



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'MDI

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química
Juny 2025

Iván Romero Lozano
Hind Douief Merras
Carla Delgado Campaña
David Garcia Jounou
Kilian Correro Luque
Gino Zambrano Cedeño

TUTOR

Rafa Bosch Palacios



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'MDI

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

CAPÍTOL 2. EQUIPS

Taula de continguts

2.1. Introducció	2
2.2. Nomenclatura dels equips.....	2
2.3. Descripció dels equips	3
2.3.1. Tanques d'emmagatzematge (TE)	3
2.3.2. Mescladors (M)	5
2.3.3. Reactor (R)	6
2.3.4. Columnes de destil·lació (CD)	8
2.3.5. Bescanviadors de calor (BC)	11
2.3.6. Reboilers i Evaporador (RB, E)	11
2.3.7. Condensadors (CN).....	12
2.3.8. Calderes (CL).....	12
2.3.9. Chiller (CH)	13
2.3.10. Torre de refrigeració (TR).....	13
2.3.11. Descalcificador d'aigua (D)	14
2.3.12. Sistema de generació d'aire comprimit	15
2.3.13. Turbina de vapor (TV)	16
2.3.14. Generador elèctric (GE)	16
2.4. Llistat dels equips	16
2.4.1. Emmagatzematge de les matèries primeres (A-100)	17
2.4.2. Mescla i preparació per la reacció (A-200).....	18
2.4.3. Reacció (A-300).....	19
2.4.4. Separació del producte (A-400)	20
2.4.5. Recuperació dels reactius i de l'HCl (A-500).....	21
2.4.6. Emmagatzematge del producte (A-600)	22
2.4.7. Serveis (A-700).....	23
2.5. Fulls d'especificacions dels equips	24
2.5.1. Emmagatzematge de les matèries primes (A-100)	25
2.5.2. Mescla i preparació per la reacció (A-200).....	31
2.5.3. Reacció (A-300).....	44
2.5.4. Separació del producte (A-400)	53
2.5.5. Recuperació dels reactius i de l'HCl (A-500).....	80
2.5.6. Emmagatzematge de producte (A-600)	88
2.5.7 Serveis (A-700).....	90
2.6. Bibliografia	103

2.1. Introducció

En aquest apartat es presenten tots els equips presents en les diferents àrees de la planta.

Es mostraran taules amb els equips presents en cadascuna de les àrees i posteriorment els fulls d'especificacions de cadascun dels equips, amb les dades de disseny més rellevants segons el tipus d'equip.

El disseny dels equips és un aspecte clau per assegurar que es poden assolir totes les condicions de treball plantejades en el procés, així com garantir que cadascun d'aquests equips compleix la normativa i presenti un funcionament eficient.

Aquest capítol està estretament relacionat amb el **Capítol 11. Manual de Càlculs**. Moltes dades de disseny s'extreuen a partir dels càlculs que s'han portat a terme, i també s'han extret dades dels simuladors Aspen HYSYS V14 i Aspen Exchanger Design and Rating V14.2. Aquests programes han estat peces clau en el disseny i el dimensionament dels equips de la planta per posteriorment obtenir els fulls d'especificacions.

2.2. Nomenclatura dels equips

S'ha establert una nomenclatura per tal de fer referència a cadascun dels equips de la planta. La nomenclatura dels equips segueix la següent estructura:

Abreviatura de l'equip-Àrea de la planta i Número de l'equip en l'àrea especificada

En la *Taula 2.2.1* es pot veure l'abreviatura que li correspon a cadascun dels equips.

Taula 2.2.1. Abreviatura dels equips de la planta

Equip	Abreviatura
Tanc d'emmagatzematge	TE
Mesclador	M
Reactor	R
Columna de destil·lació	CD
Bescanviador de calor	BC
Calderí/Reboiler	RB
Condensador	CN
Evaporador	E
Caldera	CL
Chiller	CH
Torre de refrigeració	TR
Descalcificador d'aigua	D
Turbina de vapor	TV
Generador elèctric	GE

El número de l'equip en l'àrea especificada fa referència a si hi ha més d'un equip del mateix tipus en una àrea concreta, per tal de diferenciar-los.

Exemple: Equip TE-101

En aquest cas, es fa referència al tanc d'emmagatzematge número 1 de l'àrea 100, és a dir, el primer tanc d'aquesta àrea de la planta.

2.3. Descripció dels equips

En aquest apartat es parlarà més detalladament sobre els diferents equips presents en la planta, les seves característiques i justificacions de disseny.

2.3.1. Tancs d'emmagatzematge (TE)

La planta disposa de diversos tancs d'emmagatzematge destinats a contenir les matèries primeres o reactius, el clorobenzè, l'MDA i el fosgen, l'MDI i el nitrogen, el gas inert utilitzat per a la inertització. Aquests equips estan situats estratègicament en diferents àrees de la planta segons la funció del fluid que contenen. Concretament, els tancs corresponents als reactius i dissolvent se situen en l'àrea 100, els del producte per comercialitzar, en l'àrea 600 i els de nitrogen per inertitzar, en l'àrea 700.

A continuació es parla més detalladament sobre els tancs d'emmagatzematge de cadascuna de les àrees:

- TE-101 a TE-106 (A-100). Són els tancs destinats a l'emmagatzematge de clorobenzè. Aquests tancs tenen en conjunt tenen capacitat per a assegurar el subministrament durant una setmana completa d'operació contínua. Aquests tancs es mantenen a una temperatura de 0°C.

Cadascun dels tancs té una capacitat màxima d'emmagatzematge de 707 m³. El diàmetre d'aquests és de 10 m, i l'alçada de 9 m.

- TE-107 (A-100). És el tanc d'emmagatzematge de MDA, un dels reactius principals del procés. Juntament amb el tanc de fosgen, la seva capacitat està dimensionada per a permetre l'operació durant almenys un dia en cas d'interrupció en el subministrament de matèria primera. Aquest tanc es manté a la temperatura ambient.

Aquest tanc està en contacte directe amb la canonada que transporta el compost, provinent de la planta de producció d'MDA. El tanc té una capacitat màxima d'emmagatzematge de 503 m³. El seu diàmetre és de 8 m, i l'alçada de 10 m.

- TE-108 (A-100). És el tanc d'emmagatzematge de fosgen, l'altre reactiu clau en la producció de MDI. Com que l'objectiu és emmagatzemar el fosgen en fase líquida, la temperatura d'emmagatzematge és de -10°C .
Aquest tanc està en contacte directe amb la canonada que transporta el compost, provinent de la planta de producció de fosgen. El tanc té una capacitat màxima d'emmagatzematge de 391 m^3 . El seu diàmetre és de 8 m, i l'alçada de 8 m.
- TE-601 (A-600). En aquest tanc d'emmagatzematge es trobarà l'MDI amb puresa del 97%, llest per comercialitzar, i a partir del qual es carregaran els camions cisterna.
El tanc té una capacitat màxima d'emmagatzematge de 611 m^3 . El seu diàmetre és de 8 m, i l'alçada d'11 m.
- TE-701 (A-700). En aquest tanc s'emmagatzema nitrogen, el qual s'utilitza per a inertitzar els equips de processos, per tal d'assegurar una atmosfera inerta i no reactiva. Aquest tanc està dimensionat per a proveir la planta durant una setmana completa.
El tanc té una capacitat màxima d'emmagatzematge de 22 m^3 . El diàmetre és de 2 m, i l'alçada de 7 m.

El material de construcció emprat en tots ells és l'acer inoxidable 316L, a causa de la seva característica.

Els tancs TE-106 a TE-107 i el tanc TE-108 disposen d'un aïllament d'escuma fenòlica, ja que aquests s'han de conservar a temperatures molt baixes com s'ha mencionat anteriorment. Això, juntament amb un sistema de refrigeració controlat per un llaç de control, el qual s'explica en el **Capítol 3. Control i Instrumentació**, permetran mantenir el contingut dels tancs en les condicions adequades.

Els tancs es troben tots instal·lats a nivell de terra i operen a pressió atmosfèrica. A més, tots estan equipats amb sistemes de control de nivell, pressió i temperatura, així com vàlvules de per alliberar pressió i entrada de gas inert per a evitar depressions o sobrepressions durant l'ompliment i buidatge, el qual es detallarà més en el **Capítol 3. Control i Instrumentació**. Aquesta pressió es regula mitjançant el cabal de nitrogen d'inertització que s'introdueix en els tancs. El fet d'introduir aquest nitrogen, evita la presència d'atmosferes explosives o reactives a l'interior d'aquests. El corrent de nitrogen es va dosificant gràcies als llaços de control instal·lats en cadascun d'ells.

També, per garantir la seguretat en la planta en cas que es produeixi una fuga, cadascun dels tancs disposarà d'una cubeta de contenció, per tenir controlat el vessament del fluid.

2.3.2. Mescladors (M)

La planta de MDIchem presenta dos tipus de mescladors de líquids diferents, els quals estan ubicats a l'àrea 200, on es tracten les matèries primeres abans d'entrar al reactor R-301 el qual s'explica seguidament. La classificació dels mescladors es basa en la característica de mescla. El fenomen de mescla pot ser estàtic o dinàmic, segons la facilitat per a mesclar els compostos que entren en els mescladors.

El mesclador M-201 és un mesclador dinàmic, ja que es tracta d'un tanc amb un sistema d'agitació pneumàtic. Aquest es troba present a la línia de l'MDA i la seva finalitat és la barreja de l'MDA amb el dissolvent orgànic escollit, provinent dels diferents tancs d'emmagatzematge i del corrent de recirculació del compost al 99% pel mateix dissolvent que surt de la columna de destil·lació CD-403. El corrent de sortida d'aquest mesclador es caracteritza per presentar una concentració del 15% de l'MDA que, com ja s'ha expressat amb anterioritat, és un punt vital que la concentració de MDA sigui un valor reduït, per a no tenir problemes amb formació d'altres productes diferents al desitjat.

Aquest tanc de mescla es troba ple de líquid al 80%, per tant, el percentatge restant s'ha d'omplir amb un gas; en aquest sentit s'ha de destacar que hi ha una darrera entrada d'un corrent nitrogen gasós el qual serveix tant per a inertitzar com per a controlar la pressió que hi ha dins del tanc tal com s'explica en el **Capítol 3. Control i instrumentació**. A més, aquest tanc de mescla es troba escalfat mitjançant una camisa de mitja canya la qual transporta dins un cabal de l'oli tèrmic seleccionat per a la planta que comprèn aquest projecte. Això és important perquè tant la pressió i la temperatura són dos paràmetres de vital importància per assegurar que el fluid d'entrada al reactor es troba en estat líquid en tot moment.

Un altre paràmetre de disseny que s'ha de comentar és l'elecció del material del tanc de mescla. S'ha escollit que el mesclador M-202 sigui d'acer inoxidable 316L, principalment per la resistència que a la corrosió que present. El clorobenzè és un dissolvent orgànic amb potencial corrosiu en presència de temperatures elevades, a més de ser un material que facilita la neteja i la inertització. Presenta una durabilitat elevada i un menor manteniment. Finalment, cal també destacar que l'elecció d'un agitador pneumàtic envers escollir un agitador elèctric, ja que aquest últim és més perillós quan s'utilitzen matèries perilloses com és el cas d'aquesta planta.

D'altra banda, la línia del fosgen, presenta un altre tipus de mesclador, pel fet que aquests són mescladors estàtics. L'elecció d'aquest tipus de mescla és que tant el fosgen com el clorobenzè són dos components amb viscositats relativament semblants, no com el cas anterior on l'MDA presentava una viscositat cinc cops més gran que el clorobenzè. En aquest sentit, amb una viscositat similar no es necessiten agents externs de mescla

com és seria un agitador, sinó que la mateixa turbulència d'aquest tipus de mesclador permet una mescla efectiva. Aquests no ha estat dissenyat a mida per a la planta sinó que han estat comprats al fabricant PRIMIX.

El model escollit compta només amb dues entrades, però seguint la mateixa dinàmica que el corrent de l'MDA, a més dels dos corrents purs s'incorpora un corrent recirculat. En aquest cas, el corrent recirculat prové de la columna CD-501, i està format principalment per fosgen. Llavors, com el model només compta de dues entrades la planta disposa de dos mescladors estàtics connectats en sèrie en la mateixa línia, de tal forma que reben la nomenclatura M-202 i M-203 respectivament. El mesclador M-202 mescla els corrents purs del reactiu i del dissolvent, i seguidament aquest corrent de sortida amb la mescla ja iniciada entra al següent mesclador (M-203), per a introduir el corrent de fosgen recirculat i aconseguir que surti un corrent amb la concentració escollida, en concret al 75% en pes.

El model escollit presenta un element intern del tipus PMS, el qual és òptim per a la mescla de fluids líquids amb viscositats semblants, i que permet augmentar la turbulència i així facilitar la mescla. Per a entendre millor com és la forma de l'hèlix interna que presenten els mescladors s'acompanya amb la imatge de la *Figura 2.3.1*.



Figura 2.3.1. Hèlix interna d'un mesclador estàtic tipus PMS

Aquests dos mescladors també han estat fabricats amb acer inoxidable 316L pels mateixos motius esmentats pel M-201.

Respecte al diàmetre que tenen aquests mescladors s'ha escollit el mateix que té la canonada en aquest tram i és equivalent a 125 i 150 mil·límetres per als mescladors M-202 i M-203 respectivament.

2.3.3. Reactor (R)

Com s'ha esmentat en el capítol anterior, la síntesi del MDI es dona en un reactor continu de flux pistó (R-301).

El motiu principal d'utilitzar un RCFP és per minimitzar la retromescla dins el reactor, i així evitar reaccions secundàries que generen subproductes, principalment urees substituïdes i poliurees. Aquestes es formen quan reacciona l'MDA amb clorur de carbamil, un intermedi de la reacció. En un RCFP no hi ha mescla axial, només radial, per tant, no hi ha una recirculació dels components des de zones més avançades a zones menys avançades.

Un RCFP també maximitza la conversió per una gran varietat de reaccions, especialment per reaccions irreversibles. Això és pel fet que al principi, la concentració dels reactius és màxima i, en conseqüència, la velocitat de reacció també.

El RCFP té un temps de residència menor, ja que requereix menor volum que un RCTA, per aconseguir una conversió determinada. En conseqüència, tindrà una millor selectivitat, pel fet que els productes d'interès es formen ràpidament, en canvi, els subproductes requereixen un temps de residència major per formar-se. Això també implica que sigui més segur, perquè es minimitza el temps de residència de la mescla reactiva, que és perillosa.

A més, els reactors de flux pistó s'integren molt bé en processos continus, que seria el model operatiu més habitual per la producció d'MDI, i amb columnes de separació, que com s'ha explicat en el capítol anteriorment, es necessitaran per acabar de purificar el producte.

Com la reacció de síntesi del MDI és exotèrmica, amb una entalpia de reacció de -98,30 kJ/mol, ràpida i perillosa, el reactor anirà refrigerat, per tenir la temperatura tan controlada com sigui possible, i així evitar una reacció descontrolada. El reactor anirà refrigerat, però no serà isoterm, ja que mantenir un RCFP isoterm és bastant complexa, perquè en un RCFP les propietats van canviant al llarg de la longitud del reactor i, per tant, per mantenir-lo isoterm, les propietats del refrigerant també haurien de variar al llarg del reactor. Al **Capítol 11. Manual de Càlculs**, s'especifiquen les consideracions que s'han tingut en compte per dissenyar el reactor i les seves necessitats de fred, ja que s'han portat a terme diferents simplificacions per tal de disminuir la complexitat del disseny.

El disseny del R-301 refrigerat, s'ha fet simulant-lo com bescanviador de calor, de carcassa i tubs, en el simulador Aspen Exchanger Design and Rating V14.2 (EDR), perquè un RCFP refrigerat s'assimila molt un bescanviador de calor, on el tub representaria el reactor, i la carcassa, el sistema de refrigeració. El flux dins dels tubs d'un bescanviador s'aproxima bastant bé al comportament d'un RCFP, amb la diferència que en els bescanviadors no es produeix cap reacció química.

El refrigerant escollit pel reactor ha sigut l'aigua, a una temperatura entre 30 i 60 °C, i a una petita sobrepressió d'1,5 bar. L'elecció de l'aigua com a refrigerant s'ha fet d'acord

amb què l'aigua és el refrigerant més utilitzat en processos químics, per la seva disponibilitat, baix cost, alta capacitat calorífica i seguretat, i en cas que hi hagués una fuga del refrigerant no implicaria un gran perill, ni un gran cost. A més, a les condicions que es necessita el refrigerant, l'aigua és una bona opció, perquè no requereix una gran quantitat d'energia per refredar-se fins a 30 °C.

Sí que és cert que si l'aigua arriba a estar en contacte amb el fosgen seria perillós, però el fosgen és un reactiu bastant perillós, i la seva combinació amb qualsevol altre compost és perillosa. Per això s'ha decidit prendre aquest risc, adoptant un control molt exhaustiu. L'altra opció hauria sigut utilitzar un oli tèrmic, però a part que si arribés a estar en contacte amb el fosgen també seria perillós, si hi ha una fuga d'aquest, es perdrien molts diners, el problema seria molt major que una fuga d'aigua, i a més, en la indústria química és poc usual usar un oli tèrmic per refrigerar.

La temperatura i pressió d'operació reactor serà de 90 °C i 15 bar respectivament. Aquestes condicions es van escollir després de consultar les patents presentades al **Capítol 1. Especificacions**

El material escollit pel R-301 és el Hastelloy C-22, ja que és dels poc materials compatibles amb l'HCl que es genera en la reacció, i està present en l'EDR, per poder simular el reactor.

Com és un equip que treballa a altres pressions, 15 bar, i temperatures moderades, fins a 136 °C, el reactor constarà d'un disc de ruptura. El disc de ruptura s'encarregarà d'alliberar pressió en cas que la pressió dins l'equip superi la pressió de disseny, 17 bar. D'aquesta manera es previndria l'augment descontrolat de la pressió dins el reactor, que podria ocasionar greus problemes, com explosió. A més, es disposarà de dues vàlvules de seguretat, una per carcassa i una altra per tubs.

El R-301 s'aïllarà amb llana de roca, de ROCKWOOL ProRox WM 960. Convé fer aquest aïllament pel fet que es dona una reacció molt exotèrmica a l'interior i s'ha de garantir la seguretat dels treballadors. El R-301 s'aïllarà amb dues capes, de 25 mm de gruix, de llana de roca, 50 mm de gruix en total.

2.3.4. Columnes de destil·lació (CD)

El software Aspen Hysys ha estat una eina molt útil en el disseny de les columnes de destil·lació, per tota la quantitat de models termodinàmics que té integrats i que faciliten el modelatge de mesclures reals no ideals, les quals serien molt difícils de simular a partir de càlculs fets a mà. També permet resoldre de forma automàtica els equilibris de fases, i els balanços de massa i energia. A més, en cas que no es pugui arribar a solucionar una columna, es disposa d'ajuda per part del programa per aconseguir que convergeixi.

La planta compta amb un total de quatre columnes de destil·lació que exerceixen un paper clau en la purificació del MDI i en la gestió de corrents secundaris del procés. Tres d'elles, la CD-401, la CD-402 i la CD-403, estan situades en l'àrea 400 i tenen com a objectiu principal l'eliminació progressiva de subproductes, reactius no reaccionats i del dissolvent. Gràcies a la seva disposició en sèrie, permeten obtenir un producte final amb una puresa mínima del 97 %, d'acord amb les especificacions del procés.

La primera de les columnes, la CD-401, és l'equivalent a les columnes de reacció mencionada a la patent, i és la que permet separar la major part d'HCl i de fosgen, els quals surten per caps, i es dirigeixen a l'àrea 500 de la planta. El producte d'interès, el clorobenzè, l'MDA no reaccionat, i les restes de fosgen surten per cues, en direcció a la següent columna de destil·lació.

Aquesta primera columna presenta una alçada total de 12,10 m, un volum total de 57,60 m³, i 11 plats del tipus Bubble Cap.

A la segona de les columnes, la CD-502, s'acaben de separar les restes de fosgen romanents en el corrent i una gran quantitat de clorobenzè per caps, els quals van a l'àrea de tractament. Per cues s'obté un corrent que presenta majoritàriament MDI, clorobenzè i restes d'MDA no reaccionat.

Aquesta segona columna presenta una alçada total de 12,10 m, un volum total de 44,60 m³, i 8 plats del tipus Sieve.

A la tercera columna i última de l'àrea 400, la CD-503, s'acaba de separar l'MDI del dissolvent, els quals surten per caps. Per cues s'obté el corrent que serà comercialitzat posteriorment, que presenta una puresa del 97% pel seu baix contingut en restes d'MDA no reaccionat i dissolvent. S'ha considerat que aquesta puresa és considerablement bona, ja que augmentar encara més el grau de separació del producte d'interès dificulta el procés de separació i augmenta els costos associats. La columna treballa al buit en certes zones i treballa a baixes pressions perquè el corrent d'entrada presenta majoritàriament compostos que tenen elevada temperatura d'ebullició. L'objectiu de baixar la pressió és aconseguir no treballar a temperatures tan elevades, pel fet que provocant un canvi sobre la pressió s'aconsegueix un canvi en la temperatura d'ebullició dels components. D'aquesta forma s'aconsegueix fer una destil·lació a temperatures més baixes, evitant la degradació tèrmica de l'MDI. Per caps s'obté un corrent que es recircula al M-202, prèviament passant pel condensador CN-201, per a condensar la mescla gasosa. No es recircula tot el corrent, i una part es purga i es dirigeix a l'àrea de tractament.

Aquesta tercera columna presenta una alçada total de 3,80 m, un volum total de 6,20 m³, i 5 plats del tipus Sieve.

La quarta columna, CD-501, la que està situada en l'àrea 500, i està dedicada exclusivament a la separació de l'àcid clorhídric del fosgen. El fosgen es recupera per a recircular-lo de nou al procés, i l'HCl s'utilitzarà com a reactiu en la planta veïna de producció d'MDA, promovent així un enfocament més sostenible i integrat del procés. Concretament, el fosgen es recircula al BC-202, per tal d'augmentar-li la temperatura per entrar al mesclador M-203.

La columna CD-501 opera a temperatures inferiors a 0 °C, necessàries per a assegurar la correcta separació de l'àcid sense comprometre l'estabilitat dels components presents en el corrent d'alimentació. D'aquesta forma s'evita que augmenti tant la pressió a l'interior de l'equip i a més possibles descomposicions dels components. El fosgen s'obtindrà majoritàriament per cues en estat líquid, de forma que s'assegura l'estabilitat del compost, i l'HCl s'obtindrà majoritàriament per caps en fase gasosa, ja que es tracta del component més volàtil.

Aquesta quarta columna presenta una alçada total de 6,70 m, un volum total de 9,50 m³, i 10 plats del tipus Sieve.

Totes les columnes són de tipus convencional, i disposen dels equips auxiliars habituals: un condensador al cap de columna, que permet recuperar part dels vapors com a reflux, i un calderí o reboiler en la base, encarregat de subministrar la calor necessària per a mantenir l'equilibri líquid-vapor dins de la columna. Posteriorment es parlarà més d'aquests equips.

El material emprat en les columnes de destil·lació ha estat el Hastelloy, el mateix que s'ha utilitzat en la construcció del reactor. S'ha considerat important mantenir el material de construcció per la presència d'HCl en el corrent obtingut a partir de la reacció. Les columnes on el contingut d'HCl serà més gran són la CD-401 i la CD-501. Les altres presentaran com a màxim traces o corrents lliures en HCl. Tot i això, per tal d'evitar possibles incidents durant la posada en marxa o desviacions en el procés, la CD-402 i la CD-403 també es construiran amb el mateix material encara que en condicions normals estiguin lliures del compost.

Continuant amb la línia dels materials, cal mencionar el material aïllant que recobreix les columnes. Aquest serà la llana de roca. Aquest material és molt útil per a suportar rangs amplis de temperatures.

Les columnes de destil·lació presenten un conjunt de llaços de control per tal d'assegurar que les condicions de treball es mantenen en els rangs òptims i que s'aconsegueix la separació desitjada de cadascun dels corrents, el qual es veurà amb detall en el **Capítol 3. Control i Instrumentació**. Les condicions d'operació tindran efectes directes sobre les composicions dels corrents de sortida, i és per això que és molt important tenir un sistema de control molt fi sobre aquestes.

2.3.5. Bescanviadors de calor (BC)

Els bescanviadors de calor també s'han dissenyat a partir del simulador Aspen Exchanger Design and Rating V14.2 (EDR).

A la planta es disposa de tres bescanviadors de calor de tipus carcassa i tubs, identificats com BC-201 i BC-202, ubicats a l'àrea 200 i BC-301, a l'àrea 300. Aquest tipus d'equips es basen en el principi de transferència de calor entre dos fluids sense que hi hagi contacte directe entre ells. En tots els bescanviadors, el fluid de procés circula pels tubs interns, mentre que per la carcassa exterior circula el fluid tèrmic. La decisió de fer circular el fluid més perillós per tubs es va prendre per motius de seguretat i manteniment.

La principal funció dels bescanviadors de calor és ajustar la temperatura del fluid de procés segons les condicions específiques requerides a cada etapa de la producció. En aquest cas, les necessitats de producció de la planta MDIchem inclouen operacions de refredament.

Tots els bescanviadors operen amb fluids de procés i refrigerants en fase líquida, sense canvi de fase, la qual cosa simplifica el seu disseny i permet un control tèrmic més estable. Pel que fa al refrigerat emprat, s'empraran dos tipus, aigua de xarxa descalcificada o aigua glicolada al 30%, depenent de les necessitats tèrmiques. Per casos on es vol refredar a baixes temperatures s'ha aplicat l'aigua glicolada al 30%, i per casos on no s'ha d'arribar a temperatures tan baixes, s'ha utilitzat aigua de xarxa descalcificada.

El disseny carcassa-i-tubs permet una alta eficiència tèrmica, una neteja relativament senzilla i un bon comportament a altes pressions i temperatures. A més, aquests equips poden integrar-se amb llaços de control que regulen, per exemple, la temperatura de sortida del fluid de procés a través de la regulació del cabal d'oli tèrmic a la carcassa, garantint així l'estabilitat de les condicions operatives i la seguretat del procés.

2.3.6. Reboilers i Evaporador (RB, E)

Els reboilers i evaporadors s'han dissenyat a partir del simulador Aspen Exchanger Design and Rating V14.2 (EDR).

Els reboilers en el cas de les columnes de destil·lació i els evaporadors són un tipus de bescanviadors de calor que vaporitzen un corrent líquid. Són equips en el qual es produeix un canvi de fase de líquid a vapor, i aquests no només donen l'aportació de calor sensible com en els bescanviadors de calor, sinó que també donen l'aportació de calor latent. En la planta, el fluid tèrmic que es fa servir és el Therminol 55.

Els reboilers estan presents en les columnes de destil·lació, on vaporitzen una part del corrent en fase líquida que surt per cues, per tal de retornar-ho a la columna. Els reboilers de les columnes de destil·lació estan dissenyats de tal forma que a la sortida s'obtenen dos corrents separats entre si, el de gas que es recircula a la columna i el de líquid que s'extreu d'aquesta.

L'evaporador que es pot trobar al procés de la planta MDIchem s'encarrega de vaporitzar el corrent de sortida del M-203 abans d'entrar en el reactor.

2.3.7. Condensadors (CN)

Els condensadors s'han dissenyat a partir del simulador Aspen Exchanger Design and Rating V14.2 (EDR).

Els condensadors també són un tipus de bescanviadors de calor els quals permeten condensar un corrent gasós. Són equips, per tant, en els quals es produeix un canvi de fase de vapor a líquid, gràcies a l'intercanvi d'una calor sensible i d'una calor latent. Això s'aconsegueix mitjançant el fluid refrigerant. En la planta els fluids refrigerants que es fan servir són l'aigua glicolada i l'aigua de xarxa descalcificada.

Els condensadors estan presents en diferents punts de la planta i també en les columnes de destil·lació, on condensen una part del corrent en fase gasosa que surt per caps, per tal de retornar-lo a la columna.

2.3.8. Calderes (CL)

Les calderes són els equips encarregats d'escalfar el fluid tèrmic fins a una temperatura òptima mitjançant una reacció de combustió, per donar servei als bescanviadors de calor i poder escalfar els corrents de procés que així ho requereixin.

A les calderes arriba el Therminol 55 a una temperatura baixa perquè ha cedit calor a un altre corrent mitjançant el seu contacte en el bescanviador de calor o qualsevol altre equip de calor. Les calderes disposen d'un cremador, on es crema el combustible, en aquest cas, el gas natural. Es dona una reacció exotèrmica que permet escalfar de nou el fluid tèrmic.

S'ha decidit emprar l'oli tèrmic perquè pot assolir temperatures molt elevades sense la necessitat d'haver-se de pressuritzar. Aquest fluid presenta una gran eficiència energètica, i és molt emprat en la indústria química quan es requereixen temperatures elevades de treball. Es té present la incompatibilitat del fosgen amb una gran quantitat de compostos, i en qualsevol cas, sempre s'haurà de disposar d'un bon sistema de seguretat que garanteixi que es treballen en condicions òptimes per evitar incidents.

2.3.9. Chiller (CH)

En la planta MDIchem, un dels equips fonamentals per a garantir el correcte funcionament de diverses operacions és el chiller, un sistema de refrigeració industrial encarregat de refredar un fluid tèrmic secundari, en aquest cas, aigua glicolada al 30%. La unitat instal·lada correspon al model Grasso FX P 5800 del fabricant GEA, una màquina d'alta capacitat dissenyada específicament per a processos industrials que requereixen un control precís i constant de la temperatura.

L'objectiu principal del chiller és reduir la temperatura de l'aigua glicolada de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ i de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, la qual cosa permet disposar d'un mitjà de refrigeració a molt baixa temperatura. Aquest corrent refrigerat s'utilitza posteriorment per a controlar tèrmicament diferents equips o etapes del procés, especialment en aquells punts on es generen reaccions altament exotèrmiques o on és necessari mantenir condicions criogèniques per a evitar degradació de productes sensibles.

L'elecció d'aquest equip no sols respon a la necessitat tèrmica del procés, sinó també a criteris d'eficiència energètica i fiabilitat operativa, en tractar-se d'un sistema centralitzat, que redueix la complexitat de comptar amb múltiples unitats de refrigeració repartides per la planta.

2.3.10. Torre de refrigeració (TR)

Dins dels sistemes auxiliars de refrigeració de la planta de producció de MDI, la torre de refrigeració juga un paper clau en el control tèrmic dels equips que no requereixen temperatures criogèniques, com ocorre amb l'aigua glicolada del chiller. Aquesta torre s'encarrega de dissipar la calor sobrant generada en diversos punts del procés mitjançant el refredament d'un corrent d'aigua calenta, cosa que permet la seva recirculació i optimitzant el consum de recursos. La torre instal·lada correspon al model EWB-5750 del fabricant EWK, situada en l'àrea 700 de la planta.

El principi de funcionament d'una torre de refrigeració es basa en el refredament evaporatiu, on una petita part de l'aigua del circuit s'evapora en entrar en contacte amb un corrent d'aire. Aquest procés d'evaporació consumeix energia que s'extreu de la resta de l'aigua líquida, provocant així el seu refredament. A l'interior de la torre, l'aigua calenta cau per gravetat des de la part superior a través d'un sistema de distribució, mentre que un corrent d'aire forçat ascendeix des de la base, generant un intercanvi de calor i massa per contacte directe entre tots dos fluids. En aquest disseny específic, al voltant d'un 4% del cabal total d'aigua s'evapora durant el procés de refredament.

La torre disposa de ventiladors, separadors de gotes i sistemes de recirculació de l'aigua no evaporada. Aquest disseny permet un funcionament continu i estable, amb mínimes pèrdues i una elevada eficiència en la transferència de calor. La construcció robusta

(altura: 5,3 m, longitud: 10 m, amplària: 6,4 m) i el pes en buit d'11.600 kg exigeixen una fonamentació específica i accessos adequats per a tasques de manteniment preventiu i correctiu.

La torre de refrigeració és fonamental per a garantir la reutilització de l'aigua en condicions tèrmiques adequades en diferents etapes del procés de producció de MDI, especialment en els sistemes de serveis auxiliars i els equips que no requereixen refrigeració a baixa temperatura. El seu funcionament estable permet disminuir la demanda d'aigua nova, millora l'eficiència energètica global del sistema i garanteix un control tèrmic precís, imprescindible per a mantenir les condicions operatives i de seguretat del procés químic.

2.3.11. Descalcificador d'aigua (D)

Un dels equips fonamentals dins del sistema de tractament d'aigües de servei de la planta és el descalcificador, la funció principal de la qual és eliminar la duresa de l'aigua provinent de la xarxa, és a dir, els ions de calci (Ca^{2+}) i magnesi (Mg^{2+}) que poden provocar incrustacions en canonades, bescanviadors de calor, calderes i altres equips. Aquests dipòsits sòlids redueixen l'eficiència tèrmica, augmenten les pèrdues de càrrega i poden generar avaries a mitjà-llarg termini, per la qual cosa la seva eliminació prèvia és essencial per al bon funcionament de tota la planta.

El descalcificador funciona mitjançant un procés d'intercanvi iònic, en el qual l'aigua dura passa a través d'una resina carregada amb ions de sodi (Na^+). Aquests ions són intercanviats pels de calci i magnesi presents en l'aigua, eliminant així la duresa sense alterar significativament altres característiques de l'aigua. Una vegada la resina se satura, es realitza una regeneració automàtica utilitzant una dissolució de sal (clorur sòdic), que permet tornar a carregar la resina amb ions de sodi i reiniciar el cicle de descalcificació.

Aquest equip s'instal·la en la línia d'entrada d'aigua de xarxa abans del seu ús en serveis com a neteja, refrigeració auxiliar, preparació de solucions o alimentació de calderes, i actua com una barrera preventiva enfront de l'acumulació de calç en el sistema. A més, contribueix a reduir el manteniment general, millorar la vida útil de canonades i equips metàl·lics, i evitar interferències en altres processos on l'aigua actua com a fluid auxiliar.

En la planta de producció de MDI la inclusió d'un descalcificador és imprescindible. Gràcies a aquest sistema, s'evita la formació d'incrustacions en els circuits de refrigeració, sistemes de neteja, torres de refrigeració i unitats d'humidificació o calderes, garantint així una operació eficient i segura. També permet mantenir sota control els costos operatius i minimitzar parades imprevistes relacionades amb la deterioració dels sistemes hidràulics.

2.3.12. Sistema de generació d'aire comprimit

L'aire comprimit constitueix un servei auxiliar fonamental, amb múltiples aplicacions que contribueixen a l'automatització, eficiència i seguretat dels processos. En MDIchem, la seva utilització és clau. Seguidament, es detallen els principals usos de l'aire comprimit en la planta, així com els elements essencials per al disseny i lloc que ocupa del sistema.

La implementació d'un sistema d'aire comprimit fiable i eficient com aquesta requereix una acurada selecció i dimensionament dels seus components principals.

- Sistema de generació d'aire: Aquesta secció és responsable de produir l'aire comprimit amb la pressió i qualitat requerides. En la planta es trobaran compressors que donada la naturalesa dels productes químics que es tracten, és obligatori l'ús de compressors exempts d'oli. Aquesta selecció evita qualsevol risc de contaminació del procés per traces d'oli, que podria tenir conseqüències greus. Els compressors de caragol rotatiu o els centrífugs són tecnologies habituals per a aquest tipus d'aplicació.
- Sistema de postrefrigeració instal·lat a la sortida del compressor: La seva funció és refredar l'aire, la qual cosa provoca la condensació d'una part significativa del vapor d'aigua contingut, els separadors de condensats eliminen l'aigua líquida que s'ha condensat en el postrefrigerador.

Es disposa d'un tanc acumulador que actua com a reserva d'aire comprimit, estabilitzant les fluctuacions de pressió a la xarxa, cosa que permet cicles de càrrega/descàrrega més eficients del compressor i facilitant una major separació de condensats per decantació. Estar equipat amb un sistema de purga automàtica de condensats.

A més d'aquests instruments generals es disposa també d'altres per millorar l'eficiència del circuit d'aire:

- Sistema de tractament d'aire: És essencial per assolir la qualitat d'aire especificada per a cada ús.
- Prefiltres: Retenen partícules sòlides de major grandària provinents del compressor o de l'ambient.
- Asseccadors: Redueixen el contingut d'humitat de l'aire fins al punt de rosada requerida.
- Postfiltres: Instal·lats després de l'asseccador, inclouen filtres coalescents per eliminar aerosols d'oli residuals i filtres de partícules fines per assegurar la puresa final de l'aire.

2.3.13. Turbina de vapor (TV)

La planta MDIchem incorpora una turbina de vapor del fabricant Baker Hughes com a part del seu sistema de cogeneració, amb l'objectiu d'aprofitar l'excedent d'energia tèrmica generada en el procés per a produir electricitat. Aquesta turbina multietapa transforma el vapor d'alta pressió procedent de les calderes en energia mecànica.

El disseny compacte i robust d'aquesta turbina permet la seva instal·lació en espais industrials sense necessitat de grans infraestructures auxiliars. A més, incorpora sistemes de seguretat i protecció contra sobrevelocitats, vibracions o variacions de pressió, així com un sistema de lubricació forçada que garanteix una llarga vida útil dels rodaments i components interns.

L'equip destaca per la seva alta fiabilitat i capacitat d'adaptació a variacions de càrrega. La seva instal·lació permet autoabastir el consum elèctric de la planta, fent que no hi hagi consum elèctric extern.

2.3.14. Generador elèctric (GE)

El generador escollit a la planta MDIchem, està acoblat directament a la turbina de vapor i és l'encarregat de transformar l'energia mecànica obtinguda a partir del vapor en energia elèctrica útil per a l'operació de la planta. S'ha seleccionat un model ABB HXR, caracteritzat per la seva robustesa, alta eficiència i fiabilitat en condicions industrials exigents.

Aquest generador sincrònic trifàsic ofereix una excel·lent estabilitat de tensió i freqüència, inclús enfront de variacions en la càrrega, gràcies al seu sistema de regulació automàtica. El seu disseny tancat amb ventilació forçada garanteix un bon rendiment tèrmic, minimitzant les pèrdues i assegurant una extensa vida útil. La integració d'aquest equip en el sistema de cogeneració permet cobrir la demanda elèctrica de la planta, reduint els costos i augmentant l'eficiència global del procés.

2.4. Llistat dels equips

A continuació es presenten taules amb el llistat d'equips per àrees. En cadascuna d'aquestes taules apareixen els materials corresponents, el preu dels equips i els paràmetres de disseny més importants d'aquests.

2.4.1. Emmagatzematge de les matèries primeres (A-100)

	Full 1 d'1			LLISTAT D'EQUIPS	
	Àrea planta	A-100		Data	05/05/2025
				Revisió	26/05/2025
ítem	Equip	Material	Preu (€)	Paràmetre de disseny	
TE-101	Tanc d'emmagatzematge de clorobenzè	AISI 316L	408.494	Volum (m ³)	707
TE-102	Tanc d'emmagatzematge de clorobenzè	AISI 316L	408.494	Volum (m ³)	707
TE-103	Tanc d'emmagatzematge de clorobenzè	AISI 316L	408.494	Volum (m ³)	707
TE-104	Tanc d'emmagatzematge de clorobenzè	AISI 316L	408.494	Volum (m ³)	707
TE-105	Tanc d'emmagatzematge de clorobenzè	AISI 316L	408.494	Volum (m ³)	707
TE-106	Tanc d'emmagatzematge de clorobenzè	AISI 316L	408.494	Volum (m ³)	707
TE-107	Tanc d'emmagatzematge d'MDA	AISI 316L	353.959	Volum (m ³)	503
TE-108	Tanc d'emmagatzematge de fosgen	AISI 316L	320.706	Volum (m ³)	402

2.4.2. Mescla i preparació per la reacció (A-200)

	Full 1 d'1			LLISTAT D'EQUIPS	
	Àrea planta	A-200		Data	05/05/2025
				Revisió	26/05/2025
ítem	Equip	Material	Preu (€)	Paràmetre de disseny	
M-201	Mesclador dinàmic d'MDA i clorobenzè	AISI 316L	25.618	Volum (m ³)	13,7
				Potència agitador (W)	3397,5
M-202	Mesclador estàtic de fosgen i clorobenzè	AISI 316L	5.000,00	Longitud (mm)	1148
				DN (mm)	125
M-203	Mesclador estàtic de fosgen i clorobenzè	AISI 316L	5.000,00	Longitud (mm)	1148
				DN (m)	150
BC-201	Bescanviador de calor corrent entre els corrents 3' i 6	AISI 316L	38.311	Àrea de bescanvi (m ²)	39,4
BC-202	Bescanviador de calor entre els corrents 23 i 25	AISI 316L	65.641	Àrea de bescanvi (m ²)	181,3
CN-201	Condensador entre els corrents 17' i 24	AISI 316L	37.605	Àrea de bescanvi (m ²)	34,9

2.4.3. Reacció (A-300)

	Full 1 d'1			LLISTAT D'EQUIPS	
	Àrea planta	A-300		Data	05/05/2025
				Revisió	26/05/2025
ítem	Equip	Material	Preu (€)	Paràmetre de disseny	
R-301	Reactor RCFP	Hastelloy C-22	62.162	Volum (m ³)	6
BC-301	Bescanviador de calor entre els corrents 5' i 9	AISI 316L	63.371	Àrea de bescanvi (m ²)	170,7
E-301	Evaporador entre els corrents 8' i 10	AISI 316L	81.571	Àrea de bescanvi (m ²)	252,7

2.4.4. Separació del producte (A-400)

	Full 1 d'1			LLISTAT D'EQUIPS	
	Àrea planta	A-400		Data	05/05/2025
				Revisió	26/05/2025
ítem	Equip	Material	Preu (€)	Paràmetre de disseny	
CD-401	Columna de destil·lació amb entrada del corrent 11	Hastelloy C	146.537	Nombre de plats	11
				Alçada total (m)	12,10
				Volum (m ³)	57,6
CD-402	Columna de destil·lació amb entrada del corrent 13'	Hastelloy C	111.425	Nombre de plats	8
				Alçada total (m)	12,10
				Volum (m ³)	44,60
CD-403	Columna de destil·lació amb entrada del corrent 16	Hastelloy C	15.751	Nombre de plats	5
				Alçada total (m)	3,8
				Volum (m ³)	6,2
CN-401	Condensador de la CD-401	Hastelloy C	158.534	Àrea de bescanvi (m ²)	558,1
CN-402	Condensador de la CD-402	AISI 316L	34.105	Àrea de bescanvi (m ²)	10
CN-403	Condensador entre els corrents 15' i 16	AISI 316L	113.837	Àrea de bescanvi (m ²)	386,6
CN-404	Condensador de la CD-403	AISI 316L	546.088	Àrea de bescanvi (m ²)	1804,9
RB-401	Reboiler de la CD-401	Hastelloy C	96.942	Àrea de bescanvi (m ²)	317,9
RB-402	Reboiler de la CD-402	AISI 316L	48.958	Àrea de bescanvi (m ²)	99,6
RB-403	Reboiler de la CD-403	AISI 316L	391.673	Àrea de bescanvi (m ²)	1339,2

2.4.5. Recuperació dels reactius i de l'HCl (A-500)

	Full 1 d'1			LLISTAT D'EQUIPS	
	Àrea planta	A-500		Data	05/05/2025
				Revisió	26/05/2025
ítem	Equip	Material	Preu (€)	Paràmetre de disseny	
CD-501	Columna de destil·lació amb entrada del corrent 21	Hastelloy C	43.709	Nombre de plats	10
				Alçada total (m)	6,7
				Volum (m ³)	9,5
CN-501	Condensador entre els corrents 12' i 21	Hastelloy C	37.450	Àrea de bescanvi (m ²)	33,9
CN-502	Condensador de la CD-502	Disseny qualitatiu			
RB-501	Reboiler de la CD-501	AISI 316L	34.263	Àrea de bescanvi (m ²)	11,3

2.4.6. Emmagatzematge del producte (A-600)

	Full 1 d'1			LLISTAT D'EQUIPS	
	Àrea planta	A-600		Data	05/05/2025
				Revisió	26/05/2025
ítem	Equip	Material	Preu (€)	Paràmetre de disseny	
TE-601	Tanc d'emmagatzematge de MDI	AISI 316L	367.673	Volum (m ³)	611

2.4.7. Serveis (A-700)

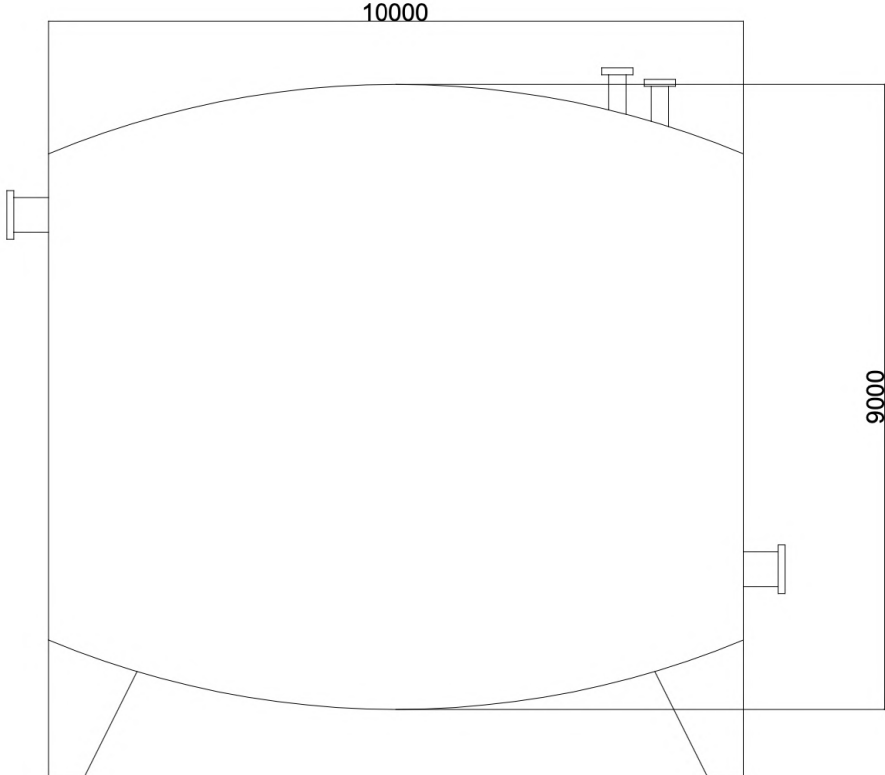
	Full 1 d'1			LLISTAT D'EQUIPS	
	Àrea planta	A-700		Data	05/05/2025
				Revisió	26/05/2025
ítem	Equip	Material	Preu (€)	Paràmetre de disseny	
TE-701	Tanc d'emmagatzematge de nitrogen	AISI 316L	162.572	Volum (m ³)	22
CL-701	Caldera per escalfar l'oli tèrmic	AISI 316L	368.000	Potència (kW)	4297,3
CL-702	Caldera per escalfar l'oli tèrmic	AISI 316L	828.000	Potència (kW)	13252,2
CL-703	Caldera per escalfar l'oli tèrmic	AISI 316L	230.000	Potència (kW)	2017,2
CL-704	Caldera per escalfar l'oli tèrmic	AISI 316L	2.300.000	Potència (kW)	55543,7
CL-705	Caldera per escalfar l'oli tèrmic	AISI 316L	-	Potència (kW)	0,22
TR-701	Torre de refrigeració d'aigua	AISI 316L	625.518	Potència (kW)	45280,0
TR-702	Torre de refrigeració d'aigua	AISI 316L	255.344	Potència (kW)	5961,3
CH-701	Chiller per refredar aigua glicolada	AISI 316L	1.500.000	Potència (kW)	5482,7
TV-701	Turbina de vapor	-	6.000.000	-	-
GE-701	Generador elèctric	-	150.000	-	-

2.5. Fulls d'especificacions dels equips

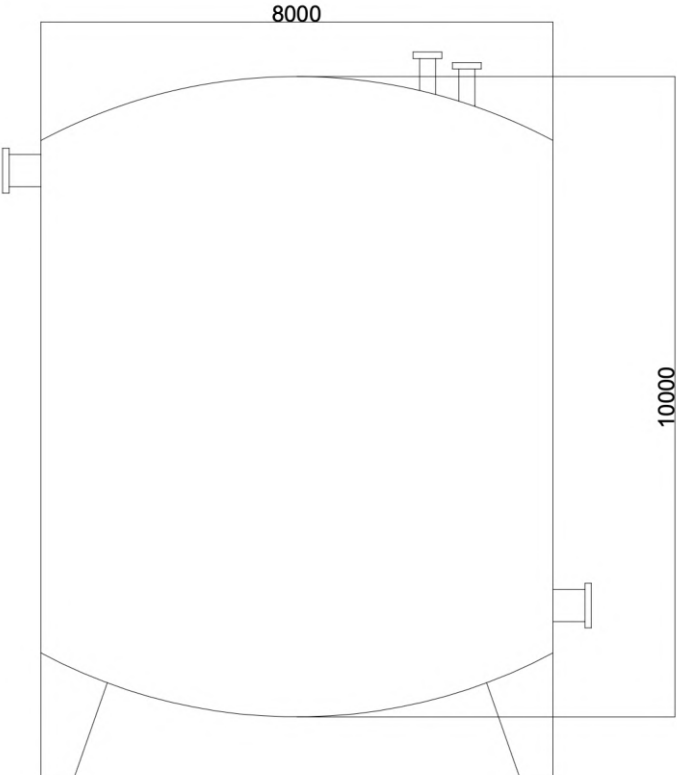
A continuació es presenten els fulls d'especificacions de cadascun dels equips classificats per àrees, amb informació més detallada sobre els paràmetres de disseny més importants i necessaris per construir-los.

2.5.1. Emmagatzematge de les matèries primes (A-100)

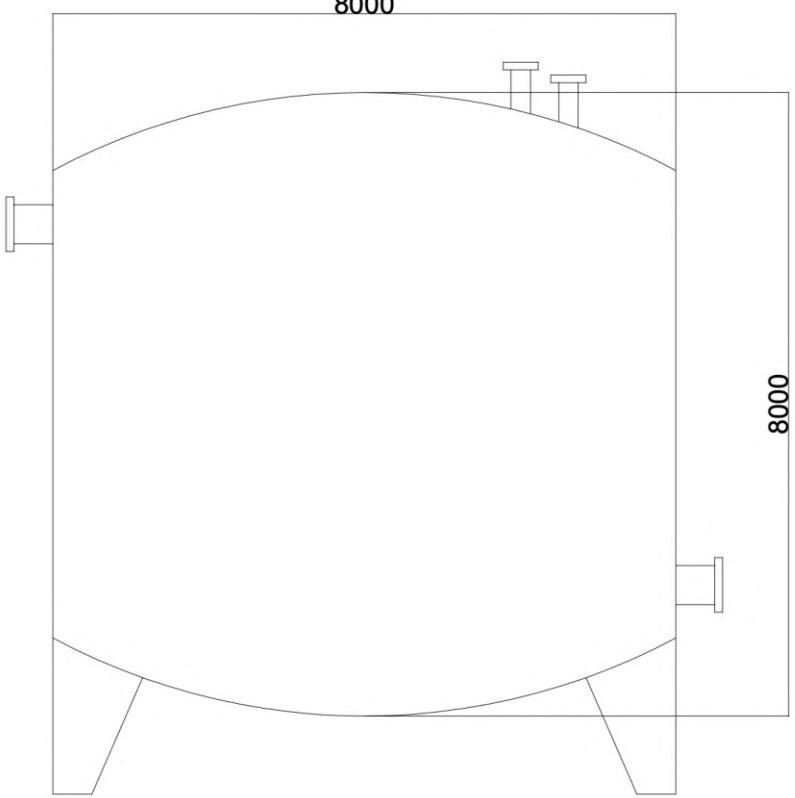
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	100	Ítem	T-101 a TE-106
DADES GENERALS				
Denominació			Tanc d'emmagatzematge	
Funció de l'equip			Emmagatzemar clorobenzé	
Components principals			Clorobenzé	
Fase			Líquid	
Cost (€)			408.494	
DADES D'OPERACIÓ				
Temps de residència (dies)			7	
Temperatura (°C)			20	
Pressió (bar)			1	
Volum de la mescla (m³)			614,5	
MATERIAL				
Tipus			Acer inoxidable AISI 316L	
Densitat (Kg/m³)			1105	
Factor de soldadura			0,7	
DADES DE DISSENY				
Temperatura de disseny (°C)			10	
Pressió de disseny (bar)			1	
Norma/Codi			ASME	
Capacitat total (m³)			706,9	
Diàmetre extern (m)			10	
Alçada (m)			9	
Gruix (mm)			6	
Pes tanc buit (Kg)			21112	
Pes tanc en operació (Kg)			702818	

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	100	Ítem	T-101 a TE-106
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge d'MDA			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	100	Ítem	T-107
DADES GENERALS				
Denominació		Tanc d'emmagatzematge		
Funció de l'equip		Emmagatzemar MDA		
Components principals		MDA		
Fase		Líquid		
Cost (€)		353.959		
DADES D'OPERACIÓ				
Temps de residència (min)		1440		
Temperatura (°C)		25		
Pressió (bar)		1		
Volum de la mescla (m³)		459,882		
MATERIAL				
Tipus		Acer inoxidable AISI 316L		
Densitat (Kg/ m³)		1150		
Factor de soldadura		0,7		
DADES DE DISSENY				
Temperatura de disseny (°C)		100		
Pressió de disseny (bar)		1		
Norma/Codi		ASME		
Capacitat total (m³)		502,882		
Diàmetre extern (m)		8		
Alçada (m)		10		
Gruix (mm)		6		
Pes tanc buit (Kg)		12058		
Pes tanc en operació (Kg)		581012		

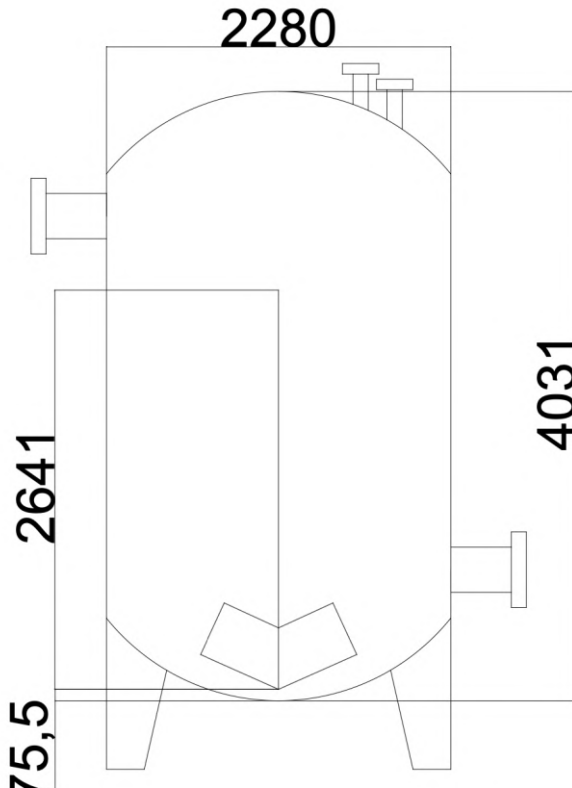
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	100	Ítem	TE-107
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge d'MDA			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	100	Ítem	T-108
DADES GENERALS				
Denominació		Tanc d'emmagatzematge		
Funció de l'equip		Emmagatzemar fosgé		
Components principals		Fosgen		
Fase		Líquid		
Cost (€)		320.706		
DADES D'OPERACIÓ				
Temps de residència (min)		1440		
Temperatura (°C)		-10		
Pressió (bar)		8		
Volum de la mescla (m³)		357,288		
MATERIAL				
Tipus		Acer inoxidable AISI 316L		
Densitat (Kg/m3)		1444,25		
Factor de soldadura		0,7		
DADES DE DISSENY				
Temperatura de disseny (°C)		-10		
Pressió de disseny (bar)		8		
Norma/Codi		ASME		
Capacitat total (m³)		391		
Diàmetre extern (m)		8		
Alçada (m)		8		
Gruix (mm)		25		
Pes tanc buit (Kg)		60696		
Pes tanc en operació (Kg)		578636		

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	100	Ítem	TE-108
ESQUEMA				
				

2.5.2. Mescla i preparació per la reacció (A-200)

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Mesclador			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	200	Ítem	M-201
DADES GENERALS				
Denominació	Tanc mesclador			
Funció de l'equip	Dissoldre homogeniament el MDA en clorbenzè.			
Components principals	MDA i clorbenzè			
Fase	Líquid			
Cost (€)	25.618			
DADES D'OPERACIÓ				
Temps de residència (min)	5			
Temperatura (°C)	110			
Pressió (bar)	3			
Volum de la mescla (m³)	10,93			
MATERIAL				
Tipus	Acer inoxidable AISI 316L			
Densitat (Kg/m³)	7980			
Factor de soldadura	0,7			
DADES DE DISSENY				
Temperatura de disseny (°C)	130			
Pressió de disseny (bar)	5,2			
Norma/Codi	ASME			
Capacitat total (m³)	13,67			
Diàmetre extern (m)	2,276			
Alçada (m)	4,036			
Gruix (mm)	6,22			
	CAPÇAL		FONS	
Tipus	Flanged & Dished		Flanged & Dished	
Diàmetre extern (m)	2,28		2,28	
Alçada (m)	0,55		0,55	
Gruix (mm)	7,51		7,51	
Pes tanc buit (Kg)	1334,46			
Pes tanc en operació (Kg)	13385,17			
AGITACIÓ				
Tipus	Turbina de pales planes			
Velocitat (rpm)	80			
Diàmetre agitador (m)	1,132			
Distància al fons (m)	0,755			
Altura agitador (m)	2,641			
Diàmetre pales (m)	0,566			

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Mesclador			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	200	Ítem	M-201
Potència (kW)	3,398			
FLUID TÈRMIC				
Cabal de calor transferit (kJ/h)	3747865,74			
Fluid tèrmic	Therminol 55			
Cabal de fluid tèrmic (kg/h)	62153,66			
ESQUEMA				
				

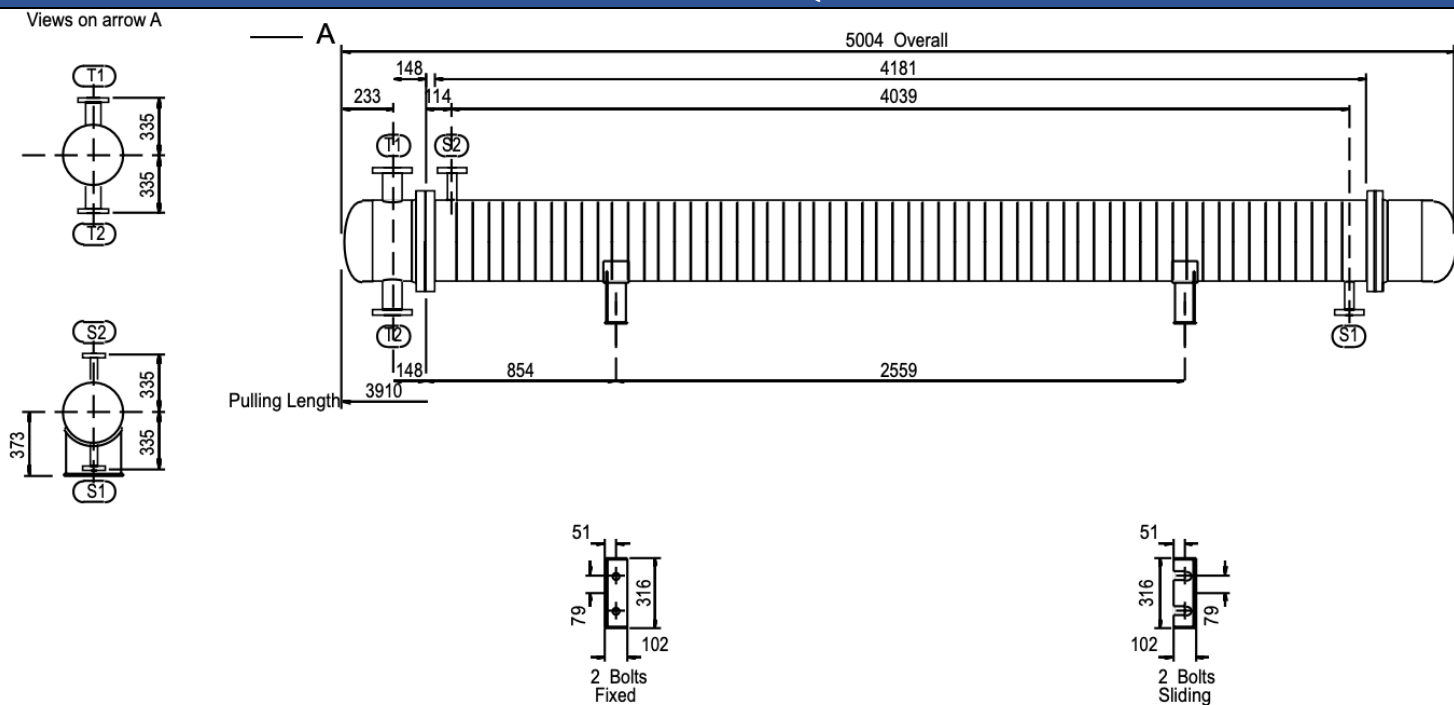
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Mesclador			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	200	Ítem	M-202
DADES GENERALS				
Denominació	Mesclador estàtic			
Funció de l'equip	Dissoldre homogèniament el fosgen en clorbenzè.			
Components principals	Fosgen i clorbenzè			
Fase	Líquid			
Cost (€)	5000			
DADES D'OPERACIÓ				
Tipus de mescla	Estàtica			
Temperatura (°C)	-10			
Pressió (bar)	4			
Cabal (m³/h)	28,59			
DADES DE DISSENY				
Fabricant	PRIMIX			
Model	ASME B16.5 WN/RF 125			
Material	Acer inoxidable AISI 316L			
Nombre d'elements	6			
Tipus d'elements	PMS			
Longitud (mm)	1148			
Diàmetre (mm)	125			
ΔP (bar)	0,21			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Mesclador			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	200	Ítem	M-203
DADES GENERALS				
Denominació	Mesclador estàtic			
Funció de l'equip	Dissoldre homogèniament el fosgen en clorbenzè.			
Components principals	Fosgen i clorbenzè			
Fase	Líquid			
Cost (€)	5000			
DADES D'OPERACIÓ				
Tipus de mescla	Estàtica			
Temperatura (°C)	-10			
Pressió (bar)	3,79			
Cabal (m³/h)	48,42			
DADES DE DISSENY				
Fabricant	PRIMIX			
Model	ASME B16.5 WN/RF 150			
Material	Acer inoxidable AISI 316L			
Nombre d'elements	6			
Tipus d'elements	PMS			
Longitud (mm)	1148			
Diàmetre (mm)	150			
ΔP (bar)	0,21			
ESQUEMA				
				

		FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor		Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
		Àrea	200	Ítem	BC-201
DADES GENERALS					
Denominació		Bescanviador de calor			
Funció de l'equip		Refredar el corrent de clorobenzè de 0 a -10°C			
Components principals	Carcassa	Aigua glicolada (30%)			
	Tubs	Clorobenzè			
Número de carcasses		2			
Àrea (m²)		39,4	Dimensions (mm)		356-4267,2
Cost (€)		38.311	Tipus		BEM
DADES D'OPERACIÓ					
		Carcassa		Tubs	
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida
Cabal (kg/h)		5238		16328	
Líquid (kg/s)		1,4549	1,4549	4,5356	4,5356
Vapor (kg/s)		0	0	0	0
Temperatura (°C)		-15	-5	0	-10
Pressió (bar)		2	1,93173	1	0,90255
Densitat (Kg/m³)		1033,15	1033,15	1129,52	11139,62
Viscositat (mPa·s)		3,7102	2,9171	1,0265	1,175
Calor específic (kJ/(kg·k))		3,62	3,62	1,169	1,153
Conductivitat tèrmica (W/(m·k))		0,4872	0,4872	0,1317	0,1337
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,09 / 0,09		0,57 / 0,6	
Calor latent (kJ/kg)					
Calor bescanviat (kW)		52,7	MTD corregit (°C)		4,01
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	361,9			
	Brut	336,1			
DADES DE CONSTRUCCIÓ					
		Carcassa		Tubs	
		AISI 316 L			
Material					
Temperatura de disseny (°C)		37,8		37,8	
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738	
Nº de passos per carcassa		1		4	
Pes equip buit (kg)		732,9	Pes amb aigua (kg)		1146,1
Nº de tubs	50	OD (mm)	30	Pitch (mm)	37,5
Tipus	Pla	Longitud (mm)		4267,2	
Carcassa ID (mm)		355,6	Carcassa OD (mm)		365,12
Nº baffle		58	Espaiat C-C (mm)		69,85
Tipus de baffle		Double segmental		Posició	
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class	
				R-refinery service	

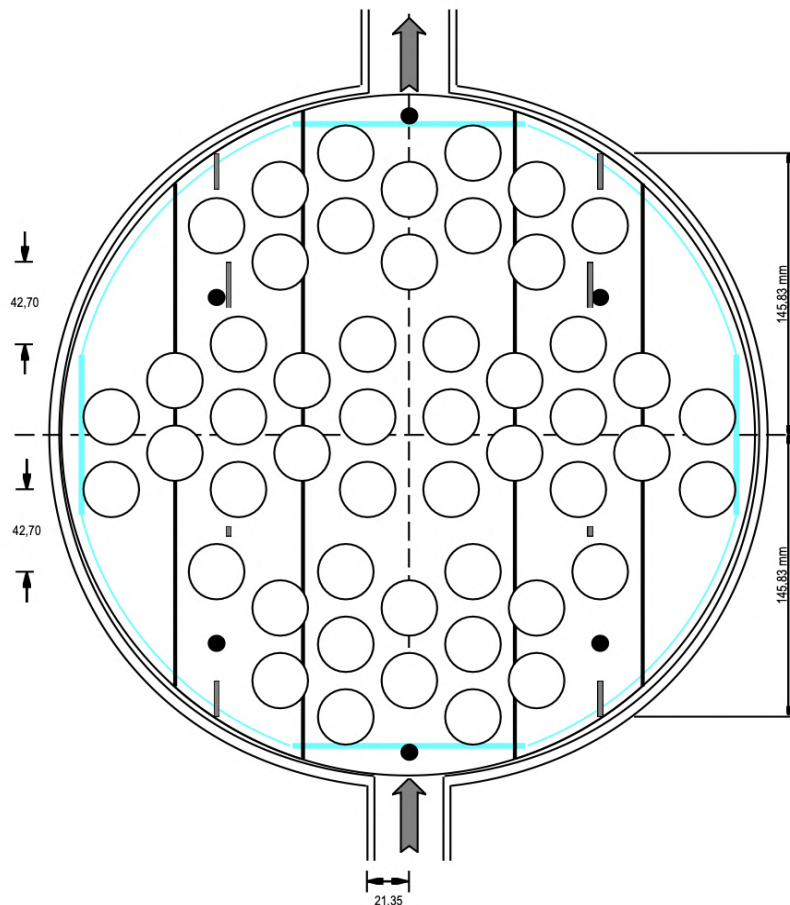
The logo for MDI CHEM, featuring the text "MDI CHEM" in a bold, sans-serif font, with a stylized blue swoosh graphic above and below the text.

PLANOL DE L'EQUIP

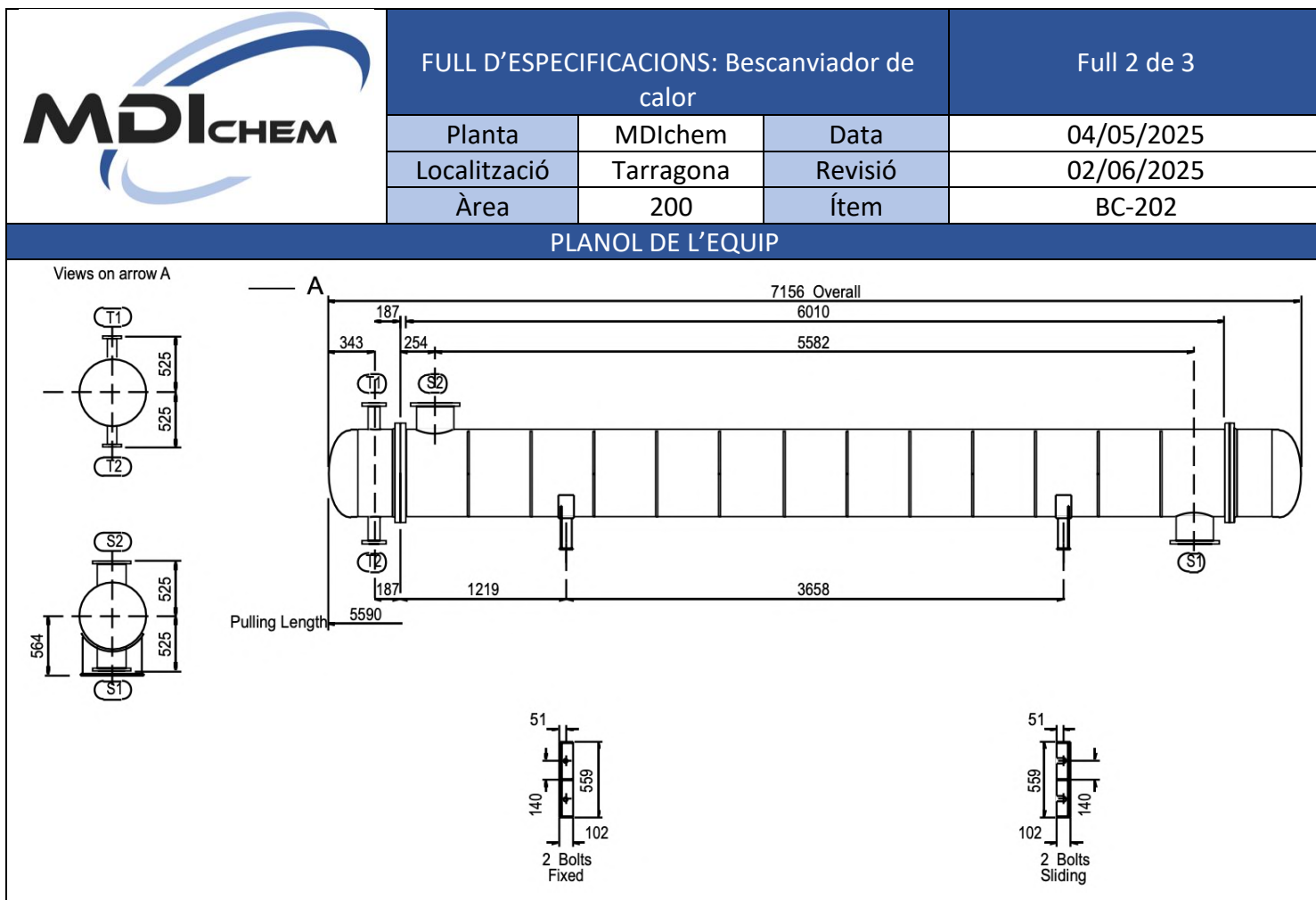


	FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	200	Ítem	BC-201

PLANOL DELS TUBS

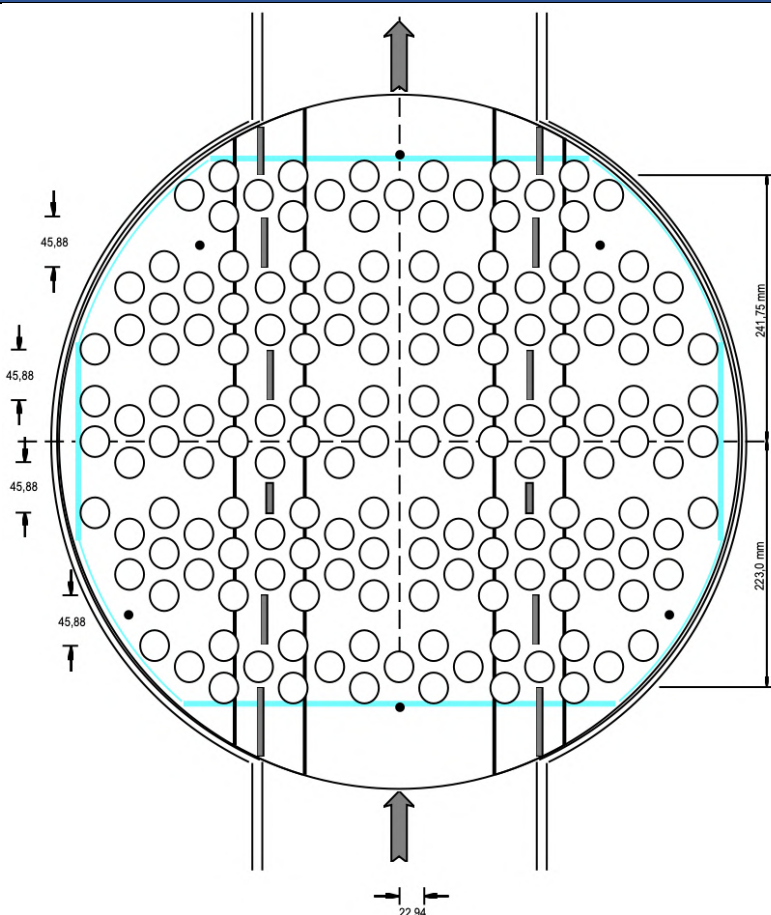


		FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	04/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	200	Ítem	BC-202	
DADES GENERALS						
Denominació		Bescanviador de calor				
Funció de l'equip		Refredar corrent de fosgen-clorobenzè				
Components principals	Carcassa	Aigua glicolada (30%)				
	Tubs	Fosgen-Clorobenzè				
Número de carcasses		2				
Àrea (m²)		181,3	Dimensions (mm)		635-6096	
Cost (€)		65.641	Tipus		BEM	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		230322		28624		
Líquid (kg/s)		63,9784	63,9784	7,9511	7,9511	
Vapor (kg/s)		0	0	0	0	
Temperatura (°C)		-15	-5	53,46	-10	
Pressió (bar)		2	1,7539	4,5	4,27665	
Densitat (Kg/m³)		1033,15	1033,15	1293,38	1440,8	
Viscositat (mPa·s)		3,7102	2,9171	0,4201	0,6356	
Calor específic (kJ/(kg·k))		3,62	3,62	1,048	0,926	
Conductivitat tèrmica (W/(m·k))		0,4872	0,4872	0,1248	0,1405	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,32 / 0,72		0,52 / 0,58		
Calor latent (kJ/kg)						
Calor bescanviat (kW)		2315,7	MTD corregit (°C)		25,83	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	561,7				
	Brut	501,8				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		AISI 316 L				
Material		AISI 316 L				
Temperatura de disseny (°C)		37,8		93,33		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		5,51581		
Nº de passos per carcassa		1		8		
Pes equip buit (kg)		2332,5	Pes amb aigua (kg)		4266,3	
Nº de tubs	160	OD (mm)	30	Pitch (mm)	37,5	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		6096		
Carcassa ID (mm)		635	Carcassa OD (mm)		644,52	
Nº baffle		12	Espaiat C-C (mm)		69,85	
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

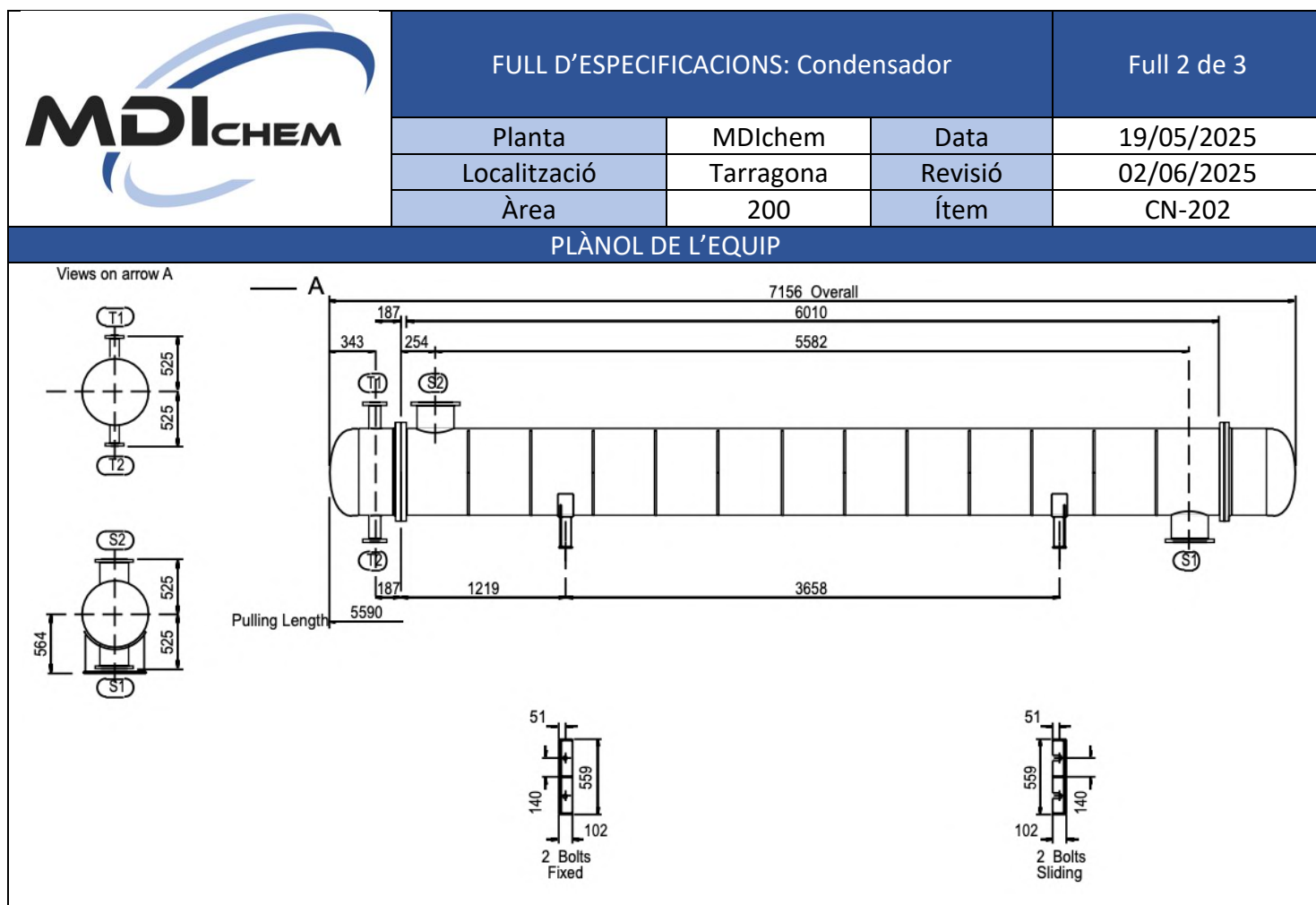


	FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	200	Ítem	BC-202

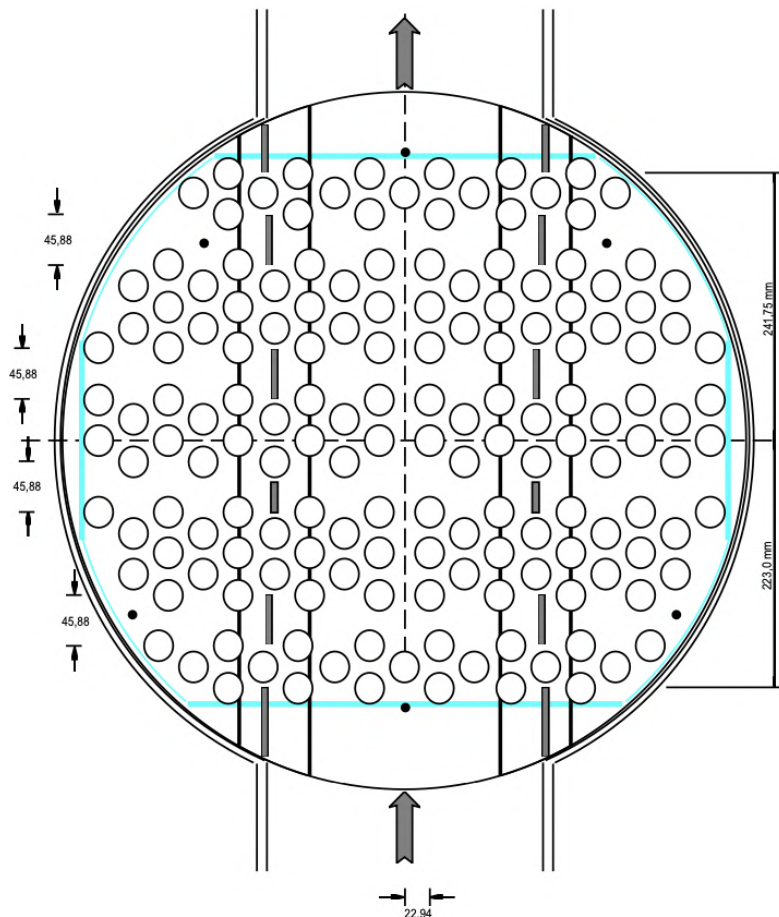
PLANOL DELS TUBS



		FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador		Full 1 de 3		
		Planta	MDIchem	Data	19/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	200	Ítem	CN-201	
DADES GENERALS						
Denominació		Condensador				
Funció de l'equip		Refredar corrent de clorobenzè-fosgen				
Components principals	Carcassa	Aigua				
	Tubs	Clorobenzè-Fosgen				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		34,9	Dimensions (mm)		305-4876,8	
Cost (€)		37.605	Tipus		BEM	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		17404		100000		
Líquid (kg/s)		4,8346	4,8346	27,7778	27,7778	
Vapor (kg/s)		0	0	0	0	
Temperatura (°C)		80	100	110,4	100,2	
Pressió (bar)		2	1,96618	0,5	0,4311	
Densitat (Kg/m³)		973,47	958,96	1009,34	1021,26	
Viscositat (mPa·s)		0,3554	0,2837	0,3365	0,3652	
Calor específic (kJ/(kg·k))		4,188	4,195	1,446	1,415	
Conductivitat tèrmica (W/(m·k))		0,6627	0,6774	0,1106	0,1125	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,15 / 0,21		1,16 / 1,17		
Calor latent (kJ/kg)						
Calor bescanviat (kW)		405,2	MTD corregit (°C)		14,78	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	963,2				
	Brut	794,2				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		AISI 316 L				
Material						
Temperatura de disseny (°C)		137,78		148,89		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		1		
Pes equip buit (kg)		839,5	Pes amb aigua (kg)		1211,3	
Nº de tubs	121	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		4876,8		
Carcassa ID (mm)		315,93		Carcassa OD (mm)		323,85
Nº baffle		24		Espaiat C-C (mm)		190,5
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

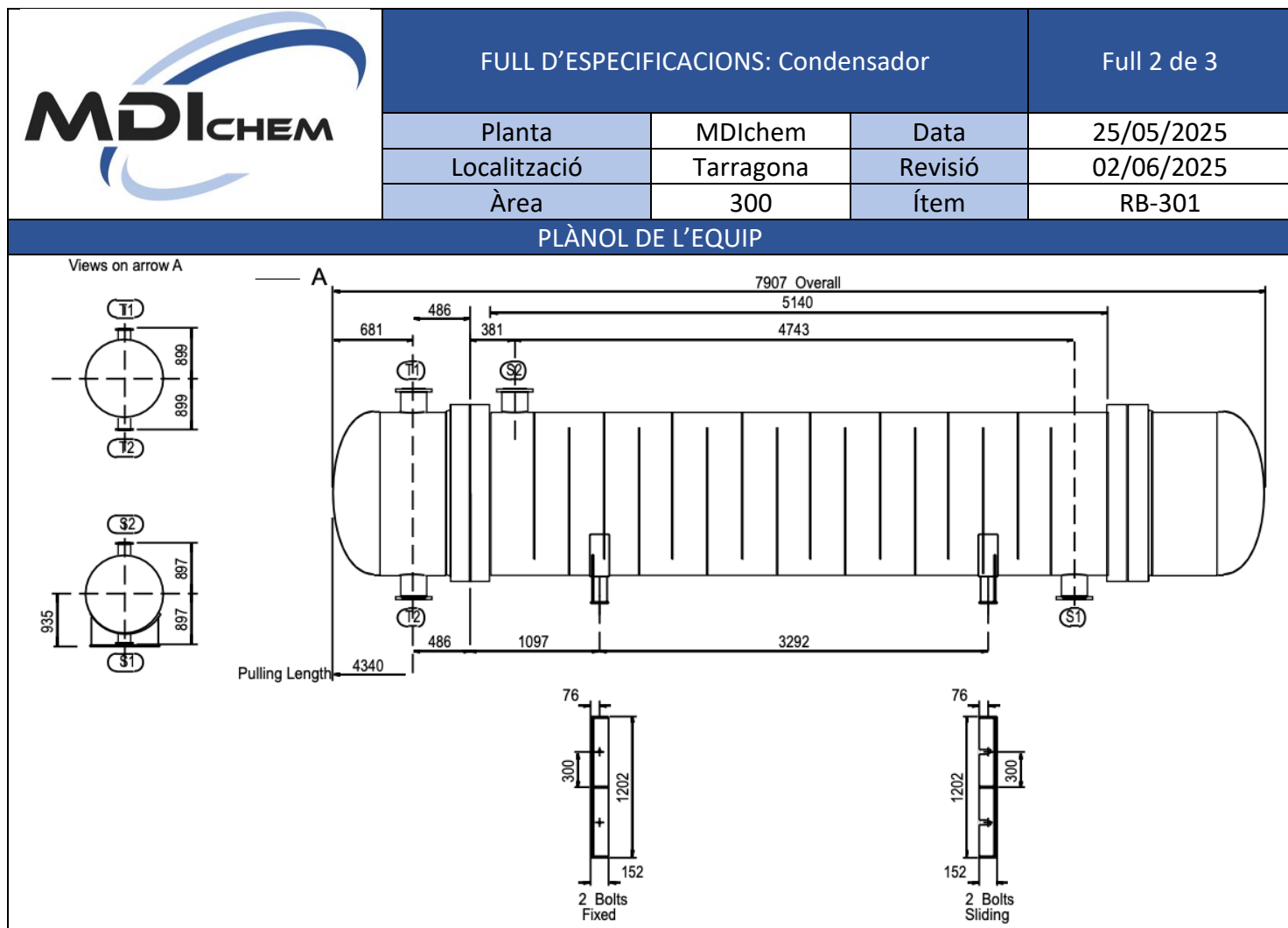


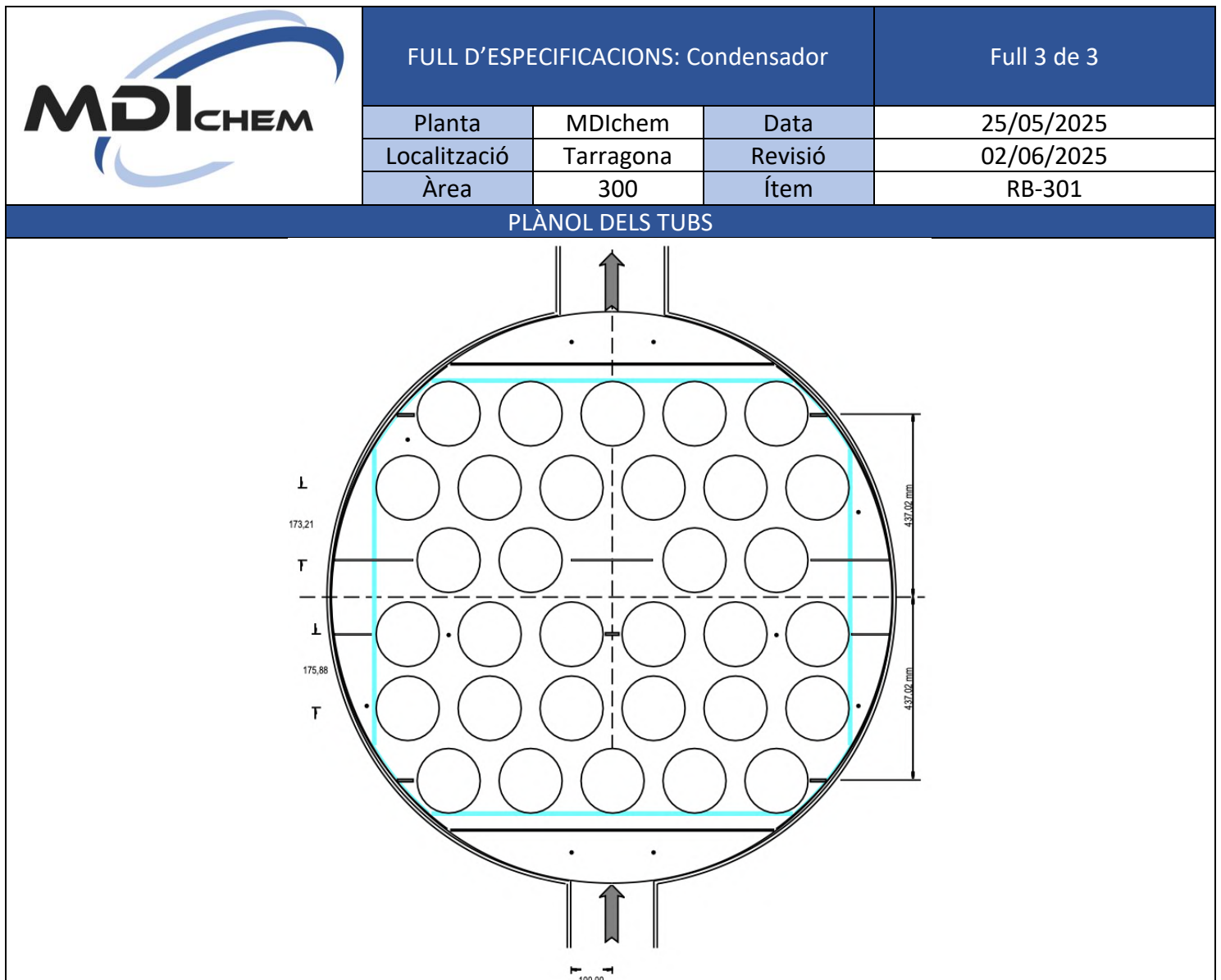
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	19/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	200	Ítem	CN-201
PLÀNOL DELS TUBS				



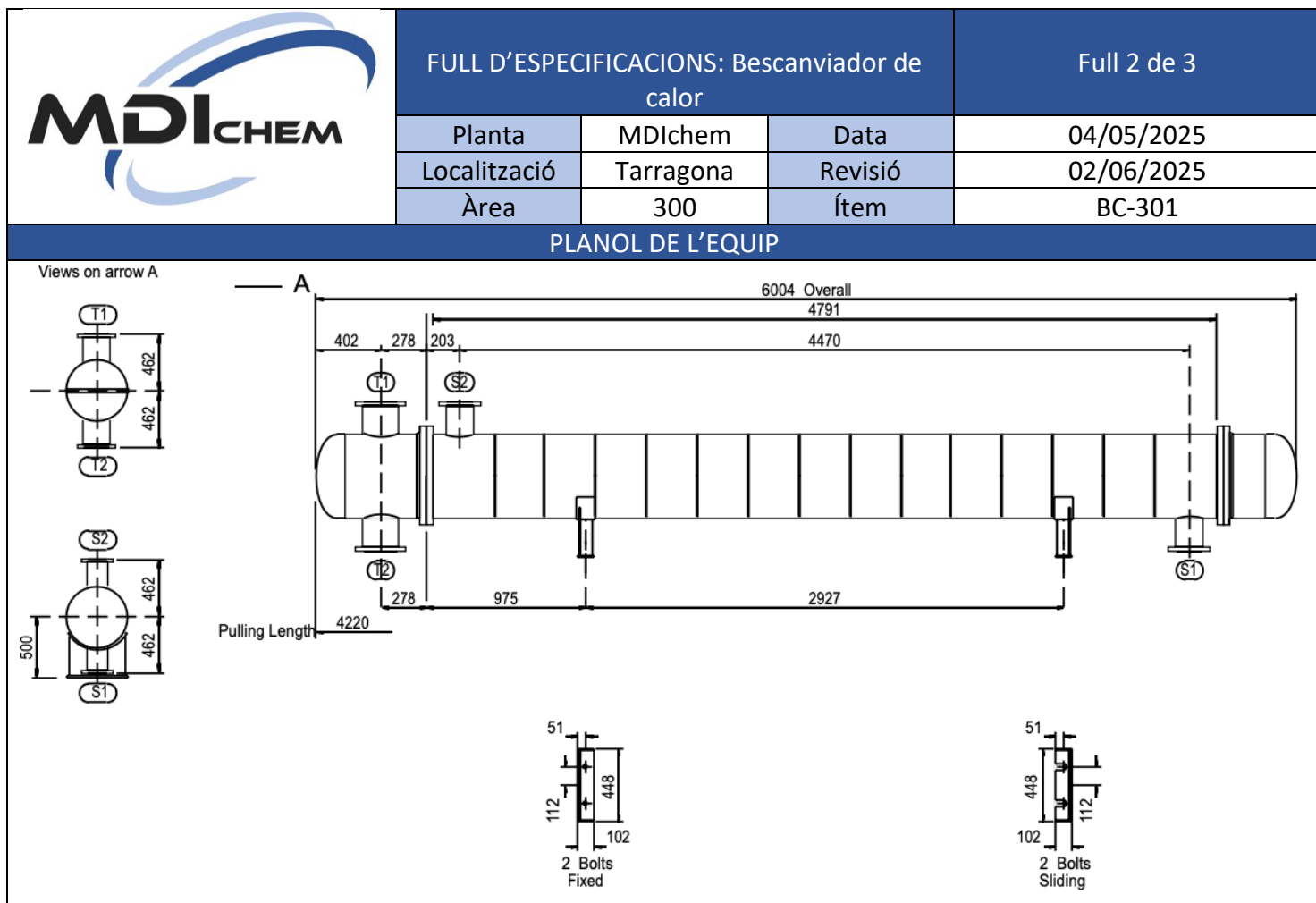
2.5.3. Reacció (A-300)

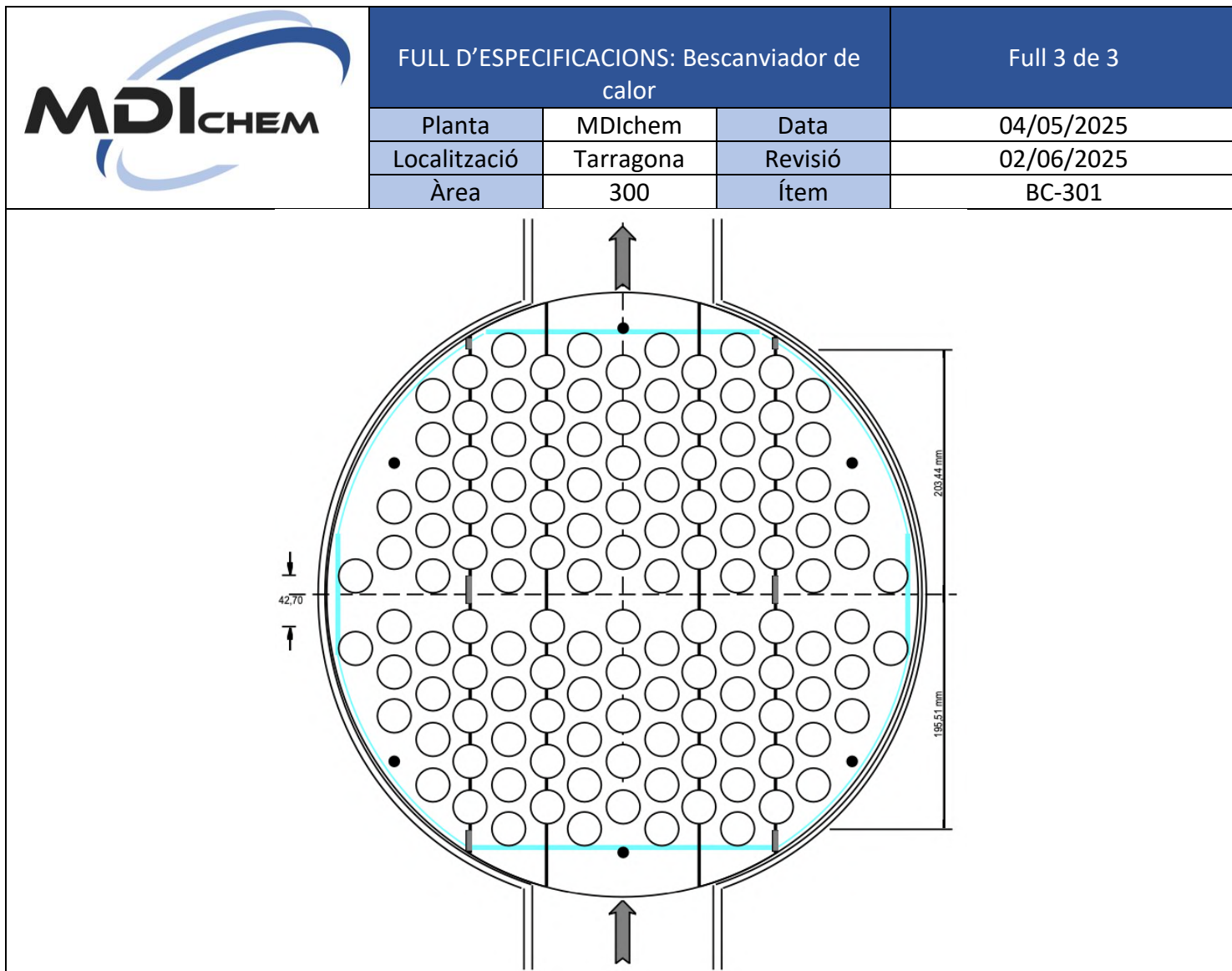
		FULL D'ESPECIFICACIONS: Reactor			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	25/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	300	Ítem	R-301	
DADES GENERALS						
Denominació		Reactor de flux continu refrigerat				
Funció de l'equip		Síntesi del MDI a partir de MDA i fosgen				
Components principals	Carcassa	Aigua				
	Tubs	MDA, fosgen, clorobenzè, MDI i HCl				
Número de carcasses		2				
Àrea (m²)		165,4		Dimensions (mm)		1372-5486
Cost (€)		62.162				
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		139208		200964		
Temperatura (°C)		30	66	136	115	
Pressió (bar)		1,5	1,3	15	14,9	
Densitat (Kg/m³)		821		982	1010	
Viscositat (mPa·s)		13,1	5,63	0,0831	0,103	
Calor específic (kJ/(kg·k))		2,14		1,64	1,58	
Conductivitat tèrmica (W/(m·k))		0,1209		0,1104	0,1139	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,49 / 0,52		0,65 / 0,96		
Calor bescanviat (kW)		3051	MTD corregit (°C)		76,35	
Coeficient global (W/(m²·K))	Net	264				
	Brut	251				
Temps de residència (min)		2				
Volum intern (m³)		4		6		
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Hatelloy C-22				
Material						
Temperatura de disseny (°C)		171		171		
Pressió de disseny (bar)		3,45		16,5		
Nº de passos per carcassa		1		6		
Pes equip buit (kg)		8903	Pes amb aigua (kg)		18681	
Nº de tubs	32	OD (mm)	160	Pitch (mm)	200	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		5486		
Carcassa ID (mm)		1372		Carcassa OD (mm)		1388
Nº baffle		16		Espaiat C-C (mm)		292
Tipus de baffle		Single segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1				



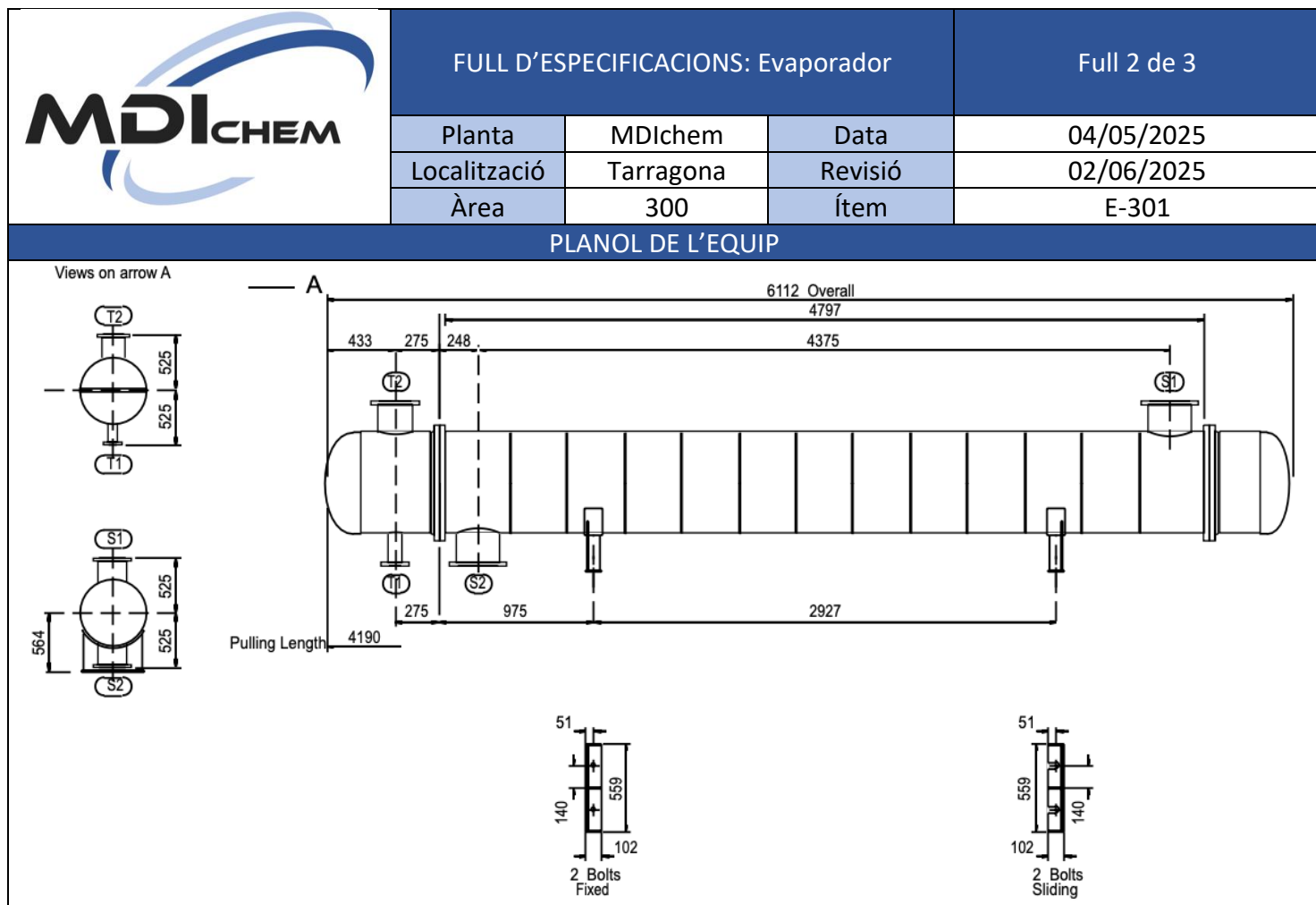


		FULL D'ESPECIFICACIONS: Bescanviador de calor			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	04/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	300	Ítem	BC-301	
DADES GENERALS						
Denominació		Bescanviador de calor				
Funció de l'equip		Refredar corrent de MDA-clorobenzè				
Components principals	Carcassa	Aigua				
	Tubs	MDA-Clorobenzè				
Número de carcasses		3				
Àrea (m²)		170,7	Dimensions (mm)		508-4876,8	
Cost (€)		63.371	Tipus		BEM	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		48033		100000		
Líquid (kg/s)		13,3425	13,3425	37,6333	37,6333	
Vapor (kg/s)		0	0	0	0	
Temperatura (°C)		80	100	110	90	
Pressió (bar)		2	1,93222	0,5	0,4311	
Densitat (Kg/m³)		973,47	958,96	1014,94	1035,99	
Viscositat (mPa·s)		0,3554	0,2837	0,4234	0,5088	
Calor específic (kJ/(kg·k))		4,188	4,195	1,516	1,456	
Conductivitat tèrmica (W/(m·k))		0,6627	0,6774	0,1175	0,1215	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,16 / 0,25		1,04 / 1,07		
Calor latent (kJ/kg)						
Calor bescanviat (kW)		1118,3	MTD corregit (°C)		9,29	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	849,9				
	Brut	720				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
Material		AISI 316 L				
Temperatura de disseny (°C)		137,78		148,89		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		2		
Pes equip buit (kg)		1504,2	Pes amb aigua (kg)		2530,7	
Nº de tubs	126	OD (mm)	30	Pitch (mm)	37,5	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		4876,8		
Carcassa ID (mm)		508		Carcassa OD (mm)		517,52
Nº baffle		14		Espaiat C-C (mm)		190,5
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

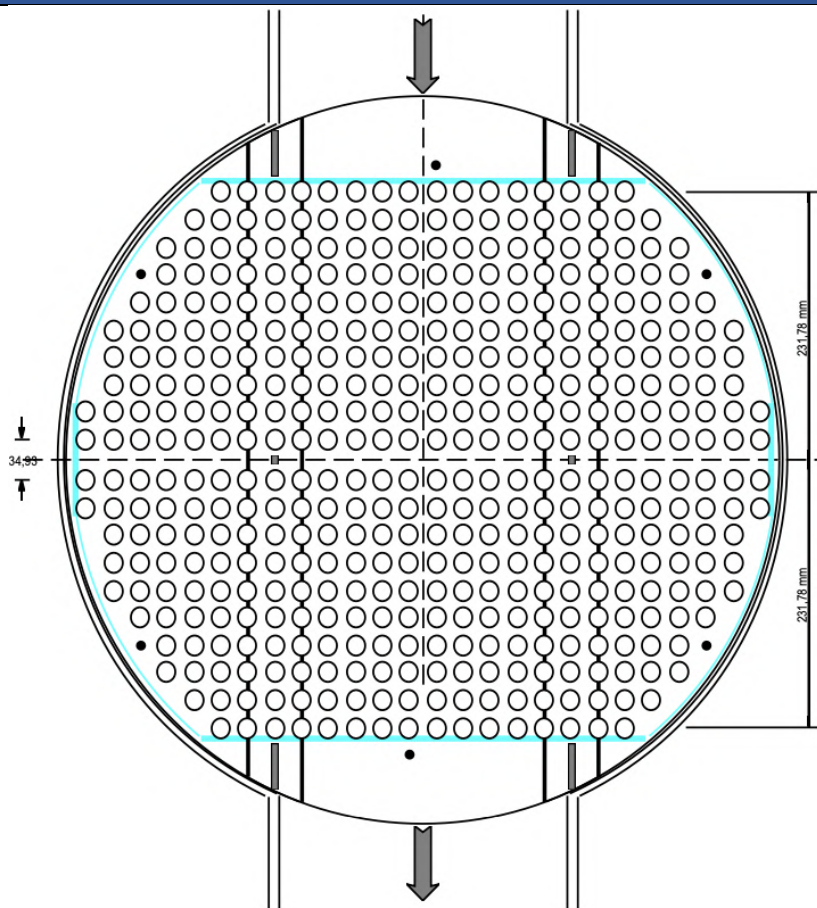




		FULL D'ESPECIFICACIONS: Evaporador			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	04/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	300	Ítem	E-301	
DADES GENERALS						
Denominació		Evaporador				
Funció de l'equip		Escalfar corrent de fosgen-clorobenzè				
Components principals	Carcassa	Therminol 55				
	Tubs	Fosgen-Clorobenzè				
Número de carcasses		3				
Àrea (m²)		170,7		Dimensions (mm)		508-4876,8
Cost (€)		81.571		Tipus		BEM
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		397723		65484		
Líquid (kg/s)		110,4787	110,4787	18,19	4,6551	
Vapor (kg/s)		0	0	0	13,5349	
Temperatura (°C)		120	100	-10	89,69	
Pressió (bar)		1,5	1,38161	3,58	3,39026	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/804,44	/817,81	/1348,61	11,67/1051	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/2,0272	/2,9558	/0,7301	0,011/0,3927	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/2,259	/2,189	/1,516	0,711/1,345	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,1169	/0,1192	/0,1175	0,0121/0,114	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,47 / 0,68		6,87 / 13,58		
Calor latent (kJ/kg)				241,1	281,8	
Calor bescanviat (kW)		4914,1	MTD corregit (°C)		48,51	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	451,4				
	Brut	410,4				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		AISI 316 L				
Material		AISI 316 L				
Temperatura de disseny (°C)		160		126,67		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		4,13686		
Nº de passos per carcassa		1		2		
Pes equip buit (kg)		2555,6	Pes amb aigua (kg)		4139,1	
Nº de tubs	440	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		4876,8		
Carcassa ID (mm)		635		Carcassa OD (mm)		644,52
Nº baffle		12		Espaiat C-C (mm)		190,5
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

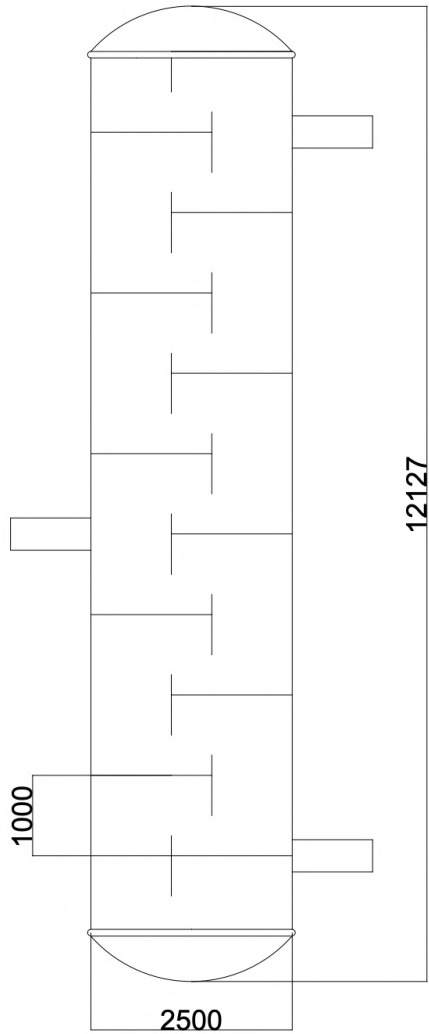


	FULL D'ESPECIFICACIONS: Evaporador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	300	Ítem	E-301
PLANOL DELS TUBS				

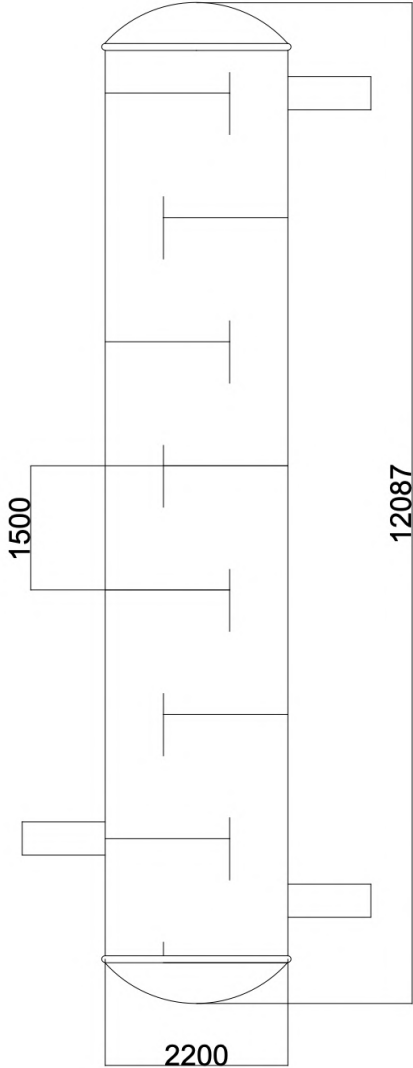


2.5.4. Separació del producte (A-400)

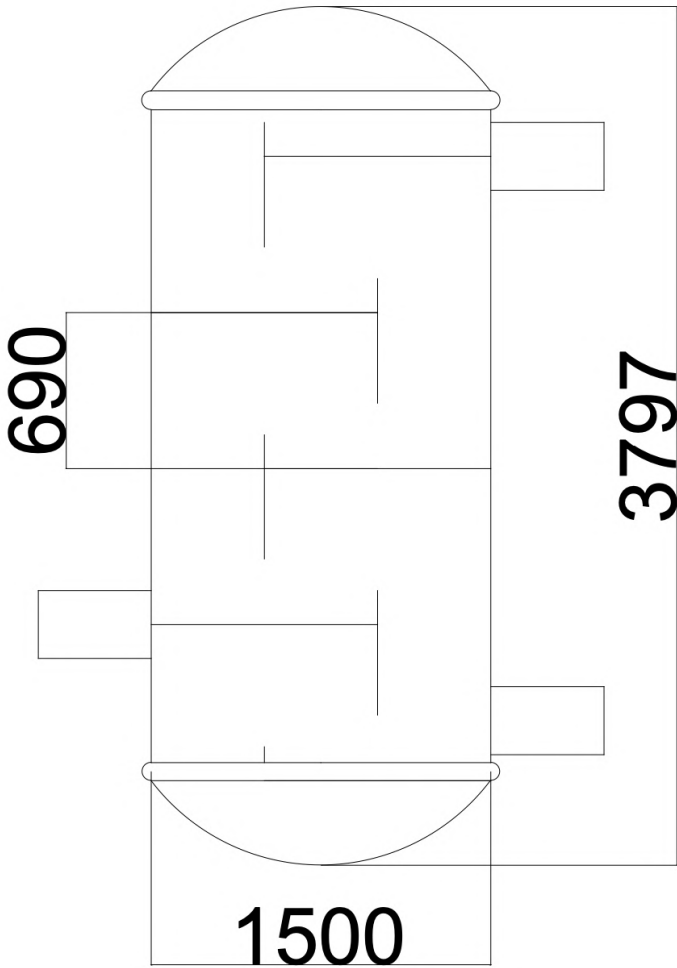
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Columna de Destil·lació			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	24/03/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	25/05/2025
	Àrea	400	Ítem	CD-401
DADES GENERALS				
Denominació	Columna de destil·lació			
Finalitat	Separació majoritària d'HCl i fosgen per caps			
Substàncies manipulades	Fosgen, HCl, MDI, Clorobenzè, traces MDA			
DADES D'OPERACIÓ				
	Entrada	Sortida		
		Gas	Líquid	
Cabal màssic total (Tn/h)	201,00	43,12	157,80	
Cabal màssic MDI (Tn/h)	24,90	0,00	24,88	
Cabal màssic fosgen (Tn/h)	29,50	28,58	0,88	
Cabal màssic clorobenzè (Tn/h)	131,50	0,04	131,48	
Cabal màssic HCl (Tn/h)	14,50	14,50	0,00	
Cabal màssic MDA (Tn/h)	0,60	0,00	0,61	
Pressió (bar)	2,00	1,01	3,04	
Temperatura (°C)	115,00	-6,38	177,00	
Relació de reflux	0,5			
DADES DE DISSENY				
Tipus de columna	Plats			
Material	Hastelloy - C22			
Material aïllant	Llana de roca			
Normativa	ASME			
Orientació	Vertical			
Pressió de disseny (bars)	3,45			
	Columna	Capçal		
Gruix (mm)	3,40	6,00		
Diàmetre intern (m)	2,50	2,50		
Diàmetre extern (m)	2,51	2,512		
Longitud (m)	11,00	0,56		
Volum intern (m³)	54,00	1,80		
Volum total (m³)	57,6			
Alçada (m)	12,10			
Pes de la columna buida (Tn)	12,97			
Pes de la columna plena d'aigua (Tn)	68,92			
Pes d'operació de la columna (Tn)	107,14			
Tipus de plats	Bubble Cap			
Número de plats	11			
Plat d'entrada	7			
Espai entre plats (m)	1,00			

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	24/03/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	25/05/2025
	Àrea	400	Ítem	CD-401
ESQUEMA				
				

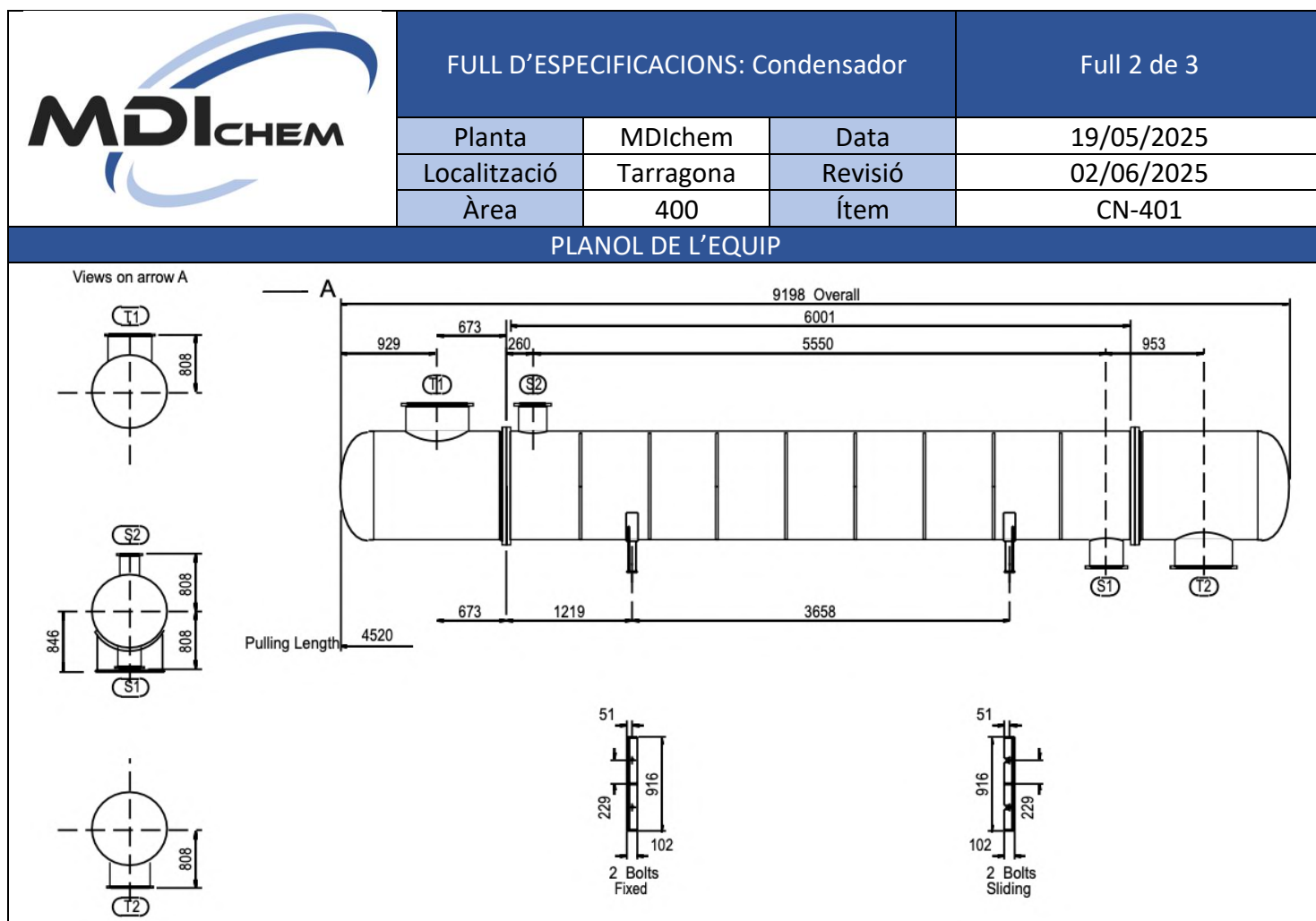
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Columna de Destil·lació			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	24/03/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	25/05/2025
	Àrea	400	Ítem	CD-402
DADES GENERALS				
Denominació	Columna de destil·lació			
Finalitat	Separació producte final de les restes de fosgen i part del clorobenzè			
Substàncies manipulades	MDI, Clorobenzè, traces MDA, traces fosgen			
DADES D'OPERACIÓ				
	Entrada	Sortida		
		Gas	Líquid	
Cabal màssic total (Tn/h)	157,80	13,19	144,70	
Cabal màssic MDI (Tn/h)	24,88	0,00	24,88	
Cabal màssic fosgen (Tn/h)	0,88	0,88	0,01	
Cabal màssic clorobenzè (Tn/h)	131,48	0,00	119,16	
Cabal màssic HCl (Tn/h)	0,00	12,31	0,00	
Cabal màssic MDA (Tn/h)	0,61	0,00	0,61	
Pressió (bar)	3,50	3,00	4,00	
Temperatura (°C)	177,00	173,80	196,80	
Relació de reflux	1,8			
DADES DE DISSENY				
Tipus de columna	Plats			
Material	Hastelloy - C22			
Material aïllant	Llana de roca			
Normativa	ASME			
Orientació	Vertical			
Pressió de disseny (bars)	5,72			
	Columna	Capçal		
Gruix (mm)	5,00	8,80		
Diàmetre intern (m)	2,20	2,20		
Diàmetre extern (m)	2,210	2,220		
Longitud (m)	11,10	0,50		
Volum intern (m³)	42,20	1,20		
Volum total (m³)	44,60			
Alçada (m)	12,10			
Pes de la columna buida (Tn)	9,07			
Pes de la columna plena d'aigua (Tn)	52,57			
Pes d'operació de la columna (Tn)	54,46			
Tipus de plats	Sieve			
Número de plats	8			
Plat d'entrada	7			
Espai entre plats (m)	1,50			

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	24/03/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	25/05/2025
	Àrea	400	Ítem	CD-402
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Columna de Destil·lació			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	24/03/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	25/05/2025
	Àrea	400	Ítem	CD-403
DADES GENERALS				
Denominació	Columna de destil·lació			
Finalitat	Obtenció MDI amb puresa del 97% mitjançant la separació de clorobenzè			
Substàncies manipulades	MDI, Clorobenzè, traces MDA			
DADES D'OPERACIÓ				
	Entrada	Sortida		
		Gas	Líquid	
Cabal màssic total (Tn/h)	144,70	119,20	25,49	
Cabal màssic MDI (Tn/h)	24,88	0,00	24,88	
Cabal màssic fosgen (Tn/h)	0,01	0,01	0,00	
Cabal màssic clorobenzè (Tn/h)	119,16	119,16	0,00	
Cabal màssic HCl (Tn/h)	0,00	0,00	0,00	
Cabal màssic MDA (Tn/h)	0,61	0,00	0,61	
Pressió (bar)	3,80	0,50	1,00	
Temperatura (°C)	80,00	110,40	336,40	
Relació de reflux	0,75			
DADES DE DISSENY				
Tipus de columna	Plats			
Material	Hastelloy - C22			
Material aïllant	Llana de roca			
Normativa	ASME			
Orientació	Vertical			
Pressió de disseny (bar)	1,03			
	Columna	Capçal		
Gruix (mm)	9,02	10,31		
Diàmetre intern (m)	1,50	1,50		
Diàmetre extern (m)	1,518	1,520		
Longitud (m)	3,05	0,37		
Volum intern (m³)	5,40	0,40		
Volum total (m³)	6,20			
Tipus de plats	Sieve			
Número de plats	5			
Plat d'entrada	4			
Espai entre plats (m)	0,69			
Alçada (m)	3,80			
Pes de la columna buida (Tn)	0,05			
Pes de la columna plena d'aigua (Tn)	6,67			
Pes d'operació de la columna (Tn)	1,16			

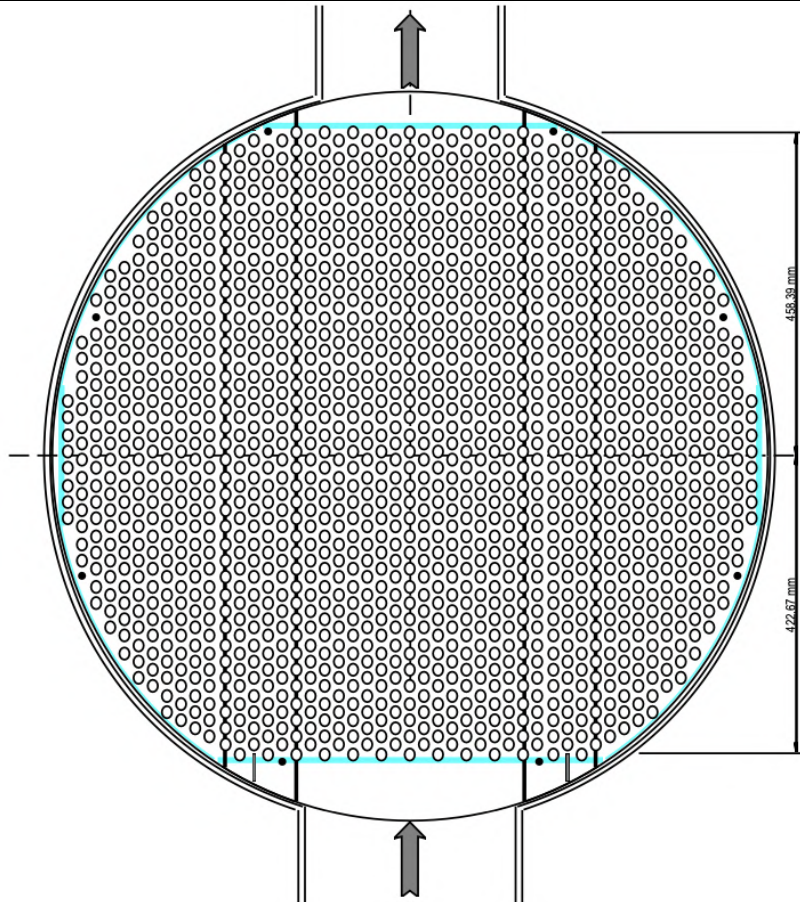
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	24/03/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	25/05/2025
	Àrea	400	Ítem	CD-403
ESQUEMA				
				

		FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	19/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	400	Ítem	CN-401	
DADES GENERALS						
Denominació		Condensador				
Funció de l'equip		Condensar part del corrent que surt per caps de la CD-401				
Components principals	Carcassa	Aigua glicolada (30%)				
	Tubs	Fosgen, HCl i Clorobenzè				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		558,1	Dimensions (mm)		1041-6996	
Cost (€)		158.534	Tipus		BEM	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		288029		65484		
Líquid (kg/s)		80,0081	80,0081	0	8,4152	
Vapor (kg/s)		0	0	17,2911	8,8759	
Temperatura (°C)		-15	-5	58,38	-6,79	
Pressió (bar)		2	1,93117	1,01	0,90049	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/997,02	/997,02	2,74/	2,28/1358,96	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/2,4778	/1,9935	0,0109/	0,0112/0,619	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/4,202	/4,202	0,681/	0,682/0,982	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,5662	/0,5662	0,0118/	0,0102/0,139	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,27 / 0,43		19,83 / 23,46		
Calor latent (kJ/kg)				321,9	252,3	
Calor bescanviat (kW)		3362	MTD corregit (°C)		21,41	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	318,8				
	Brut	298,3				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Hastelloy C-22				
Material		Hastelloy C-22				
Temperatura de disseny (°C)		37,78		98,89		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		1		
Pes equip buit (kg)		9373,8	Pes amb aigua (kg)		15776,4	
Nº de tubs	1554	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		6096		
Carcassa ID (mm)		1041,4		Carcassa OD (mm)		1057,28
Nº baffle		8		Espaiat C-C (mm)		139,7
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

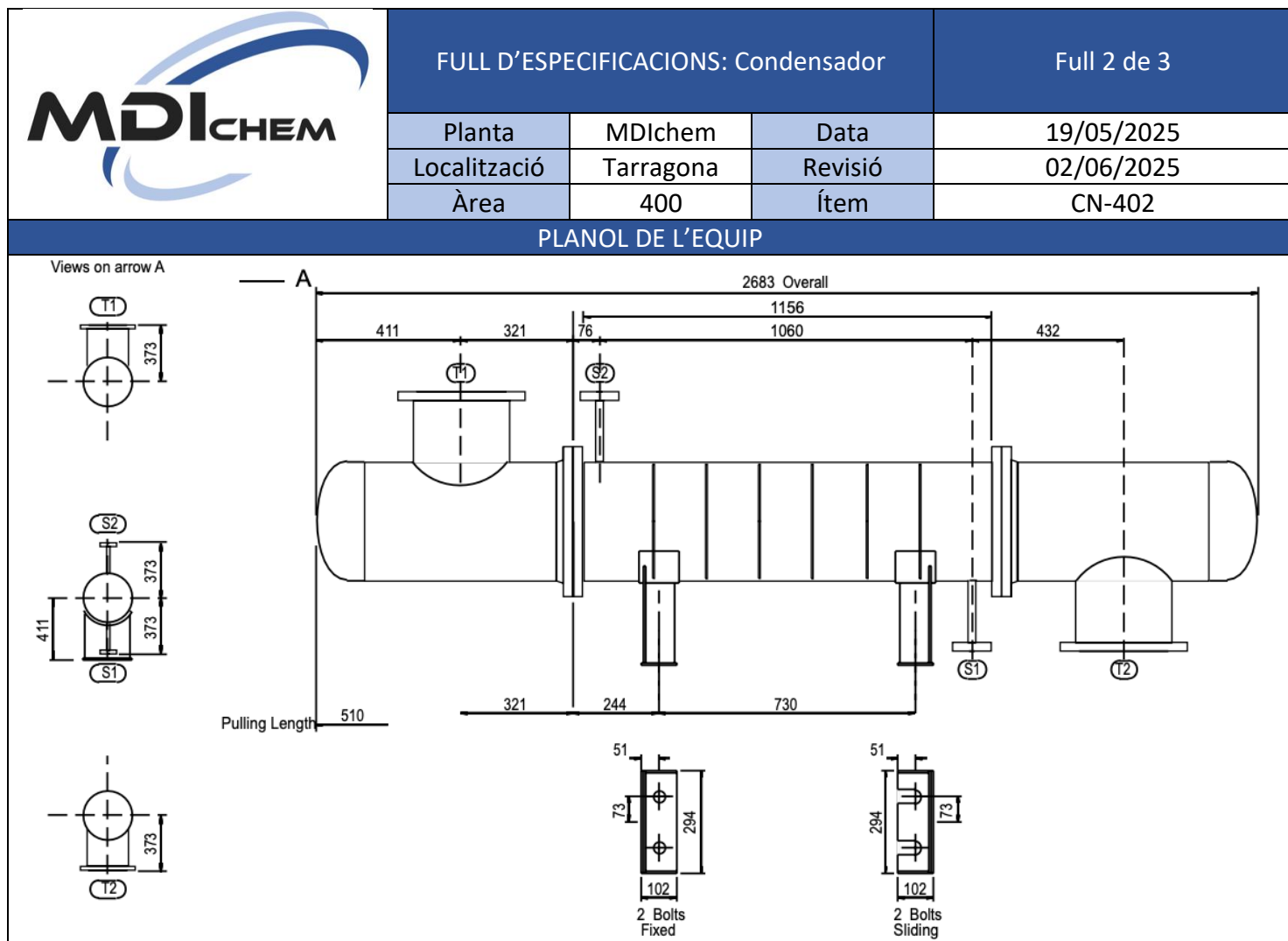


	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	19/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	400	Ítem	CN-401

PLANOL DELS TUBS

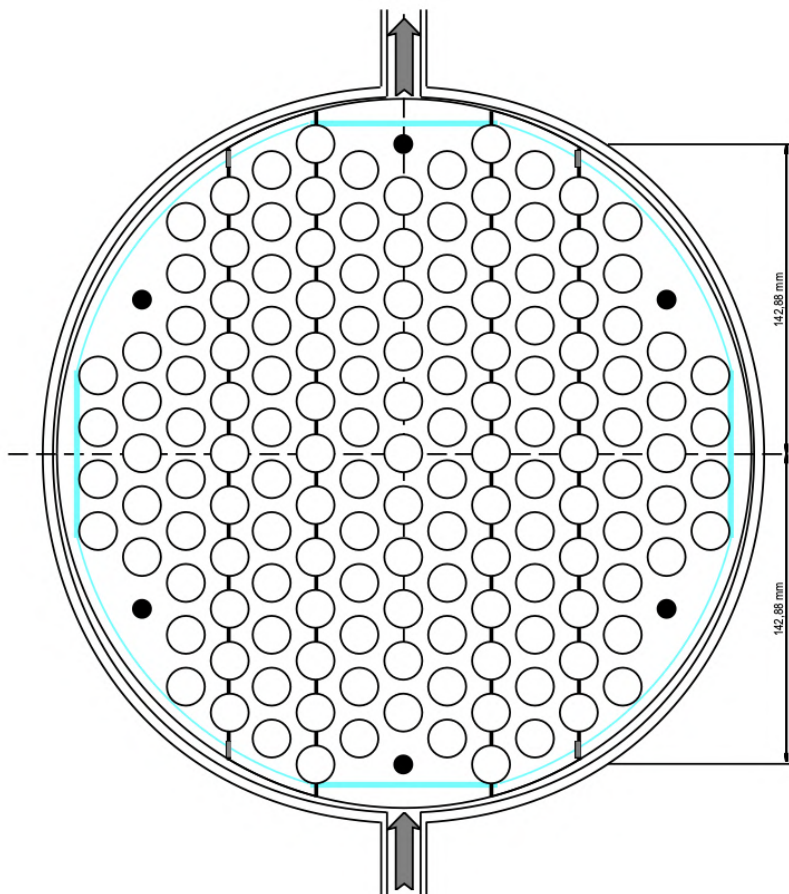


		FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	19/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	400	Ítem	CN-402	
DADES GENERALS						
Denominació		Condensador				
Funció de l'equip		Condensar part del corrent que surt per caps de la CD-402				
Components principals	Carcassa	Aigua				
	Tubs	Clorobenzè i Fosgen				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		10	Dimensions (mm)		330-1219,2	
Cost (€)		34.105	Tipus		BEM	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		1018		65484		
Líquid (kg/s)		0,2829	0,2829	0	0	
Vapor (kg/s)		0	0	10,3167	10,3167	
Temperatura (°C)		80	100	175,9	173,7	
Pressió (bar)		2	1,98011	3	2,7972	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/973,47	/958,96	9,35/	8,77/	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/0,3554	/0,2837	0,0114/	0,0114/	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/4,188	/4,195	1,235/	1,23/	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,6627	/0,6774	0,0196/	0,0194/	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,01 / 0,01		40,32 / 41,67		
Calor latent (kJ/kg)						
Calor bescanviat (kW)		23,7	MTD corregit (°C)		84,49	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	663,6				
	Brut	578,7				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
Material		AISI 316 L				
Temperatura de disseny (°C)		137,78		215,56		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		1		
Pes equip buit (kg)		420,2	Pes amb aigua (kg)		593,8	
Nº de tubs	145	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		1219,2		
Carcassa ID (mm)		330,2		Carcassa OD (mm)		339,72
Nº baffle		6		Espaiat C-C (mm)		152,4
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service



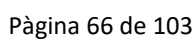
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	19/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	400	Ítem	CN-402

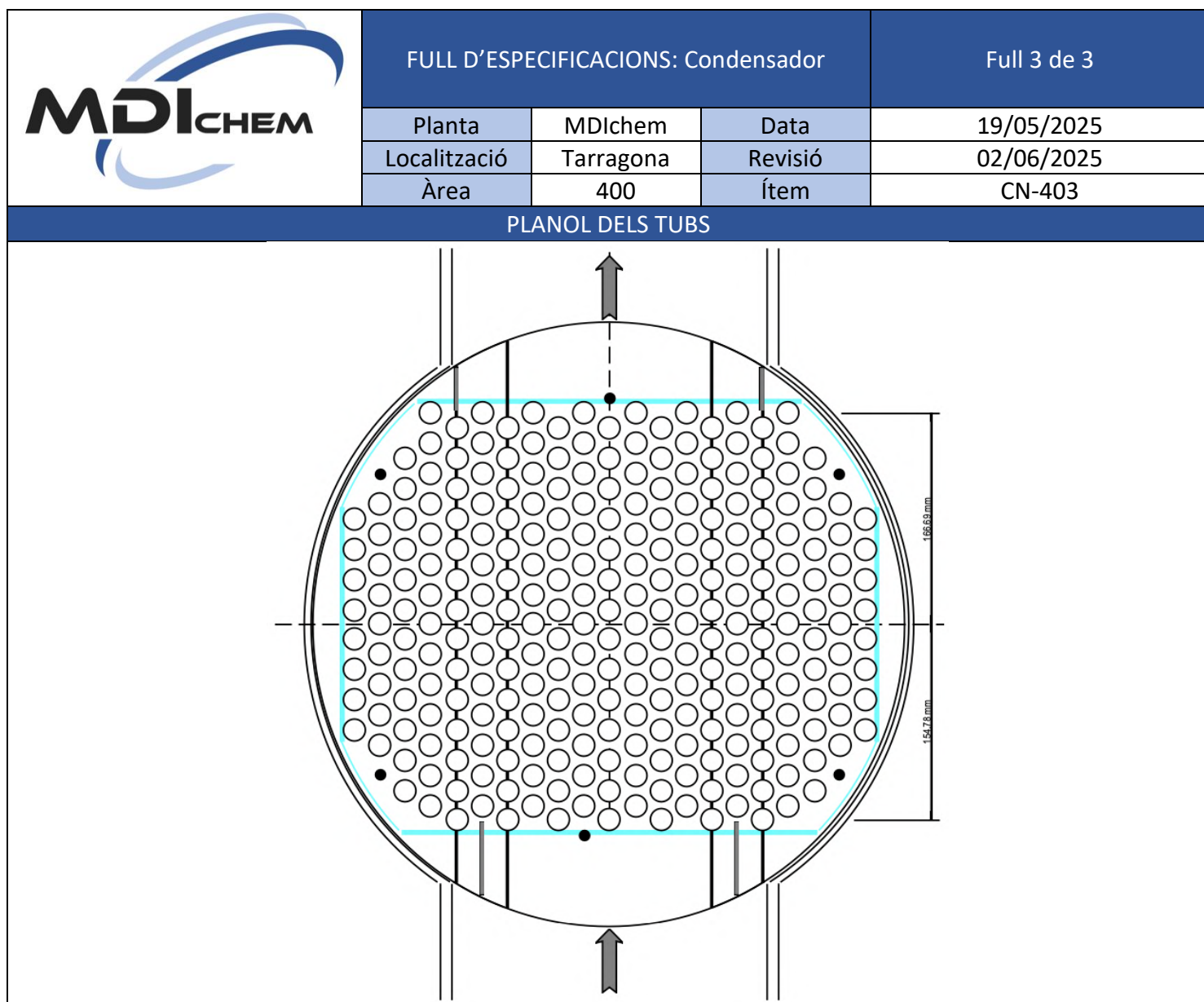
PLANOL DELS TUBS



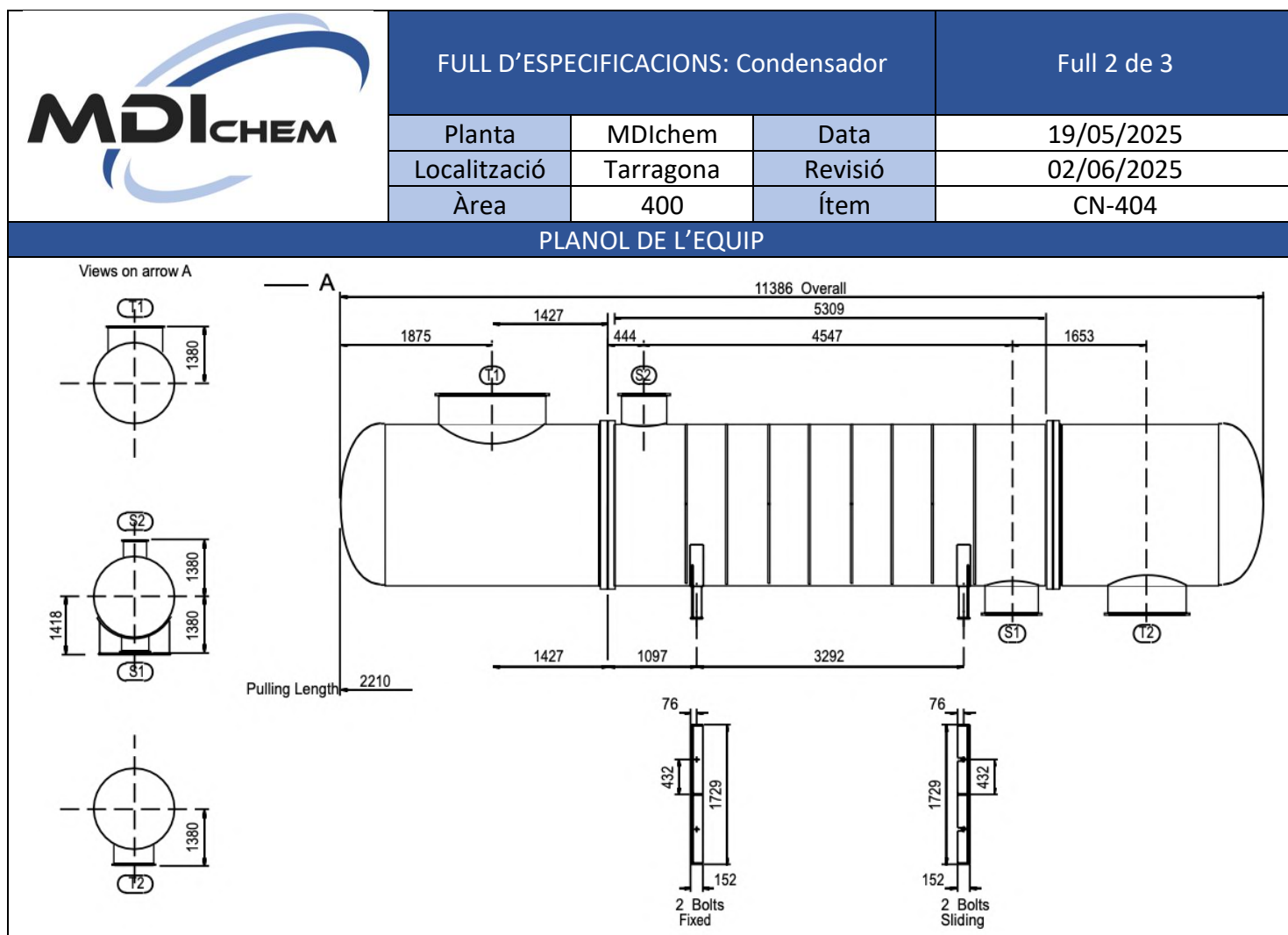
		FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	19/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	400	Ítem	CN-403	
DADES GENERALS						
Denominació		Condensador				
Funció de l'equip		Escalfar el corrent que surt per cues de la CD-402				
Components principals	Carcassa	Aigua				
	Tubs	Clorobenzè, MDI, MDA i Fosgen				
Número de carcasses		4				
Àrea (m²)		386,6		Dimensions (mm)		483-6096
Cost (€)		113.837		Tipus		BEM
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		392197		144657		
Líquid (kg/s)		108,9437	108,9437	39,5838	40,1825	
Vapor (kg/s)		0	0	0,5987	0	
Temperatura (°C)		80	95	189,84	80,04	
Pressió (bar)		2	1,60355	3,8	3,75904	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/973,47	/962,76	11,55/991,96	/1047,9	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/0,3554	/0,296	0,0117/0,054	/0,3323	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/4,188	/4,193	1,282/1,78	/1,392	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,6627	/0,6742	0,0207/0,0893	/0,1135	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,77 / 0,97		0,52 / 0,88		
Calor latent (kJ/kg)				304	3,75904	
Calor bescanviat (kW)		6846,7	MTD corregit (°C)		0,32	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	636,5				
	Brut	558				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		AISI 316 L				
Material		AISI 316 L				
Temperatura de disseny (°C)		132,22		232,22		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		4,82633		
Nº de passos per carcassa		1		1		
Pes equip buit (kg)		2053,6	Pes amb aigua (kg)		3117,3	
Nº de tubs	268	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		6096		
Carcassa ID (mm)		482,6		Carcassa OD (mm)		492,12
Nº baffle		39		Espaiat C-C (mm)		139,7
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

PLANOL DE L'EQUIP



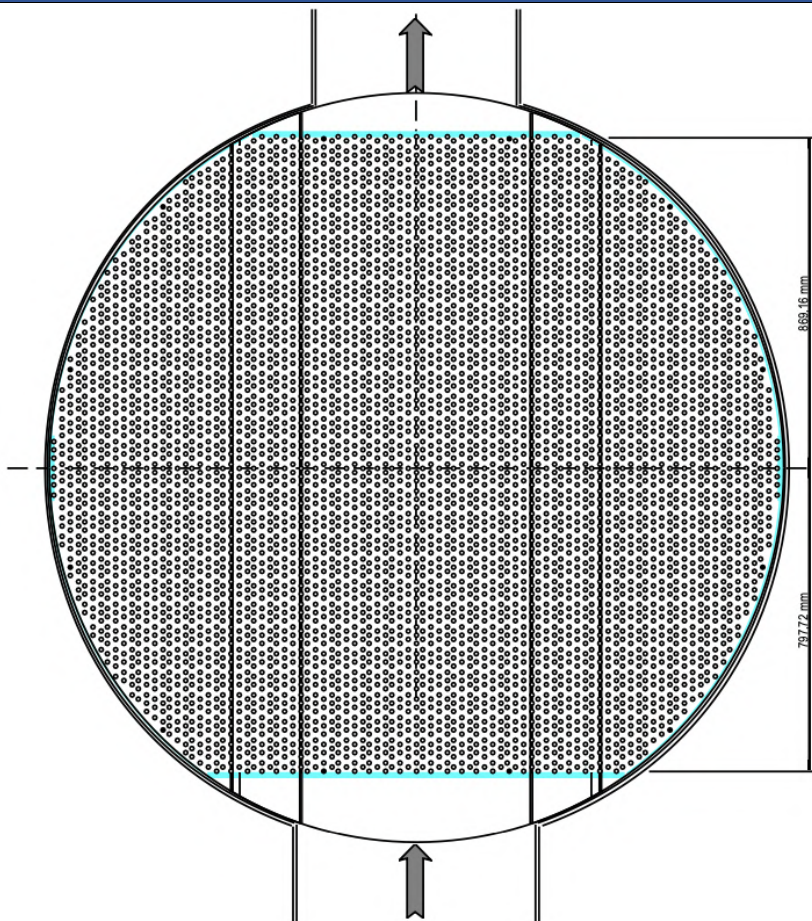


		FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	19/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	400	Ítem	CN-404	
DADES GENERALS						
Denominació		Condensador				
Funció de l'equip		Condensar par del corrent que surt per cues de la CD-403				
Components principals	Carcassa	Aigua				
	Tubs	Clorobenzè i MDI				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		1804,9	Dimensions (mm)		1981-5486,4	
Cost (€)		546.088	Tipus		BEM	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		1491204		217400		
Líquid (kg/s)		414,2233	414,2233	0	25,9024	
Vapor (kg/s)		0	0	60,3889	34,4865	
Temperatura (°C)		80	90	216,9	100,95	
Pressió (bar)		2	1,79116	0,5	0,40088	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/973,47	/966,45	1,45/	1,52/1021,06	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/0,3554	/0,3092	0,0122/	0,0103/0,346	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/4,188	/4,191	1,343/	1,153/1,424	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,6627	/0,6707	0,0228/	0,0164/0,112	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,62 / 0,67		26,61 / 37,74		
Calor latent (kJ/kg)				313,4	304,3	
Calor bescanviat (kW)		17351,4	MTD corregit (°C)		35,78	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	303,2				
	Brut	284,1				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
Material		AISI 316 L				
Temperatura de disseny (°C)		126,67		254,44		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		1		
Pes equip buit (kg)		32342,8	Pes amb aigua (kg)		59992,4	
Nº de tubs	5681	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		5486,4		
Carcassa ID (mm)		1981,2		Carcassa OD (mm)		1997,08
Nº baffle		8		Espaiat C-C (mm)		139,7
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

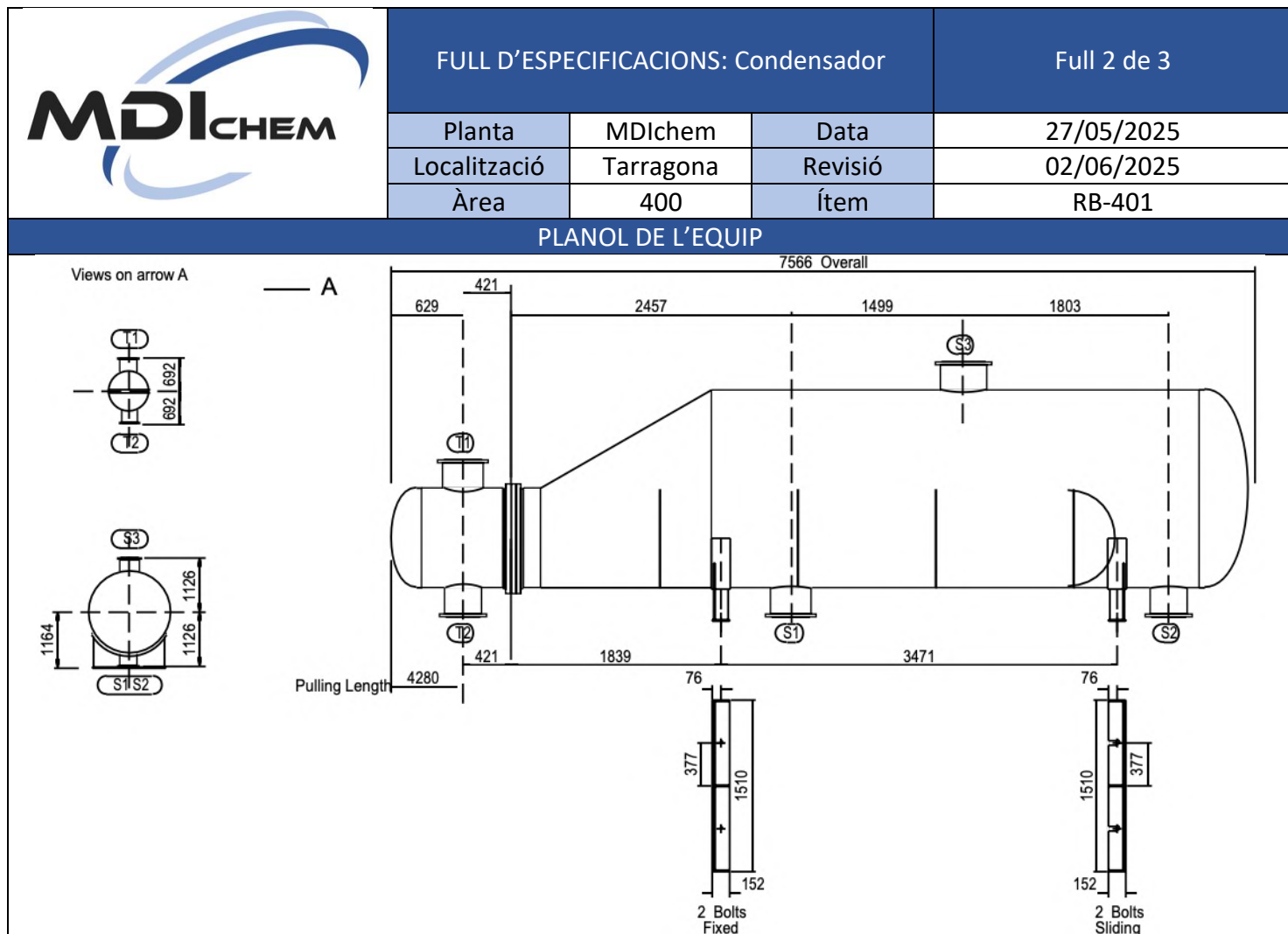


	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	19/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	400	Ítem	CN-404

PLANOL DELS TUBS

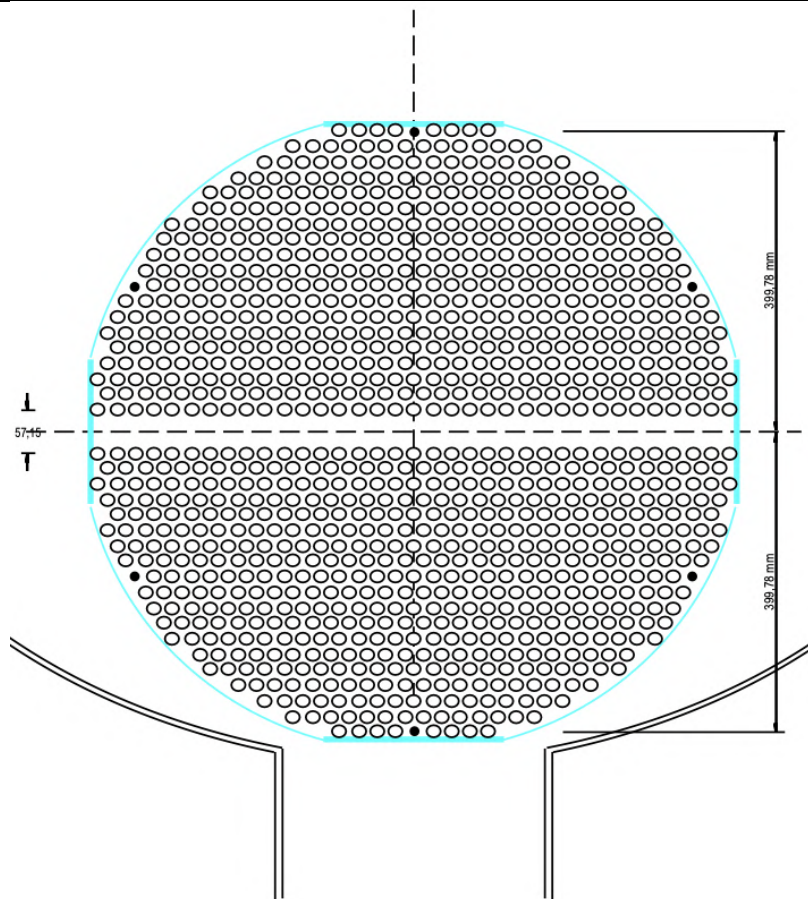


		FULL D'ESPECIFICACIONS: Reboiler			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	27/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	400	Ítem	RB-401	
DADES GENERALS						
Denominació		Reboiler				
Funció de l'equip		Evaporar part del corrent que surt per cues de la CD-401				
Components principals	Carcassa	Fosgen, HCl i clorobenzè				
	Tubs	Therminol 55				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		317,9	Dimensions (mm)		864-4876,8	
Cost (€)		96.942	Tipus		BKU	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		197800		551847		
Líquid (kg/s)		54,9444	24,4601	153,2909	153,2909	
Vapor (kg/s)		0	30,4843	0	0	
Temperatura (°C)		160	177,01	230	200	
Pressió (bar)		3,04	2,91048	2,5	2,29456	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/982,77	9,04/994,8	/729,85	/750,19	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/0,1175	0,012/0,0658	/0,2724	/0,4709	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/1,664	1,235/1,74	/2,65	/2,543	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,0963	0,019/0,0917	/0,1039	/0,1075	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		3,32 / 6,3		1,85 / 1,88		
Calor latent (kJ/kg)			303,3			
Calor bescanviat (kW)		10389,1	MTD corregit (°C)		36,38	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	1114,6				
	Brut	899,1				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Hastelloy C-22				
Material		Hastelloy C-22				
Temperatura de disseny (°C)		215,56		265,56		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		2		
Pes equip buit (kg)		7099	Pes amb aigua (kg)		21304,6	
Nº de tubs	519	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		4876,8		
Carcassa ID (mm)		863,6		Carcassa OD (mm)		876,3
Nº baffle		0		Espaiat C-C (mm)		
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

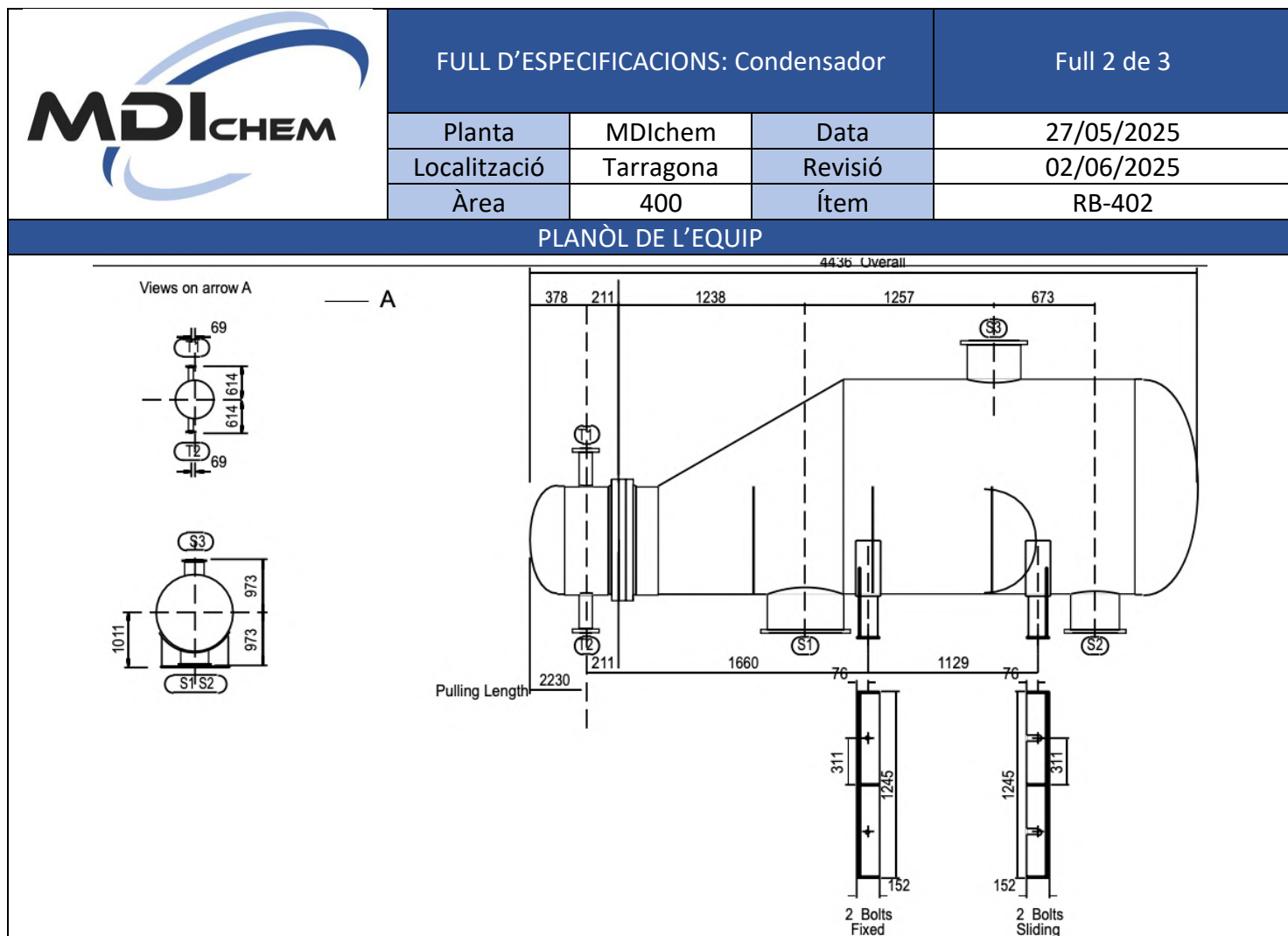


	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	27/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	400	Ítem	RB-401

PLANOL DELS TUBS

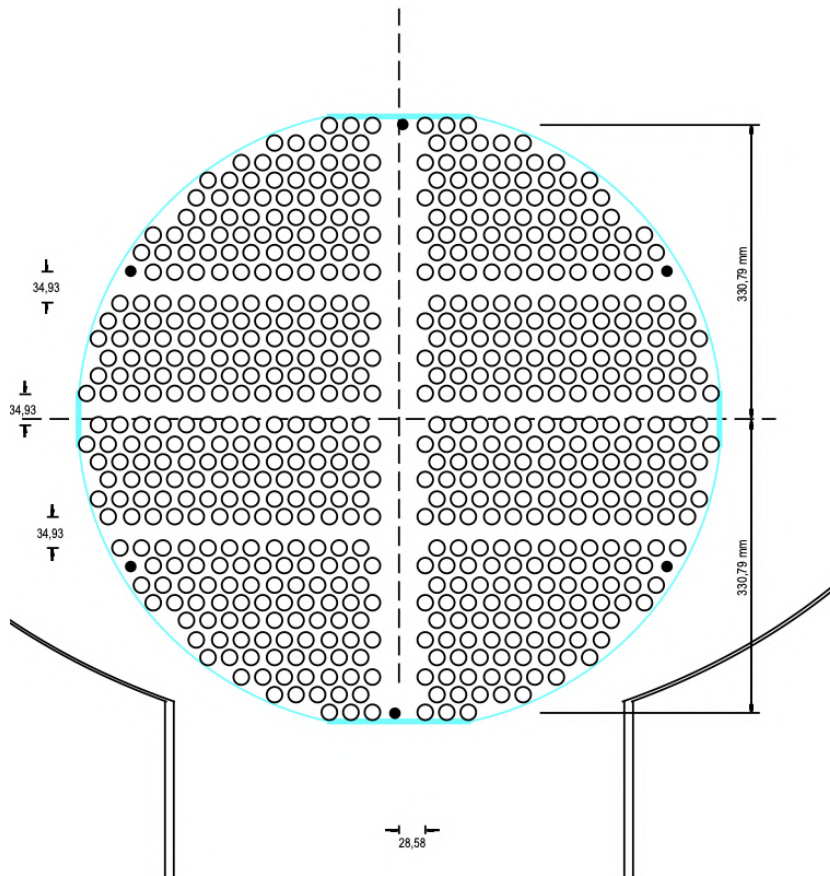


		FULL D'ESPECIFICACIONS: Reboiler			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	27/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	400	Ítem	RB-402	
DADES GENERALS						
Denominació		Reboiler				
Funció de l'equip		Evaporar part del corrent que surt per cues de la CD-401				
Components principals	Carcassa	Clorobenzè, MDI, MDA i fosgen				
	Tubs	Therminol 55				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		99,6	Dimensions (mm)		711-2438,4	
Cost (€)		48.958	Tipus		BKU	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		197300		25843		
Líquid (kg/s)		31,6276	26,2474	1,1785	1,1785	
Vapor (kg/s)		23,178	28,5581	0	0	
Temperatura (°C)		194,8	195,18	300	200	
Pressió (bar)		4	3,67474	2,5	2,29456	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		12,01/996,58	11,03/996,58	/682,38	/750,19	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		0,012/0,0462	0,011/0,0459	/0,1014	/0,4709	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		1,293/1,799	1,294/1,8	/2,898	/2,543	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		0,021/0,0882	0,021/0,0882	/0,0957	/0,1075	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		2,07 / 3,18		0,65 / 0,73		
Calor latent (kJ/kg)		298,1	298,3			
Calor bescanviat (kW)		1621,7	MTD corregit (°C)		30,63	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	655,1				
	Brut	572,2				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		AISI 316 L				
Material		AISI 316 L				
Temperatura de disseny (°C)		232,22		337,78		
Pressió de disseny (bar)		4,82633		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		8		
Pes equip buit (kg)		3209,3	Pes amb aigua (kg)		8666,2	
Nº de tubs	317	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		2438,4		
Carcassa ID (mm)		711,2		Carcassa OD (mm)		720,72
Nº baffle		0		Espaiat C-C (mm)		
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

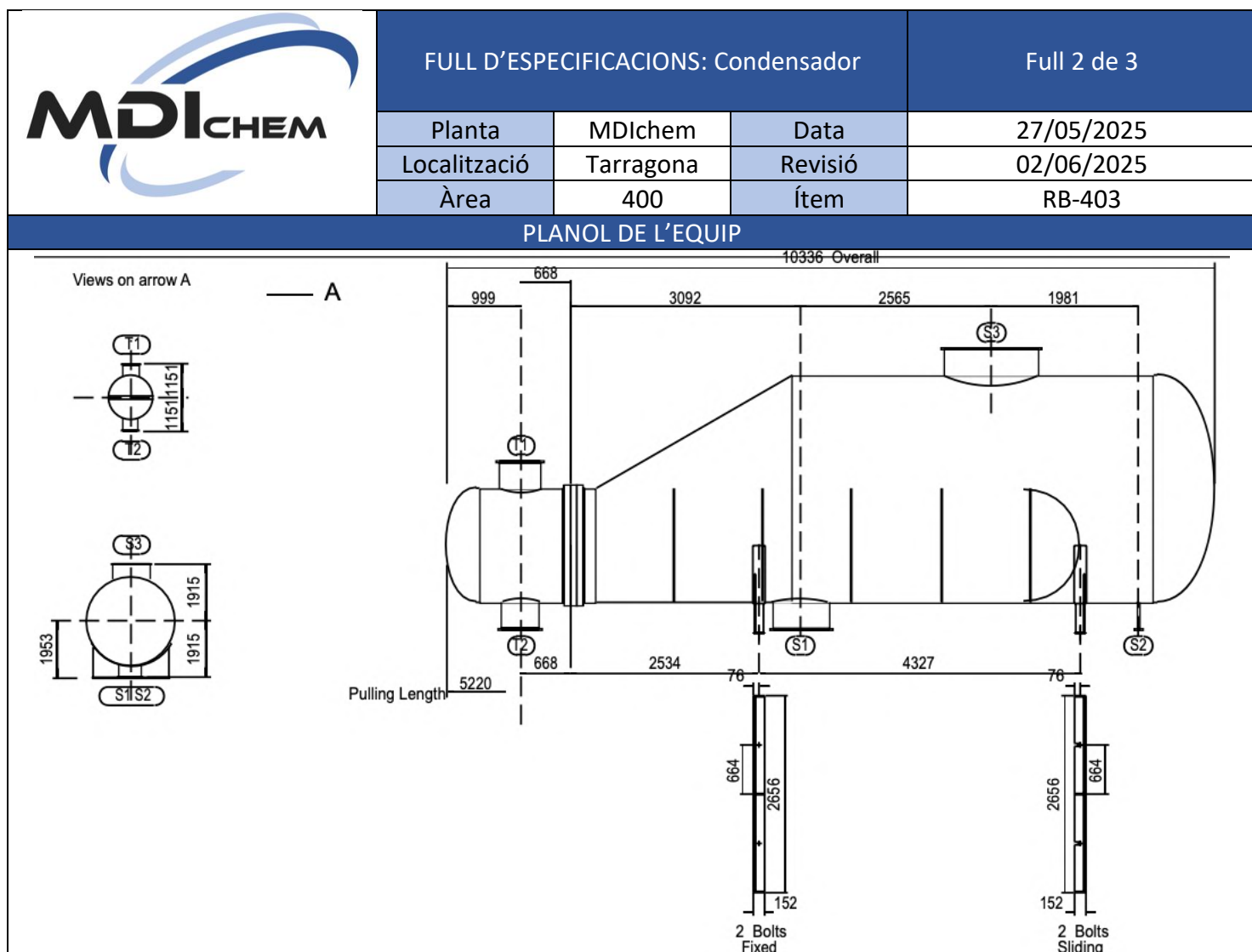


	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	27/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	400	Ítem	RB-402

PLANÒL DELS TUBS

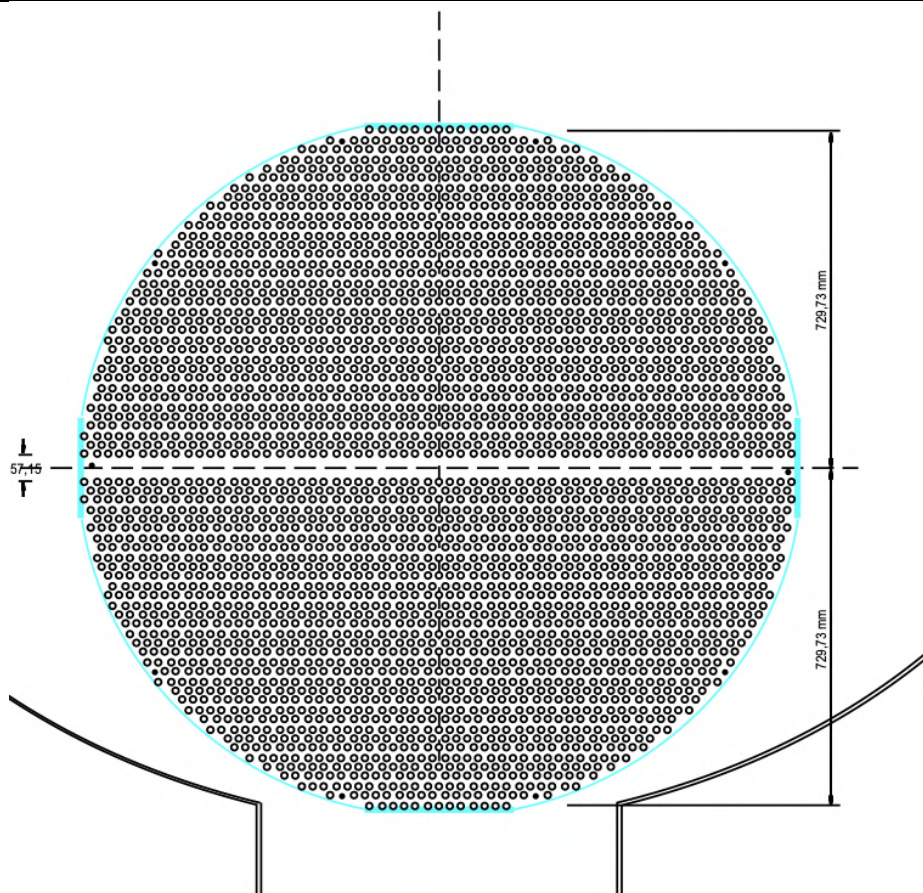


		FULL D'ESPECIFICACIONS: Reboiler			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	27/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	400	Ítem	RB-403	
DADES GENERALS						
Denominació		Reboiler				
Funció de l'equip		Evaporar part del corrent que surt per cues de la CD-401				
Components principals	Carcassa	MDI, MDA i clorobenzè				
	Tubs	Therminol 55				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		1339,2	Dimensions (mm)		1524-6096	
Cost (€)		391.673	Tipus		BKU	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		555800		1346514		
Líquid (kg/s)		154,3889	0	374,0317	374,0317	
Vapor (kg/s)		0	154,3889	0	0	
Temperatura (°C)		333,6	336,43	400	350	
Pressió (bar)		1	0,842	2,5	2,32431	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/903,1	4,45/	/634,91	/648,47	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/0,0179	0,0097/	/0,1014	/0,1014	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/2,135	1,694/	/3,146	/3,075	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,0671	0,0193/	/0,0875	/0,0898	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		10,95 / 21,77		1,74 / 1,76		
Calor latent (kJ/kg)			259			
Calor bescanviat (kW)		42249,2	MTD corregit (°C)		35,91	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	1476				
	Brut	1113				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		AISI 316 L				
Material		AISI 316 L				
Temperatura de disseny (°C)		376,67		437,78		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		2		
Pes equip buit (kg)		27333,2	Pes amb aigua (kg)		85908,7	
Nº de tubs	1720	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		6096		
Carcassa ID (mm)		1524		Carcassa OD (mm)		1539,88
Nº baffle		0		Espaiat C-C (mm)		
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service



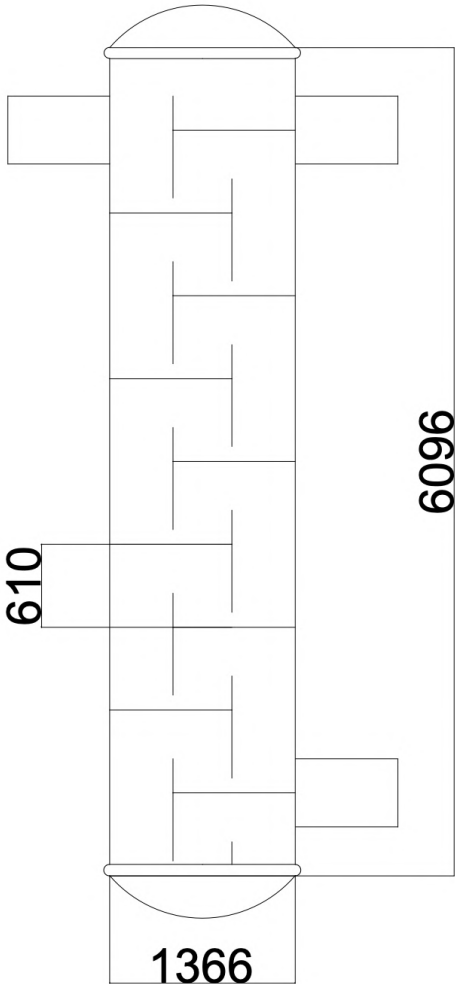
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	27/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	400	Ítem	RB-403

PLANOL DELS TUBS



2.5.5. Recuperació dels reactius i de l'HCl (A-500)

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Columna de Destil·lació			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	24/03/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	25/05/2025
	Àrea	500	Ítem	CD-501
DADES GENERALS				
Denominació	Columna de destil·lació			
Finalitat	Separació de fosgen i HCl			
Substàncies manipulades	Fosgen, HCl, traces clorobenzè			
DADES D'OPERACIÓ				
	Entrada	Sortida		
		Gas	Líquid	
Cabal màssic total (Tn/h)	43,12	14,50	28,26	
Cabal màssic MDI (Tn/h)	0,00	0,00	0,00	
Cabal màssic fosgen (Tn/h)	28,58	0,00	28,58	
Cabal màssic clorobenzè (Tn/h)	0,04	0,00	0,04	
Cabal màssic HCl (Tn/h)	14,50	14,50	0,00	
Cabal màssic MDA (Tn/h)	0,00	0,00	0,00	
Pressió (bar)	3,00	2,50	4,50	
Temperatura (°C)	-10,00	-67,23	53,46	
Relació de reflux	1,5			
DADES DE DISSENY				
Tipus de columna	Plats			
Material	Hastelloy - C22			
Material aïllant	Llana de roca			
Normativa	ASME			
Orientació	Vertical			
Pressió de disseny (bar)	6,22			
	Columna	Capçal		
Gruix (mm)	3,40	5,90		
Diàmetre intern (m)	1,37	1,37		
Diàmetre extern (m)	1,373	1,378		
Longitud (m)	6,10	0,30		
Volum intern (m³)	8,90	0,30		
Volum total (m³)	9,50			
Tipus de plats	Sieve			
Número de plats	10			
Plat d'entrada	1			
Espai entre plats (m)	0,61			
Alçada (m)	6,70			
Pes de la columna buida (Tn)	2,18			
Pes de la columna plena d'aigua (Tn)	11,43			
Pes d'operació de la columna (Tn)	16,52			

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	24/03/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	25/05/2025
	Àrea	500	Ítem	CD-501
PLANOL DE L'EQUIP				
				

		FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador		Full 1 de 3		
		Planta	MDIchem	Data	19/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	500	Ítem	CN-501	
DADES GENERALS						
Denominació		Condensador				
Funció de l'equip		Refredar el corrent que surt per caps de la CD-401				
Components principals	Carcassa	Aigua glicolada (30%)				
	Tubs	Fosgen, HCl i Clorobenzè				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		33,9	Dimensions (mm)		584-1219,2	
Cost (€)		37.450	Tipus		BEM	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		5568		65484		
Líquid (kg/s)		1,5467	1,5467	0	0,1177	
Vapor (kg/s)		0	0	7,9514	7,8337	
Temperatura (°C)		-18	-10	-6,8	-9,7	
Pressió (bar)		2	1,97073	1,01	0,9146	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/997,02	/997,02	2,74/	2,39/1430,1	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/2,6536	/2,2179	0,0109/	0,011/0,573	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/4,202	/4,202	0,666/	0,676/0,946	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,5662	/0,5662	0,0098/	0,01/0,1416	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,04 / 0,05		43,72 / 46,68		
Calor latent (kJ/kg)				254,5	254,5	
Calor bescanviat (kW)		52	MTD corregit (°C)		5,11	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	352,3				
	Brut	327,5				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Hastelloy C-22				
Material		Hastelloy C-22				
Temperatura de disseny (°C)		37,78		37,78		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		3,44738		
Nº de passos per carcassa		1		1		
Pes equip buit (kg)		1018,1	Pes amb aigua (kg)		1714,5	
Nº de tubs	493	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		4876,8		
Carcassa ID (mm)		584,2		Carcassa OD (mm)		593,72
Nº baffle		7		Espaiat C-C (mm)		139,7
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service



FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador

Full 2 de 3

Planta

MDIchem

Data

19/05/2025

Localització

Tarragona

Revisió

02/06/2025

Àrea

500

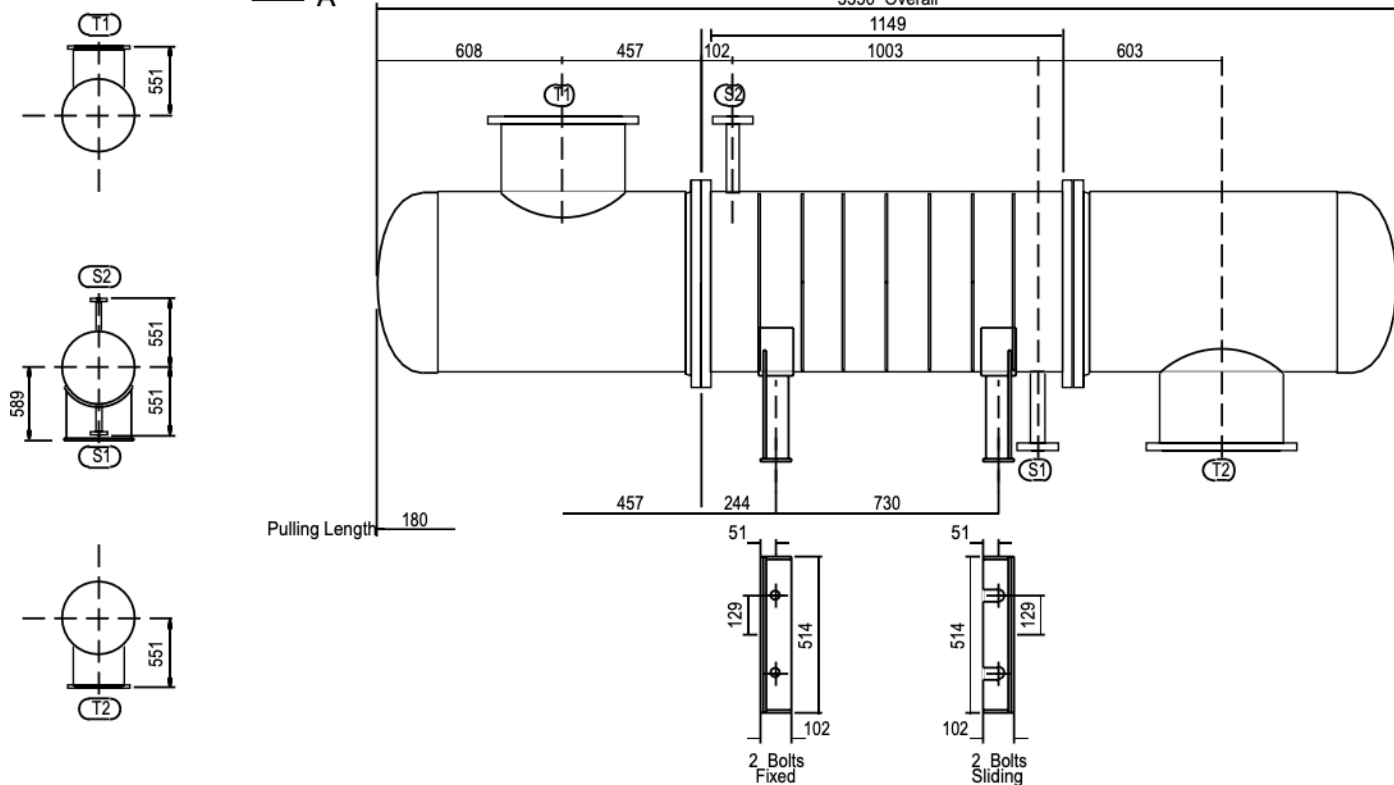
Ítem

CN-501

PLANOL DE L'EQUIP

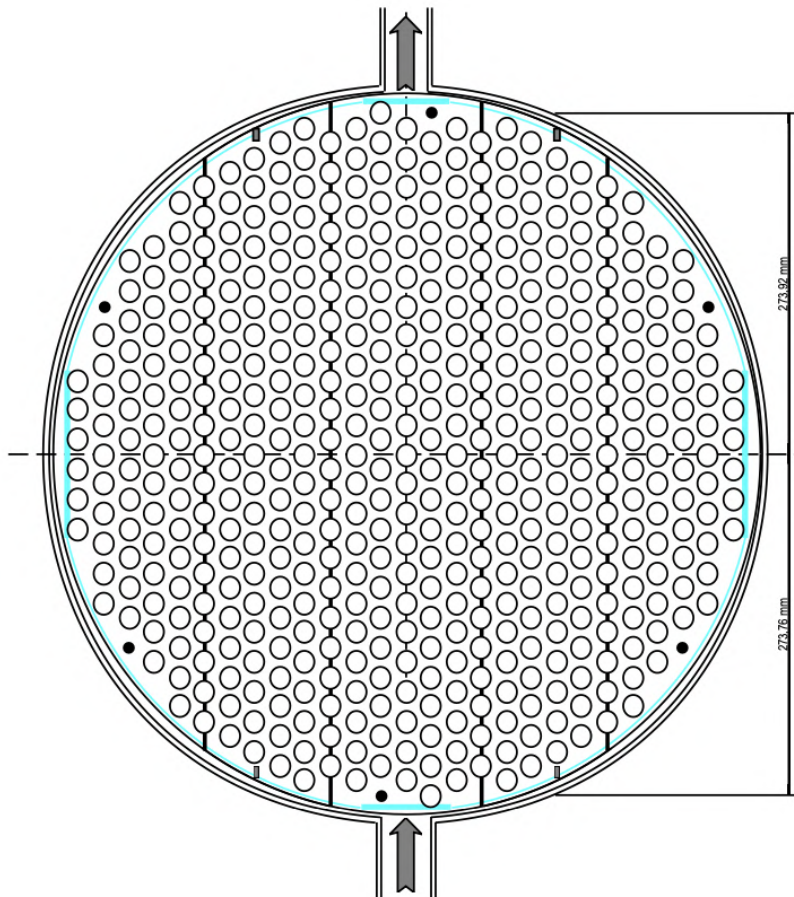
Views on arrow A

— A



	FULL D'ESPECIFICACIONS: Condensador			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	19/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	500	Ítem	CN-501

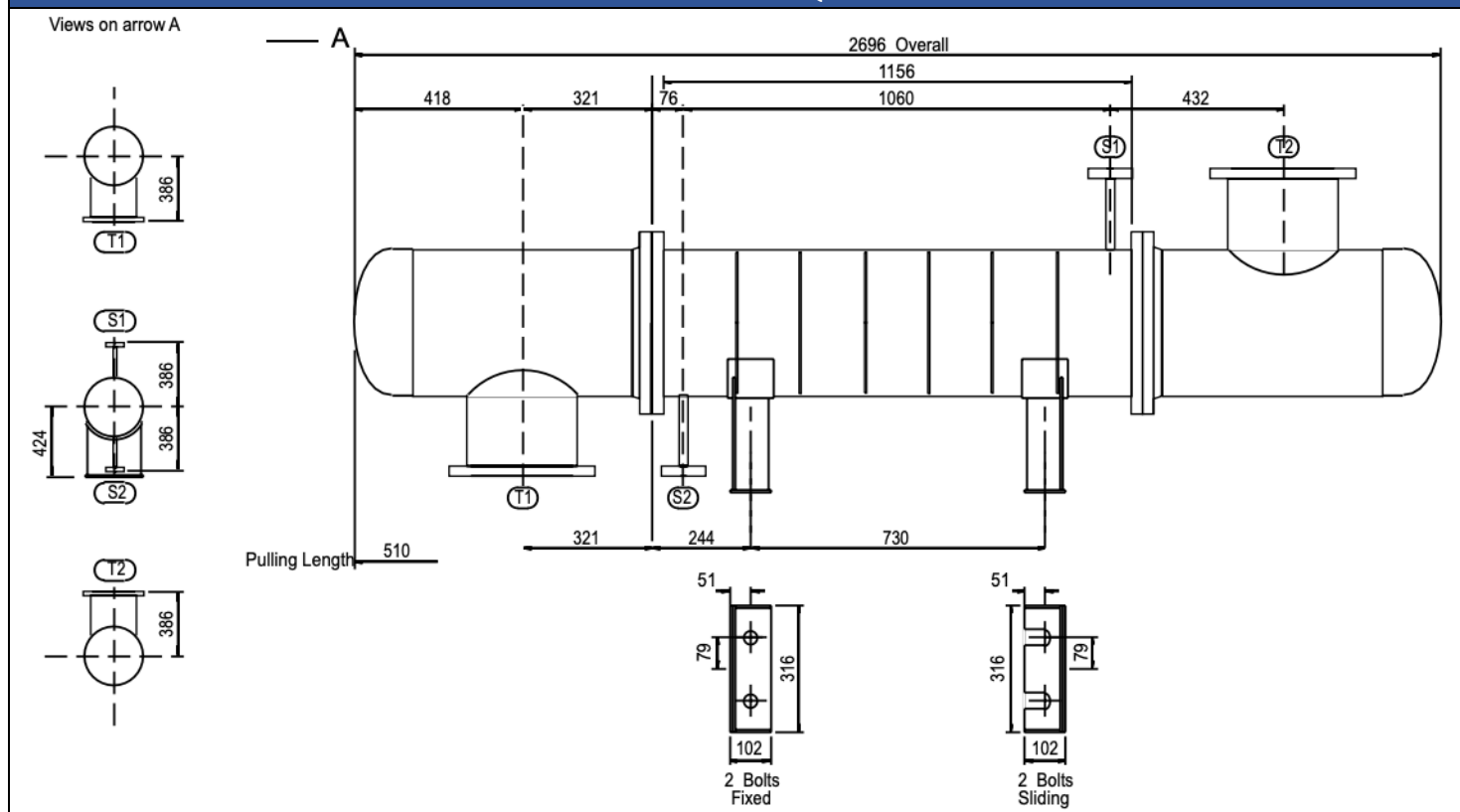
PLANOL DELS TUBS



		FULL D'ESPECIFICACIONS: Reboiler			Full 1 de 3	
		Planta	MDIchem	Data	27/05/2025	
		Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025	
		Àrea	500	Ítem	RB-501	
DADES GENERALS						
Denominació		Reboiler				
Funció de l'equip		Reboiler de la CD-501				
Components principals	Carcassa	Therminol 55				
	Tubs	Fosgen i Clorobenzè				
Número de carcasses		1				
Àrea (m²)		11,3	Dimensions (mm)		356-1219,2	
Cost (€)		34.263	Tipus		BEM	
DADES D'OPERACIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Entrada	Sortida	Entrada	Sortida	
Cabal (kg/h)		100		71770		
Líquid (kg/s)		0,0279	0,0279	0	0	
Vapor (kg/s)		0	0	19,9361	19,9361	
Temperatura (°C)		58	54	53,44	53,46	
Pressió (bar)		2,5	2,49976	4,5	4,16773	
Densitat Vapor/Líquid (Kg/m³)		/845,44	/848,07	16,84/	15,59/	
Viscositat Vapor/Líquid (mPa·s)		/6,6529	/7,1873	0,0103/	0,0103/	
Calor específic Vapor/Líquid (kJ/(kg·k))		/2,046	/2,032	0,613/	0,613/	
Conductivitat tèrmica Vapor/Líquid (W/(m·k))		/0,124	/0,1245	0,0101/	0,0101/	
Velocitat Mín/Màx (m/s)		0,04 / 0,05		38,49 / 40,03		
Calor latent (kJ/kg)						
Calor bescanviat (kW)		0,2	MTD corregit (°C)		1,9	
Coeficient global (W/(m2·K))	Net	48,4				
	Brut	47,9				
DADES DE CONSTRUCCIÓ						
		Carcassa		Tubs		
		Hastelloy C-22				
Material		Hastelloy C-22				
Temperatura de disseny (°C)		93,33		93,33		
Pressió de disseny (bar)		3,44738		5,51581		
Nº de passos per carcassa		1		1		
Pes equip buit (kg)		462,2	Pes amb aigua (kg)		667,2	
Nº de tubs	164	OD (mm)	19,05	Pitch (mm)	23,81	
Tipus	Pla	Longitud (mm)		365,12		
Carcassa ID (mm)		355,6		Carcassa OD (mm)		593,72
Nº baffle		6		Espaiat C-C (mm)		158,75
Tipus de baffle		Double segmental		Posició		Horitzontal
Codi de disseny		ASME Code Sec VIII Div 1		Tema Class		R-refinery service

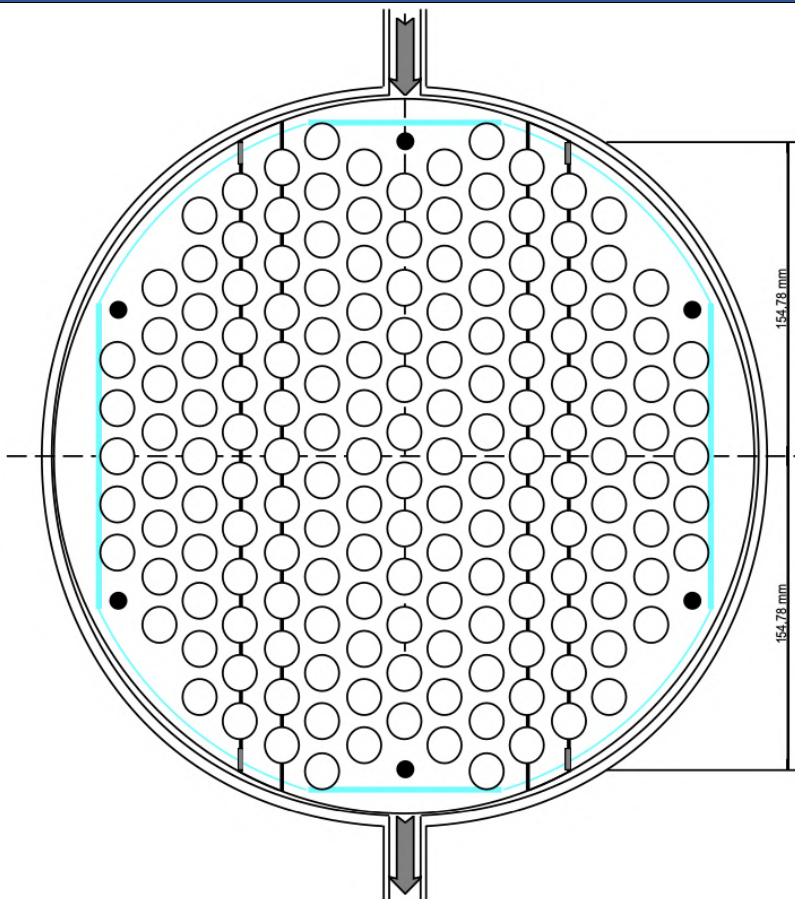
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Reboiler			Full 2 de 3
	Planta	MDIchem	Data	27/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	500	Ítem	RB-501

PLANOL DE L'EQUIP



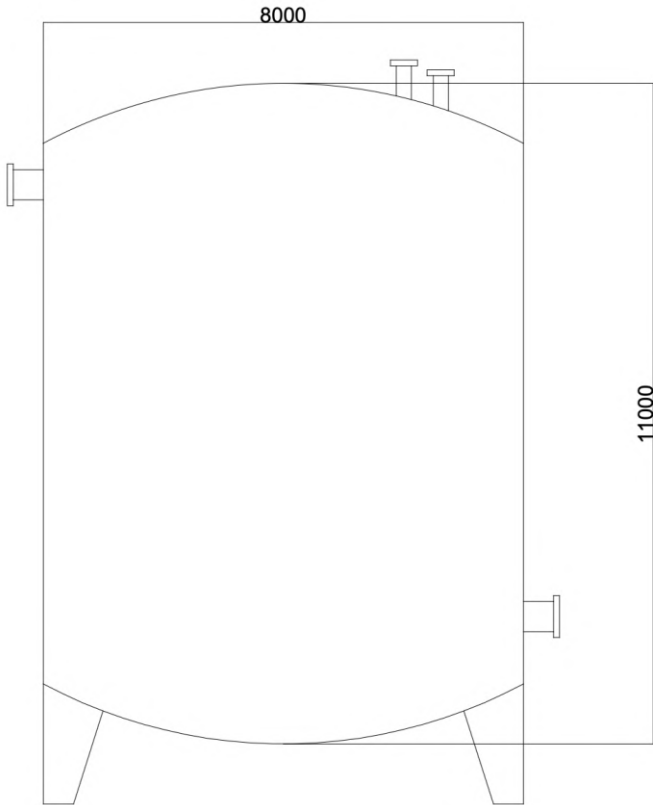
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Reboiler			Full 3 de 3
	Planta	MDIchem	Data	27/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	500	Ítem	RB-501

PLANOL DELS TUBS



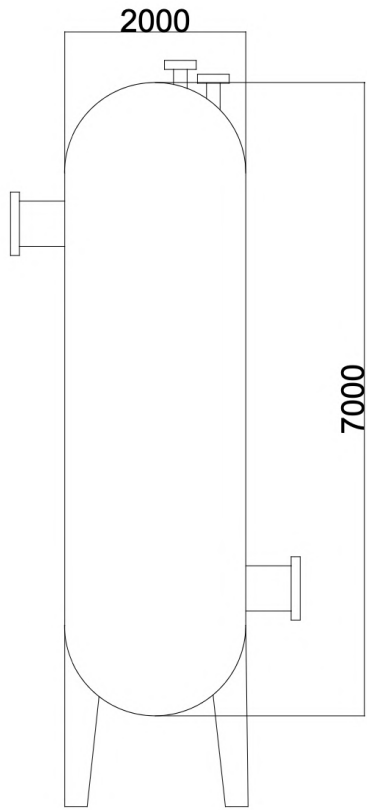
2.5.6. Emmagatzematge de producte (A-600)

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	600	Ítem	T-601
DADES GENERALS				
Denominació		Tanc d'emmagatzematge		
Funció de l'equip		Emmagatzemar MDI		
Components principals		MDI		
Fase		Líquid		
Cost (€)		367.673		
DADES D'OPERACIÓ				
Temps de residència (min)		144		
Temperatura (°C)		25		
Pressió (bar)		1		
Volum de la mescla (m3)		552		
MATERIAL				
Tipus		Acer inoxidable AISI 316L		
Densitat (Kg/m3)		1230		
Factor de soldadura		0,9		
DADES DE DISSENY				
Temperatura de disseny (°C)		25		
Pressió de disseny (bar)		1		
Norma/Codi		ASME		
Capacitat total (m3)		611		
Diàmetre extern (m)		8		
Alçada (m)		11		
Gruix (mm)		6		
Pes tanc buit (Kg)		25700		
Pes tanc en operació (Kg)		704660		

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	600	Ítem	TE-601
ESQUEMA				
				

2.5.7 Serveis (A-700)

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge			Full 1 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	T-701
DADES GENERALS				
Denominació		Tanc d'emmagatzematge		
Funció de l'equip		Emmagatzemar nitrogen		
Components principals		Nitrogen		
Fase		Líquid		
Cost (€)		162.572		
DADES D'OPERACIÓ				
Temps de residència (dies)		7		
Temperatura (°C)		-196		
Pressió (bar)		1		
Volum de la mescla (m3)		15,4		
MATERIAL				
Tipus		Acer inoxidable AISI 316L		
Densitat (Kg/m3)		808		
Factor de soldadura		0,7		
DADES DE DISSENY				
Temperatura de disseny (°C)		-196		
Pressió de disseny (bar)		2		
Norma/Codi		ASME		
Capacitat total (m3)		22		
Diàmetre extern (m)		2		
Alçada (m)		7		
Gruix (mm)		6		
Pes tanc buit (Kg)		2414		
Pes tanc en operació (Kg)		14857		

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Tanc d'emmagatzematge			Full 2 de 2
	Planta	MDIchem	Data	04/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	TE-701
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Caldera			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	CL-701
DADES GENERALS				
Denominació	Caldera			
Funció de l'equip	Escalfar el fluid tèrmic			
Cost (€)	368.000			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	397723			
Temperatura d'entrada	100			
Temperatura de sortida	120			
Potència	4971,34			
DADES DE L'EQUIP				
Altura (m)	4			
Longitud (m)	2			
Amplada (m)	2,5			
Pes buit (kg)	9450			
Empresa	Electron			
Model	CE-6000			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Caldera			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	CL-702
DADES GENERALS				
Denominació	Caldera			
Funció de l'equip	Escalfar el fluid tèrmic			
Cost (€)	828.000			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	610000			
Temperatura d'entrada	200			
Temperatura de sortida	230			
Potència	13252,17			
DADES DE L'EQUIP				
Altura (m)	4			
Longitud (m)	2			
Amplada (m)	2,5			
Pes buit (kg)	9450			
Empresa	Electron			
Model	CE-14000			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Caldera			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	CL-703
DADES GENERALS				
Denominació	Caldera			
Funció de l'equip	Escalfar el fluid tèrmic			
Cost (€)	230.000			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	51685			
Temperatura d'entrada	250			
Temperatura de sortida	300			
Potència	2017,15			
DADES DE L'EQUIP				
Altura (m)	4			
Longitud (m)	2			
Amplada (m)	2,5			
Pes buit (kg)	9450			
Empresa	Electron			
Model	CE-3000			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Caldera			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	CL-704
DADES GENERALS				
Denominació	Caldera			
Funció de l'equip	Escalfar el fluid tèrmic			
Cost (€)	2.300.000			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	1345614			
Temperatura d'entrada	350			
Temperatura de sortida	400			
Potència	55543			
DADES DE L'EQUIP				
Altura (m)	4			
Longitud (m)	2			
Amplada (m)	2,5			
Pes buit (kg)	9450			
Empresa	Electron			
Model	CE-60000			
ESQUEMA				
				

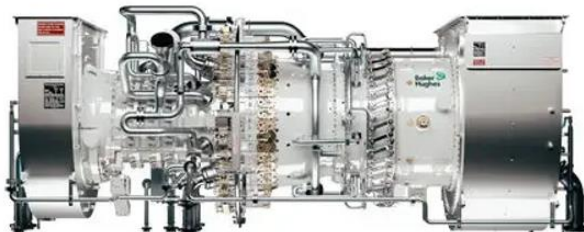
	FULL D'ESPECIFICACIONS: Caldera			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	CL-705
DADES GENERALS				
Denominació	Caldera			
Funció de l'equip	Escalfar el fluid tèrmic			
Cost (€)	-			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	100			
Temperatura d'entrada	54			
Temperatura de sortida	58			
Potència	0,23			
DADES DE L'EQUIP				
Altura (m)	4			
Longitud (m)	2			
Amplada (m)	2,5			
Pes buit (kg)	9450			
Empresa	Electron			
Model	CE-100			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Torre de refrigeració			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	TR-701
DADES GENERALS				
Denominació	Torre de refrigeració			
Funció de l'equip	Refredar el corrent d'aigua			
Cost (€)	625.518			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	1949856			
Temperatura d'entrada	100			
Temperatura de sortida	80			
Potència	45279,99			
DADES DE L'EQUIP				
Altura (m)	5,3			
Longitud (m)	10			
Amplada (m)	6,4			
Pes buit (kg)	11600			
Empresa	EWK			
Model	EWB-5750			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Torre de refrigeració			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	TR-702
DADES GENERALS				
Denominació	Torre de refrigeració			
Funció de l'equip	Refredar el corrent d'aigua			
Cost (€)	255.344			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	139212			
Temperatura d'entrada	66,88			
Temperatura de sortida	30			
Potència	5961,31			
DADES DE L'EQUIP				
Altura (m)	5,3			
Longitud (m)	10			
Amplada (m)	6,4			
Pes buit (kg)	11600			
Empresa	EWK			
Model	EWB-5750			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Chiller			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	CH-701
DADES GENERALS				
Denominació	Chiller			
Funció de l'equip	Refredar el corrent d'aigua glicolada			
Cost (€)	1.500.000			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	529157			
Temperatura d'entrada	-5			
Temperatura de sortida	-15			
Potència	5482,65			
DADES DE L'EQUIP				
Altura (m)	5			
Longitud (m)	7,5			
Amplada (m)	4,5			
Pes buit (kg)	30000			
Empresa	GEA			
Model	Grasso FX P 5800			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Descalcificadora			Full 1 d'1
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	D-701
DADES GENERALS				
Denominació	Descalcificador			
Funció de l'equip	Tractar l'aigüa de la xarxa			
Cost (€)	15.000			
DADES D'OPERACIÓ				
Cabal (kg/h)	87739,08			
DADES DE L'EQUIP				
Cabal màxim (kg/h)	60000			
Capacitat deposit sal (kg)	2460			
Altura (m)	0,988			
Diametre (m)	1,4			
Pes buit (kg)	2580			
Empresa	Culligan			
Model	Ultraline HB1550			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Turbina de vapor		Full 1 de 1	
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	TV-701
IDENTIFICACIÓ				
Tipus de turbina	Turbina de vapor de contrapressió			
Finalitat	Generació elèctrica a partir de calor residual			
DADES DE CONSTRUCCIÓ I INSTAL·LACIÓ				
Rang de potència (MW)	6 - 40			
Pressió de vapor d'entrada màxima (bar)	131			
Temperatura d'entrada màxima (°C)	530			
Velocitat de rotació (rpm)	3000			
Tipus d'acoblament	Acoblament directe			
Posició	Horitzontal			
Tipus de sellat	Segell mecànic de laberint			
Refrigeració	Aire			
Lubricació	Sistema forçat amb oli mineral			
Proteccions estàndar	Sobrevelocitat, baixa pressió d'oli, alta temperatura de coixinets			
Normativa de disseny	API 611			
Empresa	Baker Hughes			
Model	MP/MC			
ESQUEMA				
				

	FULL D'ESPECIFICACIONS: Generador elèctric		Full 1 de 1	
	Planta	MDIchem	Data	12/05/2025
	Localització	Tarragona	Revisió	02/06/2025
	Àrea	700	Ítem	GE-701
IDENTIFICACIÓ				
Tipus de turbina	Generador sincrònic trifàsic			
Finalitat	Generació elèctrica a partir de calor residual			
DADES DE CONSTRUCCIÓ I INSTAL·LACIÓ				
Potència (kW)	6600			
Tensió (kV)	6,6			
Freqüència (Hz)	50			
Velocitat de rotació (rpm)	3000			
Factor de potència	0,8			
Nombre de pols	2			
Rendiment elèctric	> 96%			
Clase d'aïllament	Calse H			
Grau de protecció	IP54			
Posició	Horitzontal			
Acoblament	Directe mitjançant acoblament rígid amb turbina			
Proteccions estàndars	Sobret temperatura, pèrdua d'excitació, sobretensió			
Normes de fabricació	ISO 8528, CE			
Empresa	INDAR SGS			
Model	ABB HXR			

2.6. Bibliografia

La bibliografia emprada pel disseny d'equips es presenta al Capítol 11. Manual de càlculs.