

PROJECTE FINAL DE CARRERA

UAB

Universitat Autònoma de Barcelona

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CARBARIL



Catalina Neus Abraham Pons

Gloria Cifre Marqués

Viena Hidalgo Roca

Maria del Carmen Martínez Fernandez

Albert Pujol Aragonés

Especificacions del projecte

1	ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.....	1
1.1	Definición del proyecto.....	1
1.1.1	Bases del proyecto	1
1.1.2	Abast del projecte	1
1.1.3	Fases del projecte.....	2
1.1.4	Localització i caracterització de la planta.....	5
1.1.5	Abreviatures.....	12
1.2	Especificacions Carbaril	15
1.2.1	Efectes en persones.....	15
1.2.2	Efectes en animals	16
1.2.3	Efectes ambientals	16
1.2.4	Estudi de mercat	17
1.3	Mètodes de producció	18
1.3.1	Mètodes de producció de MIC	18
1.3.2	Procés escollit	19
1.3.3	Descripció dels compostos	22
1.4	Construcció de la planta.....	25
1.4.1	Àrees.....	25
1.4.2	Planificació de la construcció	35
1.4.3	Plantilla.....	36
1.5	Balanç de matèria.....	42

1 ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE

1.1 Definició del projecte

1.1.1 Bases del projecte

L'objectiu principal d'aquest projecte és el disseny d'una planta de producció de carbaril a partir de α - naftol i isocianat de metil. El carbaril és un sòlid blanc cristal·lí emprat com a insecticida i comercialitzat amb el nom de Sevin. La reacció que regeix el procés principal és la següent:

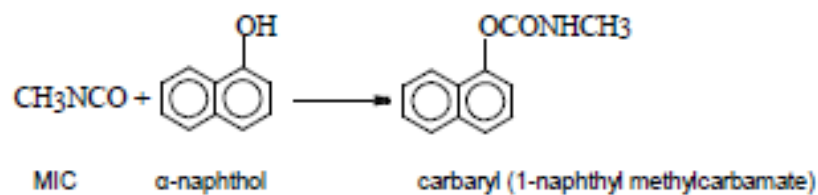


Figura 1. 1.1.1. Procés de producció de carbaril.

Per dur a terme aquest procés s'han dissenyat dues etapes prèvies: el procés de producció de l'isocianat de metil a partir de la descomposició del clorur de metilcarbamil i la producció d'aquest últim a partir de foscè i monometilamina.

La planta de producció opera 300 dies a l'any amb 65 dies de parada, té una capacitat de 10500tones anuals i el producte és presentat en big bags de 1000 kg.

Finalment, cal remarcar que alhora de realitzar el disseny del procés s'ha de tenir en compte la viabilitat tècnica i econòmica, així com el compliment de la normativa urbanística i sectorial.

1.1.2 Abast del projecte

Les àrees que ha de contemplar el projecte són les següents:

- Disseny i especificació de les unitats involucrades en el procés.
- Disseny del sistema de control de la planta i especificació de les variables monitoritzades.
- Elaboració de diagrames i plànols referents al procés i a la distribució de la planta.

- Especificació dels sistemes de seguretat i higiene.
- Especificació de la distribució de la planta.
- Estudi de l'impacte ambiental de l'activitat i disseny de les unitats necessàries pel tractament de residus.
- Estudi de la viabilitat econòmica de la planta.
- Estudi de la posada en marxa, parada i funcionament de la planta.

1.1.3 Fases del projecte

Una empresa és una unitat econòmica autònoma que a costa de posar en risc un cert capital, reuneix els medis de producció necessaris per efectuar una prestació de béns o serveis al mercat amb l'objectiu d'aconseguir els màxims guanys possibles.

Les fases d'un projecte són les següents:

- punt de partida: moment en el que diuen si hi ha autorització per iniciar l'estudi d'un producte.
- estudi de mercat: el fa el departament de màrqueting i vol saber l'amortització, la demanda (kg, m³) i el preu. Tota la informació dels productes commodity estan a la vista *Chemical Engeneering Market*. Per productes que no són commodity cal contactar amb els clients, estudiar productes anàlegs, etc. El desenvolupament de mercat és convèncer clients i per això es fan petites produccions per tal d'estudiar què en pensen els clients del producte.
- definició del perfil del producte: puresa (pot tenir diferents graus)/impuresa (composició complerta), aspecte físic (sòlid (pols, cristalls, diàmetre), líquid (pur, en solució aquosa o orgànica), gas (pressió, líquat,...), color, embalatge, toxicitat, impacte ambiental, propietats físiques, perfil químic i forma de distribució.
- definició del procés: disseny del procés: reactors, torres de destil·lació, etc.
- localització de les instal·lacions: depèn de si la planta té una localització nova és a dir, hi ha un establiment d'una nova divisió i començament del funcionament de la planta. S'ha de deixar espai per a una possible ampliació de la planta i s'ha

de tenir clar per on anirà el tràfic de camions. No hi ha exportació de commodities perquè és un producte de baix cost i no surt a compte.

- localització respecte l'àrea de mercat: per un commodity, la localització ha d'estar al costat del consumidor o de la matèria primera.
- subministrament de primeres matèries: les empreses s'agrupen per polígons per tal d'aprofitar serveis que es poden tenir en comú.
- transport: carreteres, port, aeroport (també per a personal i peces de manteniment), tren, etc.
- mà d'obra: perfil del treballador, nombre de treballadors, etc.
- disponibilitat de serveis: aigua, energia, combustible, gasos, etc. Cal minimitzar al màxim el consum d'aigua. Es fa servir l'aigua descalcificada en calderes, etc. I per refrigeració.
- disponibilitat del terreny: es vol un terreny pla, geològicament estable (ferm) i que tingui bon drenatge (per quan plou).
- condicions ambientals: tractament d'afluent.

Els **factors d'èxit** d'un projecte són:

- definició i compressió clara del què vol el client; és a dir, l'objectiu.
- equip molt ben definit on els seus membres saben el què han de fer i què s'espera d'ells.
- assumir que tots els projectes tenen un risc i una certa incertesa. Tant per l'equip com pel client.
- bona direcció i gestió d'equips: cal un líder.

Organització del procés:

- **àrea de gestió:**
 - avaluació del mercat.
 - aspectes econòmics del procés.
 - aspectes econòmics del mercat.
 - economia del procés.
 - possible localització de la planta.
 - control de costos.

- **àrea tècnica:**
 - selecció de la localització.
 - enginyeria del procés al detall.
 - planificació de l' implantació.
 - compra i control de l' entrega d' equips.
 - programació temporal d' activitats: quants dies dediquen a cada cosa i quines es poden solapar.

- **àrea de construcció i muntatge:**
 - programació temporal.
 - supervisió de la construcció i muntatge de la planta.
 - inspecció i control.
 - comprovació i proves dels equips (fuites, cabal de les bombes) = check out.
 - control de finances.

- **àrea d' operació de la planta:**
 - desenvolupament.
 - formació dels treballadors.
 - posada en marxa i parada de la planta.

1.1.4 Localització i caracterització de la planta

La planta de producció de carbaril es troba situada al polígon industrial “Escritors” de Tarragona. Tarragona és una ciutat del sud de Catalunya, capital de la província de Tarragona i de la comarca del Tarragonès. Tarragona es troba a la costa del mar Mediterrani, amb uns 14 km de façana marítima repartida a banda i banda de la desembocadura del riu Francolí.

1.1.4.1 Indústria a Catalunya

Fins a mitjan anys setanta, la indústria fou el sector capdavanter en l'economia catalana, però a partir d'aquests anys ha anat cedint protagonisme als serveis: del 45% total del PIB i més del 40% de la població activa que representava el 1979, el 1997 havia baixat al 31% i el 29%, respectivament. Paral·lelament a la pèrdua d'importància relativa, Catalunya ha deixat de ser l'avançada industrial en el conjunt de l'estat.

Continua molt concentrada a Barcelona i el seu cinturó, que comprèn, a més del Barcelonès, les comarques del Baix Llobregat, el Vallès Occidental, el Vallès Oriental i el Maresme. Fora d'aquesta regió central, comarques d'una notable implantació industrial són el Bages (2030 establiments, dels quals sobresurten els sectors de la metal·lúrgia, l'alimentació i la química), Osona (1913 establiments: metal·lúrgia, l'alimentació), l'Anoia (1 552 establiments: tèxtil, metal·lúrgia i edició), l'Alt Penedès (1 141 establiments: alimentació, metall), el Segrià (1078 establiments: metall, alimentació) la Selva (1061 establiments: metall, paper), el Gironès (1010 establiments: metall, edició).

El **Tarragonès** i el Baix Camp, d'altra banda, constitueixen àrees industrials d'importància, no tant pel nombre d'indústries (1 737 entre ambdues) com per les seves dimensions; destaquen pel seu pes el sector petroquímic a Tarragona, el més gran del sud d'Europa, i el metall. D'altra banda, aquestes dues comarques són, després del Vallès Occidental, les que presenten una major projecció industrial. El Vallès Occidental abastà la major part de les inversions industrials (16%). Quant a les dimensions de les empreses industrials, a Catalunya és tradicionalment considerable el pes de la petita i mitjana empresa: el 1997, els establiments de fins a 100 treballadors produïren el 42% dels ingressos en el sector, i el nombre de treballadors hi era el 60% dels actius industrials. Fins els anys seixanta, el tèxtil, pioner de la Revolució Industrial, fou la

branca predominant, però el creixement sostingut de la metal·lúrgia, i, sobretot, la greu i llarga crisi en què entrà el tèxtil a partir del 1973, causada tant per la crisi energètica que afectà totes les branques de la indústria com per la competència estrangera en el sector, feren que la metal·lúrgia passés a ser capdavantera: si hom inclou la subbranca de l'automoció i maquinària, comprenia prop del 25% dels ingressos en concepte d'activitats industrials i el 27% d'actius en el sector.

El segon lloc en importància industrial a Catalunya el comparteixen l'alimentació i la indústria química i farmacèutica, amb aproximadament un 16% cadascun dels ingressos totals de la indústria, amb una ocupació dels actius industrials del 12% i el 9,6%, respectivament.

Pel que fa al sector químic, cal destacar la seva localització a Tarragona i la seva rodalia. Superada la crisi que va fer perdre mig milió de llocs de treball en 1975-85, el sector tèxtil torna a tenir un fort pes, després d'haver-se recuperat d'una reestructuració. El 1997 ocupava, després del metall, l'alimentació i el químicofarmacètic, el quart lloc pel volum d'ingressos (9%) i el segon pel nombre de treballadors (mes de 100 000, el 14% dels empleats industrials i el 4% de l'ocupació total). En el ressorgiment del sector hi ha tingut un paper cabdal la innovació tecnològica. Dins del ram hom inclou des de les fibres químiques fins a la distribució comercial de peces de vestir, que tota sola ocupa més de 35 000 persones.

A partir del 1986, any en què Espanya ingressà a la Unió Europea, començà la implantació d'un nou marc econòmic per a la indústria i el comerç català, caracteritzat per la creixent internacionalització dels mercats i la progressiva desaparició de barreres externes, sobretot amb els països comunitaris. Aquest nou marc obert de l'economia, que esdevé predominant sobretot a partir de la dècada dels noranta, té diversos efectes. En primer lloc, es produeix un fort increment de les inversions estrangeres; les grans multinacionals s'estableixen a Catalunya i molt sovint absorbeixen empreses autòctones dels mateixos sectors. Al mateix temps, el capital català cerca cada cop més nous mercats i inversions favorables fora de l'Estat espanyol com els països sud-americans i altres economies emergents. En segon lloc, els sectors tradicionals estan obligats a dur a terme una reconversió en profunditat, tant en l'àmbit tecnològic com en el d'orientacions generals, organització, etc. El cas més paradigmàtic d'aquesta transformació ha estat el del tèxtil, que ressorgí a l'inici dels anys noranta als centres tradicionals de Barcelona i el seu entorn, el Bages i el Vallès. En tercer lloc, cal constatar la implantació i el creixement accelerat de les indústries dedicades a les noves tecnologies, com ara la microelectrònica, la informàtica i les telecomunicacions.

1.1.4.2 Indústria a Tarragona

En el conjunt del sector industrial, si hom té en compte les inversions realitzades i la superfície ocupada, ha desenvolupat un paper important la indústria petroquímica. Els precedents de la industrialització s'estableixen amb la instal·lació d'Aliada Química i Hidro-Hito a la dècada de 1940, però fou a partir del 1966, amb la posada en funcionament de la refineria d'Asfalts Espanyols (ASESA) i les factories de Dow-Unquinesa i d'Indústries Químiques Associades (IQA), que passà a ser el motor del desenvolupament de la ciutat. La construcció d'un pantalà al port de Tarragona, destinat a la descàrrega de crus, fou un factor decisiu per a l'arribada de multinacionals d'aquest sector, fins que a la dècada de 1970, i amb la construcció de la refineria d'Empetrol i dels dos *crackings* annexos, Tarragona esdevingué el primer complex petroquímic de l'estat.

Al SW del terme, entre les vies fèrries Tarragona-Madrid i Tarragona-València, i la zona de gran indústria, hi ha el polígon industrial Entrevies. Entre la carretera N-340, de Tarragona-València, el riu Francolí i la línia fèrria, hi ha el polígon del Francolí. Amb dues zones estan ocupades per empreses petites i mitjanes. Al NW del municipi, límit amb el de Constantí mitjançant l'autopista AP-7, hi ha el polígon industrial de Riuclar, que es va començar a ocupar lentament a partir de la dècada de 1980, destinat a empreses de grandària petita i mitjana. Al marge esquerra de la carretera N-340, limitada per l'autovia Tarragona-Salou, el polígon Entrevies i l'acabament del terme, hi ha la zona Gran Indústria. La gran indústria petroquímica se situa més a ponent, a la denominada zona Trèvol, on forma un gran complex que continua per terres del municipi veí de Vila-seca.

El 1998 s'inaugurà el nou rack o xarxa de canonades de la petroquímica de Tarragona, un sistema que permetia un transport més ràpid i segur de productes químics fins al port i amb menys impacte ambiental que el transport amb camions. Hom troba instal·lades a Tarragona la majoria de les multinacionals del sector (Bayer Hispania, Basf Española, Dow Chemical Iberica, Hoechst i Shell España), i també les empreses espanyoles més importants (Repsol, ASESA).

El 2006 començà la construcció del Parc Científic Químic de Tarragona. Un altre important sector industrial pel que fa al nombre treballadors és el metal·lúrgic, tot i que també cal destacar el sector de l'alimentació, de la fusta, el tèxtil i confecció, entre d'altres. El tabac és representat per la fàbrica Altadis (antiga Tabacalera), que té previst tancar, però, el 2007.

L'activitat portuària, fortament relacionada amb la indústria de Tarragona, s'ha convertit en una de les funcions essencials de Tarragona, d'ençà de la construcció del port i especialment durant els segles XIX i XX.

La importància de la funció portuària queda reflectida en l'evolució demogràfica de la ciutat. El port de Tarragona està entre els primers de l'Estat espanyol pel volum de mercaderies. Pel que fa als productes petrolers i derivats, aquests necessiten unes instal·lacions específiques, els pantalans i les mono-boies, de tal manera que s'ha de parlar de dues zones portuàries ben diferenciades, la pròpiament comercial i la petroquímica.

A continuació dels productes petrolers hom en troba altres de sòlids, entre els quals destaquen el carbó i els cereals, les lleguminoses i les farines derivades. L'àrea d'influència terrestre del port, el seu *hinterland*, comença al Camp de Tarragona, ja que una part molt considerable de mercaderies procedeix del complex petroquímic i de Reus. Més enllà del Camp, el rerepaís s'estén per la resta de les comarques de Tarragona i, sobretot, cap a les terres de Lleida i la vall de l'Ebre. Per la banda NE, l'atracció tarragonina topa amb la del port de Barcelona, si bé la diferent especialització de l'un i de l'altre permet que, de vegades, les àrees d'influència se superposin.

1.1.4.3 Climatologia i característiques geològiques de la zona

El clima de Catalunya ve marcat per la influència mediterrània que comprèn una pluviometria irregular i estacional, hiverns humits i relativament suaus i estius calorós i secs a les zones costaneres. El municipi de Tarragona es caracteritza per un clima mediterrani litoral, subtipus sud. Els paràmetres que caracteritzen aquest clima són els següents:

- Temperatura mínima absoluta de -0.9 °C, temperatura màxima absoluta de 34.5 °C i temperatura mitjana de 16.9 °C.
- Precipitació mitjana anual de 500 – 600 mm, amb el règim pluviomètric estacional màxim a la tardor.
- Humitat relativa mitjana del 18.7 %.
- Velocitat mitjana del vent de 2.7 m/s en direcció nord – oest.

1.1.4.4 Comunicacions i accessibilitat de la planta

La comunicació i accessibilitat de la planta és un paràmetre clau alhora d'escollir la seva localització. Cal situar la planta estratègicament segons el tipus de reactius i productes i els mercats principals de compra o venda d'aquests. També cal tenir en compte les diferents vies d'arribada i sortida de reactius, serveis i productes.

Les infraestructures de transport més properes a la planta són:

- Autopistes: del Mediterrani o AP – 7 (Algeciras – La Jonquera), del Nord – Est AP – 2 (Saragossa – Tarragona).
- Carretes Nacionals: N – 340 (Cadis - Barcelona), N – 420 (Tarragona – Reus), N – 240 (Tarragona – Bilbao).
- Aeroport de Reus – a 7 km de Tarragona.
- Estació de tren de Tarragona. – RENFE: línies Ca 1 (Barcelona – Tortosa), Ca 3 (Barcelona – roja d'Ebre), Ca 4 (Barcelona – Lleida), Ca 6 (Barcelona – Tarragona).
- Estació del Camp de Tarragona. – AVE.
- Port marítim de Tarragona



Figura 1. 1.1.2. Transport



Figura 1. 1.1.3. Transport.

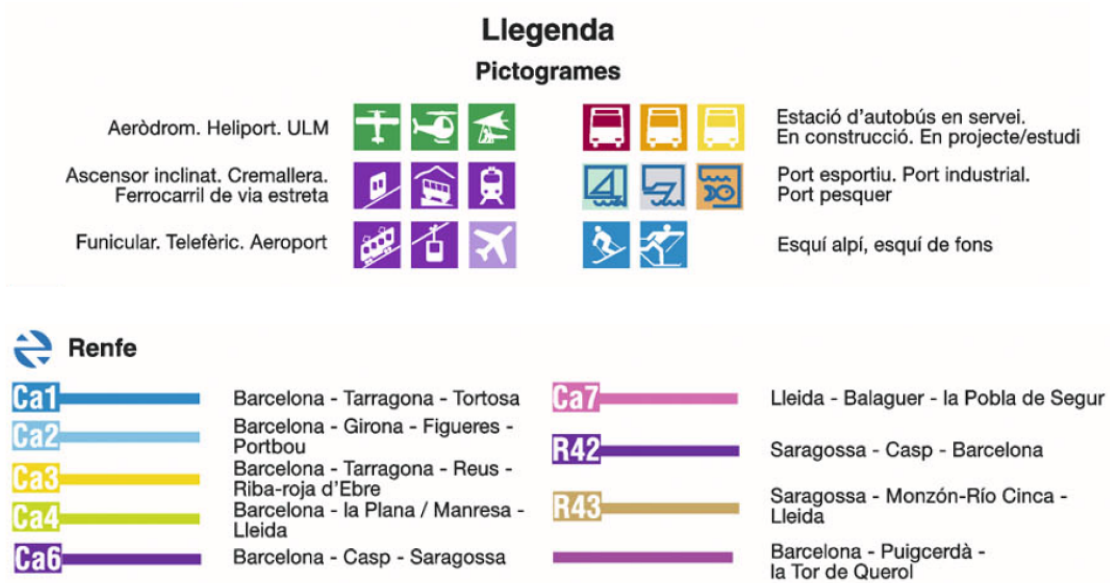


Figura 1. 1.1.4. Llegendes

1.1.4.5 Paràmetres d'edificació en el polígon industrial "Escritors"

La parcel·la disposa d'una superfície total de 53235m² amb un 80% d'ocupació màxima. A continuació es mostra el plànol de la parcel·la:

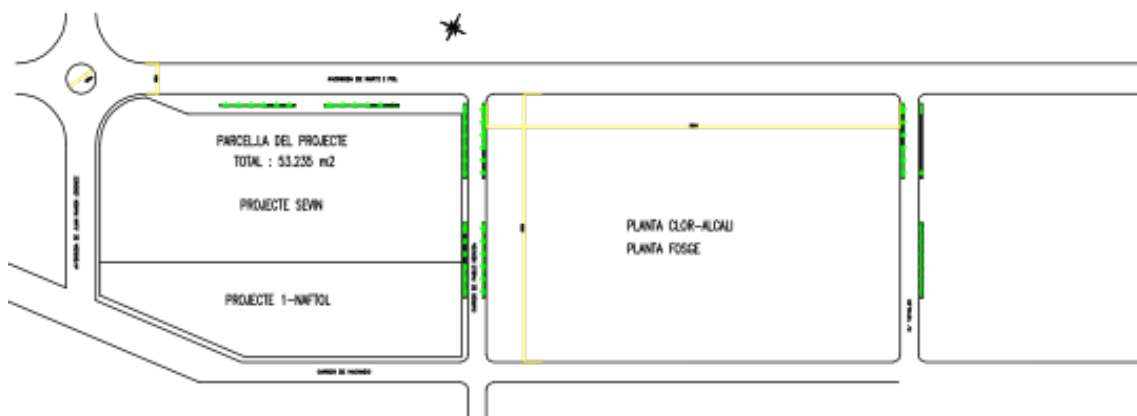


Figura 1. 1.1.5. Planol de la parcel·la.

Els paràmetres d'edificació són els següents:

- Edificabilitat: 2m² sostre / m² de terra
- Ocupació màxima: 80 %
- Ocupació mínima: 25 % de la superfície d'ocupació màxima
- Límits: 5 m a vials i veïns
- Alçada màxima: 15 m i 3 plantes excepte en producció justificant la necessitat pel procés.
- Alçada mínima: 4 m i 1 planta.
- Distància entre edificis: 1/3 de l'edifici més alt amb un mínim de 5 m.

1.1.5 Abreviatures

A continuació es mostren les abreviatures emprades al llarg de la memòria del projecte.

- Àrees de la planta

Taula 1. 1.1. Numeració de les àrees.

Abreviació	Zona
A-100	Àrea d'emmagatzematge
A-200	Àrea de reacció MMA
A-300	Àrea de purificació MCC
A-400	Àrea de reacció MCC
A-500	Àrea de purificació MIC
A-600	Àrea de reacció MIC
A-700	Àrea de purificació Carbaril
A-800	Àrea d'emmagatzematge del Mic
A-900	Àrea d'emmagatzematge del Carbaril
A-1000	Àrea de carrega i descarrega
A-1100	Laboratori
A-1200	Àrea de Control
A-1300	Oficines
A-1400	Pàrquing
A-1500	Serveis
A-1600	Àrea de tractament de residus (medi ambient)
A-1700	Protecció contra incendis

- Fluids del procés

Taula 1. 1.2. Nomenclatura dels fluids de procés de la planta

Abreviació	Fluid
MMA	Monometilamina
MCC	Clorur de metilcarbamoil
FG	Fosgè
HCl	Ac. Clorhídric
TL	Toluè
N2	Nitrogen
Mic	Metil isocianat
NF	α -naftol
CB	Carbaril
CAT	Catalitzador
SV	Sevin
VC	vapor de caldera
H2O	aigua
O2	Aire
AT	oli tèrmic
AF	aigua freda
OPL	Mescla orgànica de procés líquid
OPG	Mescla orgànica de procés gas
ML	Mescla líquid
MG	Mescla gas

- Equips del procés

El procés està format per un seguit d'equips, a continuació s'adjunta la taula 1.1.3 amb els equips i les corresponents abreviacions.

Taula 1. 1.3. Nomenclatura dels equips de procés.

Abreviació	Equip
ST	Sitja
TE	Tanc d'emmagatzematge
CD	Columna de destil·lació
TP	Tanc pulmó
CA	Columna d'absorció
H	Bescanviador
K	Kettle-Reboiler
C	Condensador

- Vàlvules

Taula 1. 1.4 Nomenclatura de vàlvules.

Abreviació	Vàlvula
C	Comporta
A	Seient
AA	Seient automàtica
B	bola
S	Alleujament
R	Retenció

- Accessòris

Taula 1. 1.5. Nomenclatura accessòris.

Abreviació	Accessòri
CO	Colze
T	Te
DR	Disc de ruptura
F	Filtre en Y
P	Purgador
M	Mirilla

- Materials

Taula 1. 1.6. Nomenclatura materials

Abreviació	Material
T	Acer inoxidable
H	Hastelloy

1.2 Especificacions Carbaril

El carbaril és un producte químic de la família dels carbamat utilitzat principalment com un insecticida. És un sòlid cristal·lí de color blanc comunament venut sota el nom de marca Sevin, una marca comercial de l'empresa Bayer. Union Carbide va descobrir carbaryl i el va introduir al mercat el 1958. Bayer va adquirir Aventis CropScience el 2002, una companyia que inclou les operacions de pesticides d'Union Carbide.

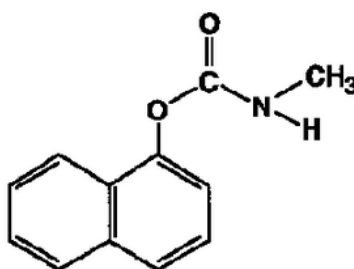


Figura 1.2.1. Carbaril

Segueix sent el tercer insecticida més utilitzat als Estats Units per als horts familiars, l'agricultura comercial, la silvicultura i la protecció dels pastures. Aproximadament 11 milions de quilos van ser aplicats als cultius agrícoles dels Estats Units el 1976.

1.2.1 Efectes en persones

Els símptomes de la intoxicació per carbaril en persones exposades inclouen picor als ulls, respiració sibilant, sudoració i nàusees.

La capacitat del carbaril per interrompre la funció hormonal i el sistema immunològic es van documentar per primera vegada fa dècades. L'Agència de Protecció Ambiental dels EUA classifica carbaril com "probablement cancerígens en els éssers humans".

L'exposició dels homes a carbaril (mesurats per la quantitat del seu producte de degradació en el cos) es vincula amb problemes d'esperma, incloent recomptes baixos d'espermatozoides i la velocitat de moviment d'aquests.

1.2.2 Efectes en animals

El Carbaril, com tots els insecticides en la seva família química, mata els insectes mitjançant la interrupció de la funció normal del seu sistema nerviós. Els impulsos nerviosos es transmeten d'un nervi a un altre per un químic anomenat acetilcolina. En circumstàncies normals, un enzim anomenat acetilcolinesterasa destrueix l'acetilcolina perquè un altre impuls nerviós es pot transmetre. Carbaril deté el funcionament d'aquest enzim, de manera que l'acetilcolina s'acumula, donant lloc a la inquietud, tremolors, convulsions, paràlisi i mort.

El Carbaril, freqüentment, contamina l'aire, la pluja i els rius. El carbaril és tòxic per a aus, peixos, capgrossos, salamandres, gambetes, abelles i altres animals. Petites quantitats han causat efectes adversos. Aquests efectes inclouen la reducció de la producció d'ous, disminució de la capacitat de córrer, cames deformades, reduïda velocitat de natació, i la mortalitat.

1.2.3 Efectes ambientals

Els efectes que pot tenir el Carbaril en l'aire lliure són els següents:

- **Sòl:** depenen de les condicions, el Carbaril té una vida mitjana que oscil·la entre 4 a 72 dies en el sòl. Descompon més ràpid en sorra, sols humits o airejats.
- **Plantes:** depenen de les condicions, el Carbaril té una vida mitjana a les fulles de les plantes de uns 3,2 dies.
- **Aigua:** el carbaril no es dissol bé en aigua i s'enganxa al terra. Per aquests motius, persisteix en els corrents d'aigua subterrànies.
- **Aire:** el carbaril té un baix potencial d'evaporació.

1.2.4 Estudi de mercat

Desenes de productes fabricats per més de 30 empreses contenen car - Baryl , però Bayer CropScience és fabricant principal . Una marca molt coneguda és Sevin.

L'Agència de Protecció Ambiental dels EUA (EPA) estima que prop de dos milions de lliures de carbaril s'utilitzen cada any per a fins agrícoles.

Hi ha aproximadament 140 cultius d'aliments en els quals es pot utilitzar carbaril. En aquests s'empren 100.000 lliures de carbaril anuals inclouen. S'inclouen els cultius de pomes, nous, raïm, alfals, taronges i blat de moro.

Algunes de les marques que contenen Carbaril són: Sevin™, Adios™, Carbamec™, Slam™.

Proveïdors de Carbaril:

País	Empresa / Proveïdor	Productos / Servicios / Equipos	Tipo y Cobertura
	Agrimor	→ Carbaril	<ul style="list-style-type: none">• Industria• Mundial
	Mineria Colombiana	→ carbaril	<ul style="list-style-type: none">• Industria• Europa, Asia
	Anhui Koyo Group	→ Carbaril	<ul style="list-style-type: none">• Industria• .
	Grupo Pujol	→ Carbaril	<ul style="list-style-type: none">• Industria• América Latina
	Aurinova	→ Carbaril Técnica 98%min.	<ul style="list-style-type: none">• Industria• República Dominicana

Figura 1.2.2. Taula de proveïdors de carbaril.

1.3 Mètodes de producció

La producció i comercialització del carbaril té origen a la dècada dels 50 per Union Carbide. L'empresa emprava el mètode d'obtenció via metil isocianat (MIC). En aquest procés, la producció del carbaril es divideix en tres etapes:

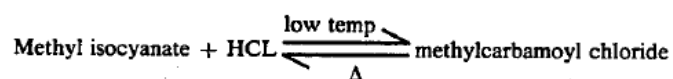
- producció de clorur de metilcarbamil, MCC.
- producció de metil isocianat, MIC.
- producció de carbaril.

Al llarg dels anys s'han anat desenvolupant diferents mètodes de producció del pesticida. Per tal de poder discernir sobre quin serà el procés objecte de disseny, s'han avaluat diferents alternatives.

1.3.1 Mètodes de producció de MIC

La gran part dels estudis estan dedicats a la segona etapa, és a dir, a la producció del MIC. Molts dels mètodes de producció de MIC empen MMA i fòsgè com a reactius. De la reacció d'aquests dos se'n obté MCC i HCl. La producció de MIC s'assoleix a partir de la descomposició de l'MCC. Es requereix un excés de fòsgè per tal d'assegurar la reacció complerta del MMA i evitar la formació de monometilamina hidroclorada. El fòsgè sobrant ha de ser separat i recirculat i es fa a partir d'un solvent, com el toluè.

La reacció de formació de MIC és la següent:



La temperatura regeix l'equilibri de la reacció de manera que es requereixen altes temperatures per aconseguir l'obtenció de MIC. No obstant això, la presència d'HCl catalitza la polimerització de MIC de manera que s'hauran d'addicionar inhibidors per evitar tal reacció secundària.

1.3.1.1 Producció de MIC emprant un àcid acceptor

Aquesta via d'obtenció del MIC comprèn la reacció de l'MCC i un àcid acceptor en un medi comprès per un dissolvent orgànic (clorobenzè). L'àcid clorhídric obtingut en la

reacció de formació de MIC formarà una sal amb l'àcid acceptor d'electrons. L'àcid acceptor, per exemple 1,3 – dimetilurea, és soluble en el dissolvent orgànic, però la sal de l'àcid acceptor amb l'HCl és insoluble. D'aquesta manera, la sal 1,3 – dimetilurea – HCl pot ser separada emprant mètodes com la filtració i després es podrà regenerar l'àcid acceptor a partir de la descomposició tèrmica de la sal. Així doncs, l'àcid podrà ser recirculat a l'inici de tal procés, cosa que comporta un estalvi de reactius.

La solució resultant de la reacció de l'MCC amb l'àcid acceptor serà destil·lada amb la finalitat de separar el MIC del dissolvent orgànic.

La reacció que es duu a terme és la següent:



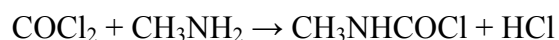
Aquest és un procés d'obtenció de MIC econòmic, a pressions baixes i amb l'obtenció d'elevats rendiments.

Tot i que presenta nombrosos avantatges com l'operació a baixes temperatures i pressions i que no calen inhibidors per evitar la polimerització de MIC, s'ha descartat aquest procés perquè es porta a terme bifàsicament i s'ha d'incorporar un filtre per separar la sal formada. A més a més, el reactiu emprat, 1,3 – dimetilurea, és d'elevat cost.

1.3.2 Procés escollit

Obtenció de Clorur de metilCarbamoil (MCC):

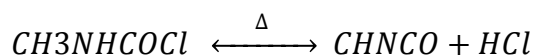
En el reactor R - 201 es porta a terme la reacció de formació d'MCC. L'MCC serà emprat en l'etapa posterior com a reactiu per la producció de MIC. Els reactius són el fòsgè, que entra en estat gas. 205°C i amb un 25% d'excés, i la monometilamina, que entra en estat gas i a 240°C. La reacció és la següent:



La reacció de formació de l'MCC és exotèrmica, no catalítica i té un grau de conversió del 100%. El temps de residència és de 1,5 segons.

Obtenció de l'Isocianat de Metil (MIC):

El corrent d' MCC que surt per cues de l'absorbidor entra al reactor de piròlisi per tal de dur a terme la producció de MIC. La reacció que té a lloc és la següent:



La reacció és endotèrmica no catalítica i com a conseqüència, s'ha d'aportar calor per tal de desplaçar l'equilibri cap a la formació del MIC. A baixa temperatura, la presència de HCl catalitza la reacció secundària de polimerització del MIC. Una de les possibles solucions per evitar aquesta reacció no desitjada seria l'addició de inhibidors de polimerització 4,278,807.

L'alternativa escollida, per tal d'evitar la utilització de inhibidors cars, és dur a terme la reacció en presència d'un dissolvent. Tal i com apunta la patent 4082787, es prefereixen dissolvents aromàtics tals com el monoclorobenzè o el toluè. El seu alt punt d'ebullició afavoreixen la dissociació tèrmica de l'MCC. A més a més, les propietats intrínseques d'aquests dissolvents minimitzen les reaccions secundàries de condensació. En una etapa de recuperació posterior es podrà separar el MIC del dissolvent.

Després del reactor de piròlisi són requerides tres columnes de destil·lació, cada una d'elles implementant una funció diferents i necessària per procedir amb el procés. Prèviament, el producte sortint del reactor és condensat per tal d'entrar a la primera columna.

Just després del reactor de piròlisi i per adequar-se el màxim possible a les condicions descrites en la patent ja esmentada, s'ha incorporat una columna de destil·lació capaç d'extreure de manera molt efectiva tot l'àcid clorhídric generat en la piròlisi. Així doncs s'aconsegueix evitar tota possibilitat de produir MCC de nou.

A continuació, és precís incorporar una columna que extregui completament el MIC del sistema ja que és aquest compost el requerit per la tercera etapa de reacció. Així doncs s'incorpora una columna que dóna per cues una mescla de MCC i toluè que alimentarà la tercera columna.

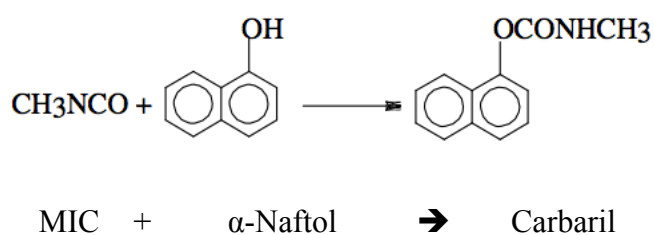
Finalment, la tercera columna pretén extreure el màxim de toluè per cues per recircular-lo a les columnes d'absorció ja descrites, i poder treure d'aquesta manera per caps la resta de MCC no reaccionat que anirà de nou reciclat al reactor de piròlisi. La incorporació d'aquesta columna permet optimitzar el consum de toluè i minimitzar tant les pèrdues de MCC com els costos associats a tractament de residus.

Obtenció del Carbaril:

El MIC obtingut és portat a un tanc pulmó que abasteix l'àrea de de formació del Carbaril. Aquest tanc està refrigerat a 0°C i a 3,5 atm de pressió. A més a més està internitzat per tal d'evitar que hi hagi reaccions secundàries, com la reacció amb la humitat de l'aire.

En aquest reactor es produeix la reacció que dóna lloc el Carbaril. Es tracta d'un reactor multitubular bifàsic on si porta a terme una reacció exotèrmica que té lloc en 11,84 minuts.

La reacció que hi té lloc és la següent:



Per dissenyar el sistema s'ha seguit la patent 4,278,807 on apareixen dades del mateix reactor a escala laboratori i s'ha escalat mantenint el temps de residència i la producció.

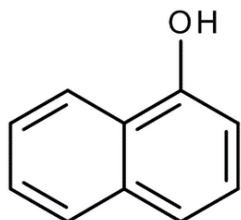
Purificació:

El cabal d'entrada al primer cristal·litzador conté carbaril, toluè i α -naftol. En el primer efecte, part del toluè serà evaporat i cristal·litzarà part del carbaril. Es crearan els nuclis de cristall i aquests augmentaran de mida en aquest i en el segon cristal·litzador. A la sortida del segon cristal·litzador es centrifugarà la mescla per tal d'obtenir un corrent amb el sòlid cristal·lí que haurà de ser posteriorment assecat per tal de comercialitzar-lo.

A la centrífuga també s'obindrà un corrent líquid amb part de nuclis fins de carbaril que la centrífuga no és capaç de separar. Aquests seran introduïts en un tercer cristal·litzador per tal que la mida del cristall augmenti. A la sortida del tercer cristal·litzador es torna a centrifugar la mescla. D'aquesta manera es recupera la part del carbaril que en el segon cristal·litzador no havia assolit la mida de partícula necessària. El corrent de sòlid a la sortida de la centrífuga serà dut al procés d'assecatge. El corrent líquid de la sortida de la centrífuga que conté part de carbaril serà introduït al segon cristal·litzador per tal d'augmentar l'eficàcia del procés de purificació.

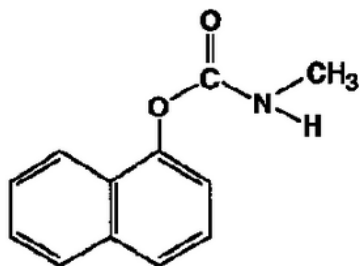
1.3.3 Descripció dels compostos

Alfa – naftol



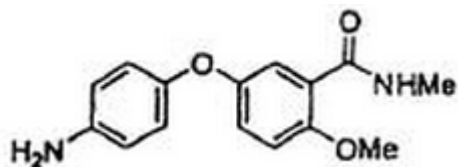
Formula	C ₁₀ H ₈ O
Pes molecular	149.17 g/mol
Punt de fusió	95 °C
Punt d'ebullició	280 °C

Carbaril



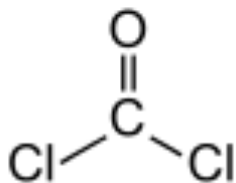
Formula	C ₁₂ H ₁₁ NO ₂
Pes molecular	201.2
Punt de fusió	142°C
Punt d'ebullició	

Clorur de metilcarbamoil



Formula	C3H6ClNO2
Pes molecular	
Punt de fusió	
Punt d'ebullició	60 °C

Fosgè



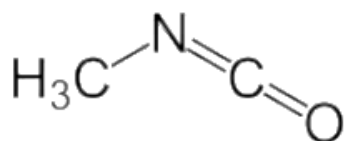
Formula	COCl2
Pes molecular	98.9 g/mol
Punt de fusió	-118 °C
Punt d'ebullició	8 °C

Clorur d'Hidrogen



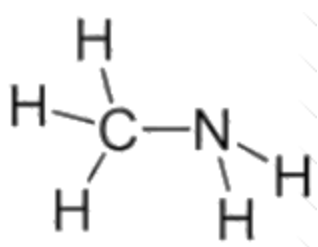
Formula	HCl
Pes molecular	36.5 g/mol
Punt de fusió	-114 °C
Punt d'ebullició	-85 °C

Metil isocianat



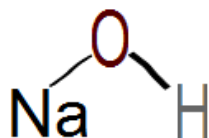
Formula	CH ₃ NCO
Pes molecular	57.1 g/mol
Punt de fusió	-80 °C
Punt d'ebullició	39 °C

Monometilamina



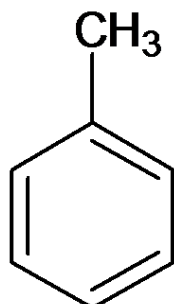
Formula	CH ₃ NH ₂
Pes molecular	31.1 g/mol
Punt de fusió	-94 °C
Punt d'ebullició	-6 °C

Hidròxid sòdic



Formula	NaOH
Pes molecular	40 g/mol
Punt de fusió	318 °C
Punt d'ebullició	1388 °C

Toluè



Formula	C ₆ H ₅ CH ₃
Pes molecular	92.1 g/mol
Punt de fusió	-95 °C
Punt d'ebullició	111 °C

1.4 Construcció de la planta

1.4.1 Àrees

La planta de producció de Carbaril es divideix en 17 àrees. S'ha decidit dividir en aquestes àrees degut a la complexitat del procés. D'aquesta manera, serà més amena la identificació de cada part de la planta, cosa que ajudarà en el cas de que hi hagi algun imprevist.

Àrea 100: aquesta és l'àrea d'emmagatzematge de primeres matèries. En aquesta àrea es troben els tancs d'emmagatzematge de toluè, foscè, MMA i la sitja d' α - naftol. És important mantenir les distàncies de seguretat entre tancs.

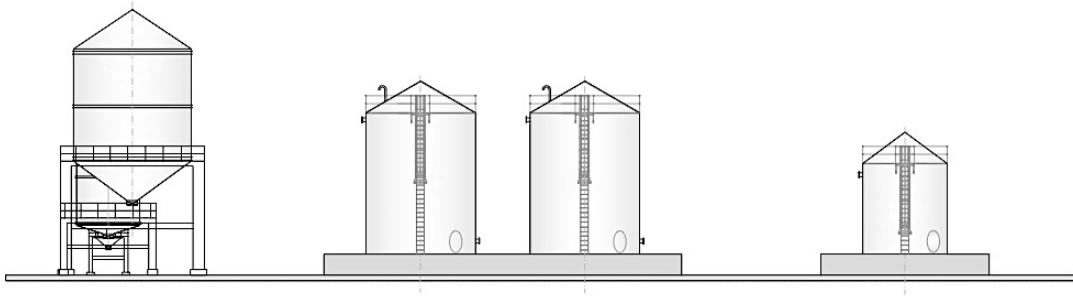


Figura 1.4.1. Àrea 100.

Àrea 200: aquesta és l'àrea de producció de l'MCC. S'obté l'MCC a partir de MMA i foscè en una reacció exotèrmica. Consta dels bescanviadors de calor necessaris per tenir els reactius a la temperatura desitjada i del reactor d'obtenció d'aquest producte.

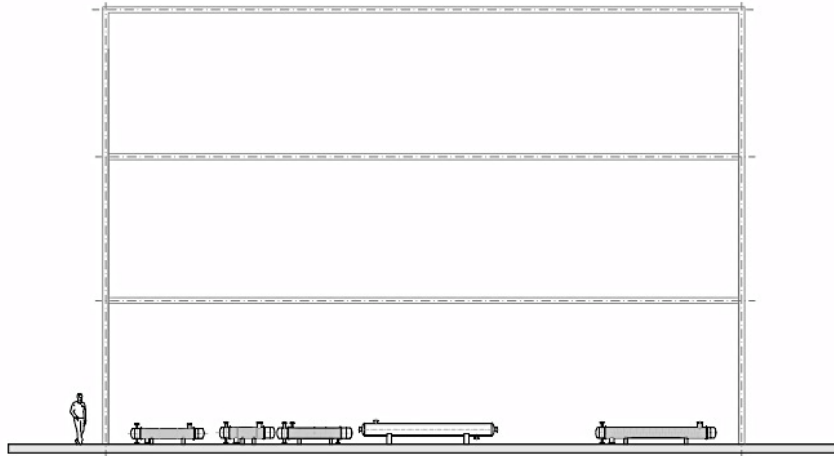


Figura 1.4.2. Àrea 200.

Àrea 300: en aquesta àrea es pretén separar el foscè que s'ha addicionat en excés en l'etapa de producció de l'MCC. A més a més, es vol separar el clorur d'hidrogen mitjançant absorbidors en els quals hi entra toluè en contracorrent per tal d'aconseguir un corrent de MCC tal que pugui ser emprat en la següent fase, la d'obtenció del MIC.

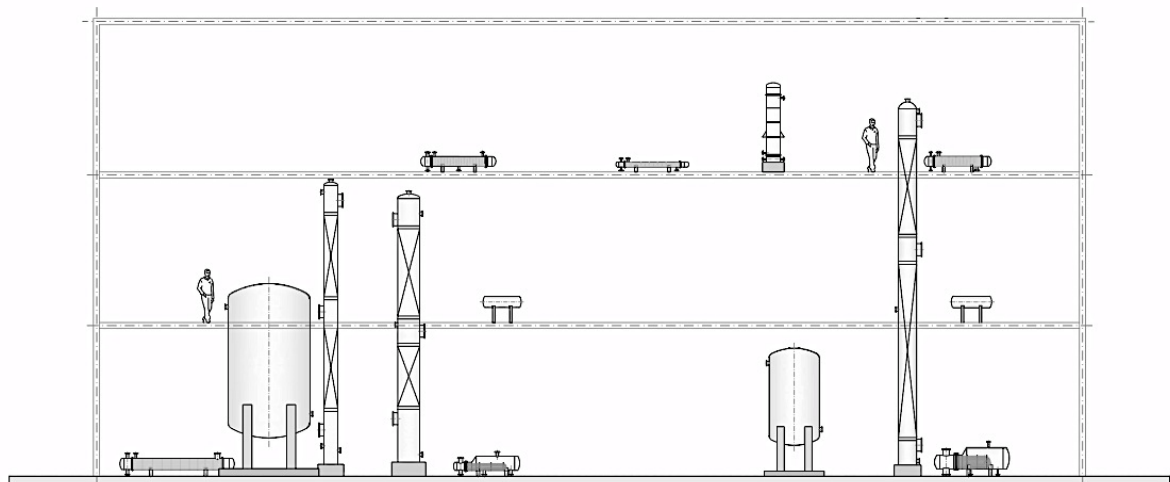


Figura 1.4.3. Àrea 300.

Àrea 400: aquesta és l'àrea d'obtenció del MIC (un dels reactius per l'obtenció de carbaril). L'equip principal d'aquesta àrea és el reactor de piròlisi, en el qual es produeix MIC a partir de MCC. La reacció té a lloc a la fase líquida, tot i que el producte s'obté en fase gas.

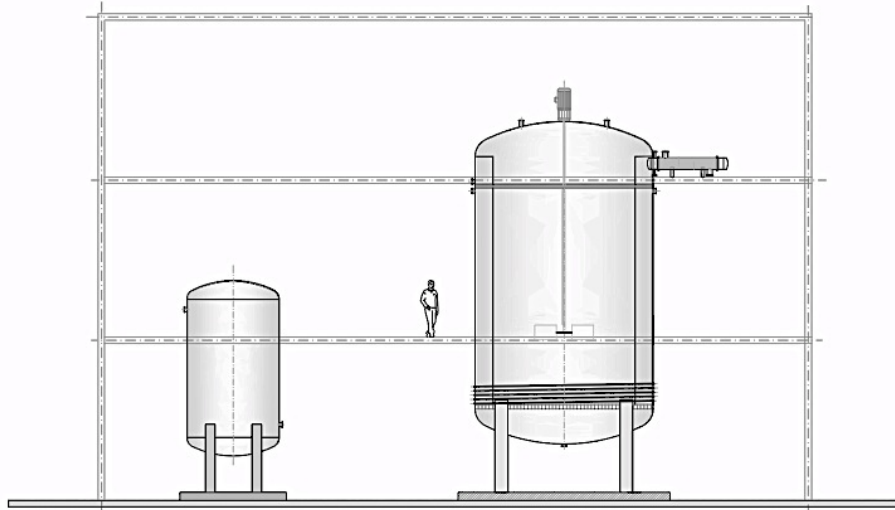


Figura 1.4.4. Àrea 400.

Àrea 500: en aquesta àrea es pretén obtenir MIC pur tal que pugui ser emprat en la producció de carbaril. Consta de diverses torres de destil·lació per tal de que la separació multicomponent sigui òptima per aconseguir aquest objectiu.

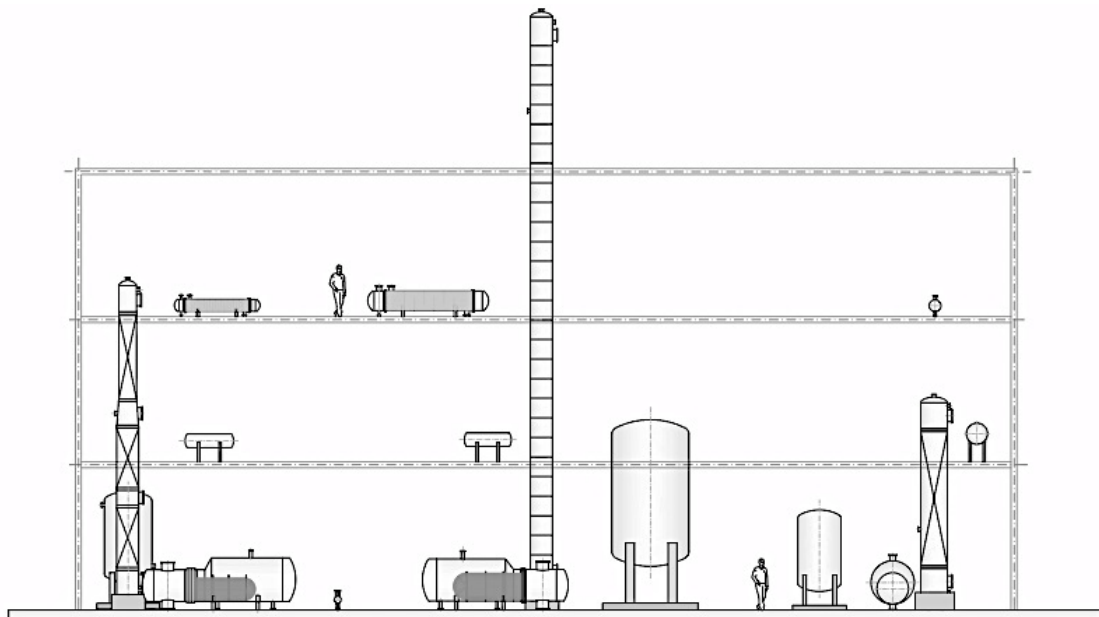


Figura 1.4.5. Àrea 700.

Àrea 600: aquesta és l'àrea de producció de carbaril. Consta de diferents equips de mescla per tal d'obtenir els reactius dissolts en el dissolvent. L'equip principal és el reactor d'obtenció de carbaril. Aquest és multitubular i està catalitzat per Amberlyst.

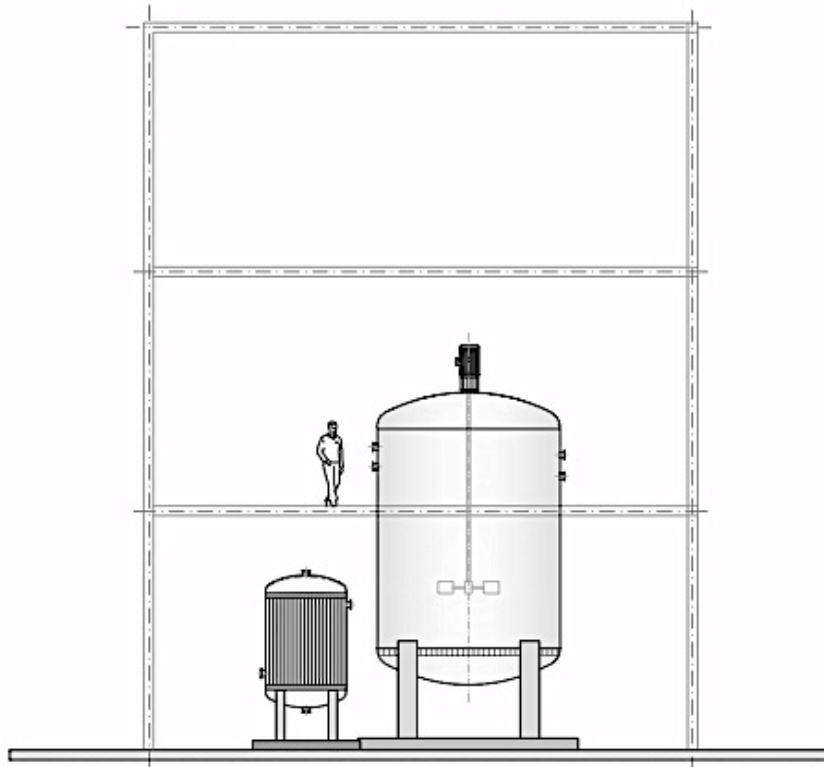


Figura 1.4.6. Àrea 600.

Àrea 700: en aquesta àrea es pretén obtenir el carbaril el més pur possible. Consta d'una columna de destil·lació per recircular part del MIC que no ha reaccionat i de cristal·litzadors per tal d'obtenir el sòlid cristal·lí.

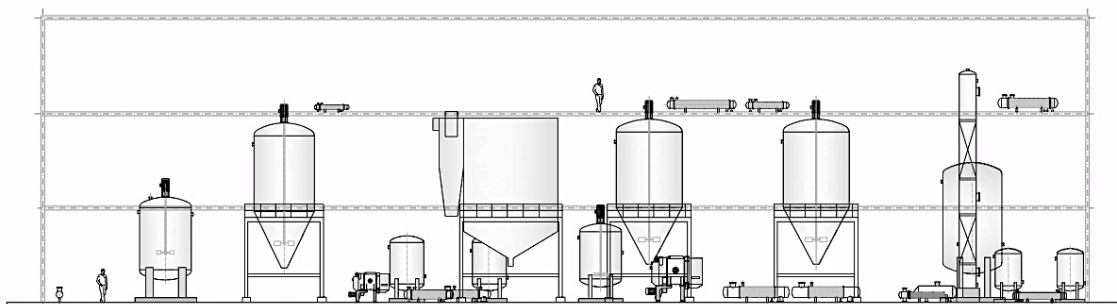


Figura 1.4.7. Àrea 700.

Àrea 800: aquesta és l'àrea d'emmagatzematge de mic. Aquesta àrea consta d'un tanc pulmó de MIC que abasteix el reactor de formació del Carbaril. Aquest tanc està refrigerat a 0°C i a 3,5 atm de pressió. A més a més està inertitzat amb nitrogen per tal d'evitar que hi hagi reaccions secundàries, com la reacció amb la humitat de l'aire.

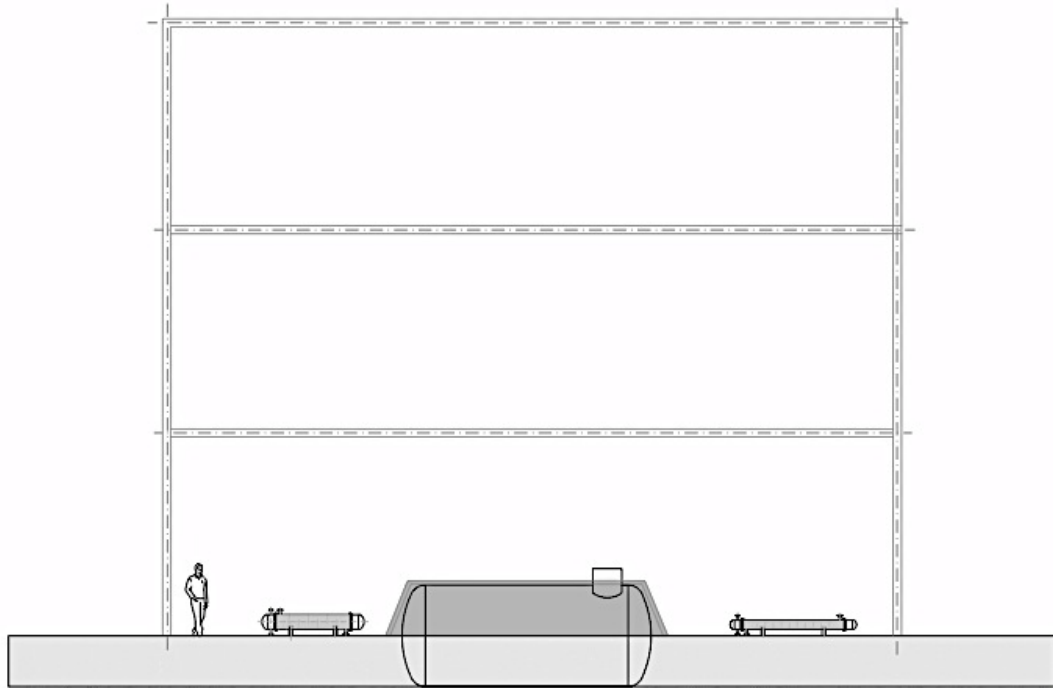


Figura 1.4.8. Àrea 800.

Àrea 900: aquesta és l'àrea de emmagatzematge del producte principal de l'empresa, el Carbaril. Aquest surt de l'àrea 700, zona de purificació, i és transportat a l'àrea 900. El sòlid cristal·lí es ven en big bags (1000 Kg).

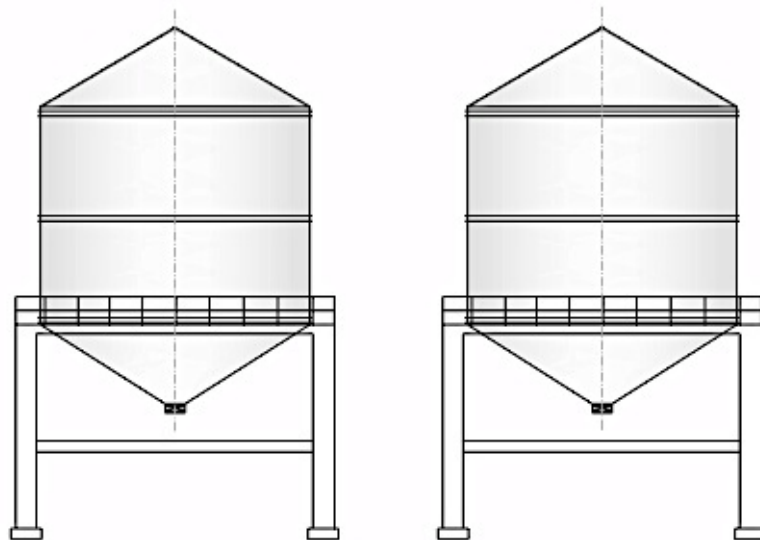


Figura 1.4.9. Àrea 900.

Àrea 1000: aquesta és l'àrea de càrrega i descàrrega tant de primeres matèries com d'altres elements no influents en el procés però necessaris en la indústria.

Àrea 1100: aquesta àrea està formada pel laboratori de la planta. El laboratori es divideix en dos seccions. La primera s'encarrega de l'anàlisi del producte produït a la planta. Es vol que aquest es vengui en la qualitat que s'especifica. La segona secció s'encarrega de la recerca i innovació. Està destinada a la millora del procés. El seu objectiu és que la planta romangui capdavantera en aquest sector.

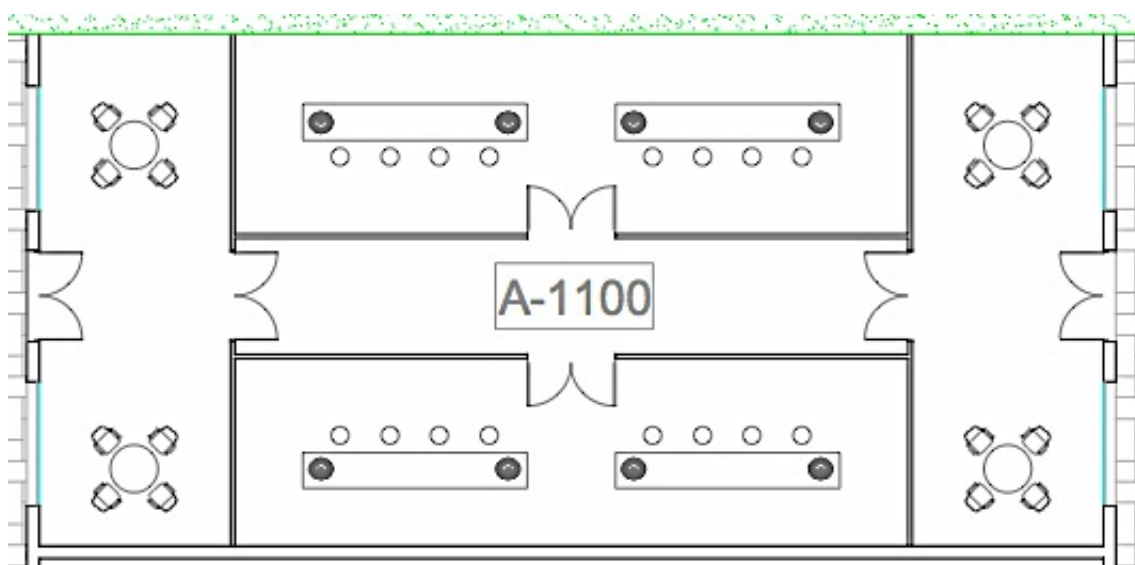


Figura 1.4.10. Àrea 1100.

Àrea 1200: en aquesta àrea hi ha la sala de control. Des d'aquí es monitoritzen tant les variables que afecten directament en el procés com les que no. Les variables seran observades les 24 hores del dia per tal d'assegurar un bon funcionament de la planta. És des d'aquí que es podran canviar els punts de consigna o decidir prendre mesures d'emergència en cas que sigui necessari.

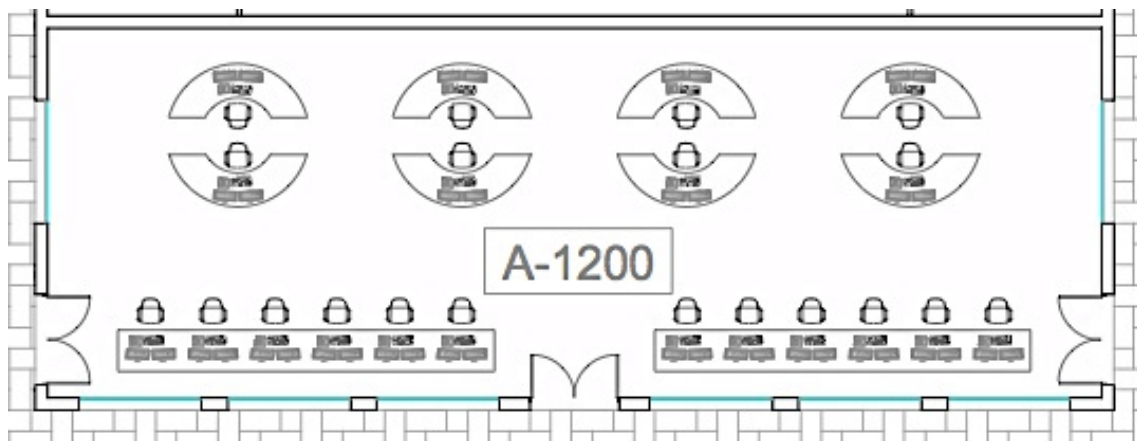


Figura 1.4.11. Àrea 1200.

Àrea 1300: en aquesta àrea si durà a terme tota la feina burocràtica i gestió de la planta. Des de l'adquisició de primeres matèries i altres productes, com la venda del Carbaril, com els pagaments a les diferents entitats i impostos.

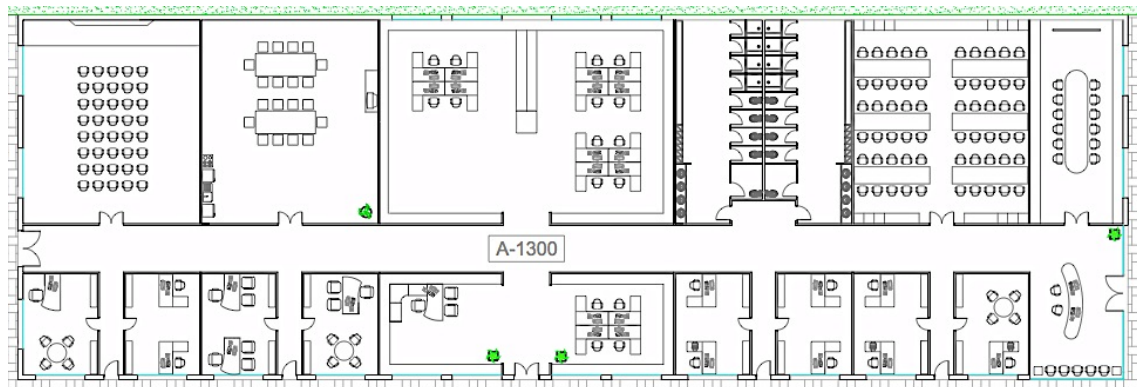


Figura 1.4.12. Àrea 1300.

Àrea 1400: aquesta és l'àrea destinada al pàrquing tant dels treballadors com dels comercials i altres visites.

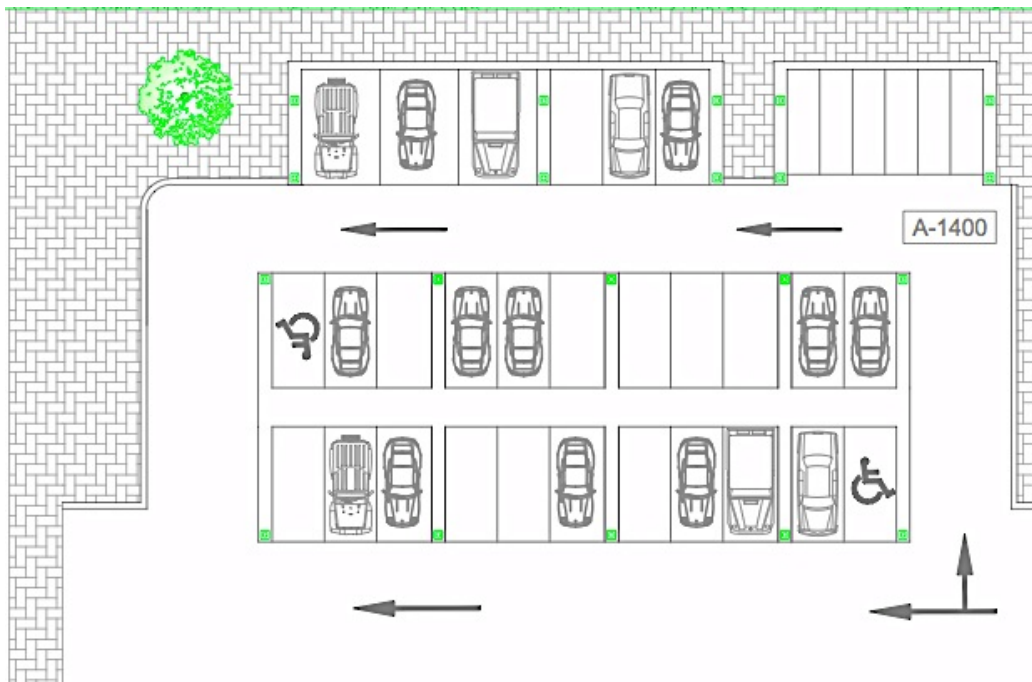


Figura 1.4.13. Àrea 1400.

Àrea 1500: aquesta és la zona de serveis. Consta de dos calderes, en funcionament altern, que proporcionen calor al fluid tèrmic per escalfar el fluid de procés en cas que sigui necessari. Dos chillers, en funcionament altern, que mitjançant un sistema de intercanvi de calor en dos bescanviadors externs, proporcionen el fluid de refrigeració demandat per la planta i dos compressors d'aire que serveixen per proporcionar l'aire comprimit necessari a les vàlvules de control.

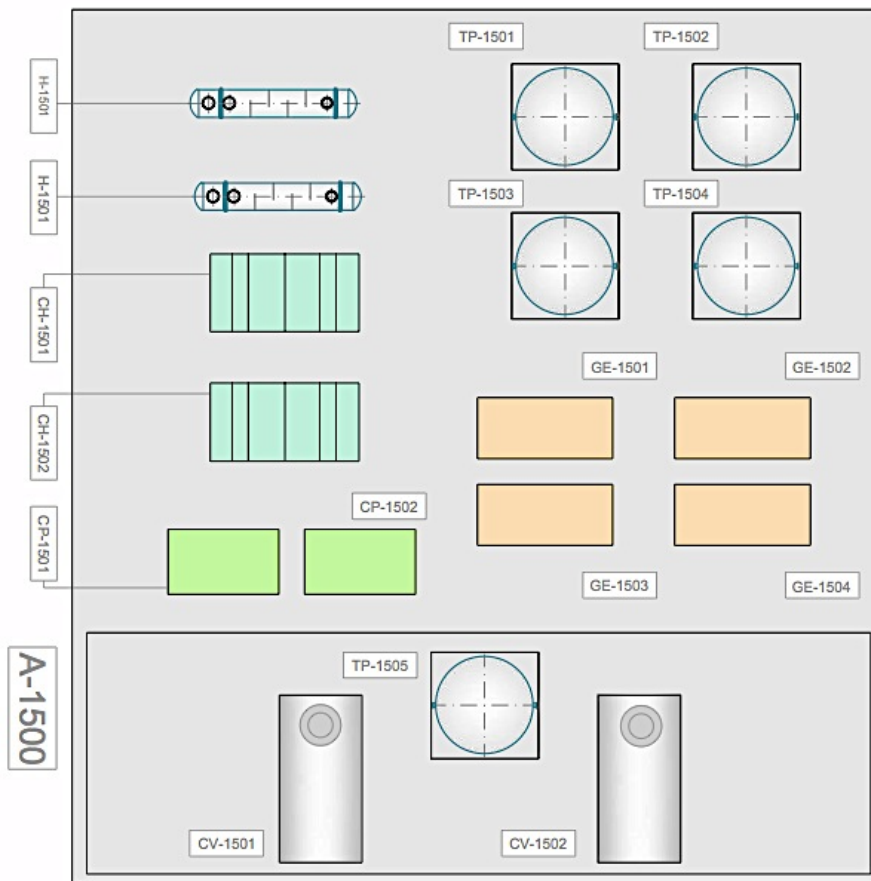


Figura 1.4.14. Àrea 1500.

Àrea 1600: aquesta és l'àrea de tractament de residus. Consta de diferents bales, que retenen les fugues de líquid del procés, tant en el període d'operació com en el període de la posada en marxa. A més a més, hi ha una torxa per tractar les fugues gasoses.

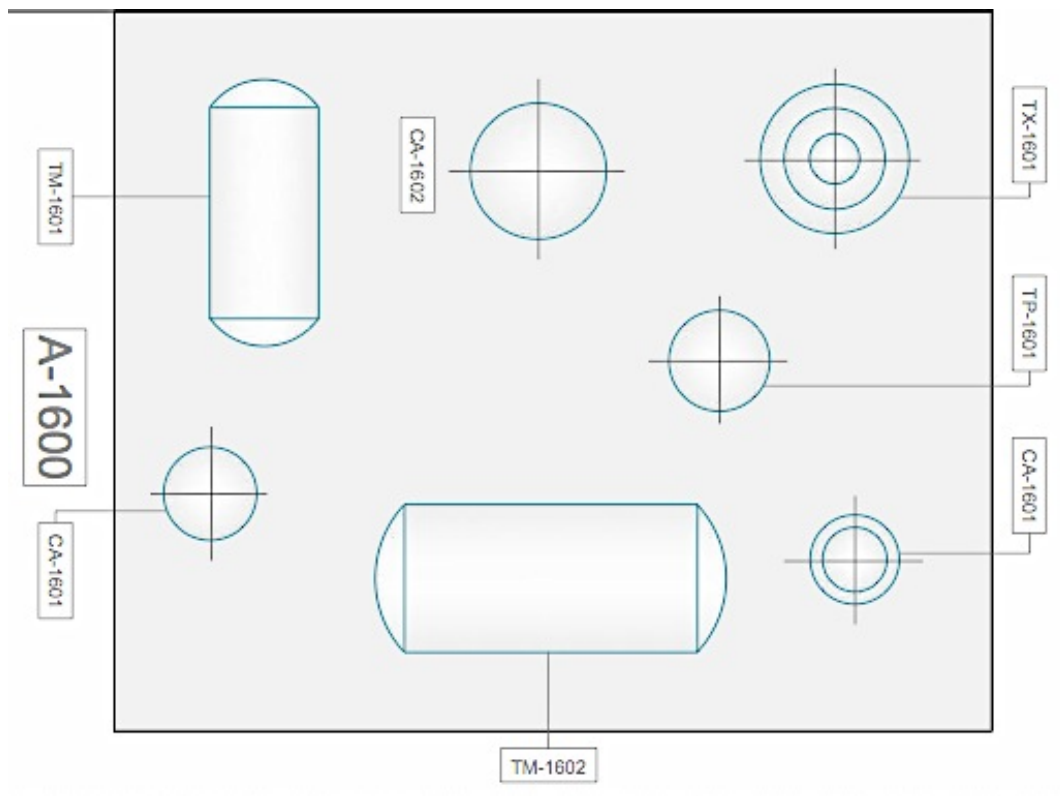


Figura 1.4.15. Àrea 1600.

Àrea 1700: aquesta és l'àrea de contra incendis

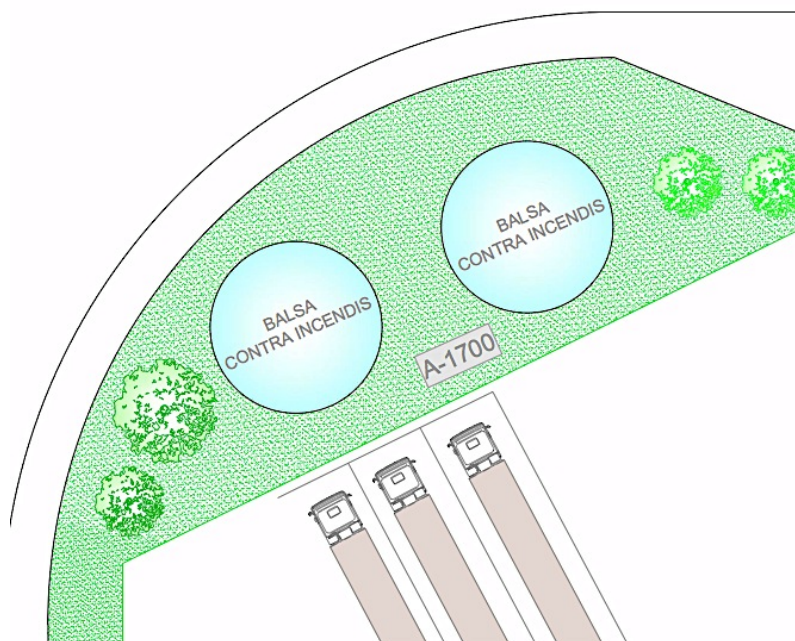


Figura 1.4.16. Àrea 1700.

1.4.2 Planificació de la construcció

Es desglosa l'estructura del treball en tasques i s'ordenen de manera lògica. Es determina la durada i els costos de cada tasca i/o activitat calculant també la quantitat de material necessari i el número de treballadors. Amb aquesta planificació es podrà saber quines són les activitats crítiques. Existeixen tres tècniques de programació de projectes:

- Diagrama de Gant
- Mètode del camí crític
- Tècnica d'Evaluació i Revisió de Programes (PERT)

Les activitats, l'ordre d'aquestes, la durada i la seqüència que s'han determinat per aquesta planta són les de la següent taula:

Taula 1.4.1. Llistat d'activitats per la construcció de la planta.

Num	Tasca	Seqüència	Durada (dies)
1	Neteja de terrenys	0:1	4
2	Excavacions i fonaments	1:2	9
3	Instal·lació de suports	2:3	9
4	Instal·lació d'escales	3:4	3
5	Instal·lació de plataformes	3:5	8
6	Instal·lació de baranes	3:6	7
7	Instal·lació d'equips	4,5,6:10	4
8	Calibració d'equips	7:8	7
9	Instal·lació de conduccions prefabricades	7:9	21
10	Instal·lació de canonades de procés	4,5,6:10	10
11	Connexió canonades-equips	8,10:11	4
12	Instal·lació de canonades de serveis	4,5,6:12	7
13	Connexió de canonades de serveis-equips	8,12:13	3
14	Instal·lació instrumentació	4,5,6:14	14
15	Connexió instrumentació-equips	8,14:15	4
16	Instal·lació d'aparellatge elèctric	4,5,6:16	9
17	Connexió elèctrics-equips	8,16:17	3
18	Aïllament equips	8:18	10
19	Aïllament de canonades	11,13:19	14
20	Aïllament de conductes	9:20	6
21	Proves d'equips	1-17:21	4
22	Pintura	1-13:22	7
23	Neteja	1-20:23	1

http://www.pcmangement.es/editorial/Managem_powpoin/gestion%20proyectos%20Planificacion,%20Programacion%20y%20Control.pdf

1.4.3 Plantilla

En una empresa les operacions necessàries per a l'obtenció del producte són nombroses i es necessiten persones especialitzades per a diferents tasques, que hauran de ser coordinades perquè cada un d'elles compleixi amb una activitat diferent i pugui arribar així a una finalitat que és l'obtenció del producte. Tota activitat productiva que no sigui individual es necessita un determinat grau d'organització que distribueixi les diferents tasques entre els treballadors.

Les jerarquies superiors són les encarregades de transferir la realització de tasques específiques, a persones seleccionades per les seves aptituds, atorgant-los alhora poder d'autoritat i la responsabilitat emergent de la mateixa.

La base de tota organització en una Empresa industrial és una racional divisió del treball, ja que sense aquesta seria impossible determinar els deures i seleccionar els individus que els han de complir.

El primer pas en l'organització de l'empresa serà la definició o descripció dels llocs de treball, així com l'assignació de responsabilitats. Posteriorment tindrà lloc l'establiment de les relacions d'autoritat i coordinació, mitjançant la determinació dels nivells de jerarquia o escales d'autoritat que és el que s'anomena estructura.

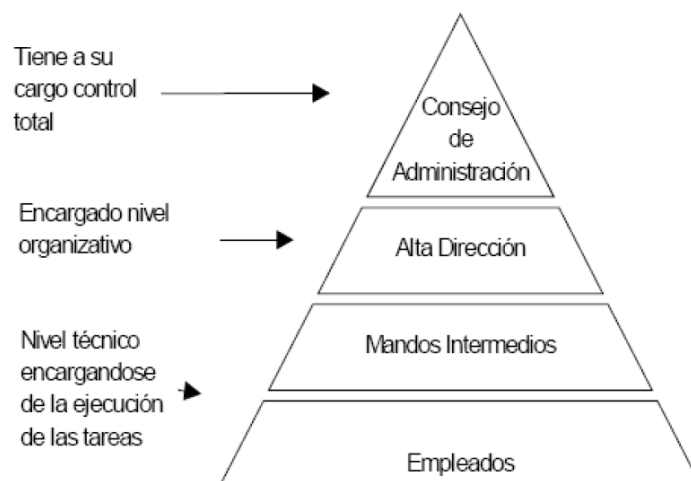


Figura 1.4.17. Organització

Nivells d'Organització: es poden distingir l'existència de diferents nivells d'organització segons la dimensió de l'empresa. Si aquesta és petita i té pocs treballadors podran ser dirigits per un sol cap. Si l'empresa va creixent i tenint més treballadors s'hauran d'anar constituint comandaments intermedis, que aniran augmentant conforme s'incrementa el nombre de subordinats.

http://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/integracion5/seccion7.pdf

L' Organigrama empresarial és la representació gràfica de l'estructura organitzativa de l'empresa. És com una fotocòpia de l'estructura de la empresa, captada en un moment de la seva vida

L'Organigrama ha de ser un element dinàmic que s'adapti a les necessitats de l'evolució de l'empresa i no a una estructura.

L'estructura d'organització és com una xarxa de comunicació a través de la qual es transmet informació. Aquestes comunicacions poden discórrer en dos sentits:

- horitzontal : entre posicions o punts del mateix nivell de l'estructura jeràrquica.
- vertical : entre rangs diferents, bé d'informació o ascendent, o d' comandament o control o descendent

Tipus d'estructures organitzatives:

- **Organització jeràrquica o lineal**

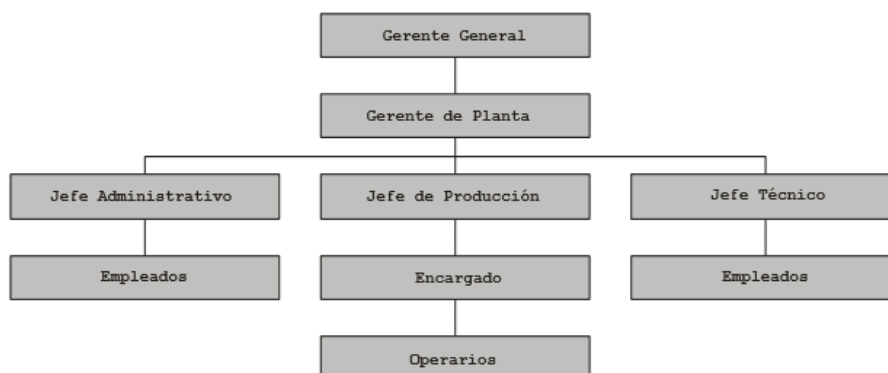


Figura 1.4.18. Organització jeràrquica.

Té com a finalitat principal assegurar la disciplina, i el seu funcionament és el següent:

- les ordres són totes a l'inferior jeràrquic immediat.
- no permet ordres a iguals jeràrquics.
- els encarregats de torn només donen ordres als obrers al seu càrrec.
- tota persona és responsable davant seu superior immediat.

Taula 1.4.2. Taula d'avantatges i inconvenients.

Avantatges	Inconvenients
És senzill.	És poc versàtil i inflexible.
Divisió neta, de l'autoritat i la responsabilitat.	Manca de coordinació entre caps de departaments.
És summament estable.	Excessiva confiança en els coneixements personals dels encarregats i operaris.
Facilitat de mantenir la disciplina.	Les persones d'alt càrrec poden estar sobrecarregades i tornar-se insubstituïbles.

- **Organització funcional o concorrent**

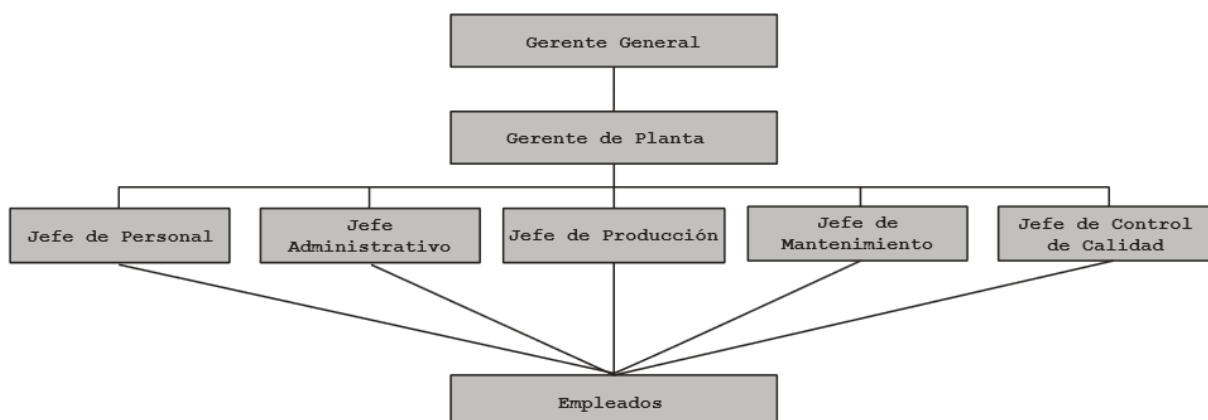


Figura 1.4.19. Organització funcional

Anomenada també horitzontal o tayloriana, sorgeix per tal de superar els límits de l'estructura jeràrquica pura i la seva incapacitat a les creixents exigències de especialització. La seva característica fonamental és que els subordinats, dels nivells inferiors, en comptes d'estar connectats a la direcció a través d'un únic punt (el superior immediat) reben les ordres, instruccions i l'assistència que necessiten directament de diversos caps diferents, cadascun dels quals desenvolupa una funció particular, en la qual és especialista. D'aquí precisament la denominació d'estructura funcional. Aquesta estructura és bastant utilitzada en les petites i mitjanes empreses quan hi ha especialistes ben coordinats.

Taula 1.4.3. Taula d'avantatges i inconvenients.

Avantatges	Inconvenients
Els coneixements dels especialistes arriben en forma directa als empleats.	Menor disciplina, a causa que les ordres són evacuades per diversos conductes.
Simplifica la tasca de l'operari i de l'encarregat.	Exigeix un intens esforç de coordinació.
Té com a base l'especialització.	És difícil establir la línia de separació entre la jurisdicció d'especialistes i encarregats, el que pot originar conflictes de funcions i comandaments

- **Organització Mixta o Jeràrquica - Funcional**

Es basa en la distinció entre caps amb autoritat (tipus jeràrquic) i tècnics especialistes que han de ser escoltats abans de prendre una decisió (tipus funcional). En aquest cas, el cap amb autoritat rep els informes dels tècnics (anomenats staff) i sota la seva responsabilitat prenen la decisió passant a l'encarregat la ordre d'executar.

La funció del staff consisteix a informar, aconsellar, assessorar i donar suport tècnicament a les unitats de comandament. No està autoritzat ni per donar ordres ni per prendre decisions.

Es poden donar dues alternatives en les ajudes dels staff:

a) Staff personal: si el director crea un òrgan staff per a ús exclusiu sense que ningú més de l'empresa pugui fer ús.

b) Staff especialitzat: l'staff està a disposició de tots els càrrecs de la empresa. Serveix a un gran nombre de departaments i funcions diferents, de manera que cada departament d'aquest staff està especialitzat en una classe d'ajuda (personal, comptabilitat, tècnic-informàtic, màrqueting, jurídic, fiscal, qualitat, etc.).

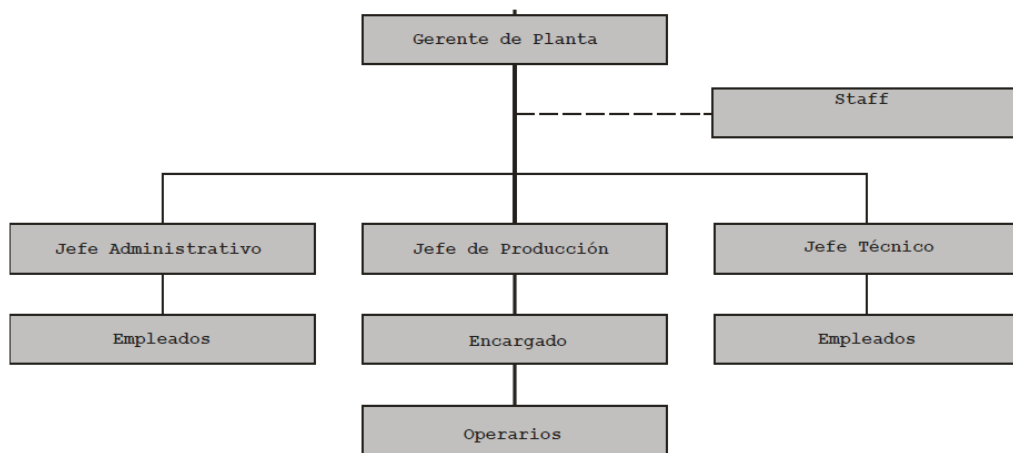


Figura 1.4.20. Organització mixte o jeràrquica-Funcional

Taula 1.4.4. Taula d'avantatges i inconvenients.

Avantatges	Inconvenients
Manté la disciplina.	Confusions en les funcions.
Té com a base l'especialització.	Pot haver conflictes entre l'staff i l'autoritat formal.
Majors possibilitats d'ascens per haver major varietat d'ocupacions amb responsabilitats	

- **Nombre de treballadors:**

En aquesta planta s'ha contemplat que s'haurien de contractar 119 treballadors. A continuació s'introdueix una taula on s'especifica el nombre de treballadors, els càrrecs que ocupen i el sou que guanyen.

Taula 1.4.5. Treballadors

Càrrec	Treballadors	Sou_{brut} (€/mes)
Gerent	1	5000
Staff	7	2000
Director d'administració	1	3000
Empleats d'administració	10	1200
Director producció	1	3000
Encarregats de producció	24	1500
Operaris de producció	30	1300
Director tècnic	1	3000
Operaris tècnics	24	1300
Laboratori	20	1300

Gerent, Directors, Staff treballen 8 hores. La plantilla de treballadors s'organitza per torns de manera que la planta sempre estigui controlada.

1.5 Balanç de matèria

CORRENT	1	1a	1b	1c	2	2a	2b
TEMPERATURA (°C)	20,00	7,57	7,57	205,00	-6,35	-6,35	120,00
PRESSIÓ (atm)	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	1432,00	4,41	4,41	2,53	1,45	1,45	0,92
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	-	0,58	0,58	0,68	1,45	1,45	1,92
ESTAT FÍSIC	G	G	G	G	G	G	G
CAUDALS MÀSSICS (Kg/h)							
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	254,07	254,07	254,07
Fosgè	1011,76	1011,76	1011,76	1011,76	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-	-
Toluè	-	-	-	-	-	-	-
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1011,76	1011,76	1011,76	1011,76	254,07	254,07	254,07

CORRENT	2c	3	3a	3b	4	5	5a
TEMPERATURA (°C)	240,00	260,00	260,00	100,00	30,00	30,00	10,00
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	0,34	1,54	1,54	2,22	859,52	844,61	877,87
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	2,30	1,09	1,09	0,80	-	1,65	1,68
ESTAT FÍSIC	G	G	G	G	L	L	L
CAUDALS MÀSSICS (Kg/h)							
Àcid clorhídric	-	298,33	298,33	298,33	-	-	-
Metilamina	254,07	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	202,35	202,35	202,35	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	765,14	765,14	765,14	-	-	-
Toluè	-	-	-	-	0,88	3.651,95	3.651,95
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	254,07	1265,82	1265,82	1265,82	0,88	3651,95	3651,95

CORRENT	5b	6	7	8	9	10	10a
TEMPERATURA (°C)	10,00	10,00	100,00	100,00	73,19	73,19	73,19
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	877,87	877,87	2,22	2,22	878,16	878,16	878,16
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	1,68	1,68	0,80	0,80	1,68	1,68	1,68
ESTAT FÍSIC	L	L	G	G	L	L	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)							
Àcid clorhídric	-	-	149,17	149,17	6,16	12,32	12,32
Metilamina	-	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	101,18	101,18	76,22	152,44	152,44
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	382,57	382,57	382,76	765,52	765,52
Toluè	3.651,95	1825,98	-	-	1813,06	3626,12	3626,12
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	3651,95	1825,98	632,91	632,91	2278,20	4556,40	4556,40

CORRENT	11	12	13	14	15	16	16a
TEMPERATURA (°C)	73,19	20,99	20,99	20,99	10,00	110,60	110,60
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	878,16	1,80	1,80	1,80	877,87	780,70	780,70
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	1,68	0,80	0,80	0,80	1,68	1,98	1,98
ESTAT FÍSIC	L	G	G	G	L	L	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)							
Àcid clorhídric	6,16	142,99	142,99	285,98	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-	-
Fosgè	76,22	24,95	24,95	49,90	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	382,76	-	-	-	-	0,38	0,38
Toluè	1813,06	12,91	12,91	25,82	1825,98	3651,07	3651,07
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2278,20	180,85	180,85	361,70	1825,98	3651,45	3651,45

CORRENT	17	18	18a	18b	18c	19
TEMPERATURA (°C)	54,62	28,57	363,44	183,00	4,07	1,62
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,00	20,00	20,00	20,00	20,00
DENSITAT (Kg/m ³)	3,34	2,09	19,95	28,58	1111,00	1105,00
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	1,95	0,74	0,91	1,63	1,63	1,65
ESTAT FÍSIC	G	G	G	G	L	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	12,32	298,33262	298,33262	298,33262	298,33262	298,33262
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	152,45	202,35232	202,35232	202,35232	202,35232	202,35232
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	29,86	29,855465	29,855465	29,855465	29,855465	-
Toluè	1,09	26,926	26,926	26,926	26,926	-
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-
TOTAL	195,72	557,47	557,47	557,47	557,47	500,68

CORRENT	19a	20	20a	21	21a	21b
TEMPERATURA (°C)	2,36	103,39	103,39	236,30	236,30	103,90
PRESSIÓ (atm)	30,00	1,00	1,00	20,00	20,00	1,20
DENSITAT (Kg/m ³)	1105,00	834,41	834,41	751,80	751,80	5,32
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	1,66	1,83	1,83	2,20	2,20	1,26
ESTAT FÍSIC	L	L	L	L	L	L/G
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	298,33262	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	202,35232	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	735,66	735,66	29,855	29,855	29,855
Toluè	-	3625,03	3625,03	26,93	26,93	26,93
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-
TOTAL	500,68	4360,69	4360,69	56,79	56,79	56,79

CORRENT	22	22a	23	23a	24	25
TEMPERATURA (°C)	95,82	95,84	108,10	108,10	100,00	110,00
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,20	1,00	1,00	1,20	1,20
DENSITAT (Kg/m ³)	966,20	966,20	795,70	795,70	838,10	3,10
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	1,53	1,53	1,94	1,94	1,82	1,36
ESTAT FÍSIC	L	L	L	L	L	G
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	298,33
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	466,81
Clorur de metilcarbamoil	190,90	190,90	191,29	191,29	765,52	191,29
Toluè	138,45	138,45	3789,52	3789,52	3789,52	3789,52
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-
TOTAL	329,35	329,35	3980,81	3980,81	4555,04	4745,95

CORRENT	25a	25b	25c	26	26a	27
TEMPERATURA (°C)	109,60	259,20	55,00	3,98	3,98	253,70
PRESSIÓ (atm)	1,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
DENSITAT (Kg/m ³)	2,57	72,32	854,00	921,50	921,50	573,30
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	1,35	2,11	1,70	2,13	2,13	2,58
ESTAT FÍSIC	G	G	L	L	L	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	298,33	298,33	298,33	298,33	298,33	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	466,81	466,81	466,81	-	-	466,81
Clorur de metilcarbamoil	191,29	191,29	191,29	-	-	191,29
Toluè	3789,52	3789,52	3789,52	-	-	3789,52
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-
TOTAL	4745,95	4745,95	4745,95	298,33	298,33	4447,62

CORRENT	27a	27b	27c	27d	28
TEMPERATURA (°C)	253,70	103,00	77,43	77,43	38,79
PRESSIÓ (atm)	28,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	573,30	3,14	810,40	810,40	764,58
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	2,58	1,42	1,83	1,83	1,76
ESTAT FÍSIC	L	G	L	L	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)					
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-
Metil isocianat	466,81	466,81	466,81	466,81	466,81
Clorur de metilcarbamoil	191,29	191,29	191,29	191,29	-
Toluè	3789,52	3789,52	3789,52	3789,52	-
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-
TOTAL	4447,62	4447,62	4447,62	4447,62	466,81

CORRENT	29	30	31	31a	32	32a
TEMPERATURA (°C)	25,00	278,00	51,10	51,10	120,00	120,00
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,00	1,00	0,40	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	1280,00	2,95	882,60	882,60	864,60	864,60
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	-	-	1,63	1,63	-	-
ESTAT FÍSIC	S	G	L	L	L	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	45,04	45,04	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-
Toluè	-	970,89	388,53	388,53	970,89	970,89
Alfa-Naftol	1306,42	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1306,42	970,89	433,57	433,57	970,89	970,89

CORRENT	33	33a	34	35	35a	35b
TEMPERATURA (°C)	74,00	74,00	86,30	88,00	88,00	55,00
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	870,47	870,47	892,48	872,50	872,50	906,57
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	1,93	1,93	1,57	1,83	1,83	1,53
ESTAT FÍSIC	L	L	L	L	L	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	511,87	511,87	-	45,04	45,04	45,04
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-
Toluè	5291,63	5291,63	3932,21	5291,63	5291,63	5291,63
Alfa-Naftol	1306,43	1306,43	1306,42	126,76	126,76	126,76
Carbaril	-	-	-	1646,48	1646,48	1646,48
TOTAL	7109,93	7109,93	5238,63	7109,91	7109,91	7109,91

CORRENT	35c	36	36a	37	37a	38
TEMPERATURA (°C)	55,00	85,97	85,97	67,00	75,00	65,00
PRESSIÓ (atm)	1,00	0,40	1,00	1,00	1,00	0,20
DENSITAT (Kg/m ³)	906,57	832,35	882,61	904,41	897,39	951,43
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	1,53	1,75	-	-	-	-
ESTAT FÍSIC	L	L	L	L/S	L/S	L/S
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	45,04	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-
Toluè	5291,63	4903,1	4903,1	5295,35	5295,35	392,25
Alfa-Naftol	126,76	126,76	126,76	139,44	139,44	12,68
Carbaril	1646,48	1646,47	1646,47	1811,12	1811,12	164,65
TOTAL	7109,91	6676,33	6676,33	7245,91	7245,91	569,58

CORRENT	39	40	41	41a	42	42a
TEMPERATURA (°C)	65,00	65,00	41,65	67,00	67,00	75,00
PRESSIÓ (atm)	0,20	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	951,32	0,66	951,32	904,41	888,50	880,90
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	-	-	-	-	-	-
ESTAT FÍSIC	L/S	G	L/S	L/S	L/S	L/S
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-
Toluè	4314,73	980,62	3922,48	3922,48	8996,75	8996,75
Alfa-Naftol	139,44	-	126,76	126,76	185,92	185,92
Carbaril	1811,12	-	1646,47	1646,47	2483,03	2483,03
TOTAL	6265,29	980,62	5695,71	5695,71	11665,7	11665,7

CORRENT	43	44	45	46	46a	47
TEMPERATURA (°C)	65,00	65,00	65,00	65,00	67,00	70,00
PRESSIÓ (atm)	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,20
DENSITAT (Kg/m ³)	935,06	0,66	935,06	935,06	918,47	864,60
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	-	-	-	-	-	-
ESTAT FÍSIC	L/S	G	L/S	L/S	L/S	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-
Toluè	666,43	1666,06	7330,68	6664,26	6664,26	980,62
Alfa-Naftol	16,9	-	185,92	169,02	169,02	-
Carbaril	225,73	-	2483,03	2257,3	2257,3	-
TOTAL	909,06	1666,06	9999,63	9090,58	9090,58	980,62

CORRENT	48	49	50	51	51a	52
TEMPERATURA (°C)	70,00	70,00	70,00	70,00	86,30	24,50
PRESSIÓ (atm)	0,20	0,20	0,20	1,00	1,00	0,20
DENSITAT (Kg/m ³)	864,60	864,60	864,60	864,60	817,73	864,60
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	-	-	-	-	1,83	-
ESTAT FÍSIC	L	L	L	L	L	L
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-
Toluè	1666,06	2646,68	3932,21	3932,21	3932,21	1285,53
Alfa-Naftol	-	-	-	-	-	-
Carbaril	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1666,06	2646,68	3932,21	3932,21	3932,21	1285,53

CORRENT	53	54	54a	55	55a	56
TEMPERATURA (°C)	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	1082,28	919,67	919,67	919,67	919,67	917,72
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	-	-	-	-	-	-
ESTAT FÍSIC	L/S	L/S	L/S	L/S	L/S	L/S
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-
Toluè	820,95	5843,31	5843,31	5843,31	5843,31	6299,1
Alfa-Naftol	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	92,96
Carbaril	1358,19	899,12	899,12	899,12	899,12	989,07
TOTAL	2263,65	6826,94	6826,94	6826,94	6826,94	7381,13

CORRENT	56a	57	58	59	60	60a
TEMPERATURA (°C)	75,00	65,00	65,00	65,00	65,00	67,00
PRESSIÓ (atm)	1,00	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	907,69	900,87	0,66	900,87	900,87	901,87
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	-	-	-	-	-	-
ESTAT FÍSIC	L/S	L/S	G	L/S	L/S	L/S
CABALS MÀSSICS (Kg/h)						
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-	-
Toluè	6299,1	455,78	1285,53	5013,56	4557,78	4557,78
Alfa-Naftol	92,96	8,45	-	92,96	84,51	84,51
Carbaril	989,03	89,91	-	989,03	899,12	899,12
TOTAL	7381,09	554,14	1285,53	6095,55	5541,41	5541,41

CORRENT	61	62	63	64	64a
TEMPERATURA (°C)	67,00	67,00	67,00	75,00	75,00
PRESSIÓ (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DENSITAT (Kg/m ³)	1088,32	1094,36	872,30	1231,00	1231,00
CAPACITAT CALORÍFICA (Kj/Kg°C)	-	-	-	-	-
ESTAT FÍSIC	L/S	L/S	L/S	S	S
CABALS MÀSSICS (Kg/h)					
Àcid clorhídric	-	-	-	-	-
Metilamina	-	-	-	-	-
Fosgè	-	-	-	-	-
Metil isocianat	-	-	-	-	-
Clorur de metilcarbamoil	-	-	-	-	-
Toluè	970,89	149,94	4407,84	-	-
Alfa-Naftol	126,76	42,25	42,25	126,76	126,76
Carbaril	1646,48	288,29	610,83	1646,48	1646,48
TOTAL	2744,13	480,48	5060,92	1773,24	1773,24