_L - \rho_V) * g}{m_t * \mu_L} \right)^{1/3}$$

$m_t$  és el cabal que passa per tub i per metre de tub

<sup>2</sup> Perry's Chemical Engineer's Handbook. Ed. McGraw-Hill

$$h_t = 0,761 * \left( \frac{1,3 * (0,161)^3 * 790,68 * (790,68 - 0,461) * 9,81}{1,36E - 3 * 3,35E - 4} \right)^{1/3}$$

$$h_t = 3047,74 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

b) Coeficient de convecció pel costat de la carcassa

- Càlcul de l'àrea transversal de la carcassa :

$$A_{st} = B \cdot D_s \cdot \frac{(PITCH - D_e)}{PITCH}$$

$$Pitch = 1,25 \cdot D_E = 1,25 \cdot 0,02 = 0,025 \text{ m}$$

$$A_{st} = 0,06 * 0,226 * (0,025 - 0,02) / 0,025$$

$$A_{st} = 0,0026 \text{ m}^2$$

- Càlcul del cabal màssic per unitat d'àrea i velocitat de carcassa:

$$G_s = m / A_{st}$$

$$G_s = 0,798 / 0,0026$$

$$G_s = 307 \text{ Kg/sm}^2$$

$$v_s = G_s / \rho$$

$$v_s = 307 / 1082,2$$

$$v_s = 0,284 \text{ m/s}$$

- Càlcul del diàmetre equivalent per malla triangular:

$$d_{eq} = 1,1 / D_E * (PITCH^2 - 0,917 * D_E^2)$$

$$d_{eq} = 1,1 / 0,02 * (0,025^2 - 0,917 * 0,02^2)$$

$$d_{eq} = 0,014 \text{ m}$$

- Càlcul del Reynolds i el Prant per carcassa:

$$\begin{aligned} \text{Re}_s &= (D_{eq} \cdot G_s) / \mu \\ \text{Re}_s &= (0,014 \cdot 167) / 5,73 \cdot 10^{-3} \\ \mathbf{\text{Re}_s} &= \mathbf{415} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pr} &= (C_p \cdot \mu) / k \\ \mathbf{\text{Pr}} &= \mathbf{39,23} \end{aligned}$$

- Calculem gràficament  $j_h$ :

$$\mathbf{j_h = 0,027}$$

- Càlcul del coeficient d'intercanvi de calor per carcassa:

Per calcular el coeficient individual de carcassa, hem utilitzat una equació obtinguda a partir de la bibliografia<sup>3</sup>:

$$(h_s \cdot D_{eq}) / k = j_h \cdot \text{Re}_s \cdot \text{Pr}^{1/3} \cdot (\mu / \mu_w)^{0.14}$$

Despreciem el terme que ens relaciona les viscositats, i s'obté:

$$\begin{aligned} h_s \cdot 0,014 / 0,51 &= 0,027 \cdot 415 \cdot 39,23^{1/3} \\ \mathbf{h_s} &= \mathbf{1365,73 \text{ W/m}^2\text{°C}} \end{aligned}$$

Es calcula el coeficient global utilitzant la següent equació:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_s} + \frac{1}{h_{rs}} + \frac{D_E}{D_I} \cdot \frac{1}{h_{rt}} + \frac{D_E}{D_I} \cdot \frac{1}{h_t}$$

<sup>3</sup> *Chemical Engineering. Volume 6. Design.* Ed. Pergamon Press

- Calculem U sense tenir en compte les incrustacions:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_s} + \frac{D_E}{D_I} \cdot \frac{1}{h_t}$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{1365,75} + \frac{0,02}{0,016} \cdot \frac{1}{3047,74} = 0,00114 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$\mathbf{U=875,40 \text{ W/m}^2\text{C}}$$

- Calculem U amb les incrustacions suposades:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{1365,75} + \frac{1}{5000} + \frac{0,02}{0,016} \cdot \frac{1}{5000} + \frac{0,02}{0,016} \cdot \frac{1}{3047,74} = 0,00159 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$\mathbf{U=628,01 \text{ W/m}^2\text{C}}$$

Si es calcula l'error entre la U suposada inicialment i la U calculada, s'observa que l'error és del **0,48%**.

Per tant, podem afirmar que és correcte perquè la diferència entre els dos valors ha de ser com a màxim del 15%.

### 2.13 Càlcul de les pèrdues de pressió<sup>4</sup>

S'utilitza la següent equació:

$$\Delta P_t = n_t \cdot 8 \cdot j_f \cdot \left( \frac{L'}{D_I} \right) \cdot \frac{\rho \cdot v_t^2}{2}$$

$$\Delta P_t = 2 \cdot 8 \cdot 0,0033 \cdot \left( \frac{1,3}{0,016} \right) \cdot \frac{0,461 \cdot 39,78^2}{2} = 1,565 \text{ KN / m}^2$$

<sup>4</sup> *Chemical Engineering. Volume 6. Design.* Ed. Pergamon Press

$$\Delta P_s = n_s \cdot 8 \cdot j_f \cdot \left( \frac{D_s}{D_{eq}} \right) \cdot \left( \frac{L}{B} \right) \frac{\rho \cdot v_s^2}{2}$$

$$\Delta P_s = 1 \cdot 8 \cdot 0,095 \cdot \left( \frac{0,219}{0,014} \right) \cdot \left( \frac{1,3}{0,06} \right) \frac{1082,2 \cdot 0,284^2}{2} = 3,278 \text{ KN/m}^2$$

Com podem veure els increments de pressió són petits i per tant, no hi ha problemes de pèrdues de pressió.

### **3. Bombes**

#### **3.1 Balanç d'energia mecànica**

El càlcul del treball per unitat de massa s'extreu del balanç d'energia mecànica entre dos punts del sistema:

$$w = g \times (Z_2 - Z_1) + \left( \frac{P_2}{d_2} \right) - \left( \frac{P_1}{d_1} \right) + \frac{1}{2 \times \alpha} \times (v_2^2 - v_1^2) + \sum F \quad (\text{J/kg})$$

on:

- w: treball per unitat de massa (J/kg).
- g: acceleració de la gravetat (m/s<sup>2</sup>).
- v<sub>1</sub> i v<sub>2</sub>: velocitats del fluid en el punt corresponent (m/s).
- $\sum F$ : pèrdues d'energia mecànica degudes a la fricció.
- $\alpha=0.5$  per règim laminar (Re<2100).

#### **3.2 Pèrdues d'energia mecànica per fricció**

Les pèrdues totals d'energia per fricció s'obtenen a partir de les pèrdues originades a les zones d'aspiració i a la d'impulsió, tant en el pas del fluid per zones amb accidents, ja siguin vàlvules, equips..., com en els trams rectes.

$$\sum F = \sum F_{\text{trams rectes aspiració}} + \sum F_{\text{accidents aspiració}} + \sum F_{\text{trams rectes impulsió}} + \sum F_{\text{accidents impulsió}}$$

i).- *Trams rectes*

Es calculen mitjançant l'equació de Fanning:

$$\sum F_{\text{transrectes}} = 2 \times f \times \frac{L}{D} \times v^2$$

On:

- v és la velocitat del fluid a la canonada (m/s).
- f és el factor de fricció (\*).
- L és la longitud del tram recte (m).
- D és el diàmetre de la canonada del tram (m).

Per determinar f cal conèixer el material i el diàmetre de la canonada. A tota la planta, principalment el material és acer inoxidable AISI316; de rugositat relativa  $E=0.00015$ .

(\*) Conegut  $E/D$  i Reynolds, es pot calcular mitjançant el diagrama de Moody, el factor de fricció. Però a l'operar en règim laminar, podem utilitzar directament la següent expressió:

$$f=16/Re.$$

## ii).- *Accidents*

Per al càlcul de la pèrdues de càrrega produïdes en els accidents s'utilitza la següent expressió:

$$\sum F_{\text{accidents}} = \sum k \times \frac{v^2}{2}$$

On:

- k és el coeficient de fricció corresponent a cada tipus d'accident.<sup>5</sup>

### 3.3 Càlcul de la càrrega total h (m)

Es la diferència entre la càrrega d'impulsió i la càrrega d'aspiració; és a dir, és la que ha de subministrar la bomba. Es calcula:

$$h = \frac{w}{g} \quad (\text{m})$$

<sup>5</sup> Mètode dels coeficients de pèrdues (Taula al Perry's).



### 3.4 Càlcul de la potència total (W)

La potència que cal transferir al fluid per superar la pèrdua de càrrega es calcula com:

$$P = w \times m \quad (\text{J/s})$$

on:

- $m$  és el cabal màssic a impulsar (kg/s).
- $w$  és el treball per unitat de massa (J/kg)
- $P$  és la potència (J/s).

Però aquesta no és la potència real que caldrà subministrar a la bomba, ja que no tota l'energia que arriba a la bomba és captada pel fluid, una part se'n dissiparà.

Per tant, caldrà considerar el factor de rendiment de cada bomba.

$$\eta = \frac{\text{Energia} \cdot \text{efectiva}}{\text{Energia} \cdot \text{elèctrica} \cdot \text{consumida} \cdot \text{per} \cdot \text{la} \cdot \text{bomba}}$$

El rendiment és un paràmetre que cal consultar als catàlegs dels fabricants de bombes, i en funció del model triat, el cabal i l'alçada requerida es troba un valor de rendiment que ens permetrà trobar el valor de la potència real a subministrar:

$$P_{real} = \frac{P}{\eta} \quad (\text{J/s})$$

### 3.5 Càlcul del NPSH disponible

El concepte de NPSH (Net Positive Suction Head) recau en la càrrega neta d'aspiració. És a dir, cal mantenir aquesta càrrega neta d'aspiració disminueix fins a prendre valors per sota la pressió de vapor del líquid, llavors ens trobaríem amb el problema de la cavitació; es produeix la vaporització parcial del líquid i, les bombes només poden treballar amb líquids.

La càrrega neta d'aspiració es calcula de la següent manera,

$$NPSH_{disponible} = (Z_1 - Z_3) + \frac{1}{g} \times \left[ \frac{(P_1)}{d} + \frac{v_1^2}{2 \times \alpha} - \sum F_{aspiració} \right] - \frac{P_v}{D * g}$$

### 3.6 Selecció de la bomba

A partir dels catàlegs subministrats pels fabricants s'escollirà la bomba més adequada tenint en compte que:

- 1)  $h = f(Q_L)$  i  $\eta = f(Q_L)$
- 2)  $P_{real} = f(Q_L)$
- 3)  $NPSH_{requerit} = f(Q_L)$

Tenint en compte les següents consideracions

- $NPSH_{requerit}$  (bomba) <  $NPSH_{disponible}$  (sistema). -- Com a mín. un 20%
- 
- Elevats rendiments.
- Que la bomba pugui subministrar la potència requerida per vèncer les pèrdues de càrrega existents.

A més a més, a continuació es mostra una comparativa entre les bombes centrífugues i les de desplaçament positiu, remarcant avantatges i desavantatges.

### 3.7 Càlculs bombes buit:

Necessitem fer el buit al filtre rotatori i a l'assecador. Com que es tracta de dos equips que es troben en diferents àrees dins la planta, hem optat per col·locar dues bombes de buit diferents.

Així, hem escollit les bombes seguint el següent criteri:

- Per els cristal·litzadors:

$$Q_{bomba} = \frac{V}{t} \cdot \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = \frac{22.65m^3}{10 \text{ min} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}}} \cdot \ln\frac{0.99atm}{0.1378atm} = 270 \text{ m}^3 / h$$

### 3.8 Capacitat i pressió nominal de la bomba:

$$Q = 280 \text{ m}^3/h$$

$$P = 7 \text{ bar (hidrant)}$$

$$Q_n = 280/140\% = 200 \text{ m}^3/h$$

$$P_{total} = P_{descàrrega} + P_{aspiració} = 700 \text{ Kpa} + 7,5 \text{ m} \times 9,81 \text{ Kpa} = 773,575 \text{ KPa}$$

$$P_n = 773,575/70\% = 1105,12 \text{ KPa} \rightarrow \text{pressió nominal} = 1110 \text{ KPa}$$

### 3.9 Potència de les bombes:

$$potència\_sortida\_bombes = \frac{0,167 \cdot Q \cdot P}{10000 \cdot E} = \frac{0,167 \cdot 4666,67l / min \cdot 700KPa}{10000 \cdot 0,65} = 83,93KW$$

### 3.10 Sistema de venteig i purga de gasos

El sistema de venteig és un sistema de seguretat que serveix per prevenir la formació de buit o bé d'una sobrepressió a l'interior d'un recipient, i així evitar la deformació d'aquest com a conseqüència d'una operació de buidat, càrrega o bé degut a un canvi a la temperatura ambient.

Cal dimensionar el sistema de venteig d'acord amb la legislació vigent i han de tenir una mida mínima igual a la mida màxima de les connexions de canonades que introdueixen o treuen els corrents del reactor, i en cap cas seran inferiors a 1,4" de diàmetre intern.

**4. DISSENY DE LA DEPURADORA:**

La composició del corrent residual total per depurar és la següent:

Component	Cabal màssic (Kg/h)
Aigua	42351,24
Àcid nítric	447,30
Àcid adípic	1,90
Succínic	0,81
Glutàric	4,38
Cu <sup>2+</sup>	7,14
V <sup>5+</sup>	0,67
Orgànics	332,91

$$\text{Cabal màssic total} = 43146,35 \text{ Kg/h}$$

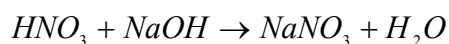
$$\text{Cabal volumètric total} = 44 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Temperatura arribada} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

**4.1. NEUTRALITZACIÓ CORRENT:****4.1.1 pH afluent:**

$$0,00305 \frac{\text{kmols HNO}_3}{\text{kmols totals}} \cdot \frac{1 \text{ kmol H}^+}{1 \text{ kmol HNO}_3} \cdot \frac{2361 \text{ kmols totals}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{44 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} \cdot \frac{10^3 \text{ mols}}{1 \text{ kmol}} = 0,164 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(0,164 \text{ M}) = 0,786$$

**4.1.2 Càlcul de la quantitat de sosa necessària:**

$$447,30 \frac{\text{Kg HNO}_3}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ kmol HNO}_3}{63 \text{ Kg HNO}_3} \cdot \frac{1 \text{ kmol NaOH}}{1 \text{ kmol HNO}_3} \cdot \frac{40 \text{ Kg NaOH}}{1 \text{ kmol NaOH}} = 284 \frac{\text{Kg NaOH}}{\text{h}}$$

Per tal de assegurar una bona reacció i la formació de les diferents sals, afegirem un excés de sosa del 15 %. Per tant necessitem  $326,6 \frac{\text{Kg}}{h}$  de sosa càustica que representa un cabal volumètric de:

$$326,6 \frac{\text{Kg NaOH}}{h} \cdot \frac{100 \text{ Kg solució}}{50 \text{ Kg NaOH}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1530 \text{ Kg}} = 0,43 \frac{\text{m}^3}{h}$$

#### 4.2. HOMOGENEÏTZACIÓ DEL CORRENT:

Pel disseny d'aquests tancs s'ha fixat un temps de retenció de 4 h, temps suficient per a què es produeixi la neutralització, homogeneïtzació, precipitació i disminució de la temperatura del fluid.

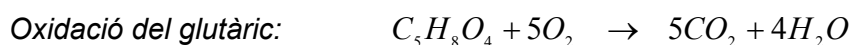
$$\tau = \frac{V}{Q_L} \Rightarrow V = Q \cdot \tau = 44,43 \frac{\text{m}^3}{h} \cdot 4 h = 177,72 \text{ m}^3$$

Per tant,      Diàmetre = 8,1 m  
                   Alçada útil = 3,5 m.

#### 4.3. DESNITRIFICACIÓ:

##### 4.3.1 Càlcul DQO:

Primer de tot s'ha de realitzar el càlcul de la DQO del corrent, és a dir, de les fonts de carboni de les que es disposa. Com a font de carboni hi ha l'adípnic, el glutàric, el succínic i els orgànics. Aquests orgànics són altres subproductes de la reacció principal que no estan definits. Per tant, els càlculs els farem com si tota font de carboni es tractés de glutàric.



$$340 \frac{\text{Kg glut.}}{h} \cdot \frac{1 \text{ kmol glut.}}{132 \text{ Kg}} \cdot \frac{5 \text{ kmols } O_2}{1 \text{ kmol glut.}} \cdot \frac{32 \text{ Kg } O_2}{1 \text{ kmols } O_2} \cdot \frac{1 h}{44,43 \text{ m}^3} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 9302,96 \frac{\text{g DQO}}{\text{m}^3}$$

#### 4.3.2 Càlcul quantitat de nitrogen:

$$447 \frac{\text{Kg } HNO_3}{h} \cdot \frac{1 \text{ kmol } HNO_3}{63 \text{ Kg}} \cdot \frac{1 \text{ kmol } NO_3^-}{1 \text{ kmol } HNO_3} \cdot \frac{1 \text{ kmol } N}{1 \text{ kmol } NO_3^-} \cdot \frac{14 \text{ Kg } N}{1 \text{ kmol } N} = 99,33 \frac{\text{Kg } N}{h}$$

$$7,14 \frac{\text{Kg } Cu(NO_3)_2}{h} \cdot \frac{1 \text{ kmol } Cu(NO_3)_2}{187,5 \text{ Kg}} \cdot \frac{2 \text{ kmol } NO_3^-}{1 \text{ kmol } Cu(NO_3)_2} \cdot \frac{1 \text{ kmol } N}{1 \text{ kmol } NO_3^-} \cdot \frac{14 \text{ Kg } N}{1 \text{ kmol } N} = 1,07 \frac{\text{Kg } N}{h}$$

Per tant, al sistema hi tenim  $100,4 \frac{\text{Kg } [N - NO_3^-]}{h}$ .

$$100,4 \frac{\text{Kg } [N - NO_3^-]}{h} \cdot \frac{1 h}{44,43 \text{ m}^3} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 2259,73 \frac{\text{g } N}{\text{m}^3}$$

$$\frac{DQO}{N} = \frac{9302,96}{2259,73} = 4,12$$

Pel disseny del volum del reactor anòxic, utilitzem els següents valors:

$$v_{\text{DESINTRIFICACIÓ}} = 0,3 \frac{\text{g } N}{\text{g } SSV \cdot d}$$

$$X_{SSV} = 5 \frac{\text{g } SSV}{l}$$

#### 4.3.3 Disseny reactor anòxic:

Així doncs, el volum del reactor es calcula de la següent manera:

$$V_{ANÒXIC} = \frac{100,4 \frac{\text{Kg} [N - NO_3^-]}{h} \cdot \frac{24 h}{1 d} \cdot \frac{10^3 g}{1 \text{Kg}}}{0,3 \frac{g N}{g SSV \cdot d} \cdot 5 \frac{g SSV}{l} \cdot \frac{10^3 l}{1 m^3}} = 1606,4 m^3$$

Sobredimensionem el valor obtingut fins a 1610 m<sup>3</sup>.

Per tant, fixant una profunditat útil de 3,5 m, obtenim un valor pels costats de 25 m.de longitud per 9,2 m d'amplada per cada reactor.

Per calcular el temps de residència hidràulic del reactor s'ha de tenir en compte la recirculació provinent del decantador, que esta fixada a 0,6.

#### 4.3.4 Temps de residència reactor anòxic:

Per tant,

$$\tau = \frac{V}{Q_L} = \frac{1610 m^3}{\left(44,43 \frac{m^3}{h}\right) \cdot 1,6} = 22,64 h = 0,94 d$$

El reactor ha d'estar agitat. Al tractar-se d'un reactor anòxic s'utilitzaran agitadors de pales submergides.

#### 4.3.5 Stripping. Extracció del N2 dissolt:

Per dissenyar el tanc de stripping, es fixa un temps de residència de 10 minuts. Per tant, el volum obtingut és el següent:

$$V = Q_L \cdot \tau = \left(44,43 \frac{m^3}{h}\right) \cdot 1,6 \cdot \frac{1 h}{60 \text{ min}} \cdot 10 \text{ min} = 11,85 m^3 \Rightarrow 12 m^3$$

Les dimensions escollides són una alçada útil de 3,5 m i un diàmetre de 2,1m.

4.3.6 Sedimentador:

El càlcul de l'àrea de sedimentació és el següent:

$$A = \frac{Q_L}{\text{càrrega superficial}} = \frac{44,43 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{24 h}{1 d}}{22 \frac{m^3}{m^2 \cdot d}} = 48,47 m^2$$

La càrrega superficial és un valor tabulat, i en aquest cas, aquest valor esta entre

$[16 - 28] \frac{m^3}{m^2 \cdot d}$ . S'ha escollit  $22 \frac{m^3}{m^2 \cdot d}$ , ja que és un valor mitjà dins del rang.

Cal comprovar però que la càrrega de sòlids estigui dins del rang de valors típics:

$$\text{Càrrega de sòlids} = \frac{(Q + Q_R) \cdot X}{A_{DEC}} = \frac{\left(44,43 \frac{m^3}{h}\right) \cdot 1,6 \cdot 4 \frac{Kg}{m^3}}{50 m^2} = 5,69 \frac{Kg}{m^2 \cdot h}$$

El valor obtingut és correcte ja que el rang òptim és comprès entre  $4 - 6 \frac{Kg}{m^2 \cdot h}$

El sedimentador es dissenyarà amb una àrea de sedimentació de  $50 m^2$ , i per tant, escollint una profunditat de  $3,5 m$ , les dimensions que tindrà el sedimentador són les següents:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 50 m^2 \Rightarrow D = 8 m$$

$$V = A \cdot h = 50 m^2 \cdot 3,5 m = 175 m^3$$



**5. XEMENEIA:**

Per tal d'avocar els gasos a l'atmosfera s'instal·larà una xemeneia. Pel càlcul del diàmetre de la xemeneia s'ha de conèixer alguns paràmetres:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot (273 + T)}{\pi \cdot 273 \cdot v \cdot \rho_0}}$$

$Q = 8499,64 \text{ Kg/h} \equiv$  cabal màssic de gasos de sortida

$T = 70^\circ \text{C} \equiv$  temperatura dels gasos a la sortida

On:  $v = 5 \text{ m/s} \equiv$  velocitat de sortida de gasos

$\rho_0 = 1,276 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \equiv$  densitat gasos a condicions normals

Per tant:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 8499,64 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} (273 + 70)}{\pi \cdot 273 \cdot 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,276 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}} = 0,77 \text{ m}$$

El diàmetre de disseny de la xemeneia utilitzat és de 1 m.

El càlcul de l'altura de la xemeneia s'ha realitzat conforme a l'ordre del 18 d'octubre de 1976 sobre prevenció i correcció de la contaminació atmosfèrica d'origen industrial.

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot Q \cdot F}{C_m}} \sqrt[3]{\frac{n}{V \cdot \Delta T}}$$

Pel càlcul de l'altura hem de determinar un seguit de paràmetres:

❖  $A \equiv$  paràmetre que reflexa les condicions meteorològiques del lloc.

La A es calcula com  $I_o \cdot 70$  on  $I_o$  és l'índex climatològic per a Barcelona i és 4,98. Per tant:

$$A = I_o \cdot 70 = 4,98 \cdot 70 = 348,6$$

❖  $Q \equiv$  Cabal de contaminant, expressat en Kg/h.

Els gasos de sortida de la planta contenen  $\text{NO}_x$  com a contaminant. Els cabals màssics de  $\text{NO}$  i  $\text{NO}_2$  en aquest corrent són 0,37 i 0,04 Kg/h respectivament. Per calcular el cabal de contaminant expressarem tot el  $\text{NO}$  com a  $\text{NO}_2$ :

$$0,37 \frac{\text{Kg NO}}{h} \cdot \frac{1 \text{ Kmol NO}}{30 \text{ Kg NO}} \cdot \frac{2 \text{ Kmol NO}_2}{2 \text{ Kmol NO}} \cdot \frac{46 \text{ Kg NO}_2}{1 \text{ Kmol NO}_2} = 0,567 \frac{\text{Kg NO}_2}{h}$$

Per tant, el cabal total de  $\text{NO}_x = 0,567 + 0,04 = 0,607 \frac{\text{Kg}}{h}$

Per tal de fer el càlcul de l'alçada de la xemeneia utilitzarem un valor superior al calculat, per tal de fer un càlcul més conservador. Utilitzarem un 50% més de contaminant, per tant:

$$Q = 0,607 \frac{\text{Kg}}{h} \cdot 1,5 = 0,911 \frac{\text{Kg}}{h}$$

- ❖  $F \equiv$  coeficient adimensional relacionat amb la velocitat de sedimentació de les impureses de l'atmosfera. Per a contaminants gasosos es considera igual a 1.
- ❖  $C_M \equiv$  concentració màxima de contaminants a nivell de terra, expressada en mg/Nm<sup>3</sup> com a mesura de 24 hores. Aquest valor el trobem tabulat i és de 0,27.
- ❖  $n \equiv$  número de xemeneies. En aquest cas, com que hi ha una sola xemeneia, el valor de  $n$  serà igual a 1.
- ❖  $V \equiv$  volum de gasos emesos per la xemeneia.  $V = 8372,72 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- ❖  $\Delta T \equiv$  diferència entre la temperatura dels gasos de sortida i la temperatura mitjana anual de l'aire ambient a Barcelona.

$$\Delta T = T_{GAS} - \bar{T}_{ANUAL,BCN} = 70 - 16,5 = 53,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Per tant,

$$H = \sqrt{\frac{348,6 \cdot 0,911 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 1}{0,27 \frac{\text{mg}}{\text{Nm}^3}}} \cdot \sqrt{\frac{53,5 \text{ } ^\circ\text{C}}{8372,72 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}} = 14,77 \cong 15 \text{ m}$$

## **12. BIBLIOGRAFIA**

## **12.1 Cristal·lització**

**1.1.-** *Transport Processes and Separation Process Principles*, Christie John Geankoplis

**1.2.-** *Crystallization*, J. W. Mullin

**1.3.-** *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*, McCabe, Smith, Harriot.

**1.4-** Patent europea ES2 156 385 '*Procedimiento de purificación de ácido adípico por cristalización*'

**1.5-** Patent europea ES 2 069 328 '*Procedimiento para la recuperación de ácido adípico*'

## **12.2 Tractament de gasos:**

**2.1.** *Modeling and simulation of NO<sub>x</sub> absorption into water in a countercurrent flow packed column.* S. B. Ramand, D. Phaneswara Rao *Computers chem. Engng* Vol. 20, No. 8, pp. 1059-1063, 1996

**2.2.** *Nylon Production: An Unknown Source of Atmospheric Nitrous Oxide.* Mark H. Thiemens and William C. Trogler. ([www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org))

**2.3.** *Thermal N<sub>2</sub>O decomposition in regenerative heat exchanger reactors.* M. Galle, D. W. Agar, O. Watzenberger. *Chemical Engineering Science* 56 (2001) 1587-1595

**2.4.** *Formation and control of N<sub>2</sub>O in nitric acid production. Where do we stand today?* J. Pérez-Ramírez, F. Kapteijn, K. Schöffel, J.A. Moulijn. *Applied Catalysis B: Environmental* 44 (2003) 117-151

**2.5.** *Abatement Technologies for N<sub>2</sub>O emissions in the adipic acid industry.* A. Shimizu, K. Tanaka, M. Fujimori. *Chemosphere-Global Change Science* 2 (2000) 425-434

**2.6.** *Alternative Control Techniques Document Nitric and Adipic Acid Manufacturing Plants.* Emission Standards Division. EPA-450/3-91-026

### **12.3 Reacció**

**3.1.** *ADIPIC ACID MANUFACTURE*, Langley Philip Edward, United Status Patent 3,997,601

**3.2.** *Simulation and optimization of the waste nitric acid recovery process*, Sea Cheon Oh, Ind. Eng. Chem. Res., Vol.37, No. 2, 1998

**3.3.** *Industrial Production and use of Adipic Acid*, A. Castellan, J.C.J Bart, S. Cavallaro, Catalysis Today, 9 (1991) 237-254

**3.4.** *Synthesis of Adipic Acid via the nitric acid oxidation of cyclohexanol in a two-step batch process*, A. Castellan, J.C.J Bart, S. Cavallaro, Catalysis Today, 9 (1991) 285-289

**3.5.** *Synthesis of Adipic Acid via the nitric acid oxidation of cyclohexanol in a two-step continuous process*, A. Castellan, J.C.J Bart, S. Cavallaro, Catalysis Today, 9 (1991) 301-322

**3.6.** *Process for preparation of staight chain alkane dicarboxylic acids*, Lorraine A. Weinberger, Richard D. Kelly, A. Hoffman, United States Patent 3,758,564

**3.7.** *Preparation of dicarboxylic acids by nitric acid oxidation*, O.A. Sampson, Jr, United States Patent 3,359,308

**3.8.** *Oxidation Process*, José Lopez-Meroño, British Patent, 1,366,082

**3.9.** *Oxidation Process*, Frank Leach Foster, Peter Hay, United States Patent, 3,754,024

- 3.10.** *Adipic acid formation by oxidation of cyclohexanol and cyclohexanone with nitric acid. Measurement in a continuous stirred tank reactor*, W.J Van Asselt and D.W. Van Krevelen, Chemical Engineering Science, 1963, Vol.18, pp. 471-478
- 3.11.** *Preparation of adipic acid by oxidation of cyclohexanol and cyclohexanone with nitric acid. Part II. Reaction kinetics of the decomposition of 6-hydroxyimino-6-nitro hexanoic acid*, W.J Van Asselt and D.W. Van Krevelen
- 3.12.** *Process for the preparation of dicarboxylic acids*, D.D.Darwin, United States Patent 3,306,932
- 3.13.** *Production of adipic acid*, E. Haarer et al. United States Patent 3,564,051
- 3.14.** *Nitric acid reaction of cyclohexanol to adipic acid*, A. Castellan, J.C.J Bart, S. Cavallaro, Catalysis Today, 9 (1991) 265-283
- 3.15.** *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Sixth Edition, 2002 Electronic Release
- 3.16.** *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, Fourth Edition, Vol I

#### **12.4 Evaporació i recuperació**

- 4.1.** *Adipic acid recovery from nitric acid oxidation* – H. Vollinger et al – Nov, 1969
- 4.2.** *Recovery of dicarboxylic acids from aqueous solution containing nitric acid* – William Percy Moore – Mar, 1977
- 4.3.** *Process for preparing adipic acid with recovery of glutaric and succinic acids* – George H. Mock – Mar. 1981